

Vlaanderen
is wetenschap

24_039_1
WL rapporten

Stormvloedkering Haven Oostende

Deelrapport 1 – Scheepssnelheden op basis van AIS

DEPARTEMENT
**MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN**

waterbouwkundiglaboratorium.be

Stormvloedkering Haven Oostende

Deelrapport 1 – Scheepssnelheden op basis van AIS

Eloot, K.; Panahi, S.

Waterbouwkundig Laboratorium
Vlaanderen is wetenschap

Cover figuur © Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium

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 2024
D/2024/3241/085

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Eloot, K.; Panahi, S. (2024). Stormvloedkering Haven Oostende: Deelrapport 1 – Scheepssnelheden op basis van AIS. Versie 3.0. WL Rapporten, 24_039_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Tot en met de datum van vrijgave, kan overname uit en verwijzen naar deze publicatie enkel mits uitdrukkelijke en schriftelijke toestemming van de opdrachtgever of het Waterbouwkundig Laboratorium. Correcte bronvermelding is steeds noodzakelijk.

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Afdeling Kust	Ref.:	WL2024R24_039_1
Trefwoorden (3-5):	AIS, scheepssnelheden, Haven Oostende		
Kennisdomeinen:	Havens en waterwegen > Scheepsbeweging > Ontwerp vaarweg en haven > In situ metingen		
Tekst (p.):	11	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	☒ Ja	Vrijgegeven vanaf:	01/01/2026
		Uitzondering:	☒ Vlaamse overheid

Auteur(s):	Katrien Eloot

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Saeid Panahi	Getekend door:Saeid PANAHI (Signature Getekend op:2024-09-10 17:21:10 +02:0 Reden:Ik keur dit document goed Panahi Saeid Vlaamse overheid
Projectleider:	Katrien Eloot	Getekend door:Katrien Eloot (Signature) Getekend op:2024-07-03 10:53:04 +02:0 Reden:Ik keur dit document goed Eloot Katrien Vlaamse overheid

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Karim Bellafkih	Getekend door:Abdelkarim Bellafkih (Sig Getekend op:2024-07-03 10:51:25 +02:0 Reden:Ik keur dit document goed Bellafkih Abdelkarim Vlaamse overheid

Abstract

Voor het ontwerp van een stormvloedkering in de achterhaven van Oostende ter hoogte van de spuikom moet een ontwerpsnelheid voor aanvaring van de constructie gekozen worden. In het rapport wordt de snelheid over de grond onderzocht van baggerschepen op basis van een AIS-analyse voor de periode van 09/2022 tot en met 08/2023. Hieruit blijkt een verdeling van snelheden die ook voor het grootste baggerschip, de DC-Orisant, een waarde van 1.5 m/s maximaal geeft en een 90% percentiel van iets meer dan 1 m/s ter hoogte van de meest opwaartse zijde (VoorOostTerminal), op een afstand van 420 m van de positie van de te ontwerpen stormvloedkering. Bijkomende operationele richtlijnen kunnen aan deze grootste baggerschepen gegeven worden om bij het passeren van de afwaartse zijde (VKnooppunt_1) de snelheid te beperken tot maximaal 2 m/s. Op deze manier wordt verwacht dat de snelheid kan afgebouwd worden tot een waarde die zeker lager is dan 1.25 m/s.

Inhoudstafel

Abstract III
Inhoudstafel V
Lijst van de tabellen VI
Lijst van de figuren VII
1 Inleiding 1
2 AIS-analyse 2
3 Omgevingsdata 7
4 Conclusie 11

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht van de minimale, gemiddelde en maximale snelheid over de grond voor de dredgers met een lengte van 142 of 143 m 5

Tabel 2 – Frequentie van voorkomen van stroomsnelheid ter hoogte van de Voorhavenbrug te Oostende .. 7

