



Vlaanderen
is wetenschap



25_023_01
WL rapporten

Meetreizen Kanaal Gent-Terneuzen voor bulkvaart met scheepsbreedte tot 38.5 m

Deelrapport 01 – Opvaart Piavia op 29/12/2025

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Meetreizen Kanaal Gent-Terneuzen voor bulkvaart met scheepsbreedte tot 38.5 m

Deelrapport 01 – Opvaart Piavia op 29/12/2025

Verwilligen, J.; Claes, S.

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 2026
D/2026/3241/080

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Verwilligen, J.; Claes, S. (2026). Meetreizen Kanaal Gent-Terneuzen voor bulkvaart met scheepsbreedte tot 38.5 m: Deelrapport 01 – Opvaart Piavia op 29/12/2025. Versie 4.0. WL Rapporten, 25_023_01. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

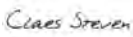
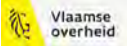
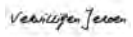
Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

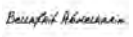
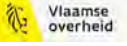
Opdrachtgever:	Vlaams-Nederlandse Schelde-commissie (VNSC)	Ref.:	WL2026R25_023_01
Trefwoorden (3-5):	Kanaal Gent-Terneuzen, Bulk carrier, oevereffecten, meetvaart, squat, kielspeling		
Kennisdomeinen:	Havens en vaarwegen > Manoeuvrergedrag > Oevereffecten > In situ metingen		
Tekst (p.):	69	Bijlagen (p.):	22
Vertrouwelijk:	☒ Nee ☒ Online beschikbaar		

Auteur(s):	Verwilligen, J.
------------	-----------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Claes, S.	Getekend door: Claes Steven Getekend op: 2026-04-27 14:50:53 +02:0 Reden: I approve this document  
Projectleider:	Verwilligen, J.	Getekend door: Verwilligen Jeroen Rapha Getekend op: 2026-04-27 14:36:50 +02:0 Reden: Ik keur dit document goed  

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Bellafkih, K.	Getekend door: Bellafkih Abdelkarim Getekend op: 2026-04-27 13:37:37 +02:0 Reden: Ik keur dit document goed  
-----------------	---------------	---

Abstract

Op 29/12/2025 werd een eerste meetreis uitgevoerd, zoals bedoeld in Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (2025). Het betrof de opvaart van het schip Piavia (229 m x 38.0 m x 12.2 m) tot de kaaimuur van het bedrijf Arcelor-Mittal in de haven van Gent (deel van North Sea Port).

Tijdens deze meetreizen staat het uitvoerende loodswezen (in het geval van de Piavia was dit DAB Loodswezen) in voor de positiemeting van het schip door middel van twee ADX-systemen, elk bestaand uit twee RTK GPS antennes. Het Waterbouwkundig Laboratorium voorziet de monitoring van het schroef en roergebruik en een registratie van het sleepbootgebruik tijdens de vaart.

Na afloop werd de resultaten van de meetreis door het Waterbouwkundig Laboratorium verwerkt en werd een beoordeling van de meetreis uitgevoerd.

De verwerking betrof enerzijds een verwerking van de metingen aan boord en anderzijds een reconstructie van de omgevingscondities (bathymetrie, waterstand en ander scheepvaartverkeer) tijdens de vaart. Bovendien werden de bekomen scheepsposities gerelateerd aan de omgevingscondities om ook volgende resultaten te bekomen: de inzinking; de kielspeling en de oeverafstand. Voor een beoordeling van de resultaten werden grafieken en animaties gegenereerd die het vaartraject en het verloop van de belangrijkste parameters tijdens de meetreis illustreren.

De resultaten van de meetreis illustreren, ondanks de eerder gematigde inzinking van het schip en een diepgangsbepierking tot 12.2 m, de kleine kielspelingen aanwezig op het Kanaal Gent-Terneuzen. Bovendien blijken de oevereffecten een belangrijke invloed te hebben op het manoeuvreergedrag van het schip. Het belangrijkste knelpunt in dit verband is de passage van de Autrichehaven te Sluiskil. Aangezien de uitvoering van dit manoeuvre tijdens de meetreis gepaard ging met weinig reserves, wordt aanbevolen om een procedure uit te werken voor de vaarstrategie van de passage Sluiskil en deze te verspreiden onder de bevoegde kanaalloodsen.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VII
Lijst van de figuren	VIII
1 Inleiding	1
1.1 Sluizencomplex Terneuzen	1
1.2 Kanaal Gent-Terneuzen (KGT).....	1
1.3 Grotere schepen binnen bestaande kanaal tracé.....	4
1.4 Proefvaarten bulkvaart met maximale breedte 38.5 m	4
1.5 Opvaart Piavia 122 dm	5
1.6 Opbouw rapport	5
2 Scheepsgegevens Piavia	6
3 Metingen aan boord van schip	8
3.1 Positiemetingen	8
3.1.1 Positie-apparatuur	8
3.1.2 Toepassing tijdens meetreizen	9
3.1.3 Export formaat.....	10
3.1.4 Aangeleverde trajecten	10
3.2 Registratie schroef en roer.....	13
3.3 Registratie en gebruik sleepbootgebruik.....	15
4 Omgevingsdata.....	16
4.1 Baanafstand	16
4.2 Bathymetrie	17
4.2.1 Brongegevens	17
4.2.2 Gecombineerd bodemprofiel	19
4.3 Waterstand	22
4.3.1 Brongegevens	22
4.3.2 Verwerking.....	23
4.4 Ander scheepvaartverkeer.....	24
4.4.1 Brongegevens	24
4.4.2 Verwerking.....	24

5	Verwerking	25
5.1	Scheepsposities en scheepsbewegingen	25
5.1.1	Referentiestelsel	25
5.1.2	Conversie van de heading	25
5.1.3	Conversie van de horizontale positiemeting naar het scheepsmidden	26
5.1.4	Conversie van de horizontale snelheden naar het scheepsmidden	26
5.1.5	Helling	27
5.1.6	Verticale positie	28
5.1.7	Hydrostatische conditie	28
5.1.8	Inzinking midscheeps	28
5.1.9	Stamphoek / vertrimming	28
5.1.10	Maximale inzinking	30
5.2	Gebruik van roer en schroef	31
5.3	Kielspeling en oeverafstand	32
5.3.1	Definitie scheepscontour	32
5.3.2	Kielspeling	32
5.3.3	Oeverafstand	33
5.4	Grafieken, vaarbaanplots en KMZ-animaties	33
5.4.1	Deeltrajecten	33
5.4.2	Grafieken	35
5.4.3	Vaarbaanplots en KMZ-bestanden	35
5.4.4	Video animaties	38
6	Resultaten	41
6.1	Vaarbaanplots	41
6.2	Vaarsnelheid en giersnelheid	45
6.3	Squat en inzinking	49
6.4	Oevereffecten	53
6.5	Kielspeling en oeverafstand	57
6.6	Passage Autrichehaven	61
7	Samenvatting	68
Bijlage 1	Handleiding KMZ in Google Earth	B1
Bijlage 2	Overzichtsgrafieken per deelgebied	B6

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Scheepsgegevens	6
Tabel 2 – Horizontale antenne offsets voor toepassing van ADX systemen op Piavia (29/12/2025)	9
Tabel 3 – Locaties langs het Kanaal Gent-Terneuzen met overeenkomstige baanafstand langsheen aslijn KGT	16
Tabel 4 – Ontmoetingen met varende binnenvaart tijdens meetreis Piavia	24
Tabel 5 – Kleurenschaal voor de inkleuring van het simulatieschip op basis van de dichtste afstand tussen het schip en de dieptelijn overeenkomstig de maximale diepgang van het schip	38
Tabel 6 – Kleurenschaal voor de inkleuring schroefpijl op basis het schroeftoerental (percentage tot het toerental Harbour Full)	38
Tabel 7 – Colour scale for horizontal distance relative to ship beam applied in KMZ-generation (linear interpolation)	B3

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Kanaal Gent-Terneuzen met enkele ijkpunten ter verduidelijking	2
Figuur 2 – Het theoretische dwarsprofiel van het Kanaal Gent-Terneuzen geldig voor respectievelijk het Nederlandse (boven), Vlaamse (midden) kanaaltraject en voor de doortocht Zelzate (onder)	3
Figuur 3 – Principeschets installatie van twee ADX-systemen tijdens meetreizen.....	9
Figuur 4 – Traject aangeleverd voor ADX1	11
Figuur 5 – Traject aangeleverd voor ADX2	11
Figuur 6 – Passage brug Sluiskil (10h04 UTC) op basis van ADX1 met aanduiding van de POS-antenne (stuurboord brugvleugel)	12
Figuur 7 – Passage brug Sluiskil (10h04 UTC) op basis van ADX2 met aanduiding van de POS-antenne (stuurboord voorschouder)	12
Figuur 8 – Illustratie van de camera unit voor captatie van de roerhoek.....	13
Figuur 9 – Illustratie van de camera unit voor captatie van het schroeftoerental	14
Figuur 10 – Weergave van de beelden gecapteerd door MIM_FH tijdens de meetreis (voorbeeld voor passage brug Sluiskil)	14
Figuur 11 – Visualisatie van de aslijn van het kanaal met bijhorende baanafstanden (km)	16
Figuur 12 – Weergave van de dieptelijnen bekomen uit peiling 25KGT6000ml10_4 (NL)	18
Figuur 13 – Weergave van de dieptelijnen bekomen uit peiling 251210_1216_KGT_MB (VL)	18
Figuur 14 – Weergave van de dieptelijnen uit het gecombineerde bodemprofiel te Brug Sluiskil	20
Figuur 15 – Weergave van de dieptelijnen uit het gecombineerde bodemprofiel te Bocht Sluiskil	20
Figuur 16 – Weergave van de dieptelijnen uit het gecombineerde bodemprofiel te Brug Sas van Gent	21
Figuur 17 – Weergave van de dieptelijnen uit het gecombineerde bodemprofiel te Brug Zelzate.....	21
Figuur 18 – Weergave van de dieptelijnen uit het gecombineerde bodemprofiel te Tunnel Zelzate	22
Figuur 19 – Waterstandsmetingen voor de meetstations op het Kanaal Gent-Terneuzen	23
Figuur 20 – Waterstandsinterpolatie naar het traject tijdens de meetreis	23
Figuur 21 – Langsscheepse vaarsnelheid van het scheepsmidden op basis van ADX1 en ADX2	27
Figuur 22 – Dwarsscheepse vaarsnelheid van het scheepsmidden op basis van ADX1 en ADX2	27
Figuur 23 – Slingerhoek zoals bekomen op basis van helling ADX1.....	27
Figuur 24 – Principeschets beoordeling van de verticale scheepspositie	28
Figuur 25 – Stamphoek op basis van de methode toegepast door WL en zoals bekomen uit ADX2	29
Figuur 26 – Inzinking ter hoogte van boeg en hek tijdens de meetreis	30
Figuur 27 – Roergebruik tijdens de meetreis	31
Figuur 28 – Schroeftoerental tijdens de meetreis.....	31
Figuur 29 – Resultaat van de kielspelingsberekening tijdens de meetreis	32
Figuur 30 – Resultaat van de oeverafstandsberekening voor de meetreis.....	33

Figuur 31 – Onderverdeling Kanaal Gent-Terneuzen in deelgebieden (Verwilligen <i>et al.</i> , 2021).....	34
Figuur 32 – KMZ-visualisatie bij nadering bocht van Sluiskil zoals weergegeven in Google Earth Pro™	37
Figuur 33 – KMZ-visualisatie inclusief AIS-schepen bij passage Rütgers zoals weergegeven in Google Earth Pro™	37
Figuur 34 – Still video animatie ontmoeting Autrichehaven.....	39
Figuur 35 – Still video animatie Bocht van Sas van Gent	39
Figuur 36 – Still video animatie Bocht van Sas van Gent passage Rütgers	40
Figuur 37 – Still video animatie passage Tunnel Zelzate	40
Figuur 38 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Massagoedhaven	41
Figuur 39 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Brug Sluiskil	42
Figuur 40 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Sluiskil.....	42
Figuur 41 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Sluiskil naar Sas van Gent.....	43
Figuur 42 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Sas van Gent.....	43
Figuur 43 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Zelzate	44
Figuur 44 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Arcelor-Mittal.....	45
Figuur 45 – Evolutie van de langsscheepse en dwarsscheepse snelheid en de giersnelheid tijdens de meetreis met aanduiding van de tijdstippen waarop de achterste sleepboot ingezet werd	47
Figuur 46 – Evolutie van het schroeftoerental tijdens de meetreis met aanduiding van de tijdstippen waarop de achterste sleepboot ingezet werd.....	47
Figuur 47 – Evolutie van de inzinking tijdens de meetreis met aanduiding van de tijdstippen waarop de achterste sleepboot ingezet werd	47
Figuur 48 – Traject meetreis waarbij de achterste sleepboot gebruikt werd om de vaarsnelheid te beperken bij het naderen van Sluiskil.....	48
Figuur 49 – Traject meetreis waarbij de achterste sleepboot gebruikt werd om de vaarsnelheid te beperken bij passage Autrichehaven.....	48
Figuur 50 – Traject meetreis waarbij de achterste sleepboot gebruikt werd om de vaarsnelheid te beperken voor passage afgemeerd schip te Rütgers	49
Figuur 51 – Tijdstip waarop de inzinking ter hoogte van de boeg de grootste waarde bereikte (0.39 m).....	51
Figuur 52 – Maximale inzinking in de bocht van Sluiskil (0.35 m).....	51
Figuur 53 – Maximale inzinking tijdens de nadering bocht van Sas van Gent (0.37 m).....	52
Figuur 54 – Inzinking opgemeten op de KMAX-Vision (B=36.9 m) op 14/03/2017 (Tello Ruiz <i>et al.</i> , 2021)...	52
Figuur 55 – Vaarsnelheid opgemeten op de KMAX-Vision (B=36.9 m) op 14/03/2017 (Tello Ruiz <i>et al.</i> , 2021)	52
Figuur 56 – Belangrijk roergebruik en verhoging schroeftoerental bij passage Zevenaarhaven.....	54
Figuur 57 – Belangrijk roergebruik en verhoging schroeftoerental bij begin bocht Sluiskil	54
Figuur 58 – Belangrijk roergebruik en verhoging schroeftoerental bij passage Autrichehaven	55
Figuur 59 – Belangrijk roergebruik tijdens het kanaaltraject opwaarts Autrichehaven	55
Figuur 60 – Belangrijk roergebruik tijdens kanaaltraject opwaarts Sas van Gent	56

Figuur 61 – Belangrijk roergebruik tijdens kanaaltraject ter hoogte van de grens.....	56
Figuur 62 – Kleinste kielspeling (bruto) bij passage Brug Sluiskil.....	59
Figuur 63 – Kleinste kielspeling (netto) bij passage Brug Sas van Gent	59
Figuur 64 – Kleinste kielspeling (bruto en netto) bij passage Brug Zelzate.....	60
Figuur 65 – Kleinste kielspeling (bruto en netto) bij passage Tunnel Zelzate	60
Figuur 66 – Maximale inzinking (0.35 m) in de bocht van Sluiskil.....	62
Figuur 67 – Vermindering schroeftoerental naar Dead Slow Ahead bij aankomst Autrichehaven	62
Figuur 68 – Maximale roerhoek vereist ter compensatie van oevereffecten (RoT = 0 °/min)	63
Figuur 69 – Toename schroeftoerental naar Slow Ahead ter compensatie van oevereffecten (RoT = 0 °/min)	63
Figuur 70 – Inzet achterste sleepboot voor snelheidscontrole.....	64
Figuur 71 – Maximale vaarsnelheid (4.41 kn) waargenomen tijdens meetreis.....	64
Figuur 72 – Maximale giersnelheid (5.28 °/min) waargenomen tijdens meetreis.....	65
Figuur 73 – Boeg verlaat Autrichehaven	65
Figuur 74 – Kortste afstand (2.6 m) tussen dekcontour schip en dieptelijn -7.75 m TAW	66
Figuur 75 – Tweede korte afstand (3.0 m) tussen dekcontour schip en dieptelijn -7.75 m TAW.....	66
Figuur 76 – Kleinste bruto (0.51 m) en netto kielspeling (0.32 m) ter hoogte van de dekcontour	67
Figuur 77 – Presentation of trajectory Sluiskil with overlay graphs in KMZ-format	B2
Figuur 78 – Colour code and depth lines presented in KMZ-file.....	B2
Figuur 79 – Time slider functionality KMZ.....	B3
Figuur 80 – Pull-down menu Google Earth Explorer	B4
Figuur 81 – PLAY functionality in KMZ that keeps the ship centered on the screen and to present a replay tour	B5

1 Inleiding

Voorliggend document betreft het studierapport van de meetvaart op de bulk carrier Piavia op het Kanaal Gent-Terneuzen op 29/12/2025. De opvaart van de Piavia was de eerste meetvaart zoals gedefinieerd in Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (2025) en was tevens de eerste vaart op het kanaal Gent-Terneuzen met een diepgeladen bulk carrier met een breedte groter dan 37.0 m. De bulk carrier Piavia had een scheepsbreedte gelijk aan 38.04 m en werd overeenkomstig Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (2025) afgeladen op een gelijklastige diepgang gelijk aan 12.2 m.

