



**Vlaanderen**  
is wetenschap



23\_063\_15  
WL rapporten

## Stroomatlas Zeebrugge

Deelrapport 15 – Resultaten stationaire metingen

DEPARTEMENT  
MOBILITEIT &  
OPENBARE  
WERKEN

[waterbouwkundiglaboratorium.be](http://waterbouwkundiglaboratorium.be)

# Stroomatlas Zeebrugge

## Deelrapport 15 – Resultaten stationaire metingen

Plancke, Y; De Maerschallck, B.

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/2024/3241/076

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

**Plancke, Y; De Maerschalc, B.** (2024). Stroomatlas Zeebrugge: Deelrapport 15 – Resultaten stationaire metingen. Versie 3.0. WL Rapporten, 23\_063\_15. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Port of Antwerp-Bruges	Ref.:	WL2024R23_063_15
Trefwoorden (3-5):	Stroming, ADCP, monitoring, Zeebrugge		
Kennisdomeinen:	Hydraulica en sediment > Hydrodynamica > Stroomsnelheden -en patronen > In situ metingen		
Tekst (p.):	13	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Plancke, Y.
------------	-------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor:	De Maerschalc, B.	Getekend door: Bart De Maerschalc (Sig) Getekend op: 2024-04-29 11:24:35 +02:00 Reden: Ik keur dit document goed  
Projectleider:		

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Bellafkih, K.	Getekend door: Abdelkarim Bellafkih (Sig) Getekend op: 2024-04-26 12:07:21 +02:00 Reden: Ik keur dit document goed  
-----------------	---------------	--

## Abstract

De meest recente stroomatlas van de haven van Zeebrugge dateert van 2011. Vanuit Port of Antwerp-Bruges is de vraag gekomen om een update te maken. Het Waterbouwkundig Laboratorium heeft hier gekozen voor een hybride aanpak van terreinmetingen en numerieke modellering.

Voorliggend rapport presenteert de verwerkte stationaire stromingsmetingen van de meetcampagne die tussen 10 en 26 augustus 2023 door het Waterbouwkundig Laboratorium in samenwerking met MDK-aKust en DAB Vloot werd uitgevoerd. Hierbij werden stroommeters uitgelegd net buiten de voorhaven, aan weerszijde van het vaarwater.

Er werd een eerste analyse uitgevoerd naar de variatie van de maximale eb- en vloed snelheid in functie van de getijcondities. Daaruit blijkt dat voor beide getijfasen (eb en vloed) en beide locaties de maximale snelheid toeneemt wanneer het getijverschil toeneemt. De westelijke meetlocatie wordt gekenmerkt door hogere vloodsnelheden, terwijl de oostelijke meetlocatie een hogere ebsnelheid kent (maar nog steeds kleiner dan de maximale vloodsnelheid). Dit heeft voornamelijk te maken met de locatie van de meetframes ten opzichte van de dammen en de invloed van de dammen op de eb- en vloedstroming.

In beide locaties is ook een duidelijke variatie van de maximale snelheid bij eb en vloed terug te vinden bij verschillende getijcondities. De maximale vloodsnelheid varieert van ca. 1 m/s (2 kn) bij doottij tot ca. 2 m/s (4 kn) bij springtij. Bij de maximale ebsnelheid is de variatie kleiner: van ca. 0,75 m/s (1,5 kn) bij doottij tot ca. 1,5 m/s (3 kn) bij springtij.

# Inhoudstafel

Abstract .....	III
Inhoudstafel.....	IV
Lijst van de tabellen.....	V
Lijst van de figuren .....	VI
1    Introductie .....	1
2    Beschrijving meetcampagne .....	2
2.1    Studiegebied.....	2
2.2    Opzet meetcampagne .....	3
2.3    Meettechnieken .....	4
2.4    Verwerking .....	5
3    Resultaten.....	6
3.1    Omgevingscondities .....	6
3.1.1    Getij .....	6
3.1.2    Wind .....	7
3.2    Stroming .....	8
3.2.1    ZBR-West .....	8
3.2.2    ZBR-Oost .....	9
3.3    Relatie tussen stroming en getijcondities .....	11
4    Referenties .....	13

## Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Details meetperiode vaste meettoestellen .....	3
Tabel 2 – Overzicht karakteristieken Seaguard II DCP.....	5

## Lijst van de figuren

Figuur 1 – Overzichtskaart haven van Zeebrugge (gebaseerd op <a href="http://www.portofantwerpbruges.com">www.portofantwerpbruges.com</a> ).....	2
Figuur 2 – Overzichtskaart met meetlocaties.....	3
Figuur 3 – Stroommeettoestel Aanderaa Seaguard II (bron: <a href="http://www.xylem.com">www.xylem.com</a> ).....	4
Figuur 4 – Meetframe tijdens het uitzetten op de meetlocatie Zeebrugge-West.....	4
Figuur 5 – Verloop van de waterstand te Zeebrugge Leopold II-dam.....	6
Figuur 6 – Verloop van de wind te Zeebrugge Januskop.....	7
Figuur 7 – Verloop van de gemeten stroomsnelheid (boven), stroomrichting (midden) en saliniteit (onder) te ZBR-West.....	8
Figuur 8 – Detail van de gemeten stroomsnelheid (boven), stroomrichting (midden) en saliniteit (onder) te ZBR-West bij springtij.....	9
Figuur 9 – Verloop van de gemeten stroomsnelheid (boven), stroomrichting (midden) en golfhoogte (onder) te ZBR-Oost.....	10
Figuur 10 – Detail van de gemeten stroomsnelheid (boven), stroomrichting (midden) en golfhoogte (onder) te ZBR-Oost bij springtij.....	10
Figuur 11 – Relatie tussen de maximale vloed­nelheid en stijging (links) en maximale ebsnelheid en daling (rechts) te ZBR-West.....	11
Figuur 12 – Relatie tussen de maximale vloed­nelheid en stijging (links) en maximale ebsnelheid en daling (rechts) te ZBR-Oost.....	12

# 1 Introductie

Port of Antwerp-Bruges is de tweede grootste haven van Europa, waar jaarlijks zo'n 290 miljoen ton internationale maritieme lading wordt behandeld. De nautische toegankelijkheid van de haven van Zeebrugge verloopt via de Pas van 't Zand naar de voorhaven. Dit gebied wordt gekenmerkt door getijden en bijbehorende stromingen. Daarnaast kunnen schepen via de Pierre Vandammesluis of de Visartsluis de achterhaven bereiken, waar er geen getij is.