Tabel 3 – Afmetingen van het ontwerpschip voor de stormvloedkering 11

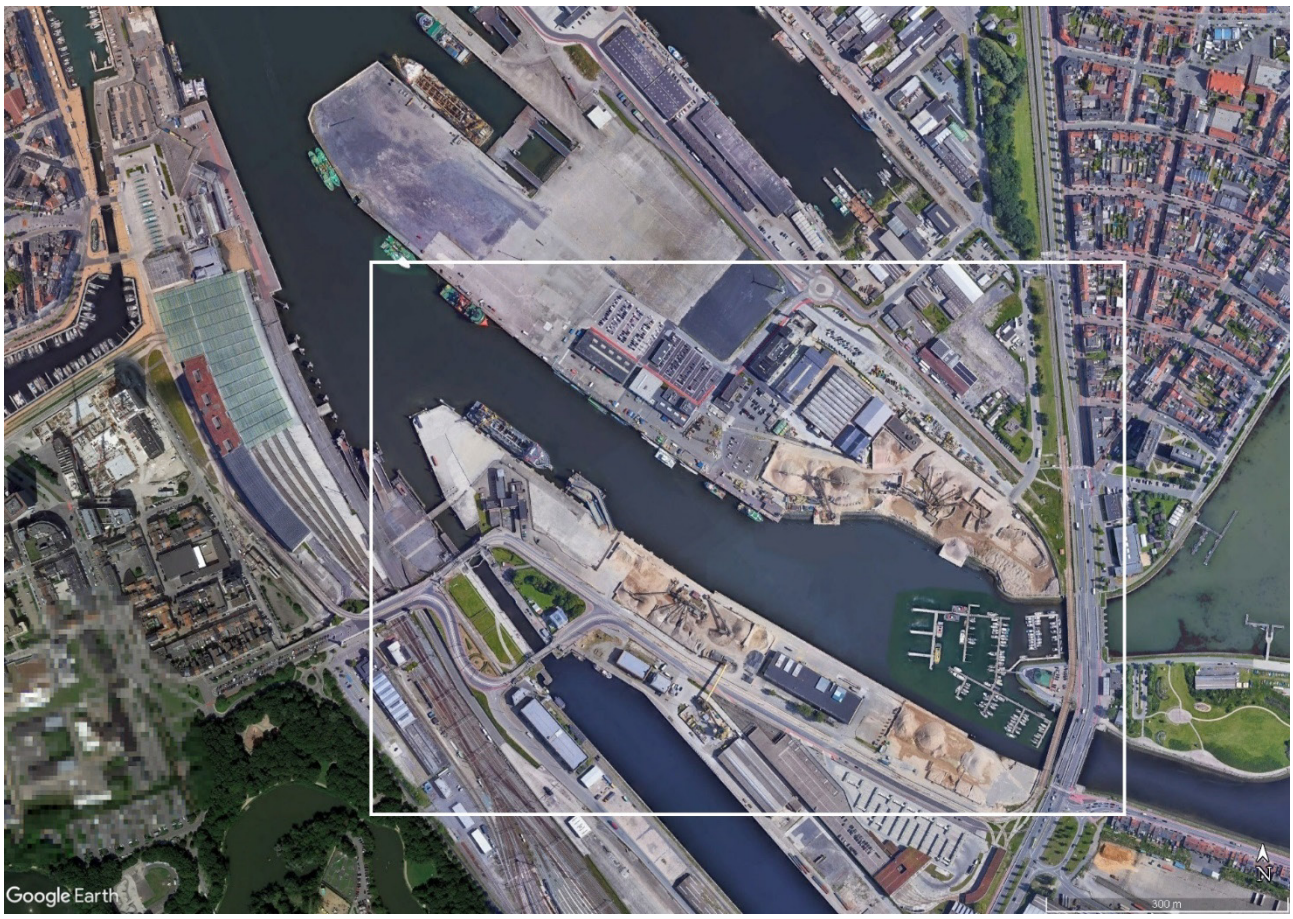
Lijst van de figuren

Figuur 1 – Achterhaven ter hoogte van het spuikanaal en de jachthaven RYCO 1
Figuur 2 – Track en entrylines VKnooppunt_1 en VoorOostTerminal voor de AIS-analyse 2
Figuur 3 – Tracks bij invaart van alle schepen in de zone van het toegangskanaal tot de spuikom 3
Figuur 4 – Tracks bij uitvaart van alle schepen in de zone van de spuikom tot de ingang van het toegangskanaal 3
Figuur 5 – Invaart: snelheid over de grond voor verschillende percentielen voor scheepstype 33 dredgers .. 4
Figuur 6 – Invaart: snelheid over de grond voor alle dredgers met een lengte groter dan 100 m 4
Figuur 7 – Invaart: snelheid over de grond voor alle dredgers met een lengte van 130 m en meer (maximum 143 m) 5
Figuur 8 – Invaart: snelheid over de grond voor alle dredgers met een lengte van 142 en 143 m 5
Figuur 9 – Uitvaart: snelheid over de grond voor alle dredgers met een lengte groter dan 100 m 6
Figuur 10 – Gaussverdeling maxima en gemiddelde stroomsnelheden 7
Figuur 11 – Gaussverdeling van de meetpunten afzonderlijk 8
Figuur 12 – Snelheidsverdeling van 21/12/2021 tot en met 21/05/2024 voor de stroommeter Ryco te Oostende 9
Figuur 13 – Stroomdata voor Figuur 12 met gegevens van stroommeter Ryco te Oostende 10
Figuur 14 – Invaart: snelheid over de grond voor de DC-Orisant 11

1 Inleiding

Voor de ontwikkeling van een stormvloedkering in de achterhaven van Oostende (Figuur 1) ter hoogte van het spuikanaal van de haven van Oostende opwaarts de jachthaven RYCO moet een ontwerpsnelheid gekozen worden waarmee de grootste schepen in die zone komen. Er werd door het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) voorgesteld om een AIS-analyse uit te voeren van de schepen die in die zone opvaren en afmeren.

Het Waterbouwkundig Laboratorium voerde voor verschillende waterwegen reeds AIS-analyses uit om het verkeer en de operationele parameters van schepen beter te begrijpen. Hiervoor werden heel wat tools en functies in een Matlab library ontwikkeld. Deze werden ingezet voor het evalueren van de snelheden voor deze onderzoeksvraag.