Tijdens de meetvaart werden zowel de scheepsposities als het gebruik van schroef en roer gemonitord. Het rapport behandelt de verwerking en beoordeling van de scheepsgegevens opgemeten aan boord van het schip.

1.1 Sluizencomplex Terneuzen

Begin augustus 2025 werd de Nieuwe Sluis Terneuzen in gebruik genomen. De maximale scheepsafmetingen welke via de Nieuwe Sluis Terneuzen versast kunnen worden, combineren een lengte van 366 m met een breedte van 49 m en een diepgang van 14.5 m¹ (12.5 m tijonafhankelijk). Het ontwerpschip voor de Nieuwe Sluis Terneuzen is gebaseerd op het ontwerpschip voor de nieuwe sluisen op het Panamakanaal (Neopanamax). Het ontwerpschip voor het Panamakanaal is echter een containerschip, terwijl op heden (en naar verwachting ook op middellange termijn) de marginale schepen op het Kanaal Gent-Terneuzen bulk carriers en tankers (zullen) zijn.

Voorheen was de Westsluis de grootste sluis te Terneuzen. De maximale schepen die via deze sluis het Kanaal Gent-Terneuzen kunnen bereiken zijn (Gemeenschappelijk Nautisch Beheer Scheldegebied, 2011):

- Bulk carrier maximale lengte: **265 m** x 34.0 m x 12.5 m;
- Bulk carrier maximale breedte: 230 m x **37.0 m** x 12.5 m.

1.2 Kanaal Gent-Terneuzen (KGT)

Het Kanaal Gent-Terneuzen verbindt het sluizencomplex te Terneuzen met de haven van Gent. Beide havens zijn onderdeel van het havenbedrijf North Sea Port (NSP). Binnen de uit te voeren opdracht wordt het Kanaal Gent-Terneuzen beschouwd als het kanaal exclusief de sluisen (zie Figuur 1).

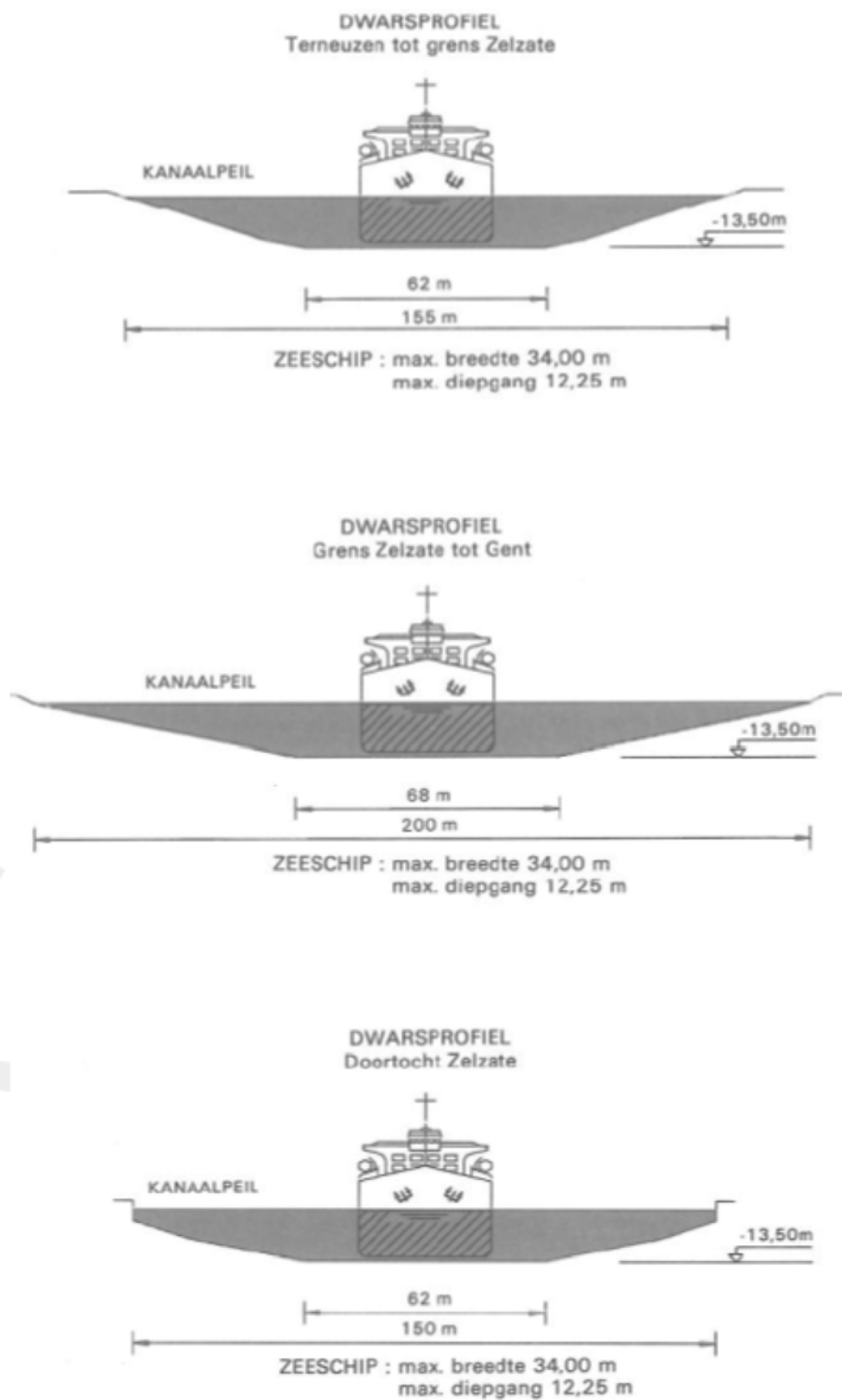
De theoretische diepte van het KGT betreft 13.5 m over de volledige lengte. Echter op het Nederlandse en Vlaamse tracé verschilt het theoretische profiel zoals aangegeven in Figuur 2. Op verschillende locaties langsheen het kanaal ontstaan lokale verbredingen door de aanwezigheid van dokken of jachthavens of ook versmallingen zoals bij de bruggen. Ook in het Straatje van Zelzate is een lokaal smaller vaarwegprofiel gedefinieerd.

¹ Dit is de maximale diepgang zoals beschreven in de uitgangspuntennota en in de bestekdocumenten voor de aanbesteding van de NST. De diepteligging van de sluis laat mogelijks ook grotere diepgangen toe.

Hoewel de Nieuwe Sluis Terneuzen (NST) zal toelaten dat grotere en diepere schepen het Kanaal Gent-Terneuzen bereiken, zijn er vooralsnog geen ingrijpende kanaalaanpassingen voorzien. Dit maakt dat met de ingebruikname van de Nieuwe Sluis Terneuzen het kanaaltraject beperkend wordt voor de toegankelijkheid van de bestemmingen ten zuiden van de Massagoedhaven.



Figuur 1 – Kanaal Gent-Terneuzen met enkele ijkpunten ter verduidelijking (Lataire *et al.*, 2016)



Figuur 2 – Het theoretische dwarsprofiel van het Kanaal Gent-Terneuzen
geldig voor respectievelijk het Nederlandse (boven), Vlaamse (midden) kanaaltraject en voor de doortocht Zelzate (onder)

1.3 Grotere schepen binnen bestaande kanaal tracé

De maximale scheepsbreedte voor het versassen via de Westsluis betreft 37.0 m. Om de mogelijkheid tot grotere scheepsbreedtes op het Kanaal Gent-Terneuzen te onderzoeken wordt een stapsgewijze toename van de scheepsbreedtes onderzocht. Een eerste scheepsmaat die hiervoor gedefinieerd werd, betreft een schip met afmetingen 240 m x 38.5 m.

In Verwilligen *et al.* (2024) werd de toegankelijkheid van een bulk carrier en tanker met deze afmetingen onderzocht door middel van full-mission bridge simulaties uitgevoerd door loodsen van het Vlaamse (DAB Loodswezen) en het Nederlandse loodswezen (regio Scheldemonden). Bijzondere aandacht werd hierbij besteed aan de modellering van de oevereffecten tijdens de kanaalvaart, aangezien deze de belangrijkste uitdaging vormen. De simulaties werden uitgevoerd bij een maximale ladingsconditie overeenkomstig een gelijklastige diepgang gelijk aan 12.5 m en een zogenaamde Heavy Ballast ladingsconditie waarvoor achteraan een diepgang gelijk aan 8.8 m en vooraan een diepgang gelijk aan 7.7 m verondersteld werd.

Mede op basis van Verwilligen *et al.* (2024) werd besloten om voor het onderzochte schip van het type bulk carrier toelating te geven tot proefvaarten op het Kanaal Gent-Terneuzen.

1.4 Proefvaarten bulkvaart met maximale breedte 38.5 m

Vanuit de Werkgroep Toegankelijkheid KGT, werden de randvoorwaarden opgesteld voor de uitvoering van proefvaarten met een bulk carrier met maximale breedte 38.5 m.

De eerste proefvaarten met dit scheepstype werden uitgevoerd tijdens de ceremoniële opening van de Nieuwe Sluis Terneuzen op 11/10/2024. Hierbij werd op 11/10 door het schip Bregaglia (240 m x 38.0 m) een opvaart uitgevoerd naar Gent bij diepgang 11.0 m en werd op 14/10 een afvaart uitgevoerd bij ladingsconditie Heavy Ballast ($T_A=9.0$ m en $T_F=7.0$ m).

Bij de ingebruikname van de Nieuwe Sluis werd door de Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit een Plan van Aanpak uitgeschreven voor de stapsgewijze toelating van deze schepen op het Kanaal Gent-Terneuzen op basis van proefvaarten (Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit, 2025b).

Een aantal proefvaarten zullen gepaard gaan met een intensieve monitoring van het scheepsgedrag in de sluis en op het kanaal, net als van de hinder van het schip op de omgevingen. Dergelijke proefvaarten worden verder meetreizen genoemd.

In Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (2025) werd onderstaande fasering gedefinieerd, waarbij naar gelang de aard van de vaart een meetvaart of een proefvaart voorgeschreven werd:

1. Meetreis van opvaart met maximale diepgang 122 dm
2. Meetreis afvaart met beladingsconditie Heavy Ballast
3. Meetreis van opvaart met maximale diepgang 123.5 dm
4. Proefvaart afvaart met beladingsconditie Heavy Ballast
5. Meetreis van opvaart met maximale diepgang 125 dm
6. Proefvaart afvaart met beladingsconditie Heavy Ballast

De toestemming voor een volgende proefvaart, vereist een gunstige evaluatie van de voorgaande conditie. Desgevallend kan beslist worden om bijkomende meetreizen te definiëren.

Het Waterbouwkundig Laboratorium staat in voor de begeleiding van de metingen aan boord van het schip en de analyse van de resultaten.

1.5 Opvaart Piavia 122 dm

Op 29/12/2025 werd een eerste meetreis uitgevoerd, zoals bedoeld in Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (2025). Het betrof de opvaart van het schip Piavia (229 m x 38.0 m x 12.2 m) tot de kaaimuur van het bedrijf Arcelor-Mittal in de haven van Gent (deel van North Sea Port).

Voorafgaand aan het kanaaltraject werd het schip tot de gewenste diepgang gelichter in het ankergebied Everingen. De bedienende loods (DAB Loodswezen) was op dat ogenblik reeds aan boord.

Om 05h30 UTC kwam ook de begeleidingsploeg van de meetreis aan boord van de Piavia. Deze bestond uit de tweede loods ofwel Full SNMS-loods (DAB Loodswezen), een waarnemer (Nederlands Loodswezen) en twee werknemers van het Waterbouwkundig Laboratorium.

De Full-SNMS loods stond in voor de installatie van de positioneringsapparatuur op de brugvleugels van het schip en ter hoogte van de boeg van het schip. Het Waterbouwkundig Laboratorium was belast met de registratie van het roer en schroefgebruik.

Om 07h30 UTC vertrok het schip uit de Everingen om omstreeks 08h30 UTC aan te komen aan de Nieuwe Sluis. De opvaart van het kanaal vatte aan om 09h18 UTC met het openen van de deuren en werd afgerond om 12h23 UTC wanneer het schip langs de kaai lag.

In het plan van aanpak (Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit, 2025b), werd bepaald dat de maximale vaarsnelheid van de Piavia op het kanaal 8 km/h (4.3 kn) betreft.

1.6 Opbouw rapport

De resultaten weergegeven in dit rapport betreffen de periode 29/12/2025 09h18 UTC tot 12h23 UTC.

In H2 worden de scheepsgegevens van het schip Piavia voorgesteld. Vervolgens worden in H3 en H4 de brongegevens die verzameld werden voor respectievelijk het schip als de omgeving beschreven. H5 presenteert de uitgevoerde data verwerking en de definitie van de afgeleide parameters.

Voor de bespreking van de resultaten van de meetreis wordt verwezen naar H6, waarna in H7 een samenvatting gegeven wordt van het rapport.

2 Scheepsgegevens Piavia

Het schip Piavia is een bulk carrier met een lengte gelijk aan 229.2 m en een breedte gelijk aan 38.04 m. Voor de eerste meetreis werd de maximale diepgang van het schip bepaald op 12.2 m (zoet water). Het schip was traditioneel uitgerust met één schroef en één roer. Andere scheepseigenschappen worden weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 – Scheepsgegevens

PIAVIA PRINCIPLE CHARACTERISTICS			
As shown on Wheelhouse poster and Pilot Card			
Name	Piavia		
Port of Registry	Liberia		
MMSI	636092084		
IMO	9570864		
Call Sign	A8W18		
Year of built	2011		
Hoofdafmetingen			
LOA	[m]	229.2	
LPP	[m]	221.2	
B	[m]	38	
T _{Design}	[m]	15.6	
T _{F_KGT}	[m]	12.2	
T _{A_KGT}	[m]	12.2	
Height	[m]	52.3	
Gross Tons	[ton]	50697	
Net Tons	[ton]	30722	
Deadweight, maximum	[ton]	93323	
Displacement, maximum	[ton]	108709	
Block coefficient at Tmax	[-]	0.83	
Bulbous bow	[-]	YES	
Schroeven			
#	[-]	1	
Rotation	[-]	Clockwise	
Motorvermogen	[HP]	10386	
Tijd van SF Ahead naar SF Astern	[s]	684	
Roeren			
Type	Converntioneel semi-balanced		
#	[-]	1	
d _{max}	[°]	35	
Tijd van +35 tot -35	[s]	12	
Manoeuvring speeds			

	RPM	T=15.6	T=8.10
	[1/min]	[kn]	[kn]
Sea Full Ahead	99.5	13.2	14.1
Harbour Full Ahead	80	11.5	11.8
Half Ahead	60	8.5	8.7
Slow Ahead	40	5.6	5.8
Dead Slow Ahead	30	4.2	4.4

3 Metingen aan boord van schip

De metingen aan boord van het schip werden uitgevoerd door het uitvoerende loodswezen (in het geval van de Piavia was dat DAB Loodswezen) en door twee werknemers van het Waterbouwkundig Laboratorium.

Het loodswezen stond in voor de positiemeting van het schip. Het waterbouwkundig Laboratorium voorzag de monitoring van het schroef- en roergebruik en een registratie van het sleepbootgebruik tijdens de vaart.

3.1 Positiemetingen

3.1.1 Positie-apparatuur

Voor het beloodsen van marginale schepen maken de loodswezens gebruik van de Full SNMS² navigatieapparatuur (van Buuren, 2005). Deze navigatieapparatuur bestaat een accuraat positioneringssysteem (AD Navigation ADX-series, kort: ADX) gecombineerd met navigatiesoftware (Qastor) gebaseerd op elektronische navigatiekaarten (ENC).

Het ADX positioneringssysteem bestaat uit twee RTK-GPS antennes die door de loodsen aan boord gebracht worden en geïnstalleerd worden op het schip. Doorgaans gebeurt deze installatie op de brugvleugels.

De twee RTK-GPS antennes uit het ADX positioneringssysteem worden de POS-antenne en de HDG-antenne genoemd. De positiemeting wordt uitgevoerd voor de POS-antenne. De HDG-antenne wordt toegepast om de heading van het schip en de verticale helling tussen de twee antennes te bekomen.

Tijdens de installatie wordt relatieve positie van de POS- antenne tot het schip opgemeten op basis van de afstand van de POS-antenne tot de boeg (A) en de positie van de POS-antenne ten opzichte van de centerlijn van het schip. Doorgaans worden de POS en HDG-antenne symmetrisch op de brugvleugels geplaatst (dus op de bakboord en stuurboord vleugel op eenzelfde afstand van de zijkant van het schip). In dat geval is de afstand tot de centerlijn gelijk aan de helft van de baseline tussen de twee antennes. Tot slot dient ook de hoek tussen de voorligging van het schip en de onderlinge oriëntatie van de antennes gedefinieerd te worden. Deze heading-offset heeft waarde:

- 0° wanneer HDG voor POS;
- 90° wanneer HDG aan bakboord van POS;
- 180° wanneer HDG achter POS;
- 270° wanneer HDG aan stuurboord van POS.