De stromingen in de voorhaven en met name ter hoogte van de koppen kunnen een uitdaging vormen voor de scheepvaart. Voor containerschepen en LNG tankers is er dit moment een vaarbepanking wat betreft de maximale dwarsstroming ter hoogte van de haventoeegang (2 knoop voor containerschepen en 1,5 knoop voor LNG). Een accuraat beeld van de mogelijke stromingen is daarom cruciaal voor de vaarweggebruikers. Dergelijke reeks van stroombeelden wordt gebundeld in een "stroomatlas". De meest recente stroomatlas van de haven van Zeebrugge dateert al van 2011 (Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust. Afdeling Kust. Vlaamse Hydrografie, 2012). Sinds de uitbouw van de voorhaven begin jaren 80 is zeebodem in de directe omgeving van Zeebrugge onderhevig aan continue morfologische veranderingen waaronder erosie voor de havendammen en verflauwen van de flanken van het havengeul. Deze bodemveranderingen hebben een invloed om de stroming. Vanuit Port of Antwerp-Bruges is dan ook de vraag gekomen om hiervan een update te maken en de dwarsstroming ter hoogte van de koppen van de havendammen in Zeebrugge en de neer in de voorhaven opnieuw in kaart te brengen.

Vanuit het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) is ervoor gekozen om deze vraag te beantwoorden door middel van een hybride aanpak: de nieuwe stroomatlas zal opgemaakt worden door terreinmetingen te combineren met numerieke modelsimulaties. De metingen brengen de reële stromingen in kaart, maar het is onmogelijk om alle condities op alle locaties te bemeten. Vandaar dat een numerieke model ingezet wordt. Dit model wordt eerste gevalideerd aan de hand van de terreinmetingen, en vervolgens zullen de ruimtelijk dekkende stroombeelden gegenereerd worden voor de verschillende getijcondities.

Voorliggend rapport presenteert de verwerking van de stroommetingen op 2 vaste punten nabij de koppen van de voorhaven die uitgevoerd werd tussen 10 en 26 augustus 2023. De meettoestellen werden op vraag van het WL voorbereid, uitgelegd, opgehaald en uitgelezen door MDK - afdeling Kust.

Bij het uitvoeren van terreinmetingen zijn verschillende partijen betrokken die niet op de voorgrond verschijnen. Vandaar een woord van dank aan de collega's van het WL, MDK, Port of Antwerp-Bruges en het MRCC die ervoor zorgden dat de meetcampagnes konden plaatsvinden.

De meettoestellen werden ter beschikking gesteld, geprogrammeerd en uitgelezen door de collega's van afdeling Kust (MDK), waarvoor dank. Daarnaast ook een woord van dank aan de bemanning van de MS Zeetijger, die ervoor zorgden dat de meetframes veilig uitgezet en opgehaald werden.

Tenslotte ook een woord van dank aan de GNA, de verkeersleiders van de post Zeebrugge en Port Control Zeebrugge die toestemming gaven en deze metingen mogelijk maakten in vaak drukbevaren regio van de haven van Zeebrugge.



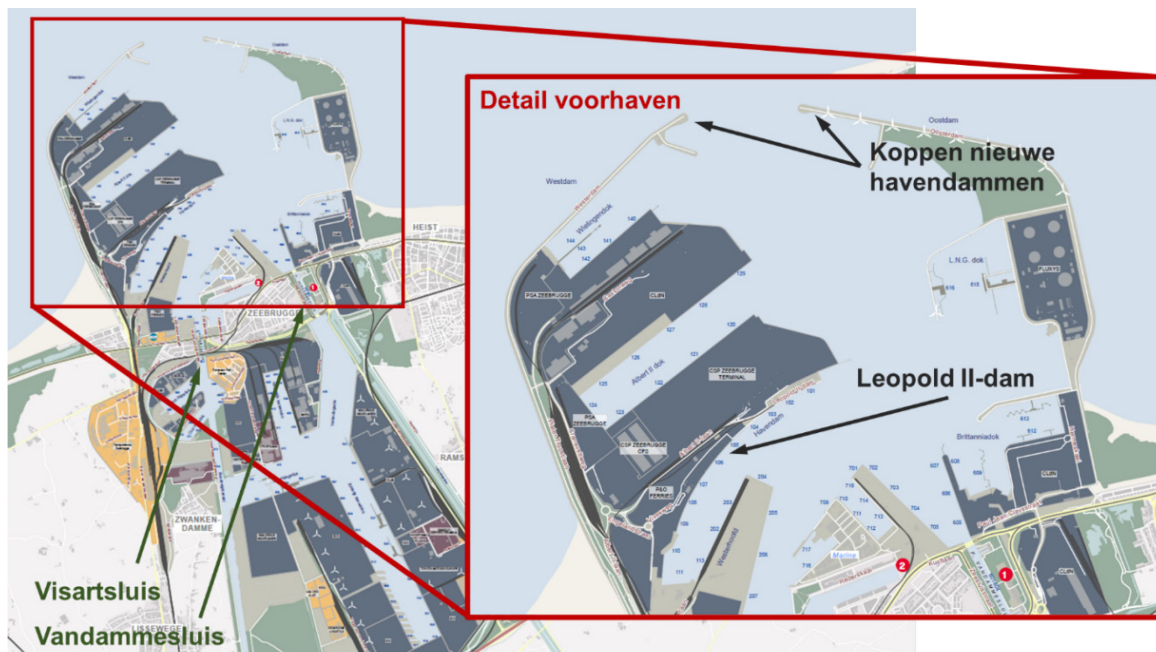
## 2 Beschrijving meetcampagne

### 2.1 Studiegebied

De haven van Zeebrugge is onderdeel van Port of Antwerp-Bruges en vormt sinds de fusie in 2022 samen met de haven van Antwerpen de grootste haven van België. De haven (Figuur 1) bestaat uit enerzijds de voorhaven, die aan getij onderhevig is, en anderzijds de achterhaven die te bereiken is via de Pierre Vandammesluis (1985) en de Visartsluis (1905). De achterhaven omvat drie grote dokken, het Verbindingsdok, het Noordelijk Insteekdok en het Zuidelijk Insteekdok, waarrond terminals met logistieke centra zijn gevestigd voor de behandeling, opslag en distributie van enerzijds nieuwe wagens en anderzijds voedingswaren. Deze ladingen krijgen in Zeebrugge dus een toegevoegde waarde (Simoen, 1982).

De voorhaven (Figuur 1 - detail) is op de zee gewonnen en uitgebouwd vanop de originele kustlijn. In 1907 werd de Leopold II-dam voltooid waardoor de nieuwe diepzeehaven op de kust ontstond. In 1985 werd de uitbouw voor de voorhaven met 2 nieuwe strekdammen (elk met lengte van meer dan 4 km) afgerond. Door de directe toegang vanuit zee en de grote waterdiepte is de voorhaven bijzonder geschikt voor roll-on/roll-off- en containerverkeer. Ook de schepen met vloeibaar aardgas (LNG) meren hier aan.