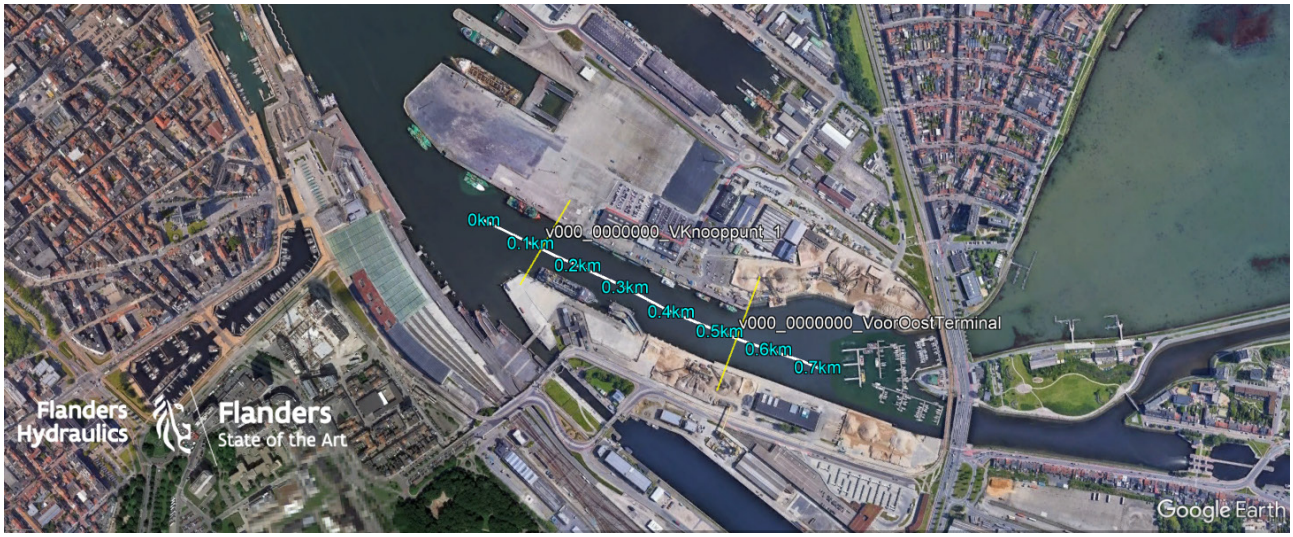


Figuur 1 – Achterhaven ter hoogte van het spuikanaal en de jachthaven RYCO

Omdat naar aanleiding van deze onderzoeksvraag ook andere data werden aangeleverd door de betrokken partijen in het onderzoek – afdeling Kust als opdrachtgever en SWECO als studiebureau – worden deze verzamelde data ook in dit rapport opgenomen.

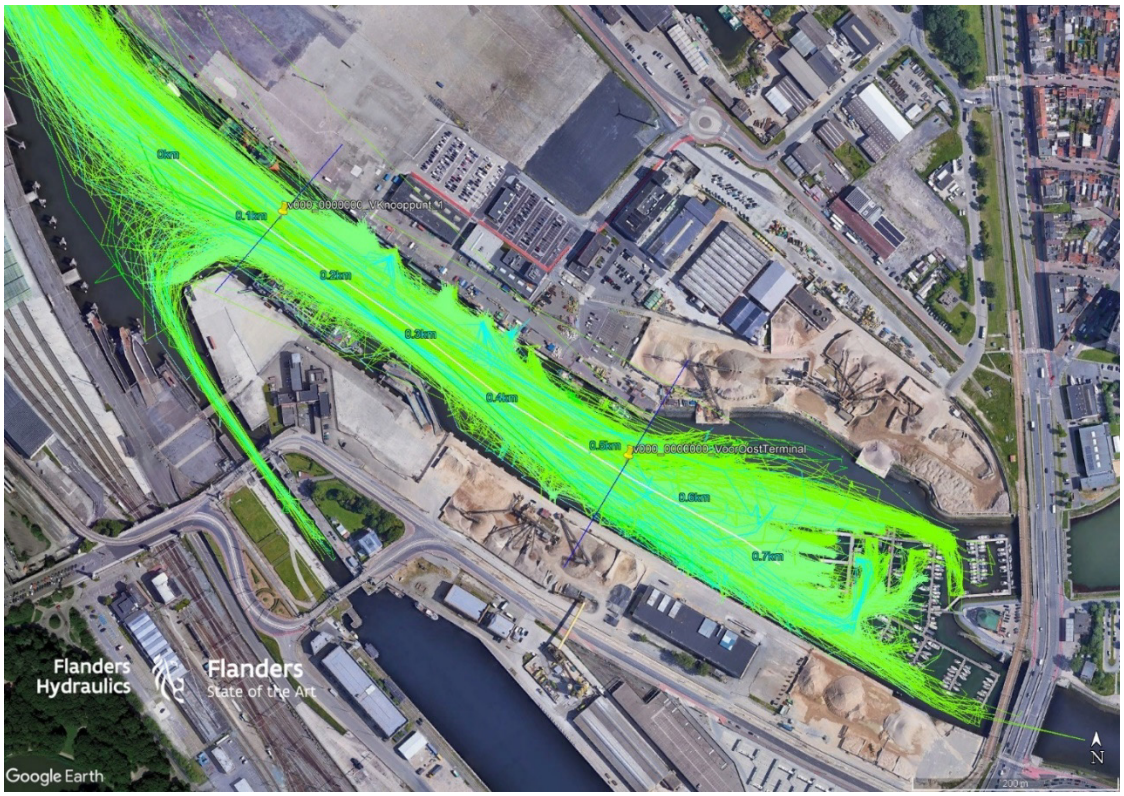
2 AIS-analyse

In de toolbox van het WL is een analyse gebaseerd op het definiëren van entrylines en een track in de waterweg die door deze entrylines loopt. In Figuur 2 worden de twee entrylines voorgesteld die aan de afwaartse zijde van het toegangskanaal tot de spuikom en jachthaven werden gekozen. In de AIS-analyse wordt de scheepssnelheid van alle schepen die in een bepaalde periode deze beide entrylines zijn gepasseerd, geëvalueerd. De brondata die voor dit advies werden gebruikt, beslaan de periode van een jaar, meer bepaald van 09/2022 tot en met 08/2023.