Voor het manoeuvreren van een schip is de scheepspositie vereist in de 3 horizontale vrijheidsgraden (zijnde de horizontale positie (lon, lat) en de voorligging (heading) van het schip. Doordat de ADX ook een hoogtemeting uitvoert, is ook de hoogte van de POS-antenne (alt) beschikbaar en bovendien biedt de helling tussen de twee antennes ook een vijfde vrijheidsgraad: de slingerhoek wanneer de antennes dwarsscheeps geplaatst zijn of de stamphoek/trim wanneer de antennes langsscheeps opgesteld worden.

Het ADX-positioneringssysteem biedt een horizontale nauwkeurigheid kleiner dan 0.02 m. De verticale nauwkeurigheid wordt 0.03 m verondersteld. De nauwkeurigheid van de heading en de slingerhoek zijn afhankelijk van de baseline tussen de twee antennes.

² SNMS: Schelde Navigator Marginale Schepen

3.1.2 Toepassing tijdens meetreizen

Voor de analyse van het vaargedrag op het Kanaal Gent-Terneuzen is niet alleen de horizontale positie van het schip van belang, maar dient ook een accurate evaluatie uitgevoerd te kunnen worden van de verticale positie en beweging van het schip. Hierdoor is het van belang om tijdens de meetreizen de posities van het schip in zes vrijheidsgraden te meten. Om aan deze vereiste tegemoet te komen worden er tijdens de meetreizen, door de loodsen, twee ADX systemen (elk met twee RTK-GPS antennes) geïnstalleerd op het schip. Een eerste systeem werd ontplooid op de brugvleugels van het schip en een tweede systeem op het dek van het schip op korte afstand van de boeg.

De positionering van de ADX-systemen tijdens de meetreizen wordt schematisch weergegeven in Figuur 3.

Voor de opvaart op de Piavia werd een eerste ADX-systeem geïnstalleerd op de brugvleugels met de POS-antenne aan stuurboord (POS1) en de HDG antenne aan bakboord (HDG1). Het tweede ADX-systeem werd geïnstalleerd op de stuurboordreling van het schip met de POS-antenne gericht naar de boeg (ADX2).

De relatieve positie van de POS-antennes tot de buitencontour van het schip wordt gedefinieerd op basis van de horizontale afstanden tot de boeg (A) en de horizontale afstanden tot de bakboordzij (C). Deze definities worden ontleend aan de antenne offsets zoals gedefinieerd in de AIS-boodschappen en de bijhorende waarden werden afgeleid uit door de loodsen aangeleverde opmetingen. Bijkomend wordt ook de heading offset weergegeven in Tabel 2.



Figuur 3 – Principeschets installatie van twee ADX-systemen tijdens meetreizen

Tabel 2 – Horizontale antenne offsets voor toepassing van ADX systemen op Piavia (29/12/2025)

		ADX1	ADX2
A_{POS}	[m]	195	43.38
C_{POS}	[m]	35.04	38.04
Δ_{HDG}	[deg]	90	180

3.1.3 Export formaat

Na uitvoering van de meetreizen gaven de loodswezens de Qastor-opnames van beide ADX-systemen aan WL. Uit deze Qastor-bestanden werd een export gegenereerd van de NMEA boodschappen die door het ADX-systeem geleverd werden. Deze NMEA-boodschappen hebben een frequentie van 1 Hz (één update per seconde) en bieden de positie en beweging van het schip zoals gemeten in de POS-antenne.

Onderstaande NMEA-boodschappen waren relevant voor het huidige onderzoek en maakten deel uit van de verwerking door WL (zie §5.1):

1. GGA
 - a. Tijd (UTC)
 - b. Longitude (°)
 - c. Latitude (°)
 - d. Altitude (m)
 - e. Geoid height (m)
 - f. dGpsAge (-)
2. HDT
 - a. Heading geographical (°)
3. VTG
 - a. Speed over ground (km/h)
 - b. Course over ground (°)
4. ROT
 - a. Rate of turn (°/min)
5. PADN,XR2,HB
 - a. Baseline (m)
 - b. Slope (deg)

Voor de analyse beschreven in het voorliggende rapport werden onderstaande export-bestanden uit Qastor toegepast:

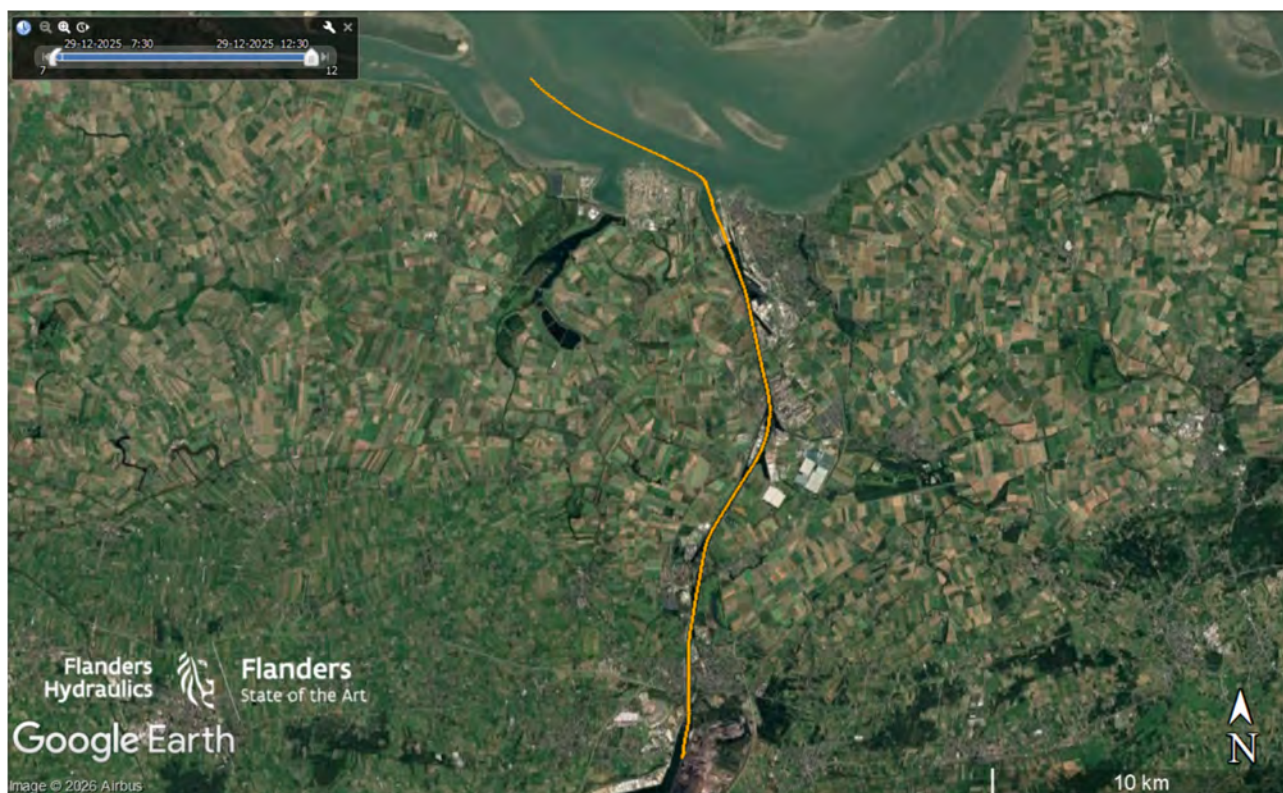
- ADX1: PIAVIA_dwars_20251228 20251229 0720 0.qps.txt
- ADX2: PIAVIA_Langs_20251228 20251229 0719 0.qps.txt

Deze bestanden werden rechtstreeks door DAB Loodswezen aangeleverd (er werd bijgevolg geen export in Qastor uitgevoerd door WL).

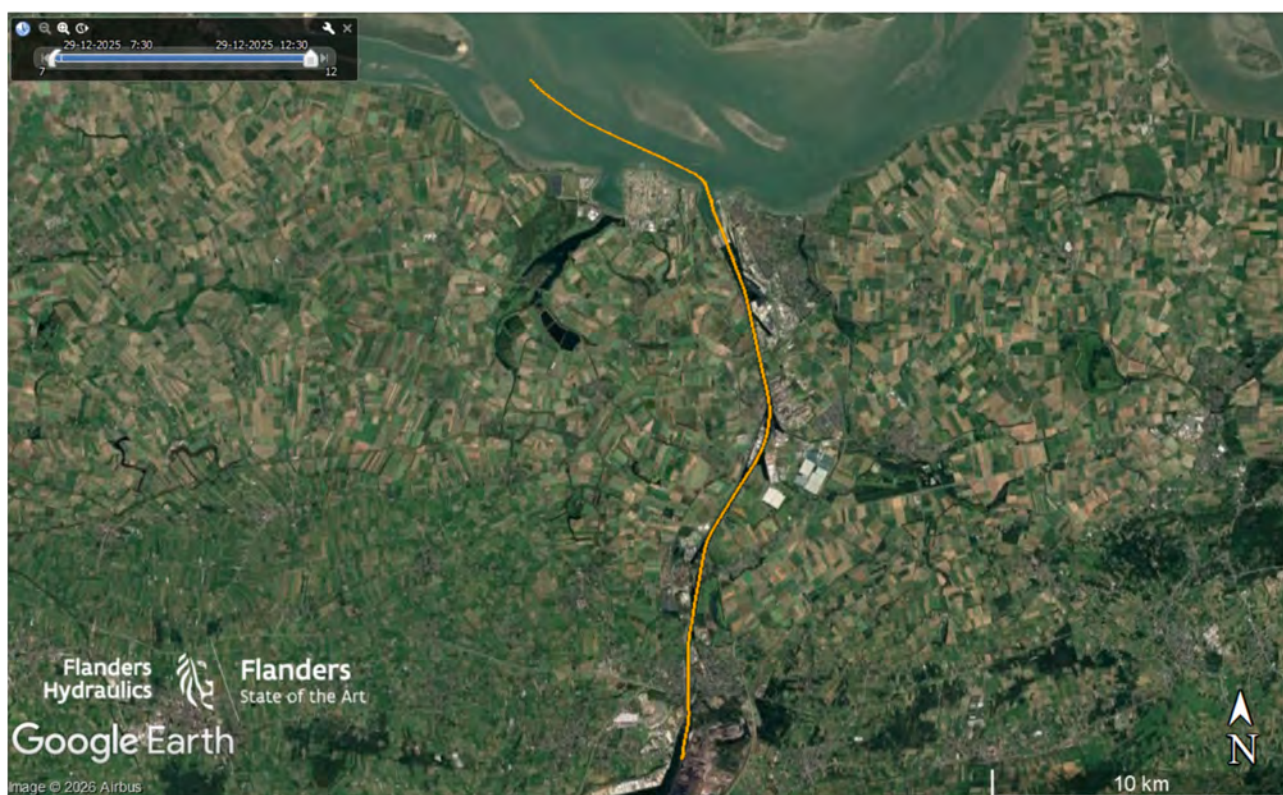
3.1.4 Aangeleverde trajecten

Bij de ontvangst van de Qastor-bestanden werden de in §3.1.3 beschreven parameters geëxtraheerd en werd rekening houdend met de antenne-offsets (zie Tabel 2) een track plot gegenereerd. Deze worden in respectievelijk Figuur 4 en Figuur 5 weergegeven voor ADX1 en ADX2. Beide Qastor-bestanden omvatten het volledige traject startend bij de aanloop van de West-Buitenhaven tot de aankomst aan de kaai te Arcelor-Mittal.

Figuren 6 en 7 tonen een detail van de schepen voor de passage van de brug te Sluiskil. De relatieve positie van de POS-antenne wordt in deze figuren weergegeven door middel van een kruis.



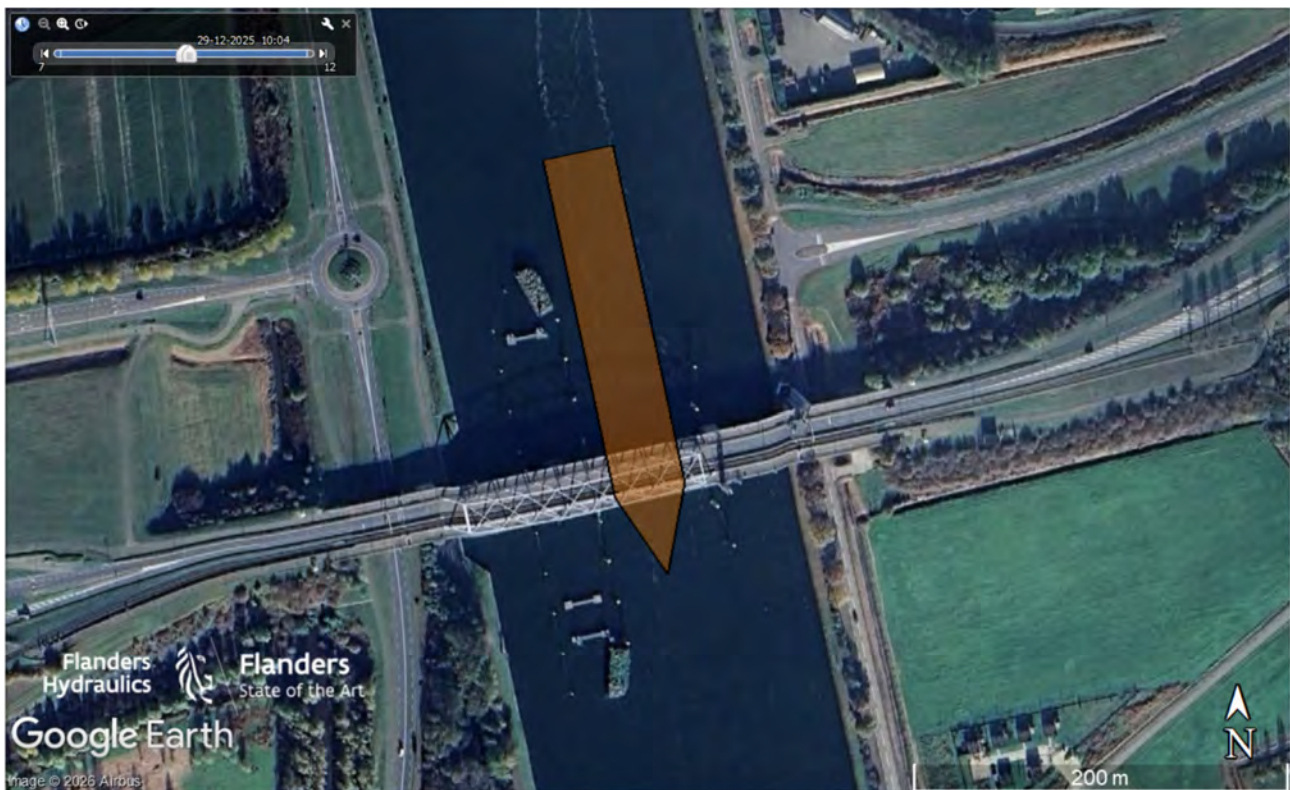
Figuur 4 – Traject aangeleverd voor ADX1



Figuur 5 – Traject aangeleverd voor ADX2



Figuur 6 – Passage brug Sluiskil (10h04 UTC) op basis van ADX1 met aanduiding van de POS-antenne (stuurboord brugvleugel)



Figuur 7 – Passage brug Sluiskil (10h04 UTC) op basis van ADX2 met aanduiding van de POS-antenne (stuurboord voorschouder)

3.2 Registratie schroef en roer

Om het manoeuvreergedrag van het schip te beoordelen dient tijdens de meetreizen ook het gebruik van roer en schroef gemonitord te worden. Hiervoor registreerde WL, door middel van camera's, elke seconde het schroeftoerental en de roerhoek.

De registratie van de camerabeelden van schroef- en roergebruik werd uitgevoerd met behulp van het door WL ontwikkelde camerasysteem MIM_FH. Dit systeem bestaat uit drie intern gesynchroniseerde camera units welke als volgt ingezet werden op de Piavia:

- CAM1: Captatie schotel roerhoek;
- CAM2: Captatie wijzerplaat rpm;
- CAM3: Captatie buitenbeeld vanop centrale positie in het brughuis.

Bij de start van de meting werd de klok van MIM_FH manueel gesynchroniseerd met de tijdsaanduiding op de Qastor-laptops van de loodsen. De installatie en toepassing van MIM_FH op de scheepsbrug werd uitgevoerd door twee personeelsleden van WL.

In Figuren 8 tot 9 wordt de installatie van de camera units op het schip Piavia geïllustreerd. Dankzij de magnetische behuizing van de camera units konden deze vlot bevestigd worden aan het plafond van het brughuis.

Een eerste verwerking van de camerabeelden, betrof het opstellen van een time-lapse movie waarin de drie camera feeds gecombineerd worden met een tijdsaanduiding. In Figuur 10 wordt een still uit deze time-lapse movie weergegeven voor de passage van de brug te Sluiskil (10h04 UTC).