Om de toegankelijkheid van de haven te verbeteren, levert de Vlaamse overheid inspanningen om de vaargeul en de voorhaven (CDNB) te verdiepen en te onderhouden. Dankzij de baggerwerken kunnen schepen met een diepgang tot 16 m de haven binnenvaren. Door haar afmetingen en de sterke getijstromingen worden de vaargeul en de haveningang rond hoogwater echter gekenmerkt door sterke dwarsstromingen. De toegankelijkheid van de haven van Zeebrugge wordt hierdoor gelimiteerd voor grote containerschepen en LNG carriers. Het stroomcriterium stelt dat voor op- en afvarende containerschepen de stroomsnelheid beperkt dient te zijn tot 2,0 knoop. Voor LNG-tankers geldt een maximale stroomsnelheid gelijk aan 1,5 knoop. Een alternatieve bepaling van het stroomvenster, die door de kustloodsen als vuistregel gehanteerd wordt, betreft het tijdslot tussen 2u vóór tot 1u na hoog water (HW) (Verwilligen & Delefortrie, 2022). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen springtij, gemiddeld getij en doottij.

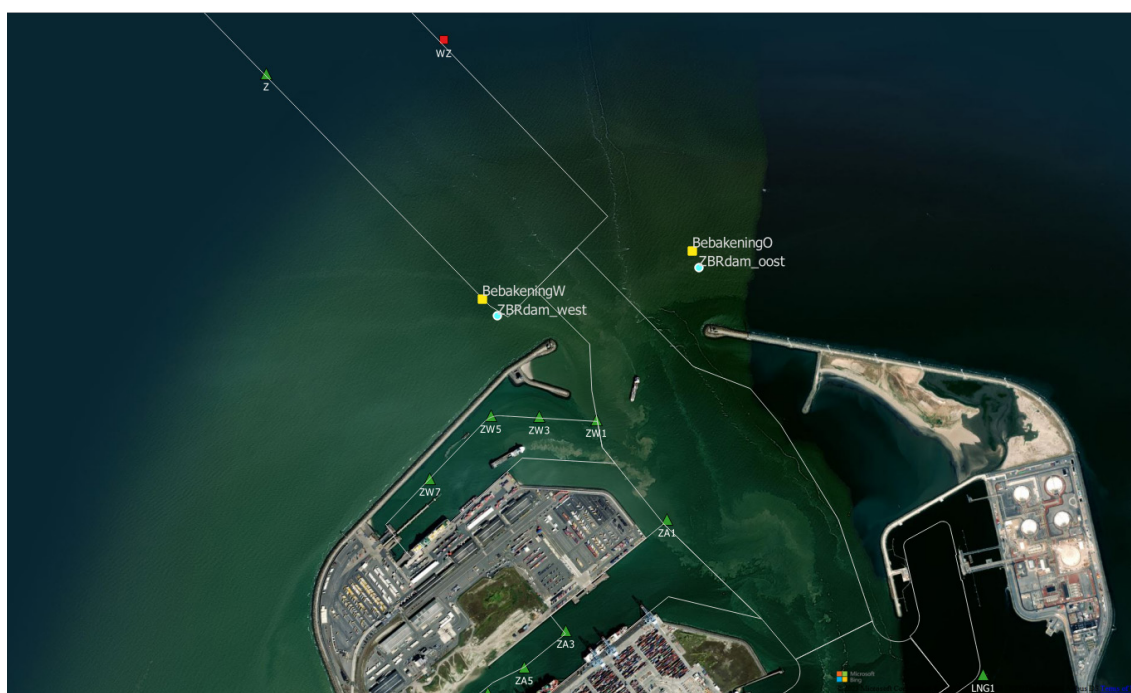


Figuur 1 – Overzichtskaart haven van Zeebrugge (gebaseerd op [www.portofantwerpbruges.com](http://www.portofantwerpbruges.com))

## 2.2 Opzet meetcampagne

De meetcampagne uitgevoerd in de zomer van 2023 bestond uit een deel varende metingen (zie Plancke et al, 2023) en 2 vaste meetopstellingen nabij de koppen net buiten de voorhaven. De varende metingen laten toe het ruimtelijke patroon van de stroming in beeld te brengen, echter doordat het schip slechts op één locatie tegelijkertijd is, is de informatie doorheen de tijd hierbij beperkt. Tevens zijn de varende metingen complex in uitvoering (meteo- en golfcondities), tijdrovend en duur. Daartoe is er voor gekozen om ook op 2 vaste meetlocaties gedurende één volledige springtij-doottij-cyclus continu de stroming te meten. Beide locaties zijn gelegen net buiten de voorhaven, op de rand van het vaarwater (Figuur 2) op de locaties waar op basis van modelvoorspellingen verwacht worden dat de stromingen het sterkst zijn.

Het was de bedoeling dat de meetframes uitgelegd werd eind juli 2023 zodat ze gedurende de volledige varende meetcampagne overlappend aan het meten zouden zijn. Echter, de weerscondities maakten het onmogelijk om de meetframes eind juli uit te leggen. Uiteindelijk bood zich de eerste mogelijkheid aan op 10 augustus 2023 en werden beide meetframes in de voormiddag uitgelegd. Hierdoor is er geen overlap met de eerste 3 dagen van de varende metingen. Gedurende deze dagen werd er omwille van de meteo- en golfcondities enkel varend gemeten binnen de voorhaven. De toestellen hebben ca. 14 dagen continu (1 meting per 5') gemeten, tot 25 augustus 2023 (Tabel 1).



Figuur 2 – Overzichtskaart met meetlocaties

Tabel 1 – Details meetperiode vaste meettoestellen

Locatie	Eerste meting (lokale tijd)	Laatste meting (lokale tijd)
ZBR-West	10/08/2023 09:02	25/08/2023 05:12
ZBR-Oost	10/08/2023 09:38	25/08/2023 15:45

## 2.3 Meettechnieken

De stroming werd gemeten aan de hand van een Aanderaa Seaguard II (Figuur 3). De karakteristieken zijn hieronder weergegeven in Tabel 2. Het meetprincipe is gelijkaardig aan de meettechniek (ADCP) die bij de varende metingen is gebruikt. Het meettoestel wordt gemonteerd in een meetframe (Figuur 4) dat op de bodem wordt geplaatst. Het meetframe bestaat uit een grote betonnen steen met daarop een gyroscopisch frame waardoor het meettoestel steeds verticaal gericht is.