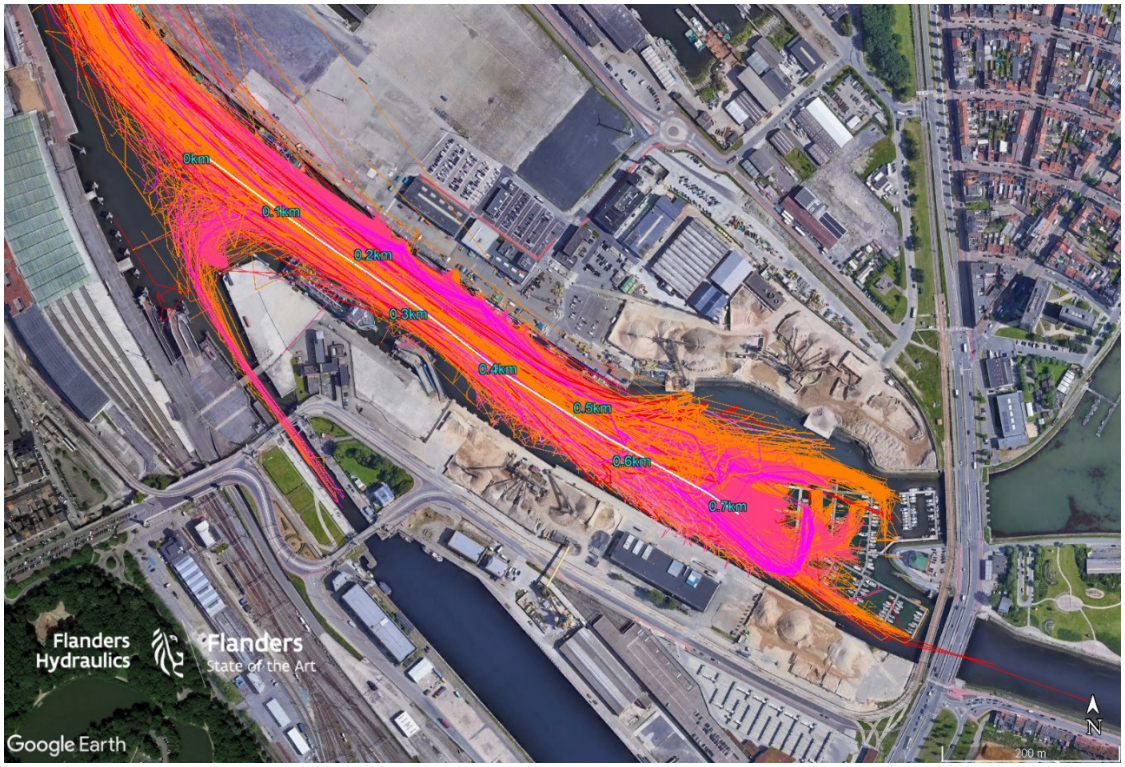


Figuur 2 – Track en entrylines VKnooppunt_1 en VoorOostTerminal voor de AIS-analyse

In de AIS-analyse worden de tracks voorgesteld van alle schepen die in die zone gepasseerd zijn bij invaart (Figuur 3) en bij uitvaart (Figuur 4).



Figuur 3 – Tracks bij invaart van alle schepen in de zone van het toegangskanaal tot de spuikom



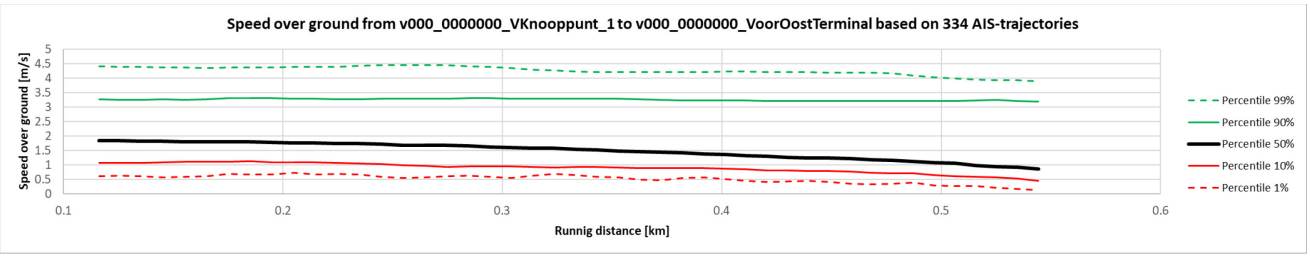
Figuur 4 – Tracks bij uitvaart van alle schepen in de zone van de spuikom tot de ingang van het toegangskanaal

Op basis van een shiptype (= 33 voor dredgers) kan een selectie gemaakt worden van de snelheden van dit scheepstype langs de gekozen track.

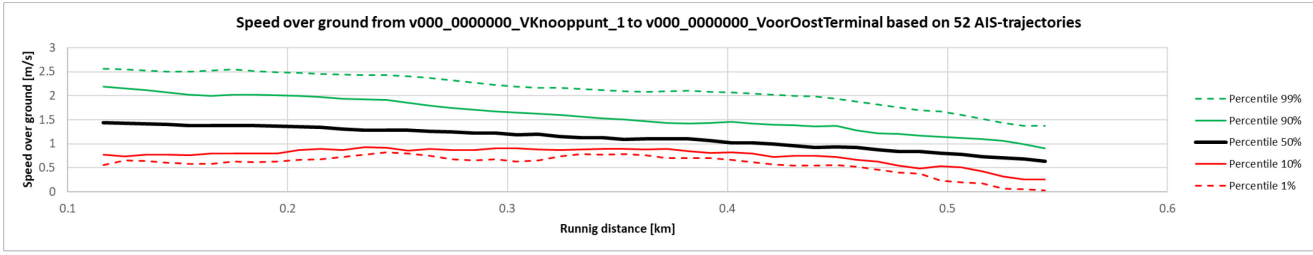
De snelheid over de grond (speed over ground) is voorgesteld in Figuur 5 en varieert voor alle schepen en voor de 50% percentiel tussen minder dan 2 m/s aan de afwaartse zijde tot minder dan 1 m/s aan de opwaartse zijde (totaal op basis van 334 AIS trajecten). Aangezien de entryline VoorOostTerminal ligt aan de toegang tot de zwaaizone voor de schepen die daar afmeren, zal de snelheid dichter bij de jachthaven nog verder afnemen. Stel echter dat er een technisch probleem zich zou voordoen in die laatste zone dan nog zal de snelheid lager zijn dan bij doorgang van deze entryline.