Figuur 8 – Illustratie van de camera unit voor captatie van de roerhoek



Figuur 9 – Illustratie van de camera unit voor captatie van het schroeftoerental



Figuur 10 – Weergave van de beelden gecapteerd door MIM_FH tijdens de meetreis (voorbeeld voor passage brug Sluiskil)

3.3 Registratie en gebruik sleepbootgebruik

Tijdens de vaart op het Kanaal Gent-Terneuzen assisteerden drie sleepboten het schip. Twee sleepboten werden center lead voor vastgemaakt en liepen met het schip mee aan bakboord (VB Braakman) en stuurboord (VB Coral). Een derde sleepboot (Multratug 3) was vastgemaakt center lead achter.

De inzet van de sleepboten tijdens de meetreis werd door WL geregistreerd door het manueel loggen van tijdsevents waarop de loods sleepbootorders gaf.

Doorgaans wordt er geen actief gebruik gemaakt van de sleepboten tijdens de kanaalvaart. Echter doordat er voor de meetreis een strengere snelheidslimiet (4.3 kn) gold, werd op onderstaande tijdstippen de achterboot gevraagd om de snelheid te controleren:

1. 10:13:53 UTC – 10:22:10 UTC: Bij het naderen van Sluiskil verruimt het vaarwater en liep de snelheid op tot 4.2 kn. De achterboot werd gevraagd om de snelheid naar 4.0 kn te brengen (ook de machine werd kort voordien teruggebracht naar Dead Slow Ahead). Op basis van informatie aangeleverd door de sleepbootkapitein werd hiervoor een minimale trekkracht (“op de koppeling”) toegepast (echter niet continu). Bij het bereiken van de bocht van Sluiskil werd de achterboot gevraagd om te stoppen met trekken en werd de machine verhoogd naar Slow Ahead.
2. 10:31:45 UTC: Tijdens de passage van de Autrichehaven loopt de snelheid opnieuw op (> 4.3 kn) en dient de loods de machine te verhogen naar Slow Ahead om de oevereffecten te compenseren. De achterboot wordt gevraagd om de snelheid opnieuw naar 4.0 kn te brengen.
3. 11:21:27 UTC: De achterboot wordt gevraagd om de vaarsnelheid terug te brengen tot 3.5 kn om de hinder voor afgemeerde scheepvaart aan de kaai Rütgers te beperken.
4. 11:25:53 UTC: De achterboot wordt gevraagd de snelheid terug te laten oplopen tot 4.0 kn. Navraag bij de sleepbootkapitein leerde dat vanaf dit ogenblik de achterboot geen kracht meer in de lijn zette. De passage van de brug Zelzate en de passage van het straatje van Zelzate werden dus toegepast zonder gebruik van de achterboot.

Het gebruik van de sleepboten tijdens het afmeren aan de kaai werd wel gemonitord maar werd niet toegevoegd aan het rapport van de meetreis.

4 Omgevingsdata

Voor de beoordeling van de inzinking van het schip tijdens de kanaalvaart is een accurate reproductie van de waterstand langsheen het kanaal vereist. Bovendien diende voor de meetreizen de kielspeling en de oeverafstand beoordeeld te worden. Hiervoor diende de bodemligging tijdens de meetreis bekend te zijn.

4.1 Baanafstand

In Verwilligen *et al.* (2021) werd op basis van plannen aangeleverd door de beide vaarwegbeheerders (Rijkswaterstaat en afdeling Maritieme Toegang) een doorlopende aslijn van het kanaal gegeneerd. Deze aslijn laat toe om de verschillende locaties langsheen het kanaal te refereren naar de baanafstand langsheen het traject. Hiervoor werd een afstands aanduiding in kilometers toegepast, gerefereerd ten opzichte van de Belgisch-Nederlandse grens (nulpunt). De locaties op Nederlands grondgebied hebben aldus een negatieve baanafstand en op Vlaams grondgebied een positieve baanafstand.

Een visualisatie van de baanafstanden langs de aslijn wordt weergegeven in Figuur 11. In Tabel 10 wordt voor de belangrijkste locaties langs het kanaal de baanafstand vermeld.

De baanafstanden worden gebruikt om de positie van het schip tijdens de meetreis geografisch te refereren.



Figuur 11 – Visualisatie van de aslijn van het kanaal met bijhorende baanafstanden (km)

Tabel 3 – Locaties langs het Kanaal Gent-Terneuzen met overeenkomstige baanafstand langsheen aslijn KGT

Baanafstand	Locatie
[km]	[-]
-12	Massagoedhaven
-11.2	Zevenaarhaven
-10	Brug Sluiskil
-8	HAS Haven en Zijkanaal B
-7	Driekwart (Sluiskil)
-6.5	Autriche haven
-5.8	Zijkanaal D

-4.0	Rust Roest
-4.3	Tweekwart
-3	Zijkanaal E / Bocht Sas van Gent
-2.1	Brug Sas van Gent
-1.5	Zijkanaal G
-1.2	Zijkanaal H / Zuid-Chemie
0	Grens Nederland en België
1	Brug Zelzate
2	Tunnel Zelzate
4	Arcelor-Mittal
5.3	Kluizendok

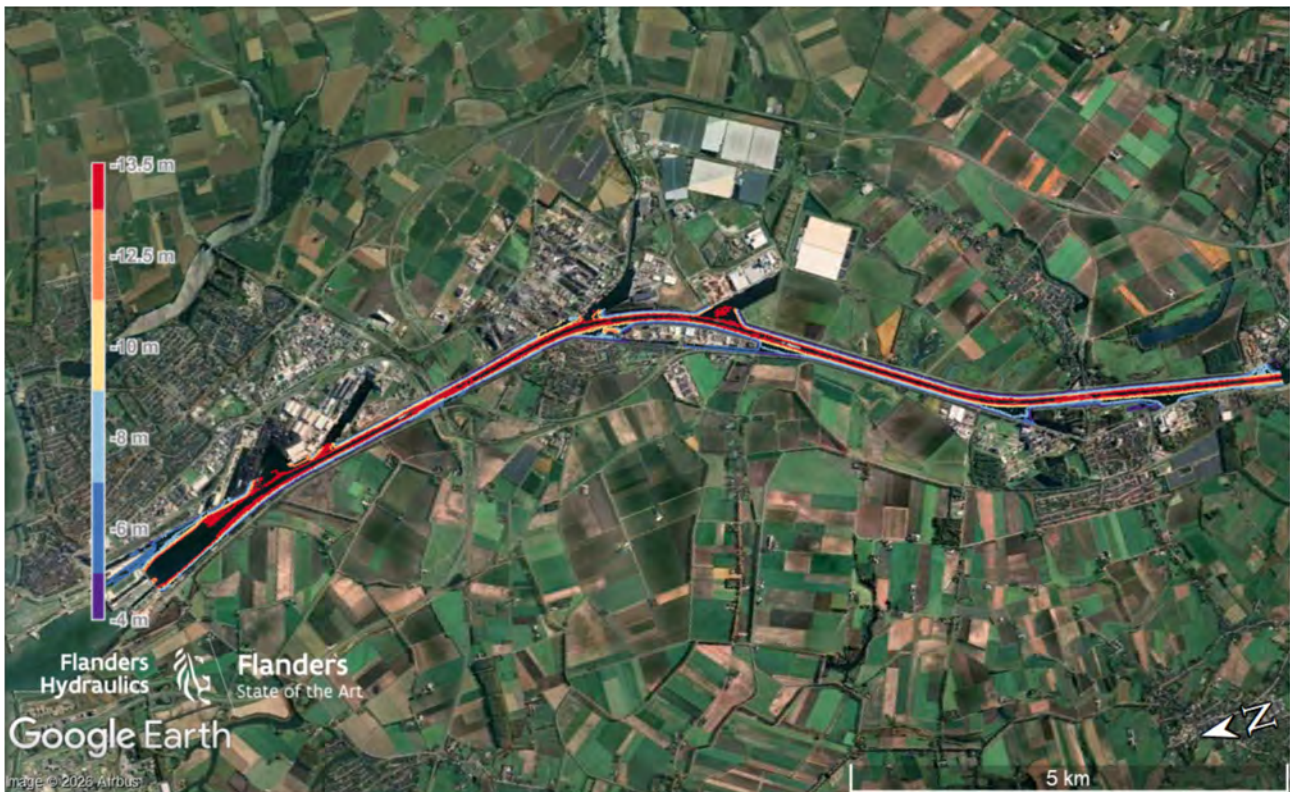
4.2 Bathymetrie

4.2.1 Brongegevens

Om de meest recente bodemgegevens te bekomen ten tijde van de meetreis werden bij de beide vaarwegbeheerders de beschikbare peilingen van het Kanaal Gent-Terneuzen opgevraagd voor de periode 2023 tot januari 2026. Het betroffen:

- 25KGT6000ml10_4 (NL) daterend van 22/10/2025 (bron: Rijkswaterstaat)
- 251210_1216_KGT_MB (VL) daterend van 16/12/2025 (bron: Vlaamse Hydrografie)

De dekking van de beide peilingen wordt geïllustreerd in respectievelijk Figuur 12 en Figuur 13 en deze tonen de volledige dekking van het studiegebied (exclusief de kolk van de Nieuwe Sluis).



Figuur 12 – Weergave van de dieptelijnen bekomen uit peiling 25KGT6000ml10_4 (NL)



Figuur 13 – Weergave van de dieptelijnen bekomen uit peiling 251210_1216_KGT_MB (VL)

4.2.2 Gecombineerd bodemprofiel

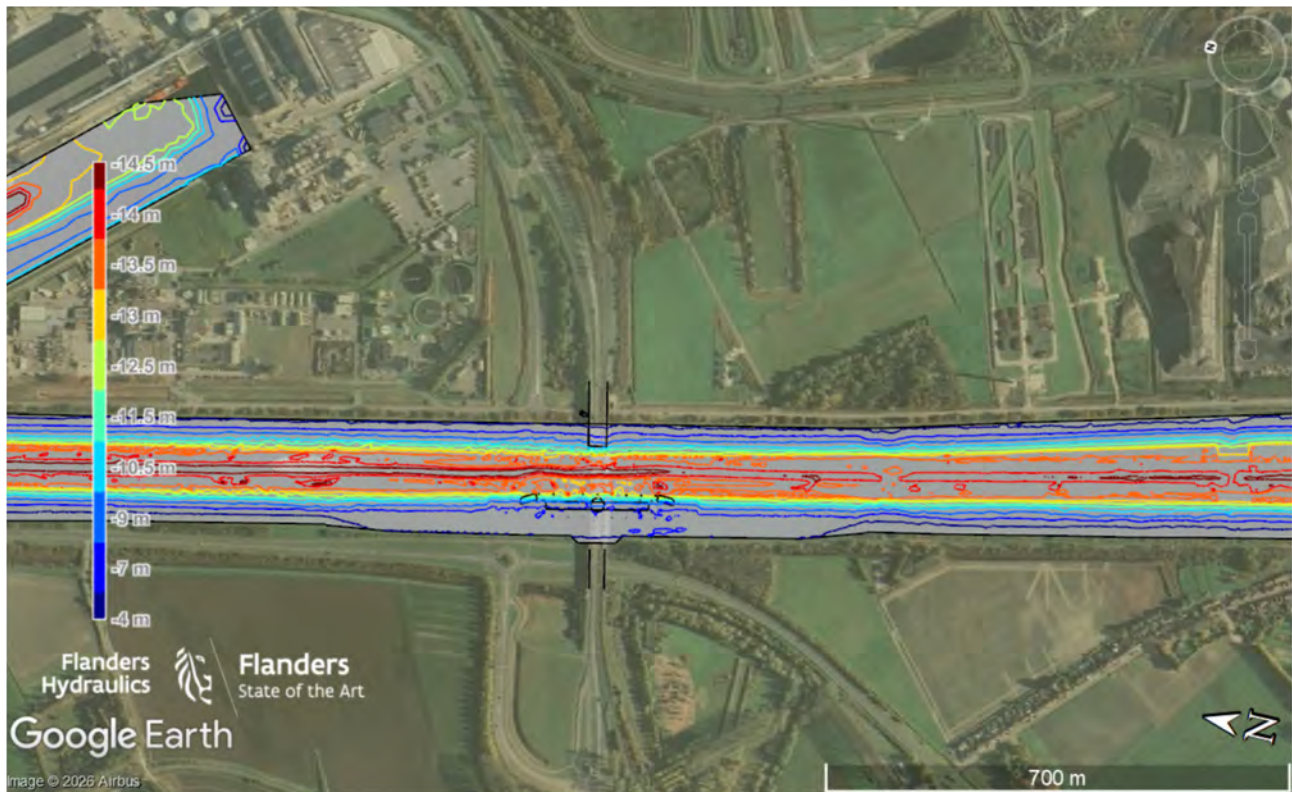
Om de resultaten van verschillende peilingen met elkaar te combineren werden deze geprojecteerd op een gebiedsdekkende mesh (Lambert 72) die ontwikkeld werd in Verwilligen *et al.* (2024). Bovendien werden alle peilgegevens omgezet naar TAW.

In het basismesh werd de resolutie (of celgrootte) bepaald op basis van de afstand tot de aslijn tot het kanaal, zoals weergegeven in Figuur 11 volgens onderstaande verdeling:

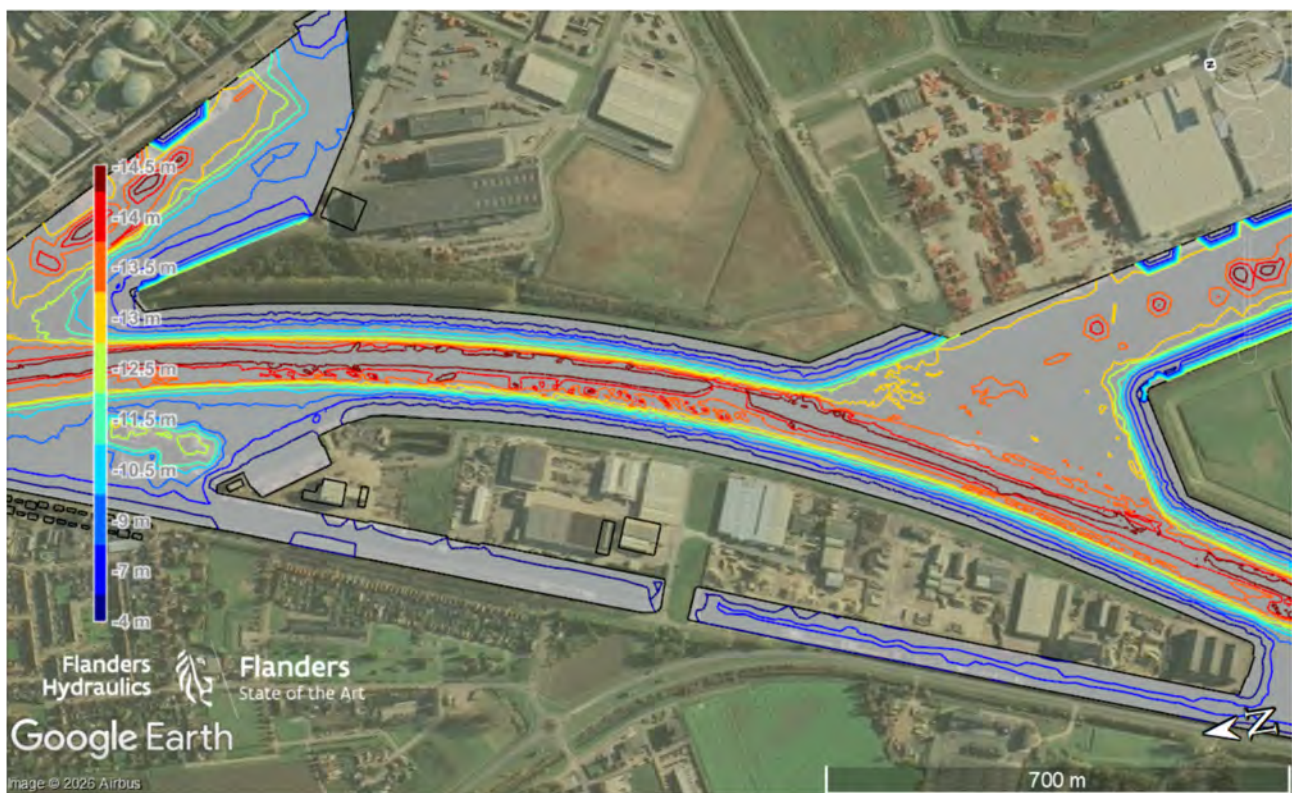
- voor afstanden tot de aslijn van het kanaal kleiner dan 40 m: celgrootte 1.0 m;
- voor afstanden tot de aslijn van het kanaal tussen 40 m en 90 m: celgrootte 1.0 m tot 2.0 m;
- voor afstanden tot de aslijn van het kanaal tussen 90 m en 150 m: celgrootte 2.0 m tot 25.0 m;
- voor afstanden tot de aslijn van het kanaal groter dan 150 m: celgrootte 25.0 m.

Op basis van bovenstaande blijkt de resolutie voor de positie van het schip tijdens de meetreis steeds 1.0 m te bedragen wat ruim voldoende geacht wordt voor de beoordeling van de meetreizen.