Figuur 3 – Stroommeettoestel Aanderaa Seaguard II (bron: [www.xylem.com](http://www.xylem.com))



Figuur 4 – Meetframe tijdens het uitzetten op de meetlocatie Zeebrugge-West

Tabel 2 – Overzicht karakteristieken Seaguard II DCP

<b>Toesteleigenschappen</b>	
Type	Seaguard II
Frequentie	600 kHz
Configuratie	Up-looking vanaf meetframe
Beam hoek	25°
Aantal beams	3 + 1 oppervlakte beam (golfhoogte)
Snelheidsresolutie	0,1 cm/s
Accuraatheid	0,3 m/s of 1,5%
<b>Instellingen</b>	
Cel grootte	0,5 m
Eerste cel (midden)	Ca. 1,5 m boven bodem
Maximaal bereik	30 m
Ensemble interval	300 s
Aanvullende parameters	Druk (waterdiepte) Temperatuur Conductiviteit (=> saliniteit) Golfhoogte (ZBR-Oost)

## 2.4 Verwerking

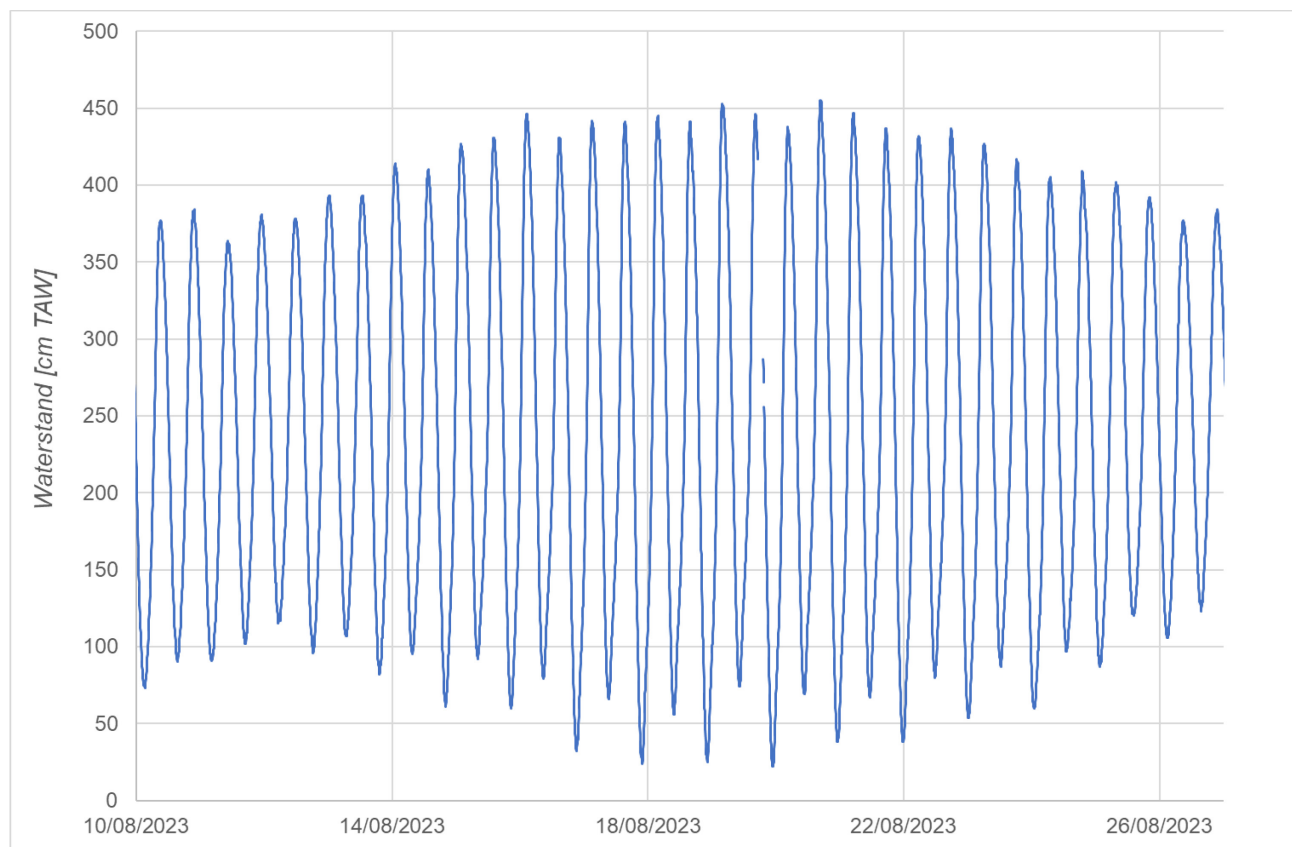
De toestellen werden na ophalen uitgelezen met de bijbehorende software. Een ASCII-formaat export werd beschikbaar gesteld door MDK-aKust aan het WL. Een validatie werd uitgevoerd op de aangeleverde gegevens. Hierbij werden een aantal (ca. 20 datapunten) verwijderd omwille van verdachte metingen (stromingen of waterdiepte). Tevens werden de bovenste cellen (nabij het wateroppervlak) verwijderd aangezien deze vaak afwijkende waarden vertoonden. Deze gegevens werden vervolgens ingelezen in Octave waar met behulp van eigen scripts de verdere verwerking en presentatie gebeurde.