Indien een selectie wordt gemaakt voor alle dredgers met een lengte groter dan 100 m (Figuur 6) dan blijkt de 50% percentiel een lagere snelheid over de grond te geven in vergelijking met alle schepen in die zone zowel voor de afwaartse zijde van de track (minder dan 1.5 m/s) als aan de opwaartse zijde (net boven 0.5 m/s). De 90% percentiel geeft aan de opwaartse zijde, dichtst bij de jachthaven, een snelheid over de grond lager dan 1 m/s en de 99% lager dan 1.5 m/s.

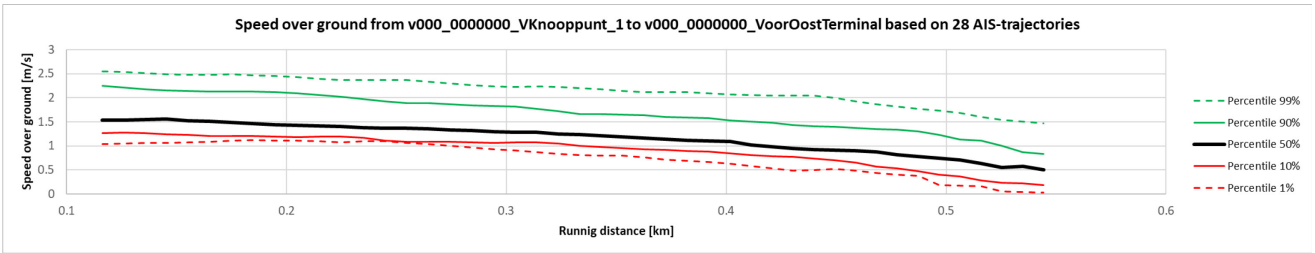
Dit beeld blijft ongeveer hetzelfde indien alle dredgers met een lengte van 130 m en meer worden geselecteerd (Figuur 7). De 50% percentiel geeft nog een kleinere waarde aan de opwaartse zijde maar de 99% percentiel blijft dezelfde. Indien uiteindelijk een selectie wordt gemaakt van enkel de dredgers met een lengte van 142 en 143 m dan wordt het verloop van de snelheid over de grond zoals in Figuur 8 verkregen en daarbij gaat het over de dredgers met de afmetingen zoals in Tabel 1. Het aantal data is uiteraard beperkt (tot 13 trajecten) en bovendien is de diepgang in de AIS-gegevens met een waarde van 8.5 m voor één specifiek schip groot voor de haven en die zone. Er wordt verondersteld dat dit niet de operationele waarde maar een maximale waarde is, aangezien de diepgang vaak niet wordt geupdate.



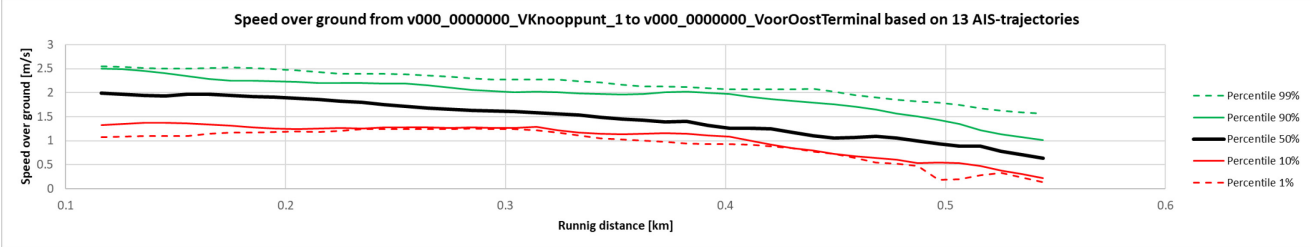
Figuur 5 – Invaart: snelheid over de grond voor verschillende percentielen voor scheepstype 33 dredgers



Figuur 6 – Invaart: snelheid over de grond voor alle dredgers met een lengte groter dan 100 m



Figuur 7 – Invaart: snelheid over de grond voor alle dredgers met een lengte van 130 m en meer (maximum 143 m)

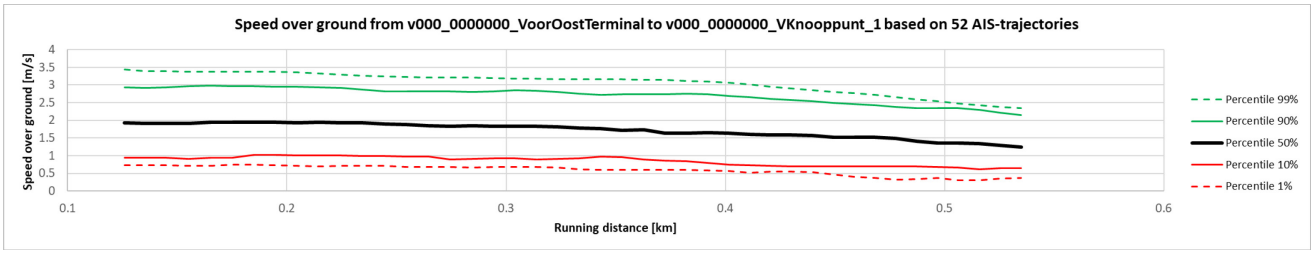


Figuur 8 – Invaart: snelheid over de grond voor alle dredgers met een lengte van 142 en 143 m

Tabel 1 – Overzicht van de minimale, gemiddelde en maximale snelheid over de grond voor de dredgers met een lengte van 142 of 143 m