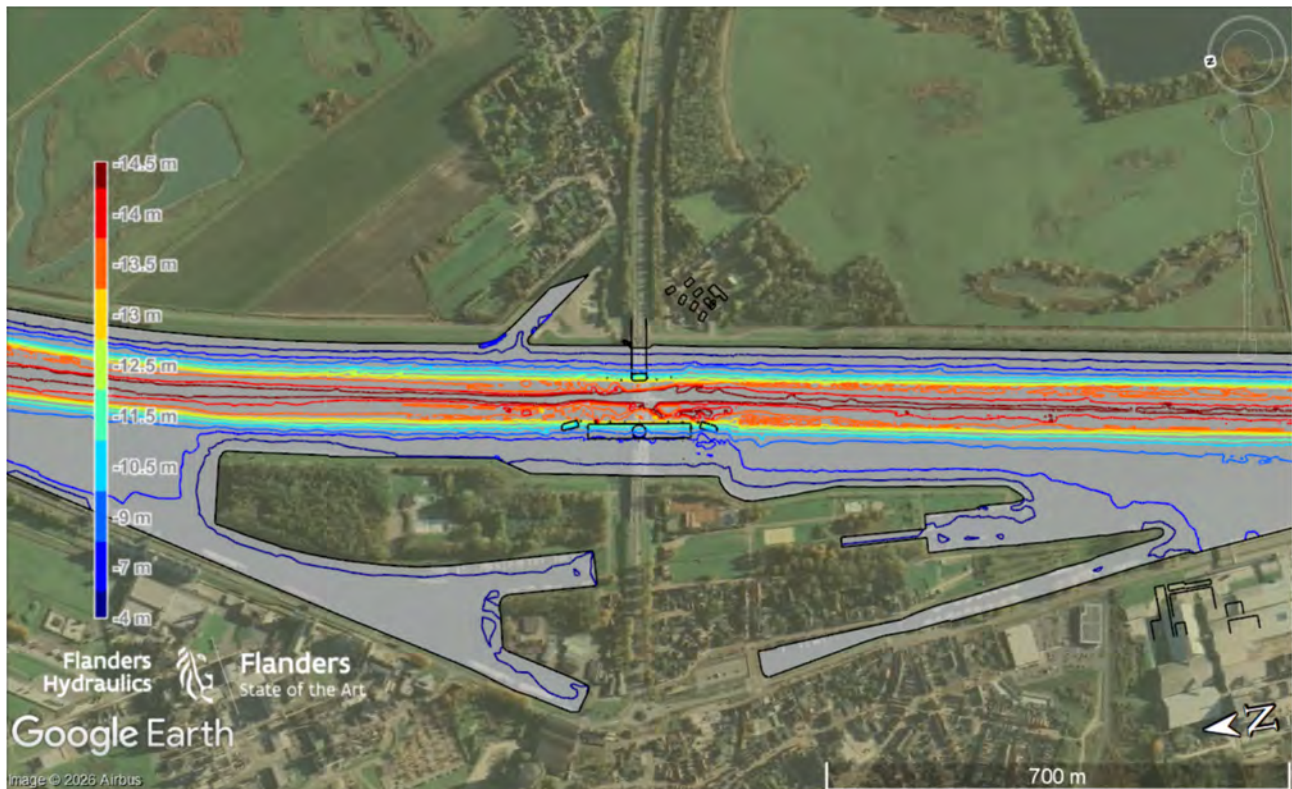
In de Figuren 14 tot 18 wordt het bekomen bodemprofiel geïllustreerd voor enkele bepalende locaties langsheen het kanaal. Het bodemprofiel wordt geïllustreerd op basis van de dieptelijnen bij enkele karakteristieke dieptes. Deze dieptes worden gerefereerd tot het nominaal kanaalpeil (+4.45 m TAW).



Figuur 14 – Weergave van de dieptelijnen uit het gecombineerde bodemprofiel te Brug Sluiskil



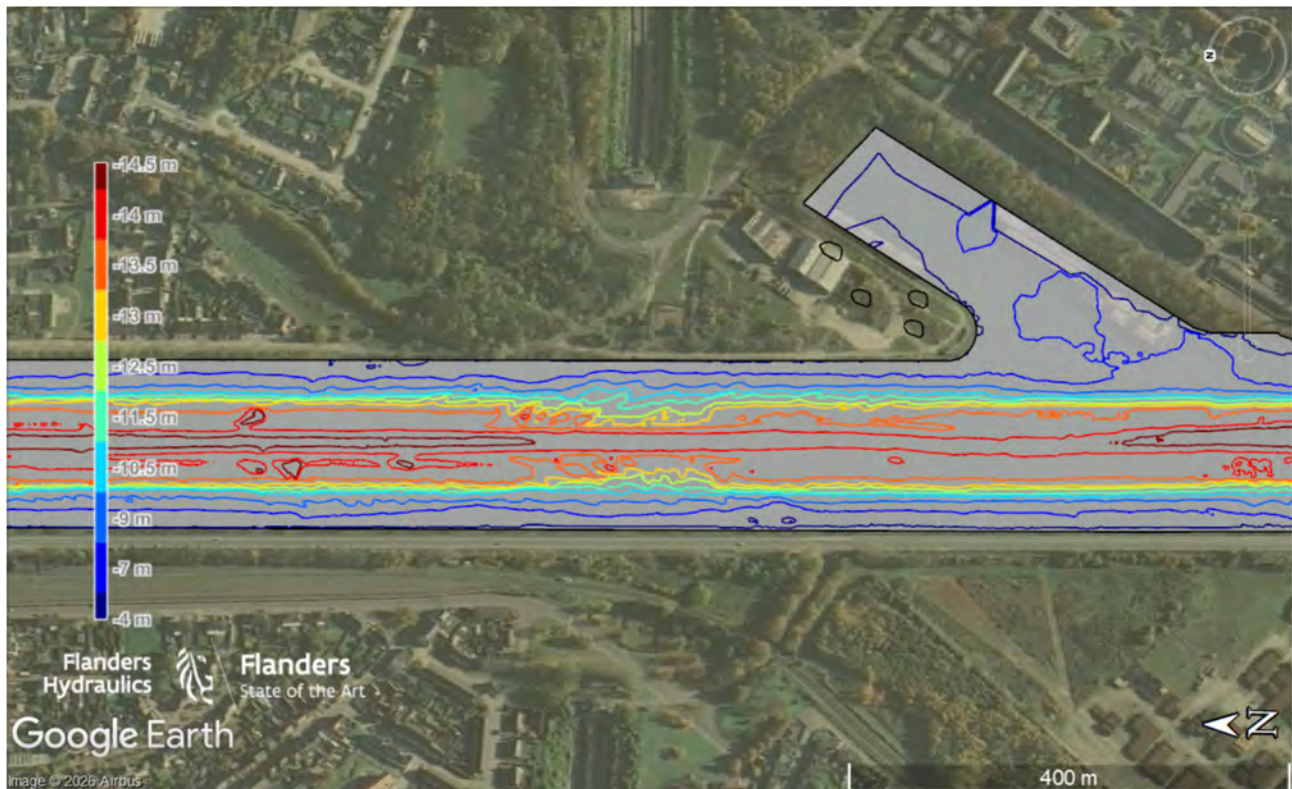
Figuur 15 – Weergave van de dieptelijnen uit het gecombineerde bodemprofiel te Bocht Sluiskil



Figuur 16 – Weergave van de dieptelijnen uit het gecombineerde bodemprofiel te Brug Sas van Gent



Figuur 17 – Weergave van de dieptelijnen uit het gecombineerde bodemprofiel te Brug Zelzate



Figuur 18 – Weergave van de dieptelijnen uit het gecombineerde bodemprofiel te Tunnel Zelzate

4.3 Waterstand

Om de inzinking van het schip ten opzichte van het water te beoordelen is de evolutie van de waterstand langsheen het kanaal noodzakelijk.

4.3.1 Brongegevens

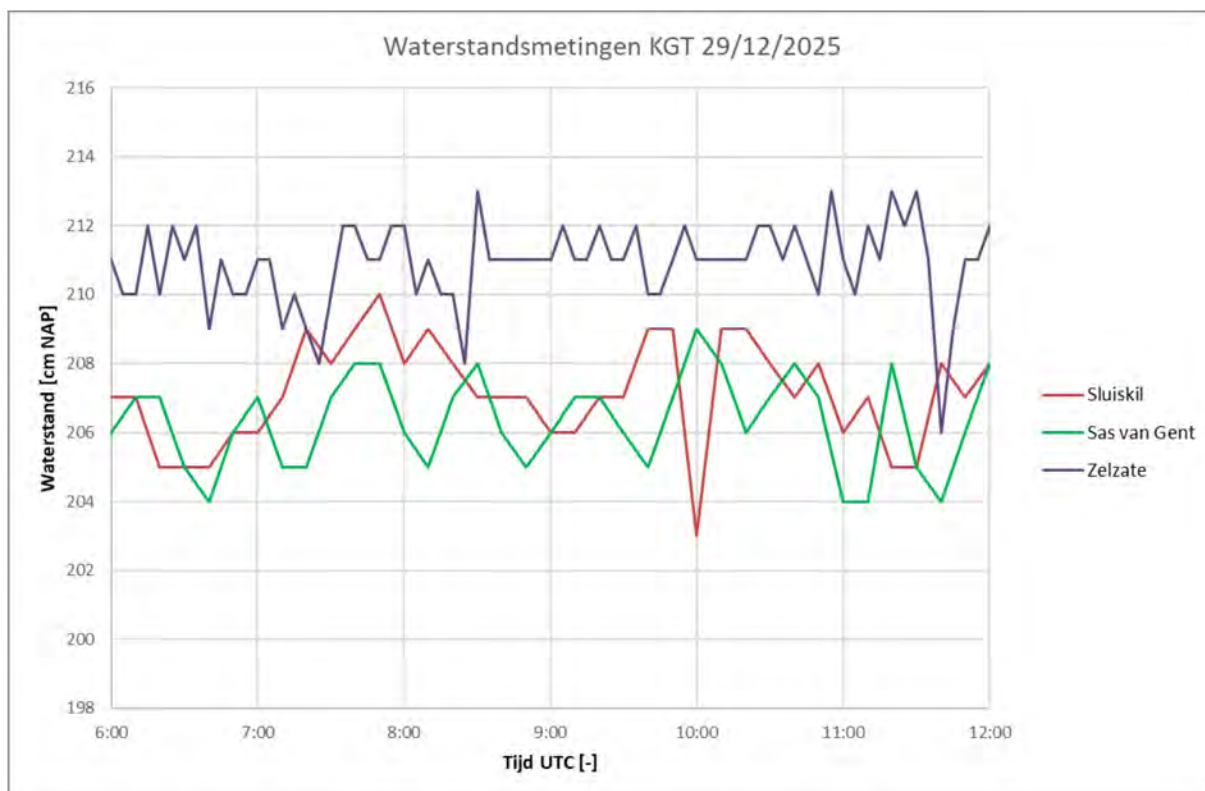
Langsheen het vaartraject uit de meetreis zijn er drie waterstandsmetingen beschikbaar waarvoor de data opgevraagd werden bij de respectievelijke vaarwegbeheerders:

- Sluiskil (NL);
- Sas van Gent (NL);
- Brug Zelzate (VL).

De gegevens van deze waterstandsmetingen werden allen omgezet naar cm NAP. Voor de conversie van TAW naar NAP werd de verticale offset 2.35 m toegepast.

Uit Figuur 19 blijkt dat de waterstandsmetingen te Zelzate gemiddeld 4 cm hoger liggen dan voor het dichtstbij gelegen station te Sas van Gent. Deze offset wordt niet fysisch geacht waardoor er gekozen werd om de waterstanden langsheen het kanaal enkel te baseren op de meetstations Sas van Gent en Sluiskil.

Voor het meetstation Sluiskil is er om 10h00 UTC een belangrijke vermindering van de waterstand waar te nemen. Dit tijdstip komt overeen met de passage van de Piavia aan de meetpost. Mogelijks heeft de waterstandsverlaging door de doorvaart van de Piavia de waterstandsmeting te Sluiskil beïnvloed. Om deze reden werd het meetpunt om 10h00 UTC (203 m NAP) verwijderd uit de dataset voor Sluiskil.



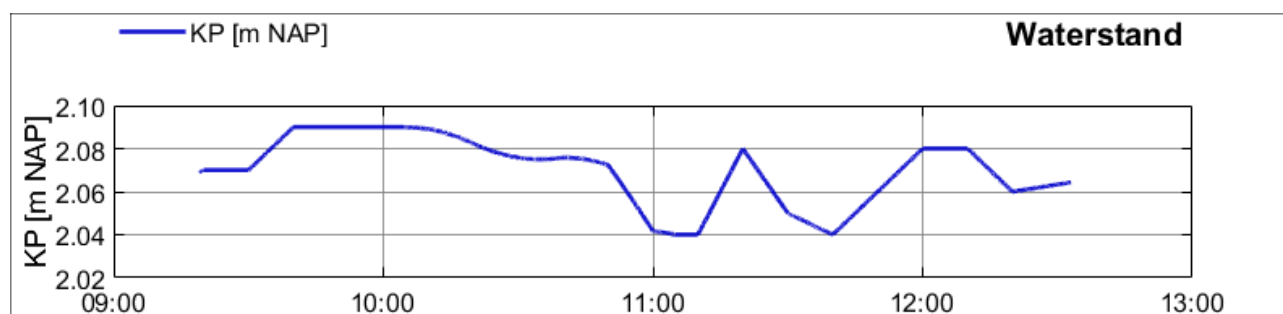
Figuur 19 – Waterstandsmetingen voor de meetstations op het Kanaal Gent-Terneuzen

4.3.2 Verwerking

Om de waterstanden ter hoogte van de meetstations te refereren tot de waterstanden langsheen het traject werd achtereenvolgens een tijdsinterpolatie en een geografische interpolatie uitgevoerd naar het traject van de meetreis. De geografische interpolatie werd uitgevoerd op basis van de baanafstand langsheen het kanaal.

De aldus bekomen waterstand langsheen het vaartraject tijdens de meetreis wordt weergegeven in Figuur 20. Hieruit blijkt een beperkte waterstandsvariatie (kleiner dan 5 cm) langsheen het traject.

De waterstand bleek tot 0.06 m lager dan het nominale kanaalpeil (+2.10 m NAP).



Figuur 20 – Waterstandsinterpolatie naar het traject tijdens de meetreis

4.4 Ander scheepvaartverkeer

4.4.1 Brongegevens

De analyse van het andere scheepvaartverkeer werd uitgevoerd op basis van AIS-gegevens aangeleverd door de Schelde Radar Keten. Het betrof een combined-ais bestand welke de volledige verzameling aan AIS-boodschappen bevat voor het GNB-gebied.

4.4.2 Verwerking

De AIS gegevens werden gefilterd voor de schepen welke zich in tijd en ruimte in de buurt van de Piavia bevonden. Deze gefilterde database werd gebruikt om:

1. het scheepvaartverkeer omheen het meettraject te visualiseren in de vaaranimaties (zie §5.4);
2. de ontmoetingen tussen het opgemeten schip en de andere varende scheepvaart te beoordelen.

In de BASS 165/2025 (Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit, 2025a) werd aan alle scheepvaart met lengte groter dan 135 m en breedte groter dan 12 m een ontmoetingsverbod met de Piavia opgelegd voor het vaartraject op het Kanaal Gent-Terneuzen. Bijgevolg is het aantal ontmoetingen met varende schepen erg beperkt. Voor de volledigheid wordt in Tabel 4 het resultaat van de uitgevoerde ontmoetingen aangeboden voor de periode 09h55 UTC (passage Zevenaar) tot 11h49 UTC (uitvaart straatje van Zelzate).

Tabel 4 – Ontmoetingen met varende binnenvaart tijdens meetreis Piavia

Time [UTC]	L	B	V
dd/mm/yyyy HH:MM:SS.FFF	[m]	[m]	[kn]
29/12/2025 10:31:45	110	13	5.8
29/12/2025 10:52:35	18	5	5.6
29/12/2025 11:12:05	55	9	5.1

5 Verwerking

In dit hoofdstuk wordt de verwerking beschreven van de verzamelde gegevens beschreven in H3 en H4. Waar relevant worden ook reeds de bekomen resultaten weergegeven, die verder behandeld zullen worden in H6.

De lezer wordt de aandacht gevestigd op de tijdsdefinitie die gehanteerd wordt in de rapportering. Deze betreft steeds UTC, tenzij expliciet anders vermeld. Voor het tijdstip van de meetreis (wintertijd) loopt de tijdszone UTC, 1h achter op de lokale tijd. Zo was het vertrek in de sluis om 09h30 UTC en 10h30 lokale tijd.

5.1 Scheepsposities en scheepsbewegingen

In eerste instantie dienden de aangeleverde ADX-metingen (zie §3.1) omgerekend te worden naar positiemetingen en snelheidsregistraties toepasbaar voor het onderzoek. Hiervoor werd een specifieke functionaliteit ontwikkeld die de onderstaande bewerkingen uitvoert op de ADX-metingen.