## 3 Resultaten

### 3.1 Omgevingscondities

#### 3.1.1 Getij

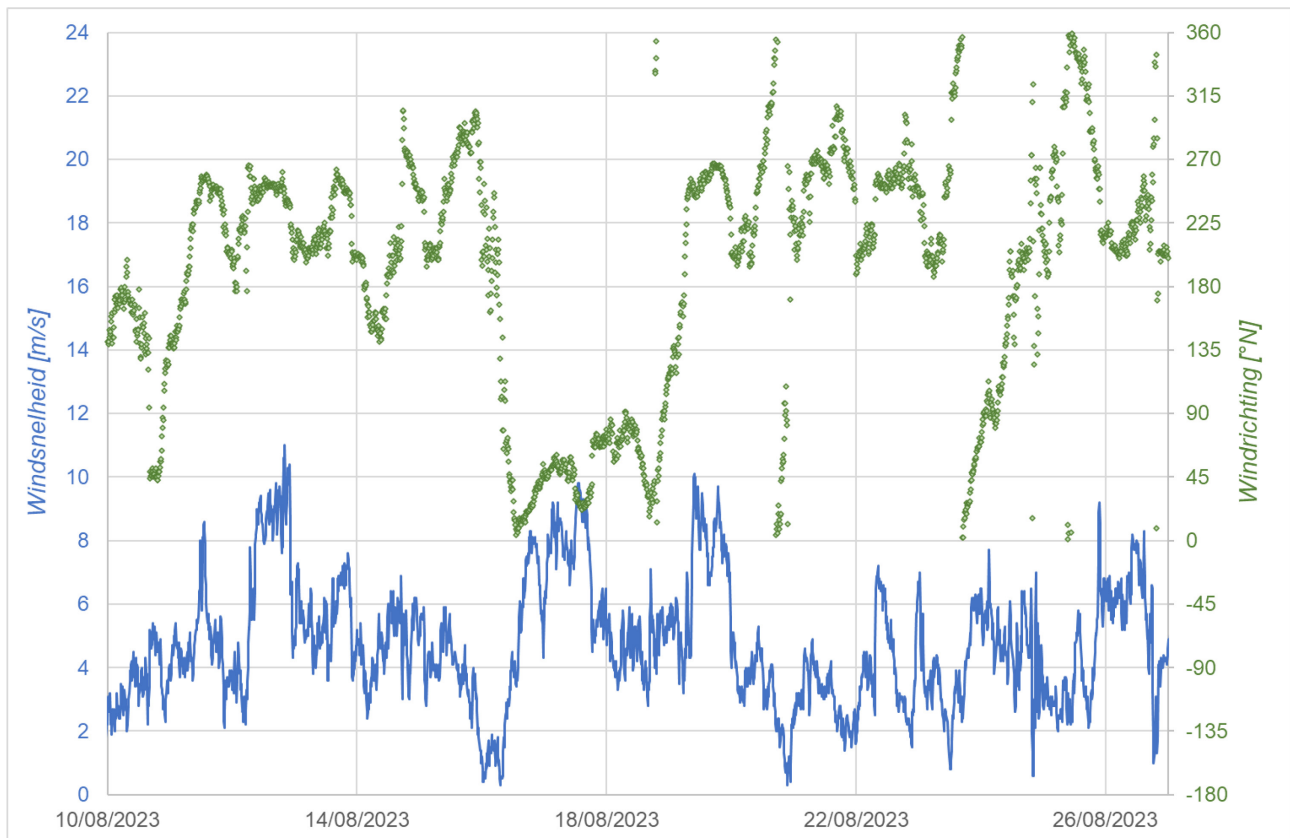
Figuur 5 geeft het verloop van de waterstanden weer te Zeebrugge gemeten ter hoogte van de Leopold II-dam. Uit de grafiek blijkt dat bij aanvang van de vaste metingen, het doottij-condities heersten. Vervolgens neemt het getijverschil toe, om in het midden van de meetcampagne (rond 18 augustus 2023) een periode van springtij te bestrijken. De laatste week neemt het getijverschil opnieuw af om te eindigen bij doottij-condities op het einde van de meetcampagne.



Figuur 5 – Verloop van de waterstand te Zeebrugge Leopold II-dam

### 3.1.2 Wind

Figuur 6 geeft het verloop van de windsnelheid en -richting weer te Zeebrugge gemeten ter hoogte van de Januskop. Uit de grafiek blijkt dat bij aanvang van de vaste metingen, er een matige ZO-wind heerste (3 Beaufort). Rond 12 augustus 2023 nam de windkracht gedurende een dag toe tot 5 Beaufort om vervolgens terug af te zwakken te een matige wind. Rond 16 augustus 2023 draait de wind naar N-NW en neemt ook de windkracht opnieuw toe (5 à 6 Beaufort). Na 3 à 4 dagen draait de wind terug naar ZW-richting en varieert de windsnelheid tussen 0 en 8 m/s (2 à 4 Beaufort).



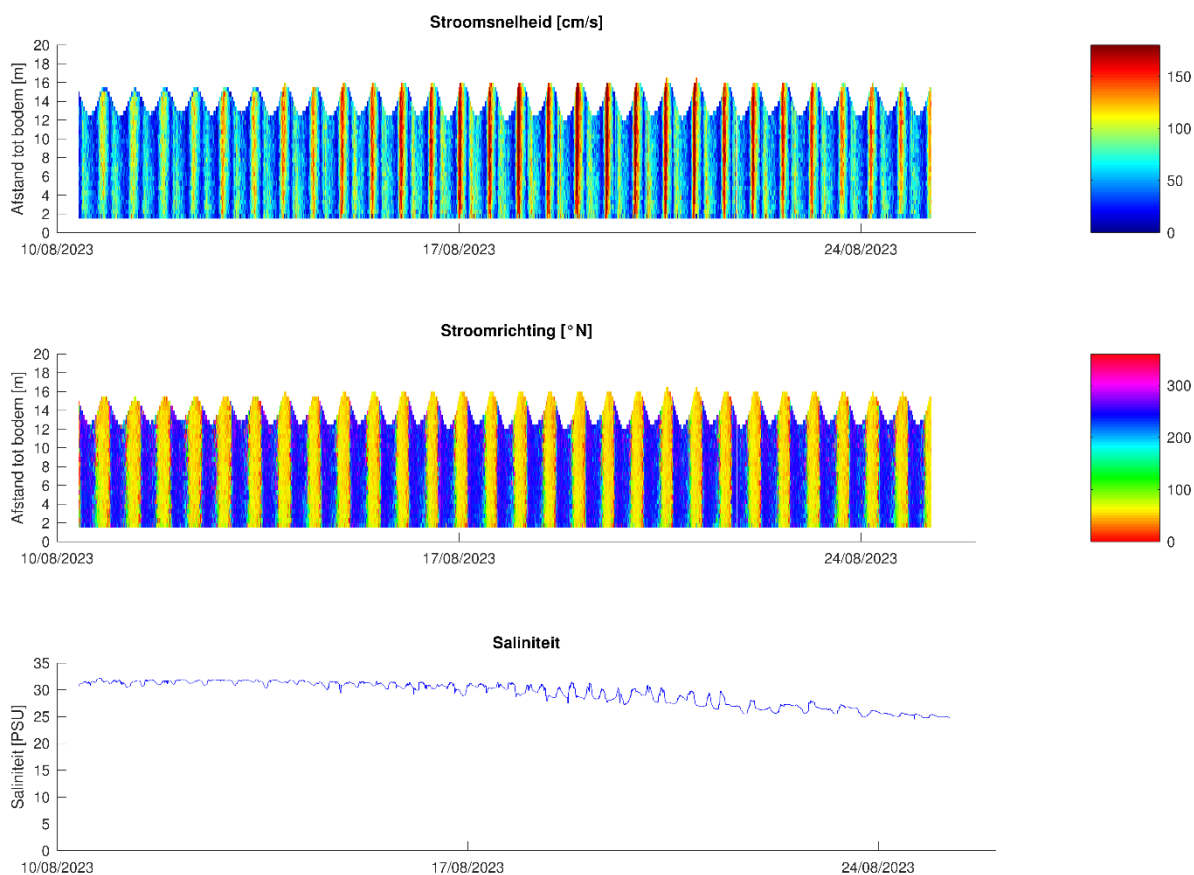
Figuur 6 – Verloop van de wind te Zeebrugge Januskop