Scheepsgegevens				Snelheid over de grond		
shipLength	shipBeam	shipType	shipDraught	mean	max	min
m	m	-	m	m/s	m/s	m/s
142	24	33	4.8	1.39	1.71	0.64
142	24	33	6.8	1.31	2.05	0.13
142	24	33	7.8	1.53	1.86	0.57
142	24	33	5.4	2.10	2.57	1.01
142	24	33	5.4	1.37	2.34	0.20
142	24	33	5.4	1.86	2.10	1.50
142	24	33	4.9	1.41	2.21	0.13
143	21	33	8.5	1.29	1.47	1.01
142	24	33	7.5	1.80	2.55	0.27
142	24	33	7.6	1.36	2.03	0.39
143	21	33	8.5	1.10	1.37	0.67
142	24	33	4.8	1.48	2.03	0.64
143	21	33	8.5	1.18	1.46	0.52

In de bovenstaande analyse werd rekening gehouden met de invarende schepen naar de onderzoekszone. Om deze bespreking te vervolledigen wordt voor de selectie van dredgers met een scheepslengte groter dan 100 m ook de snelheid over de grond bij uitvaart voorgesteld in Figuur 9. Hieruit blijkt dat de dredgers al een snelheid opgebouwd hebben (50% percentiel) van meer dan 1.2 m/s wanneer ze de entryline VoorOostTerminal passeren. Voor een aanvaring van de stormvloedkering is de invaart echter bepalend.



Figuur 9 – Uitvaart: snelheid over de grond voor alle dredgers met een lengte groter dan 100 m

De vraag stelt zich nu met welke snelheid over de grond het ontwerp van de stormvloedkering moet rekening houden. Hiervoor worden andere data die verzameld werden, nog weergegeven in het volgende hoofdstuk.

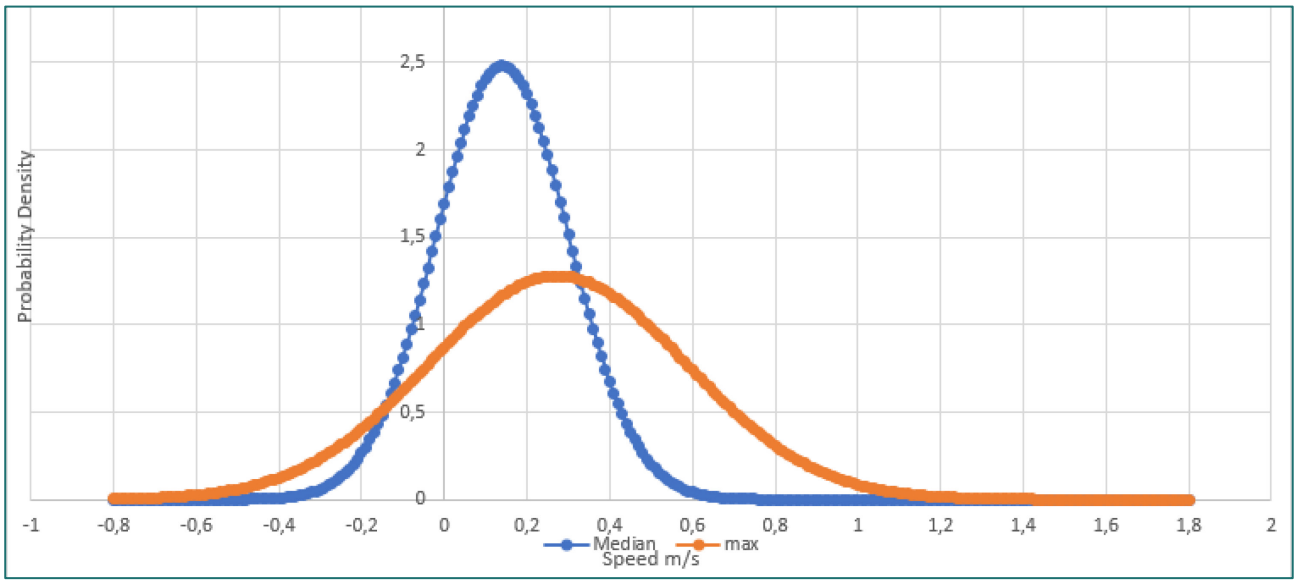
3 Omgevingsdata

Voor wat betreft de omgevingsdata worden de stroomsnelheden voor de periode van 2022 tot 2024 in de voorhaven ter hoogte van de Voorhavenbrug voorgesteld in Tabel 2 (aangeleverd door Sweco) voor de frequentie van voorkomen van 1, 1.25 and 1.5 m/s. In Figuur 10 wordt de Gaussverdeling voorgesteld van de maximale en gemiddelde stroomsnelheden. In Figuur 11 wordt de Gaussverdeling gegeven voor elk meetpunt afzonderlijk.