5.1.1 Referentiestelsel

Voor de definitie van de scheepsbewegingen werd onderstaand referentiesysteem gehanteerd:

- Schrikken: positief voorwaarts
- Verzetten: positief naar stuurboord
- Dampen: positief naar beneden
- Slingeren: positief bakboord naar boven
- Stampen: positief boeg naar boven
- Gieren: positief naar stuurboord

5.1.2 Conversie van de heading

De heading van een schip wordt gedefinieerd als de oriëntatie (azimuth) van het schip ten opzichte van het Noorden. Echter deze oriëntatie is afhankelijk van het coördinatenstelsel waarin de posities van het schip bepaald worden.

De ADX-metingen betreffen GNSS-metingen gerefereerd naar geografische coördinaten. Zo worden de latitude en longitude aangeleverd in graden ten opzichte van ETRS89. Ook de bijhorende heading betreft de geografische heading ten opzichte van het ware noorden (True North).

Om deze heading toe te passen in een metrisch coördinatensysteem (zoals WGS84 UTM, Lambert 72 of RD-Amersfoort) dient een conversie uitgevoerd te worden.

Voor de ADX-metingen werden onderstaande conversies uitgevoerd:

1. De initiële geografische heading (heading_GEO) werd geconverteerd naar een metrische heading overeenkomstig het coördinatenstelsel WGS84 UTM (heading_UTM)
2. De heading UTM werd gebruikt om de coördinaten van de boeg en het hek te berekenen in WGS84 UTM31
3. De posities van boeg en hek worden omgezet van WGS84 UTM naar Lambert 72.
4. Uit de posities van boeg en hek in Lambert72 wordt de heading berekend in Lambert 72 (heading_L72).

De analyse van de meetvaart werd uitgevoerd in het coördinatenstelsel Lambert72. De reden is een eenvoudigere vergelijking met de resultaten uit de voorafgaandelijke simulatiestudie (Verwilligen *et al.*, 2024). Bijgevolg werd de heading ten opzichte van Lambert 72 toegepast in de verdere verwerking.

5.1.3 Conversie van de horizontale positiemeting naar het scheepsmidden

De ADX-metingen bieden de positie- en snelheidsgegevens voor de POS-antenne (zie §3.1.1). Deze dienen omgerekend te worden naar de midship-positie van het schip. Deze conversie houdt geen rekening met de verticale bewegingen van het schip.

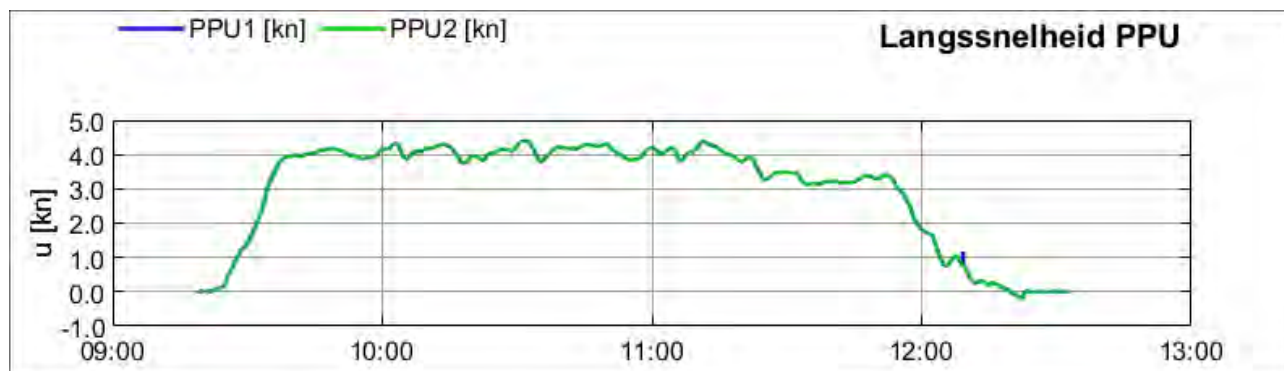
De berekening van de positie op basis van het scheepsmidden wordt uitgevoerd door de geografische posities uit de ADX-meting (longitude, latitude) om te zetten naar het coördinatenstelsel dat gebruikt wordt voor de verwerking (Lambert 72), en vervolgens de positie te transleren en roteren op basis van de antenne-offsets in Tabel 2.

5.1.4 Conversie van de horizontale snelheden naar het scheepsmidden

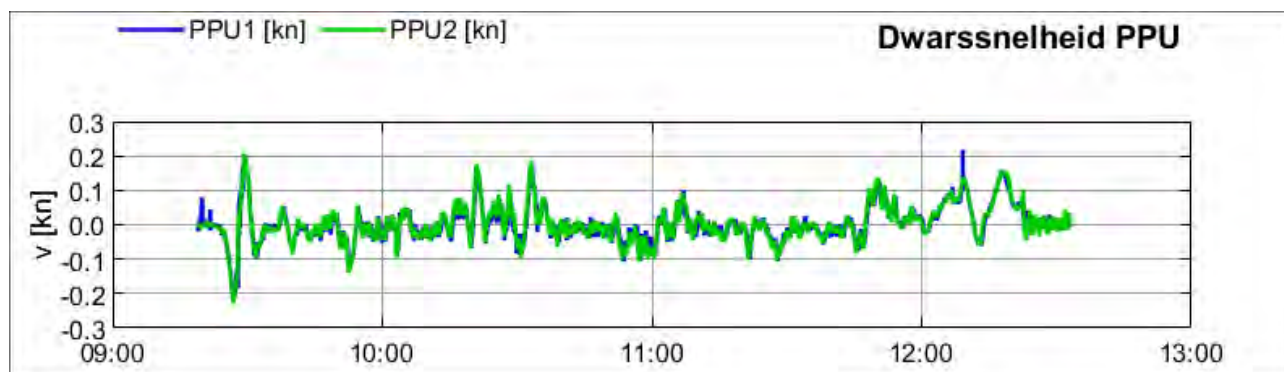
De ADX-metingen bieden ook informatie over de Course over Ground (koers, CoG) , de Speed over Ground (vaarsnelheid, SoG) en de Rate of Turn (giersnelheid, RoT) van de POS-antenne. Ook deze werden herrekend naar het scheepsmidden door toepassing van onderstaande methode:

1. De CoG wordt geconverteerd naar het metrische coördinatenstelsel (zie §5.1.2)
2. De CoG en SoG voor de Pos-antenne werden herrekend naar snelheden over de grond in oostelijke ($V_{x_{POS}}$) en noordelijke ($V_{y_{POS}}$) richting
3. De snelheden in het scheepsmidden op basis van een rotatie van POS omheen RoT worden berekend ($V_{x_{RoTMS}}$ en $V_{y_{RoTMS}}$)
4. De snelheden over de grond in het scheepsmidden worden berekend door de bijdrages van SoG en RoT bij elkaar op te tellen: $V_{x_{MS}} = V_{x_{POS}} + V_{x_{RoTMS}}$ en $V_{y_{MS}} = V_{y_{POS}} + V_{y_{RoTMS}}$
5. De snelheid van het scheepsmidden wordt georiënteerd volgens de voorligging van het schip om de langsscheepse (u) en de dwarsscheepse (v) snelheid over de grond te bekomen.

Door bovenstaande methode toe te passen op zowel de meting van ADX1 als ADX2 worden tweemaal de langsscheepse en dwarsscheepse snelheden van het scheepsmidden bekomen. Ter validatie van de berekeningsmethode worden in Figuur 21 en Figuur 22 de resultaten van beide verwerkingen weergegeven voor respectievelijk de langssnelheid en de dwarssnelheid. De resultaten tonen inderdaad een erg goede overeenkomst. Voor ADX1 blijkt omstreeks 12h10 UTC een outlier aanwezig in de scheepsnelheden. Om deze reden werden de posities en de snelheden van de Piavia in deze analyse gebaseerd op de resultaten van ADX2.



Figuur 21 – Langsscheepse vaarsnelheid van het scheepsmidden op basis van ADX1 en ADX2

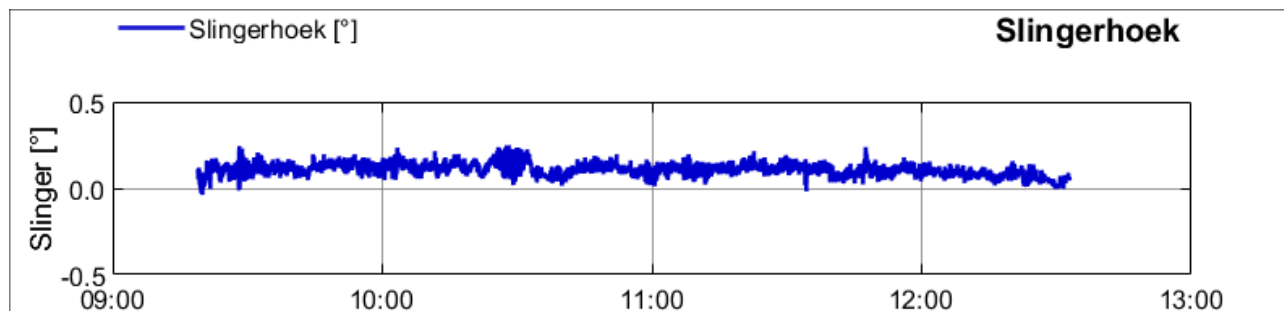


Figuur 22 – Dwarsscheepse vaarsnelheid van het scheepsmidden op basis van ADX1 en ADX2

5.1.5 Helling

In §3.1.1 werd reeds aangehaald dat de helling tussen de ADX-antennes de slingerhoek of stamphoek levert afhankelijk van de toegepaste heading offset. De helling van de ADX-antenne werd op de gepaste manier geconverteerd. Op deze manier leverde ADX1 de slingerhoek (zie Figuur 23) en ADX2 de stamphoek. De stamphoek werd eveneens op een meer betrouwbare manier afgeleid (zie §5.1.9).

Uit Figuur 23 blijkt de erg beperkte variatie aan slingerbewegingen tijdens de vaart op het Kanaal Gent-Terneuzen.

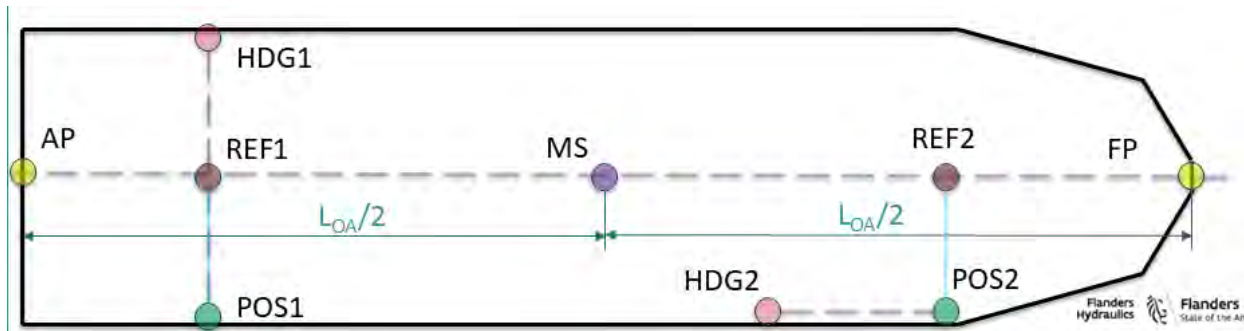


Figuur 23 – Slingerhoek zoals bekomen op basis van helling ADX1

5.1.6 Verticale positie

Voor beide ADX-systemen wordt ook de altitude van de POS-antenne aangeleverd. Deze verticale positie werd op basis van de dwarsscheepse afstand tot de centerlijn van het schip en de slingerhoek (zie Figuur 23) herrekend naar de hoogte van een referentiepunt (respectievelijk REF1 en REF2, zie Figuur 24).

De verticale altitude van REF1 en REF2 werd omgerekend naar het referentievlak NAP³.



Figuur 24 – Principeschets beoordeling van de verticale scheepspositie

5.1.7 Hydrostatische conditie

De verticale positie van de referentiepunten REF1 en REF2 kunnen vervolgens gerelateerd worden aan de waterstand zoals bekomen in §4.3.2 om de verticale afstand tot het onverstoord water te bekomen ($z_{wl_{REF1}}$ en $z_{wl_{REF2}}$).

Hierbij wordt aangenomen dat wanneer het schip zich bij verwaarloosbare snelheid (< 0.5 kn) in de buurt van de kaaimuur bevond, de inzinking van het schip gelijk was aan nul en de verticale afstand tussen het referentiepunt en de waterstand gelijk was aan de hydrostatische conditie. Op deze manier worden onderstaande waarden bekomen voor de hydrostatische waarden:

- $z_{wl_{REF1}}$ hydrostatisch = 25.05 m
- $z_{wl_{REF2}}$ hydrostatisch = 9.68 m

Bovenstaande waarden stellen de positie van de ADX voor in geval van een hydrostatisch evenwicht. Indien aangenomen wordt dat de diepgang aan de kaai te Arcelor-Mittal 12.2 m was dan zijn de verticale afstanden tussen de ADX-systemen en de kiel van het schip respectievelijk 37.25 m en 11.88 m.

5.1.8 Inzinking midscheeps

Door de hydrostatische hoogtes af te trekken van de ogenblikkelijke waardes ($z_{wl_{REF1}}$ en $z_{wl_{REF2}}$) wordt uiteindelijk de inzinking van het schip ten opzichte van de hydrostatische conditie aan de kaai bekomen (verder inzinking). Deze inzinkingen worden omgerekend naar de inzinking midscheeps door interpolatie over de scheeps lengte (gebaseerd op de langsscheepse antenne-offsets uit Tabel 2).

5.1.9 Stamphoek / vertrimming

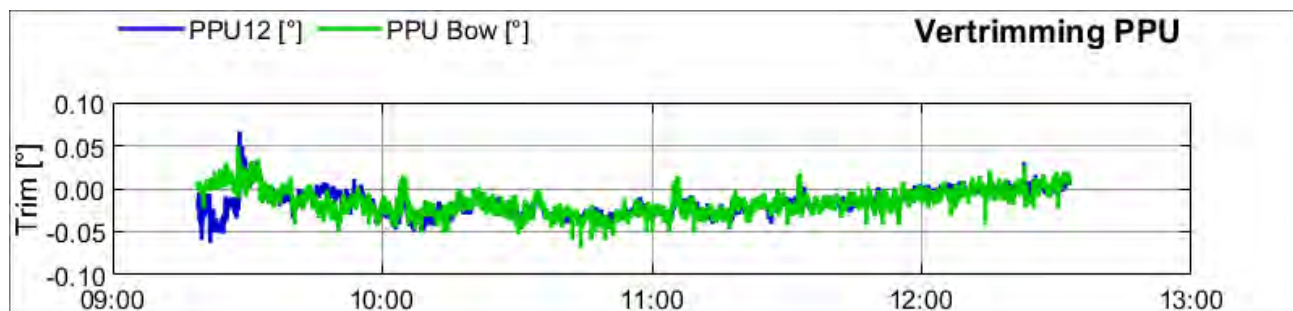
Op basis van het verschil in inzinking te REF1 en REF2 en de langsscheepse afstand tussen beide ADX-systemen kon de vertrimming van het schip ten opzichte van het onverstoord wateroppervlak berekend worden.

³ NAP: Nederlands Amsterdams Peil

Ook op basis van de ADX2-meting werd echter de stamphoek van het schip bekomen (zie §5.1.5). Om beide resultaten met elkaar te vergelijken werd de stamphoek uit ADX2 verminderd met de gemiddelde stamphoek die gemeten werd tijdens de hydrostatische conditie (zie §5.1.7).

De vergelijking van de stamphoek bekomen uit de inzinking van REF1 en REF2 enerzijds en bekomen als de helling van de ADX2-meting anderzijds wordt weergegeven in Figuur 25. Hieruit blijkt dat, met uitzondering van het traject in de sluis er een goede overeenstemming is tussen de stamphoek bekomen met beide methodes. Wel dient opgemerkt dat de helling uit ADX2 een groter aantal spikes en onzuiverheden vertoont. Deze zijn vermoedelijk het gevolg van een minder betrouwbare meting te HDG2.

De stamphoek bekomen uit de inzinking van REF1 en REF2 wordt gebruikt bij de verdere beoordeling van de inzinking van het schip.