## 3.2 Stroming

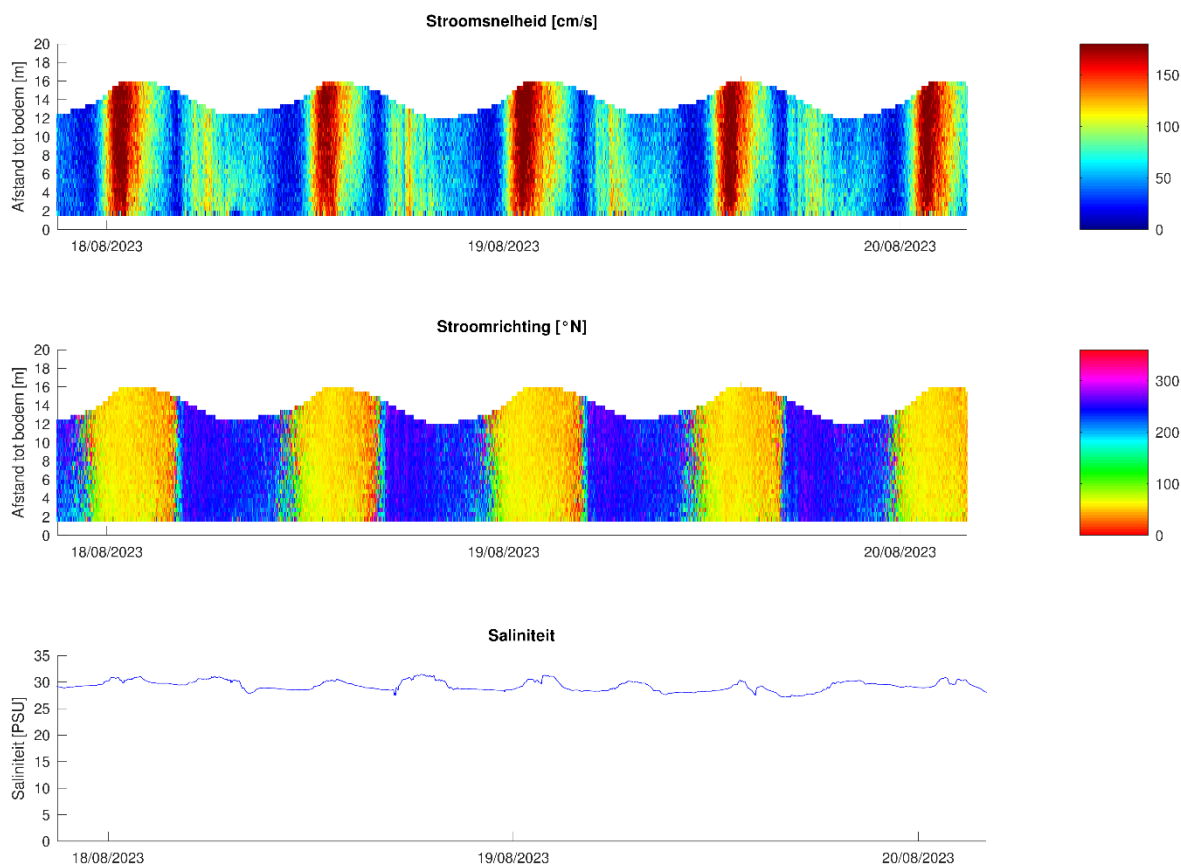
### 3.2.1 ZBR-West

Figuur 7 geeft het verloop van de stroomsnelheid en stroomrichting weer voor de locatie ZBR-West over de volledige meetperiode. Daarnaast wordt in Figuur 8 ook een detailbeeld gegeven van de stroming bij springtij-condities. Voor deze meetlocatie werden geen golfhoogtes gemeten. Ter illustratie wordt in de figuren de saliniteit weergegeven, die echter zeer beperkt varieert op deze locatie.

De hoogste stroomsnelheden werden gemeten tijdens de vloedfase, in de periode tussen HW-90' en HW. Bij springtij neemt de snelheid waarden aan tot 200 cm/s (ca. 4 kn), bij doortij is dit aanzienlijk lager (100 cm/s). Na hoogwater neemt de stroomsterkte af, om ca. 3u na HW te kenteren. De ebfase kent haar maximale sterkte (130 cm/s bij springtij) rond LW-60', om vervolgens beperkte te blijven tot minder dan 50 cm/s (1 kn). Ca. 3u na laagwater treedt dan de kentering op naar de vloedfase.



Figuur 7 – Verloop van de gemeten stroomsnelheid (boven), stroomrichting (midden) en saliniteit (onder) te ZBR-West



Figuur 8 – Detail van de gemeten stroomsnelheid (boven), stroomrichting (midden) en saliniteit (onder) te ZBR-West bij springtij