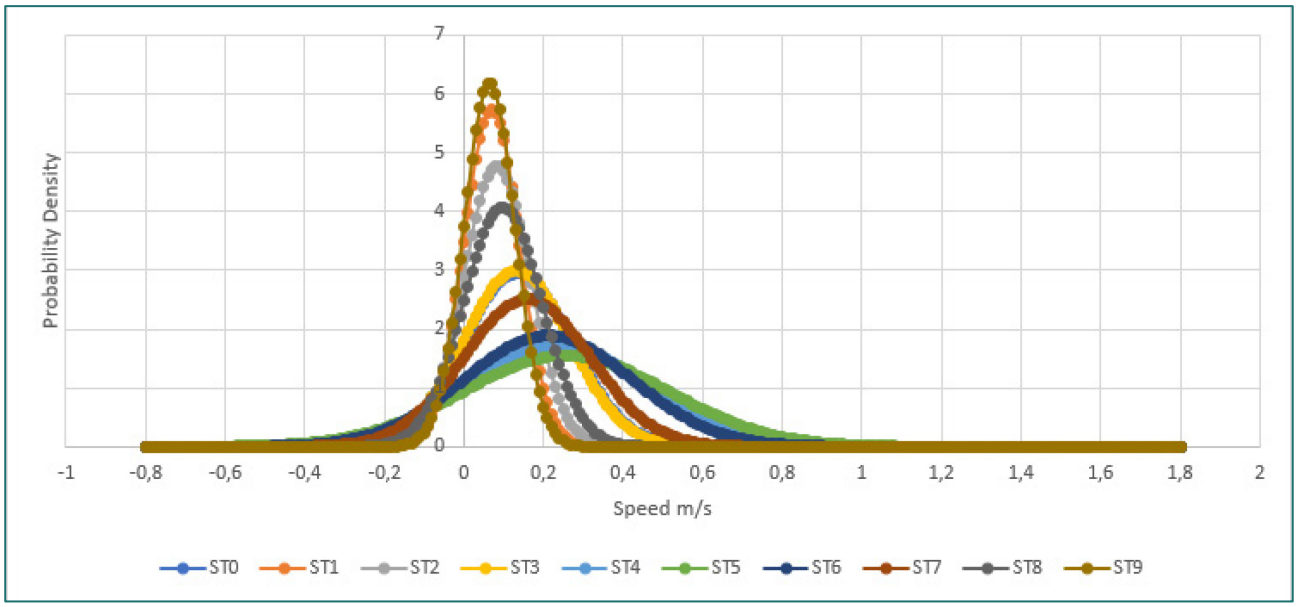
Voor de manoeuvreerbaarheid van schepen is de snelheid door het water bepalend. Deze snelheid is de relatieve snelheid van het schip ten opzichte van het water. Omdat in de AIS-analyse voor de snelheid over de grond uiteraard de omgevingscondities indirect zijn verwerkt (AIS data over een volledig jaar met getijcycli en bijkomende meteorologische condities voor periode 2022 tot 2023), zullen de maximale, gemiddelde en minimale scheepssnelheden over de grond in Hoofdstuk 2 gerelateerd zijn met de Gaussverdelingen van de gemiddelde en maximale stroomsnelheden.

Tabel 2 – Frequentie van voorkomen van stroomsnelheid ter hoogte van de Voorhavenbrug te Oostende

Speed (m/s)	Chance of occurrence
1	0.994%
1.25	0.087%
1.5	0.004%



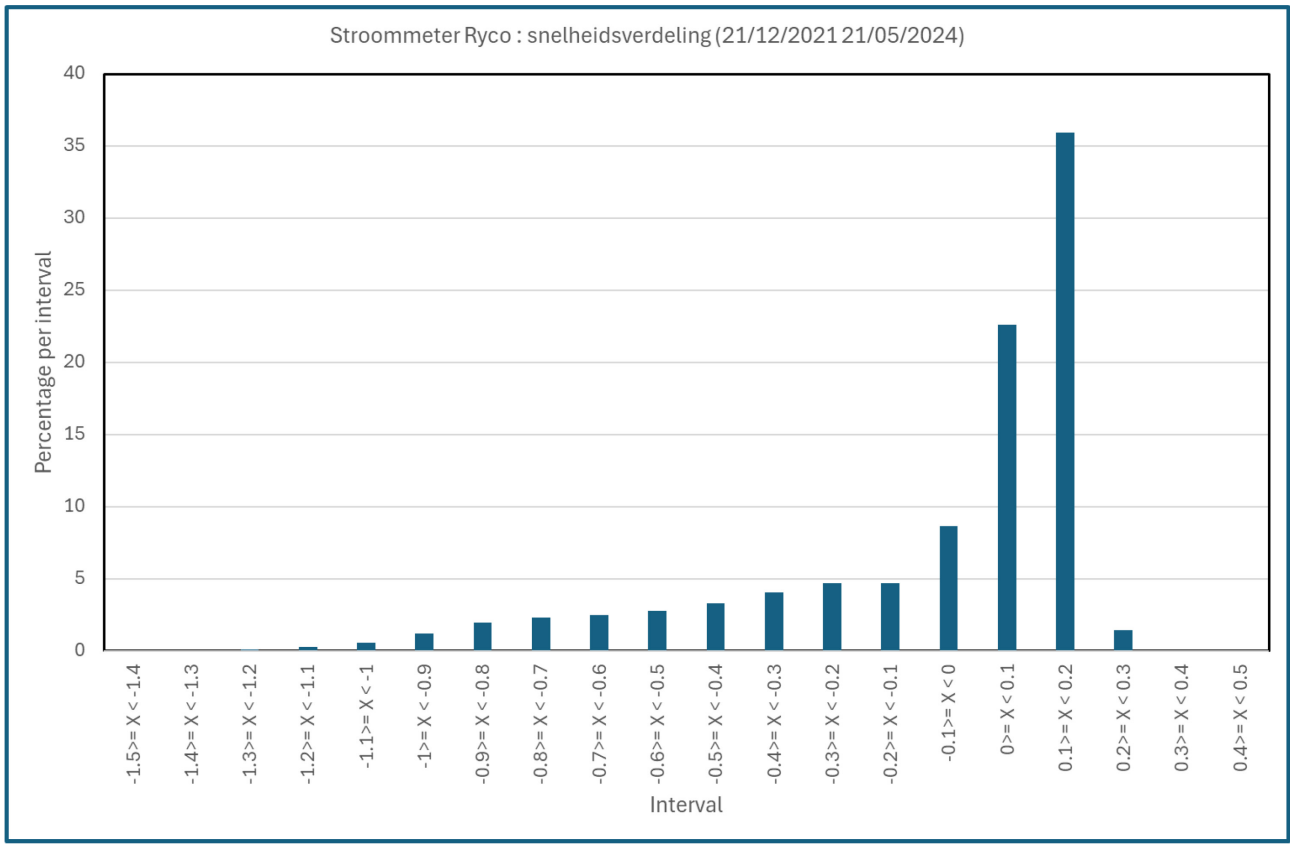
Figuur 10 – Gaussverdeling maxima en gemiddelde stroomsnelheden