Figuur 25 – Stamphoek op basis van de methode toegepast door WL en zoals bekomen uit ADX2

5.1.10 Maximale inzinking

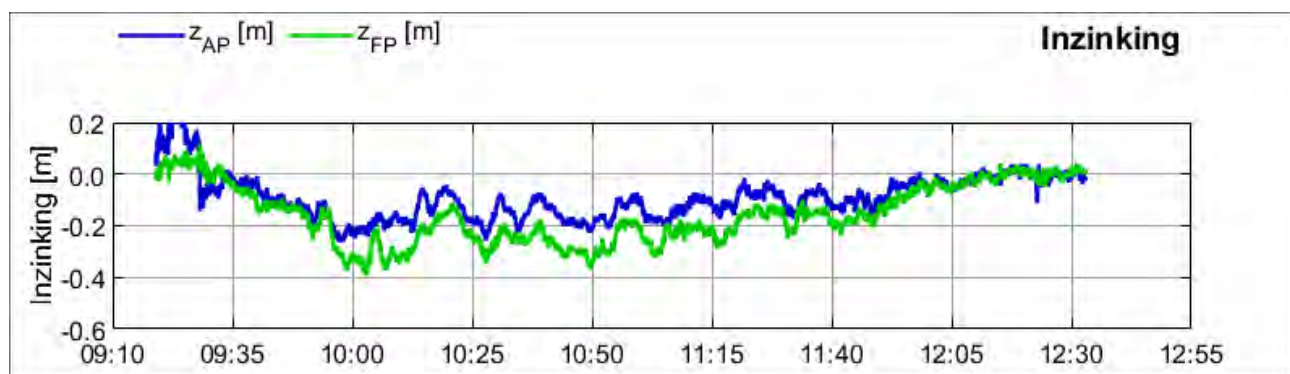
De inzinking ter hoogte van boeg en achterschip werd berekend op basis van de inzinking midscheeps en de stamphoek, uitgaande van een onderlinge afstand gelijk aan $L_{PP}/2$. Deze worden als z_{FP} en z_{AP} benoemd in de gerapporteerde grafieken.

Figuur 26 illustreert de inzinkingen over het volledige kanaaltraject. Zoals verwacht, en zoals rechtstreeks resulterend uit de definitie van de hydrostatische conditie in §5.1.7, zijn de inzinkingen tijdens het afmeermanoeuvreren aan de kaai verwaarloosbaar klein. Tijdens de kanaalvaart worden de belangrijkste inzinkingen waargenomen bij de passage van de Brug van Sluiskil. De inzinking is steeds kleiner dan 0.4 m.

Opvallend zijn de opwaartse inzinkingen wanneer het schip zich in de sluis bevindt. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de start van de meetreis gedefinieerd wordt als het tijdstip van het openen van de binnendeuren van de Nieuwe Sluis Terneuzen. Op dat ogenblik bevindt het schip zich nog in de sluis met zout water waardoor het schip hoger in het water zal liggen (of een kleinere diepgang zal hebben). Dit verklaart de negatieve inzinking die waargenomen wordt in de sluis.

Naarmate de kolkuitwisseling optreedt en het zoete kanaalwater de dichtheid van het water vermindert neemt de inzinking van het schip toe. Er dient bijgevolg opgemerkt te worden dat de opgemeten inzinking het gecombineerde effect is van dichtheidsverschillen langsheen het kanaal en van de squat van het schip. Beide kunnen niet van elkaar onderscheiden worden. Er wordt wel aangenomen dat voor het traject tussen de Zevenaar en de bestemming, de squat bepalend zal zijn voor de inzinking en de dichtheidsverschillen eerder beperkt zijn.

Voor een meer gedetailleerde bespreking van de inzinking wordt verwezen naar §6.3.



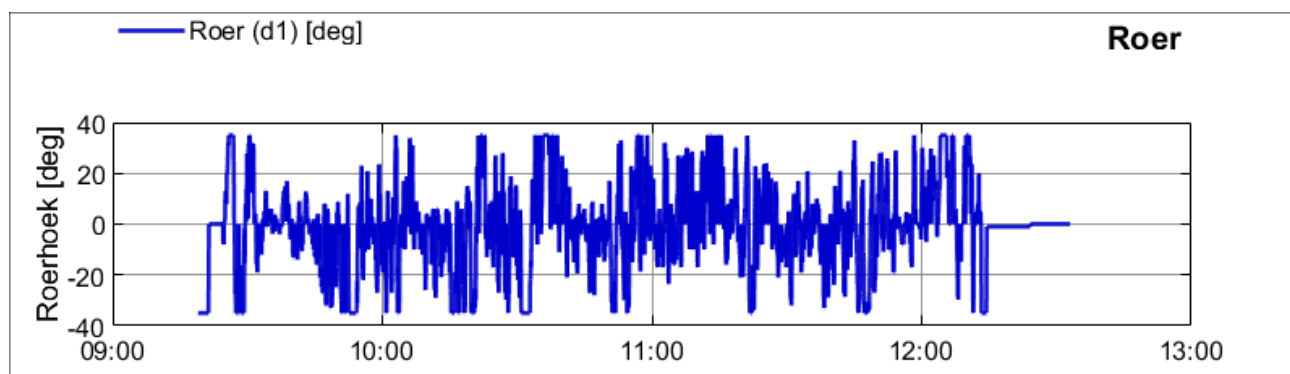
Figuur 26 – Inzinking ter hoogte van boeg en hek tijdens de meetreis

5.2 Gebruik van roer en schroef

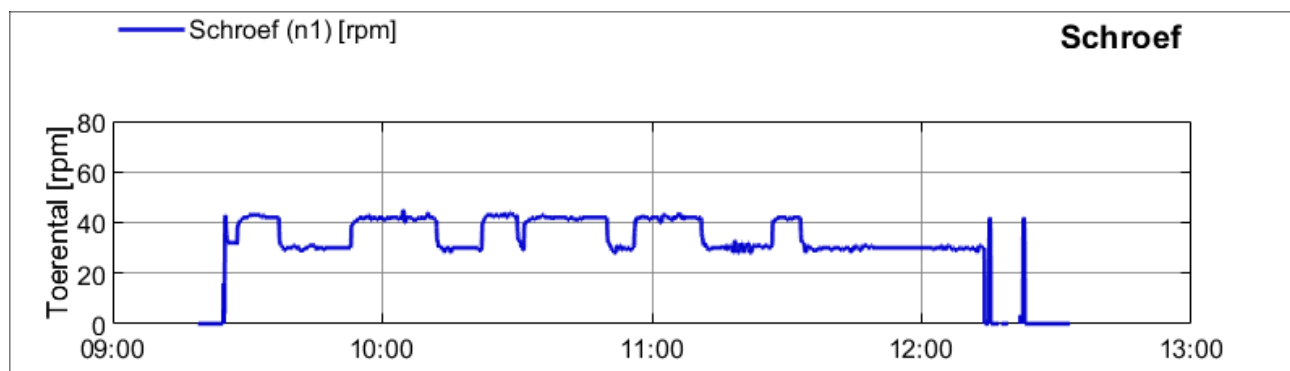
De camerabeelden die bekomen werden aan boord van de Piavia (zie §3.2) werden door middel van beeldverwerkingssoftware omgezet in tijdreeksen.

Voor de uitvoering van de beeldverwerking werd gebruik gemaakt van een eerder door WL ontwikkelde code geschreven in LabVIEW (National InstrumentsTM). Deze laat toe om zowel voor een wijzerplaat als voor de schotelindicator een automatische identificatie van de naald om te zetten in een getalwaarde voor de onderzochte parameter. Wanneer de software niet in staat is om een nauwkeurige naaldidentificatie uit te voeren wordt er een waarschuwing gegeven.

Voor het vaartraject op het Kanaal Gent-Terneuzen bleek de beeldverwerkingssoftware goed in staat om de gecapteerde beelden om te zetten naar tijdreeksen van roerhoeken en schroeftoerentallen. De resultaten van deze verwerking worden weergegeven in Figuur 27 en Figuur 28. Deze figuren tonen een erg dynamisch gebruik van het roer met herhaaldelijke toepassingen van de maximale roerhoek (35°). Het schroeftoerental vertoont minder variaties met gebeurlijke variaties tussen de machinestanden Dead Slow Ahead (ca. 30 rpm) en Slow Ahead (ca. 40 rpm).



Figuur 27 – Roergebruik tijdens de meetreis



Figuur 28 – Schroeftoerental tijdens de meetreis

5.3 Kielspeling en oeverafstand

Op basis van de scheepspositie opgemeten door ADX2 werden de kielspelingen onder de scheepscontour en de oeverafstanden ten opzichte van de scheepscontour beoordeeld. Deze analyses zijn gelijkaardig aan de analyses die uitgevoerd werden op de simulaties uit Verwilligen *et al.* (2024).

5.3.1 Definitie scheepscontour

De scheepscontour werd gedefinieerd op basis van een typische dekcontour voor bulk carriers zoals beschikbaar in de simulator. Deze scheepscontour werd herschaald naar de exacte breedte en lengte van het schip uit de meetreis en was gerefereerd naar het scheepsmidden. De positie van het scheepsmidden werd bekomen als resultaat van de verwerking beschreven in §5.1.3.

Door combinatie van de scheepcontour en de positie van het scheepsmidden kon de vaarbaanplot van de volledige meetreis geconstrueerd worden. Deze diende als input voor de beoordeling van de kielspeling en de oeverafstand.

De dekcontour werd ook gebruikt als basis voor de berekening van de kielspeling en de oeverafstand. Dit kan beschouwd worden als een conservatieve aanname aangezien de dekcontour ruimer is dan de contour van het schip ter hoogte van de kiel. In realiteit zal de kielcontour immers binnen de dekcontour vallen en voornamelijk aan boeg en hek afwijken van de dekcontour. Hiermee wordt in de berekening van de kielspeling of oeverafstand geen rekening gehouden. Eenzelfde methode werd toegepast bij de evaluatie van de vaarsimulaties (Verwilligen *et al.*, 2024).

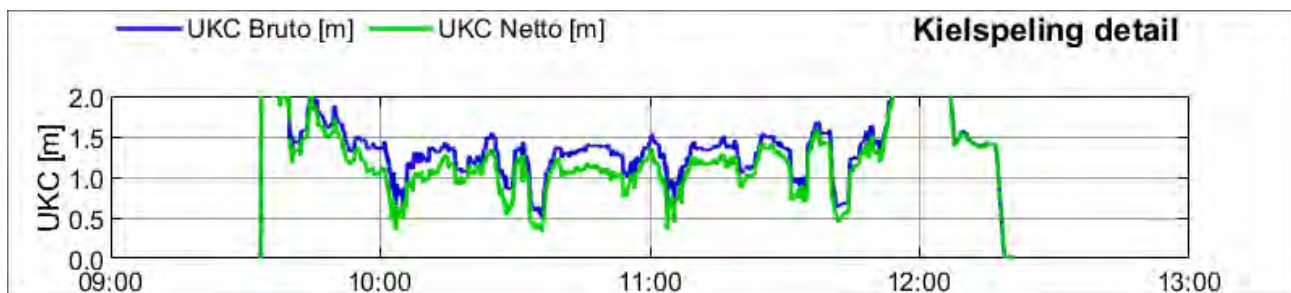
5.3.2 Kielspeling

De kielspeling werd berekend ten opzichte van het bodemprofiel beschreven in §4.2.2 en uitgaande van een nominaal kanaalpeil (4.45 m TAW).

Elke seconde werd de minimale kielspeling langs de scheepscontour berekend. Hierbij werd zowel de bruto kielspeling (uitgaande van een gelijklastige diepgang gelijk aan 12.20 m) als een netto kielspeling (waarbij de inzinking weergegeven in Figuur 26 toegevoegd wordt aan de diepgang van het schip).

Het resultaat van de kielspelingsberekening wordt weergegeven in Figuur 29. Voor het traject in de sluis en aan de kaai maakt het schip contact met een verticale muur en ligt de scheepscontour bijgevolg op de rand van de basismesh. Hierdoor wordt voor deze locaties een verkeerde kielspeling aangegeven.

Voor de vaart op het kanaal blijken herhaaldelijk kleine kielspelingen voor te komen. Wanneer rekening gehouden wordt met de inzinking en vertrimming van het schip (netto kielspeling), dan blijkt de kielspeling herhaaldelijk minder dan 0.5 m te bedragen.



Figuur 29 – Resultaat van de kielspelingsberekening tijdens de meetreis

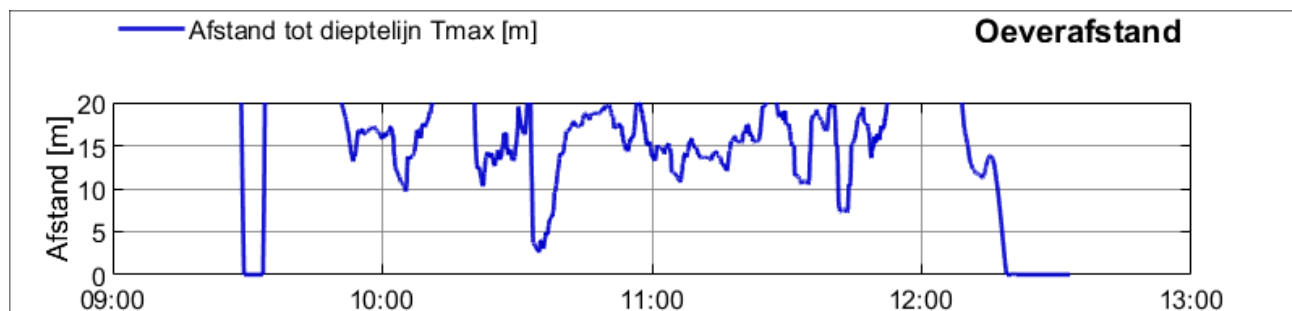
5.3.3 Oeverafstand

De kielspeling is een nuttige parameter voor het beoordelen van de kans op bodemraking, maar is niet noodzakelijk een goede parameter voor het beoordelen van de oevereffecten of voor het varen op het kanaal. In veel gevallen is de kielspeling immers bepaald door de aanwezigheid van lokale ondieptes en niet door een afwijkende excentrische positie van het schip.

Om afwijkende scheepsposities te beoordelen, werd gebruik gemaakt van de oeverafstand ten opzichte van de dieptelijn overeenkomstig de scheepsdiepgang. Voor de opvaart van de Piavia werd de oever bijgevolg gedefinieerd als de dieptelijn op -12.2 m onder het nominale kanaalpeil. Dit stemt overeen met een dieptelijn op -7.75 m TAW. Merk op dat deze dieptelijn niet aangepast wordt aan de inzinking van het schip noch aan de effectieve waterstand op het kanaal.

De oeverafstand tussen de dekcontour en de -12.2 m dieptelijn wordt weergegeven in Figuur 30. Opnieuw zijn de oeverafstanden nul voor het traject in de Nieuwe Sluis en ter hoogte van de kaaimuur. Voor de vaart langs het kanaal zijn de oeverafstanden steeds groter dan 10 m, met uitzondering van de passage van de Autrichehaven (10h40 UTC) en de tunnel Zelzate (11h45 UTC). Deze locaties stemden ook overeen met een kleine kielspeling (Figuur 29).

Voor een meer gedetailleerde bespreking van de kielspeling en de oeverafstand wordt verwezen naar §6.5.



Figuur 30 – Resultaat van de oeverafstandsberekening voor de meetreis.

5.4 Grafieken, vaarbaanplots en KMZ-animaties

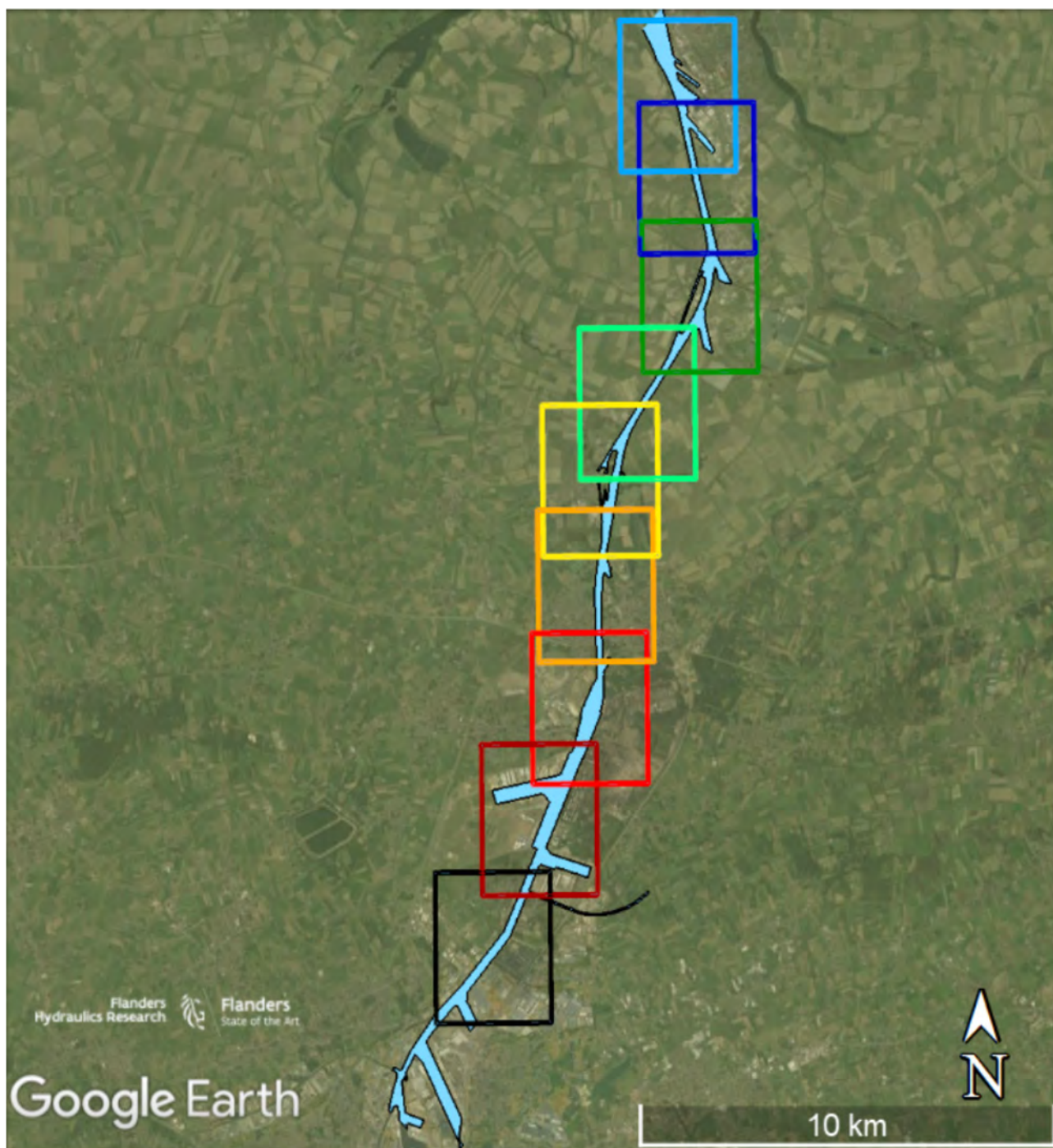
Ten behoeve van de analyse en rapportering van de meetvaarten werden verschillende exports gemaakt van de verzamelde gegevens. Hiervoor werd het kanaal opgedeeld in verschillende deeltrajecten.