### 3.2.2 ZBR-Oost

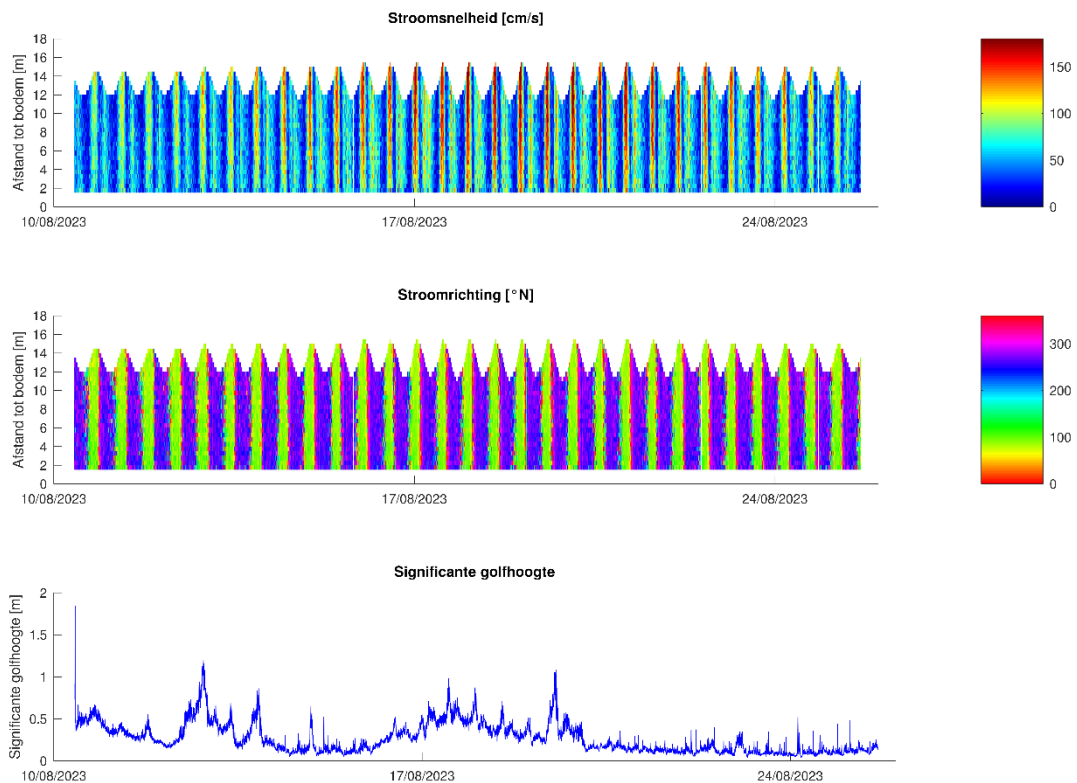
Figuur 9 geeft het verloop van de stroomsnelheid en stroomrichting weer voor de locatie ZBR-Oost over de volledige meetperiode. Daarnaast wordt in Figuur 10 ook een detailbeeld gegeven van de stroming bij springtij-condities. Voor deze meetlocatie werden eveneens de significante golfhoogte gemeten, die ook in de figuren is opgenomen.

De hoogste stroomsnelheden werden ook hier gemeten tijdens de vloedfase, in de periode tussen HW-90' en HW. Bij springtij neemt de snelheid waarden aan tot 175 cm/s (ca. 3,5 kn), bij doortij is dit aanzienlijk lager (100 cm/s). Na hoogwater neemt de stroomsterkte af, om ca. 3u na HW te kenteren. De eb fase kent haar maximale sterkte rond LW-60', om vervolgens beperkte te blijven tot minder dan 75 cm/s (1,5 kn). Ca. 3u na laagwater treedt dan de kentering op naar de vloedfase.

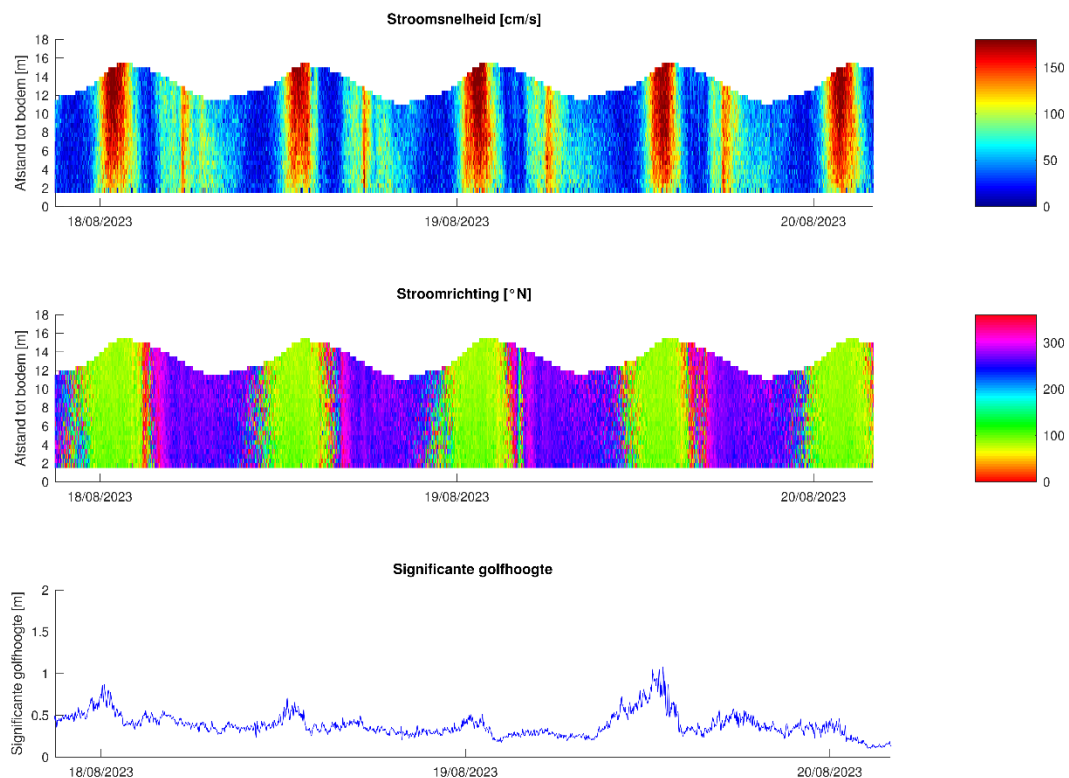
Opgemerkt kan worden dat voor de oostelijke meetlocatie het verschil in snelheid tussen de eb- en vloedfase minder uitgesproken dan voor de westelijke meetlocatie. Dit is toe te schrijven naar de invloed van de strekdammen op beide meetlocaties, vooral in de eb fase: de oostelijke strekdam duwt de eb stroom weg van de kust, die langs de oostelijke meetpunt wordt geforceerd. Het westelijke meetpunt ligt tijdens de eb fase al wat meer afgeschermd door de strekdammen, waardoor de stroomsnelheden bij eb hier lager zijn.

De significante golfhoogte volgt logischerwijs de patronen in windsterkte: de hoogste golven treden op wanneer de windsterkte het grootst is, rond 12 augustus en in de periode tussen 17 en 20 augustus 2023. Tijdens beide periodes stijgt de significante golfhoogte tot 50 à 100 cm, terwijl deze voor de rest van de meetperiode eerder varieert rond de 20 ) 30 cm.