Figuur 11 – Gaussverdeling van de meetpunten afzonderlijk

Het coördinatieteam van de Vlaamse hydrografie heeft de resultaten van de data van 21/12/2021 tot nu geanalyseerd (stromingsmeter aan de Ryco). Ze hebben hierbij gebruik gemaakt van de 10-minuut gemiddelde waarden van cel 5 (centraal). In de analyse ontbreken er 2968 waarden op een totaal van 127152 (dit is 2.968 %). Dit is voornamelijk bij laag water – dit omdat de sensor te dicht bij de waterlijn of boven water komt. De hogere ebsnelheden zijn daardoor licht onderschat omdat in deze periodes de lozingen van bovendebiet gebeuren. (kleine natte sectie waardoor grotere snelheden).

De stromingsdata in m/s worden voorgesteld in Figuur 12 en Figuur 13 met negatieve snelheden voor de ebstroom.



Figuur 12 – Snelheidsverdeling van 21/12/2021 tot en met 21/05/2024 voor de stroommeter Ryco te Oostende

Interval	aantal	Procent
geen data	3774	2.968
-1.5>= X < -1.4	3	0.002
-1.4>= X < -1.3	18	0.014
-1.3>= X < -1.2	96	0.076
-1.2>= X < -1.1	333	0.262
-1.1>= X < -1	740	0.582
-1>= X < -0.9	1531	1.204
-0.9>= X < -0.8	2502	1.968
-0.8>= X < -0.7	2901	2.282
-0.7>= X < -0.6	3179	2.500
-0.6>= X < -0.5	3511	2.761
-0.5>= X < -0.4	4167	3.277
-0.4>= X < -0.3	5142	4.044
-0.3>= X < -0.2	5935	4.668
-0.2>= X < -0.1	5967	4.693
-0.1>= X < 0	11014	8.662
0>= X < 0.1	28751	22.612
0.1>= X < 0.2	45706	35.946
0.2>= X < 0.3	1852	1.457
0.3>= X < 0.4	26	0.020
0.4>= X < 0.5	4	0.003

Figuur 13 – Stroomdata voor Figuur 12 met gegevens van stroommeter Ryco te Oostende

4 Conclusie

Als maatgevend schip voor het ontwerp van de stormvloedkering werd door de opdrachtgever en het studiebureau beslist om het grootste schip te nemen dat momenteel in de achterhaven kan komen, namelijk de DC-Orisant. Dit schip heeft de afmetingen voorgesteld in Tabel 3.

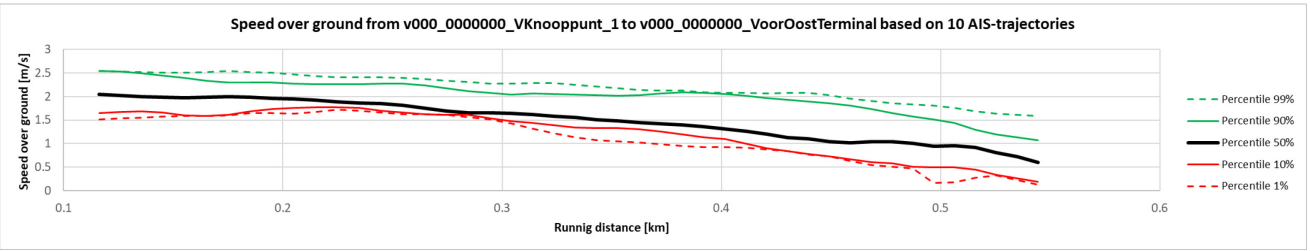
Tabel 3 – Afmetingen van het ontwerpschip voor de stormvloedkering

Maatgevend schip: DC-Orisant	Lengte: 142.3 m Breedte: 23 m Diepgang: 7.3 m Massa: 20069 ton

Er werd in het overleg van 2 mei tussen alle partijen met het WL besloten om de eerste aanname van snelheid over de grond van 2.5 m/s te halveren tot een aanvaarsnelheid van 1.25m/s en deze te verifiëren met een AIS-analyse.

Uit de AIS-analyse in Hoofdstuk 2 blijkt dat de snelheden over de grond van de grootste baggerschepen ter hoogte van de ingang (VoorOostTerminal) tot de afmeerzone voor deze schepen, voor de 50% percentiel kleinere waarden geeft en eerder 1 m/s en minder maar de 99% percentiel kan oplopen tot 1.5 m/s.

Indien in de AIS-gegevens enkel het ontwerpschip wordt geselecteerd, dan komt hetzelfde beeld naar voren (Figuur 14). Om finaal de ontwerpsnelheid te kiezen voor de stormvloedkering kan dus een waarde van 1.5 m/s maximaal genomen worden of de 90% percentiel van iets meer dan 1 m/s waarbij bijkomende operationele richtlijnen aan deze grootste baggerschepen worden gegeven om bij het passeren van de afwaartse zijde (VKnooppunt_1) de snelheid te beperken tot maximaal 2 m/s. Er wordt verondersteld dat de snelheid dan voldoende afgebouwd kan worden in het daaropvolgende traject naar de stormvloedkering.



Figuur 14 – Invaart: snelheid over de grond voor de DC-Orisant

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