Figuur 9 – Verloop van de gemeten stroomsnelheid (boven), stroomrichting (midden) en golfhoogte (onder) te ZBR-Oost

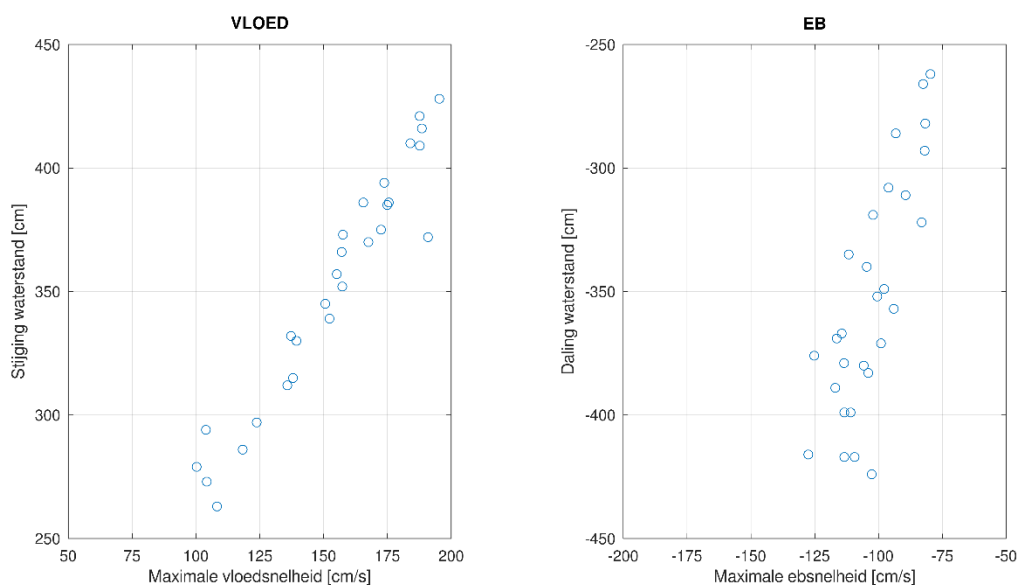


Figuur 10 – Detail van de gemeten stroomsnelheid (boven), stroomrichting (midden) en golfhoogte (onder) te ZBR-Oost bij springtij

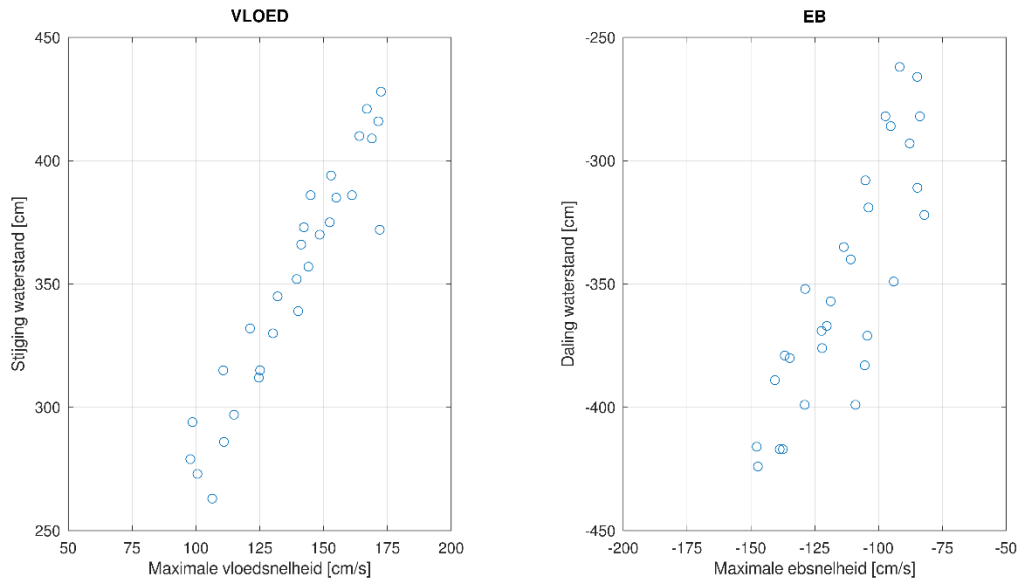
### 3.3 Relatie tussen stroming en getijcondities

Figuur 11 (ZBR-West) en Figuur 12 (ZBR-Oost) geven de relatie weer tussen de getijcondities en de maximale stroming. Voor het opmaken van deze relatie werd enerzijds de stijging, resp. daling van de waterstanden bepaald voor elk getij, anderzijds de maximale vloed-, resp. ebsnelheid voor elk getij.

Voor beide getijfasen en beide locaties is er een duidelijke relatie aanwezig: een grotere stijging of daling, resulteert in hogere maximale vloed- of ebsnelheid. Voor de westelijke locatie is bij springtij de maximale vloodsnelheid (200 cm/s) iets hoger dan bij de oostelijke meetlocatie (175 cm/s). Bij doortij zijn de maximale vloodsnelheden aanzienlijk lager en gelijkaardig voor beide locaties. Voor de maximale ebsnelheid werden bij springtij hogere snelheden gemeten bij de oostelijke locatie, terwijl ook hier de snelheden bij doortij gelijkaardig zijn. Dit heeft voornamelijk te maken met de locatie van de meetframes ten opzichte van de dammen. Dit betekent immers niet dat de vloedstroom sterker is ten westen van de vaargeul en de ebstroom ten oosten van de vaargeul. Bij vloed is de locatie van de maximale stroming dichterbij de westelijke dam gelegen dan bij de oostelijke dam. De stroming volgt immers in eerste instantie de westelijke dam, waarna ze loslaat ter hoogte van de haventoeegang. Bij eb gebeurt het omgekeerde. Dit wordt verder verduidelijkt in het synthesesrapport van de gevaren ADCP metingen.



Figuur 11 – Relatie tussen de maximale vloodsnelheid en stijging (links) en maximale ebsnelheid en daling (rechts) te ZBR-West



Figuur 12 – Relatie tussen de maximale vloedsnelheid en stijging (links) en maximale ebsnelheid en daling (rechts) te ZBR-Oost

## 4 Referenties

**Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust. Afdeling Kust. Vlaamse Hydrografie.** (2012). Stroomatlas Pas van het Zand en Haven Zeebrugge - 2011

**Plancke, Y; De Maerschalc, B.** (2024). Stroomatlas Zeebrugge: Deelrapport 14 – Overzicht varende ADCP-metingen. Versie 1.0. WL Rapporten, 23\_063\_14. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

**Simoen, R.** (1982). Uitbouw van de haven van brugge-zeebrugge. *West-Vlaanderen Werkt*: 215–224

**Verwilligen, J.; Delefortrie, G.** (2022). Toegankelijkheid Containerschepen Zeebrugge: Eindrapport – Deterministische Evaluatie. versie 1.0. *WL Rapporten*, 20\_104. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België

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](mailto:waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be)

[www.waterbouwkundiglaboratorium.be](http://www.waterbouwkundiglaboratorium.be)