5.4.1 Deeltrajecten

Voor het visualiseren van de resultaten van de meetreis werd het Kanaal Gent-Terneuzen opgedeeld in onderstaande deelgebieden:

1. Massagoedhaven (lichtblauw)
2. Brug Sluiskil (donkerblauw)
3. Passage Sluiskil (donkergroen)
4. Kanaal Sluiskil tot Sas van Gent (lichtgroen)
5. Passage Sas van Gent (geel)
6. Straatje van Zelzate (oranje)
7. Rieme (Arcelor-Mittal) (rood)

De deelgebieden worden in de hierboven vermelde kleur weergegeven in Figuur 31.



Figuur 31 – Onderverdeling Kanaal Gent-Terneuzen in deelgebieden (Verwilligen *et al.*, 2021)

5.4.2 Grafieken

Voor de verschillende deelgebieden en voor het volledige traject werd een verzameling grafieken aangeboden welke ingedeeld zijn in twee pagina's:

- Scheepsbewegingen:
 - o Snelheid:
 - primaire as
 - langsscheepse snelheid schip (kn)
 - dwarsscheepse snelheid schip (kn)
 - secundaire as
 - giersnelheid schip (°/min, positief naar stuurboord)
 - o Heading GEO
 - Heading: de heading zoals gedefinieerd in ADX2 (° t.o.v. N, wijzerzin)
 - o Inzinking
 - z_{AP} : inzinking ter hoogte van het hek (m)
 - z_{FP} : inzinking ter hoogte van de boeg (m)
 - o Slingerhoek
 - Slingerhoek (°)
 - o Vertrimming
 - Trim (°)
- Vaareigenschappen
 - o Baanafstand
 - Baanafstand volgens definitie in §4.1 (km)
 - o Roer:
 - Roerhoek van het schip (°, positief naar bakboord)
 - o Schroef:
 - Schroeftoerental van het schip (rpm)
 - o Oeverafstand
 - Afstand tot de dieptelijn overeenkomstig T_{max} zoals beschreven in §5.3.3 (m)
 - o Kielspeling: Kielspeling onder dekcontour zoals beschreven in §5.3.2 (m)
 - Bruto: de kielspeling berekend ten opzichte van de dekcontour op -7.75 m TAW (4.45 m TAW – 12.2 m scheepsdiepgang)
 - Netto: de bruto kielspeling verminderd met de verticale inzinking van het schip te AP en FP.

De grafieken worden toegevoegd aan Bijlage 2.

5.4.3 Vaarbaanplots en KMZ-bestanden

In overeenstemming met de verwerking van de vaarsimulaties, werden de resultaten van de meetreis weergegeven door middel van geanimeerde vaarbaanplots in de vorm van KMZ-bestanden. Deze geanimeerde vaarbaanplots werden gegenereerd voor verschillende updateperiode:

- 120 s: weergaven van vaarbaanplots voor overzichtsfiguren (zie §6.1);
- 10 s: animatie van vaarbaanplots zoals digitaal toegevoegd aan dit rapport (zie Figuur 32);
- 1 s: video's van meetreis in combinatie met AIS-registraties (zie Figuur 33).

De KMZ-bestanden bieden een intuïtieve manier om het verloop van de meetreis voor te stellen. Deze KMZ-bestanden kunnen geopend worden door middel van de gratis software Google Earth™.

In deze KMZ-bestanden wordt het vaartraject weergegeven samen met grafieken van tijdreeksen voor onderstaande parameters:

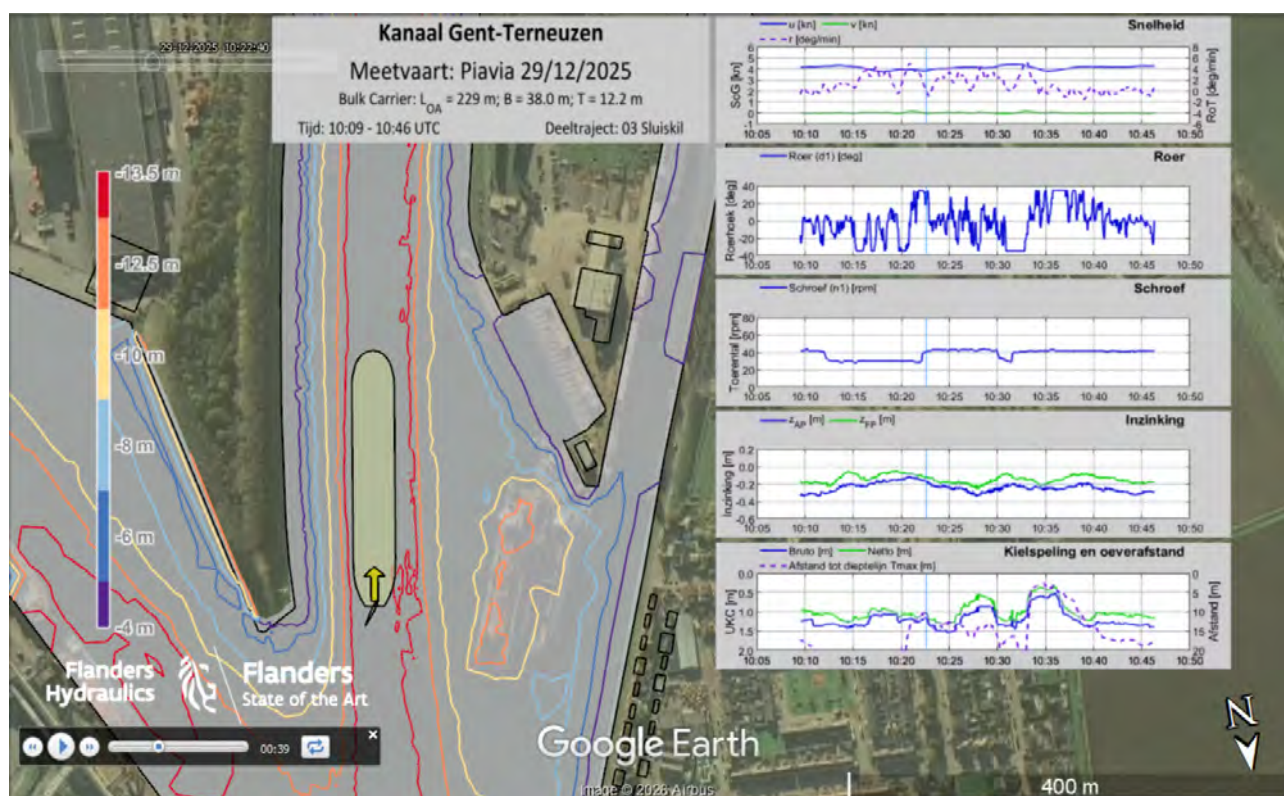
- Snelheid:
 - primaire as
 - langsscheepse snelheid schip (kn)
 - dwarsscheepse snelheid schip (kn)
 - secundaire as
 - giersnelheid schip (°/min, positief naar stuurboord)
- Roer:
 - roerhoek van het schip (°, positief naar bakboord)
- Schroef:
 - schroeftoerental van het schip (% van rpm Harbour Full Ahead)
- Inzinking
 - z_{AP} : inzinking ter hoogte van het hek (m)
 - z_{FP} : inzinking ter hoogte van de boeg (m)
- Kielspeling en oeverafstand
 - primaire as
 - Kielspeling: Kielspeling onder dekcontour zoals beschreven in §5.3.2 (m)
 - Bruto: de kielspeling berekend ten opzichte van de dekcontour op -7.75 m TAW (4.45 m TAW – 12.2 m scheepsdiepgang)
 - Netto: de bruto kielspeling verminderd met de verticale inzinking van het schip te AP en FP.
 - Secundaire as
 - Oeverafstand
 - Afstand tot de dieptelijn overeenkomstig Tmax zoals beschreven in §5.3.3 (m)

De presentatie van de scheepscontouren van het studieschip en de sleepboten wordt bovendien op onderstaande wijze geanimeerd:

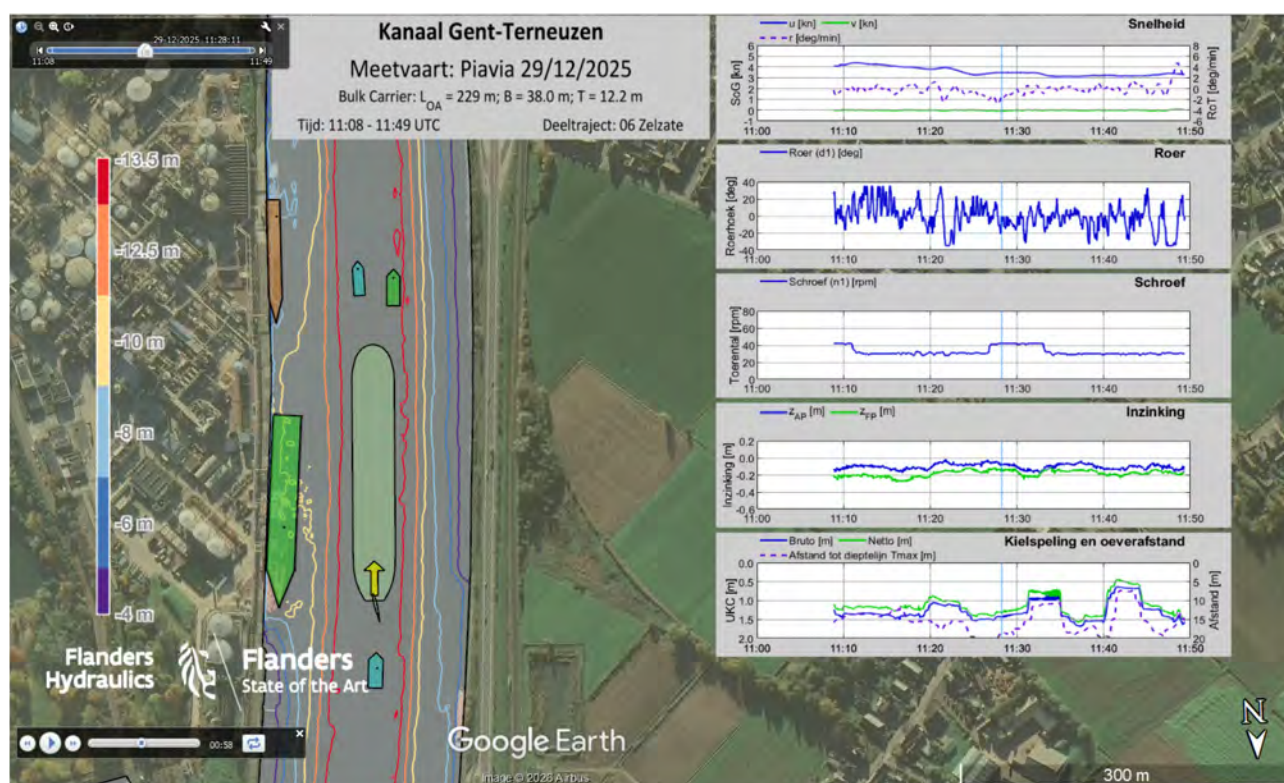
- de kleur van het schip wordt aangepast op basis van de oeverafstand (zie §5.3.3) door middel van de kleurcode weergegeven in Tabel 5.
- een pijl ter hoogte van het achterschip geeft de werking van de schroef aan waarbij de richting van de pijl aangeeft of de schroef voor- of achteruit toegepast wordt en de kleur van de pijl overeenstemt met het gehanteerde toerental volgens de kleurenschaal in Tabel 6.

Bijlage 1 biedt een handleiding bij het gebruik van de KMZ-bestanden in Google Earth™. Het georeferencierte KMZ-formaat (WGS84) wordt echter ook ondersteund door andere GIS-software (QGIS™; Global Mapper™; ArcGIS™; etc.) en laat de lezer toe om de vaarbaanplots uit de simulaties te converteren naar andere GIS-formaten.

In Figuur 32 wordt, ter illustratie, de weergave van een KMZ-bestand zoals digitaal toegevoegd aan dit rapport vertoond op basis van Google Earth™.



Figuur 32 – KMZ-visualisatie bij nadering bocht van Sluiskil zoals weergegeven in Google Earth Pro™



Figuur 33 – KMZ-visualisatie inclusief AIS-schepen bij passage Rütgers zoals weergegeven in Google Earth Pro™

Tabel 5 – Kleurenschaal voor de inkleuring van het simulatieschip op basis van de dichtste afstand tussen het schip en de dieptelijnen overeenkomstig de maximale diepgang van het schip

Horizontale afstand	Kleur [RGB]
0	[0.843 0.098 0.11]
B/8	[0.992 0.682 0.38]
B/4	[1 1 0.749]
B/2	[0.671 0.867 0.643]
B	[0.169 0.514 0.729]

Tabel 6 – Kleurenschaal voor de inkleuring schroefpijl op basis het schroeftoerental (percentage tot het toerental Harbour Full)

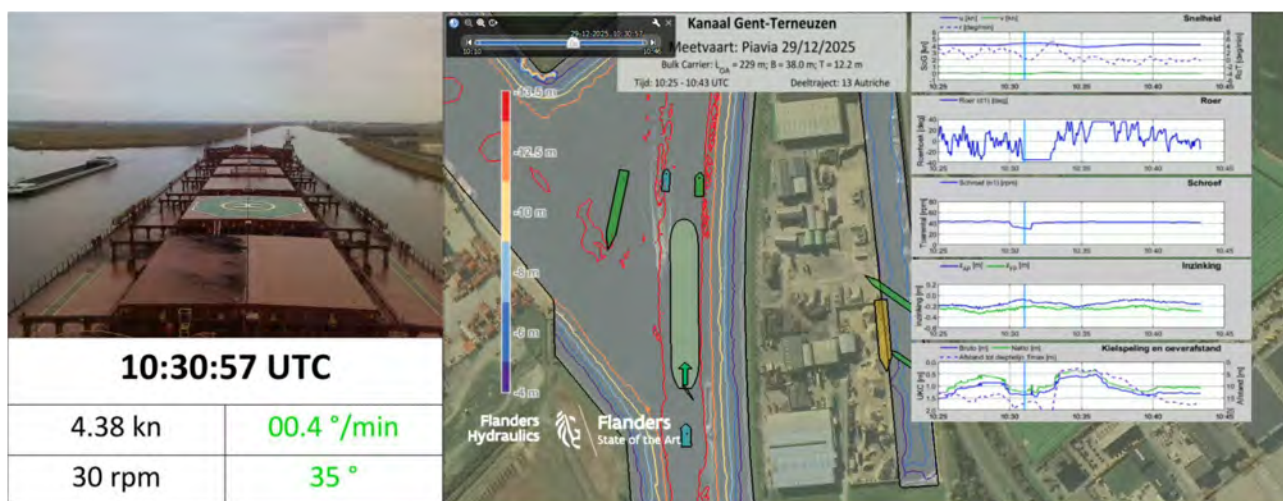
Schrøfttoerental (rpm)		Machine	Kleur
van	tot		
0.0	4.4		[0.169 0.514 0.729]
4.4	13.3		[0.389 0.669 0.691]
13.3	22.2		[0.61 0.824 0.653]
22.2	31.1	Dead Slow Ahead	[0 1 0.5]
31.1	40.0		[0.75 1 0.25]
40.0	48.9	Slow Ahead	[1 1 0]
48.9	57.8		[0.995 0.797 0.513]
57.8	66.7	Half Ahead	[0.98 0.634 0.358]
66.7	75.6		[0.911 0.366 0.234]
75.6	80.0	Harbour Full Ahead	[0.843 0.098 0.11]

5.4.4 Video animaties

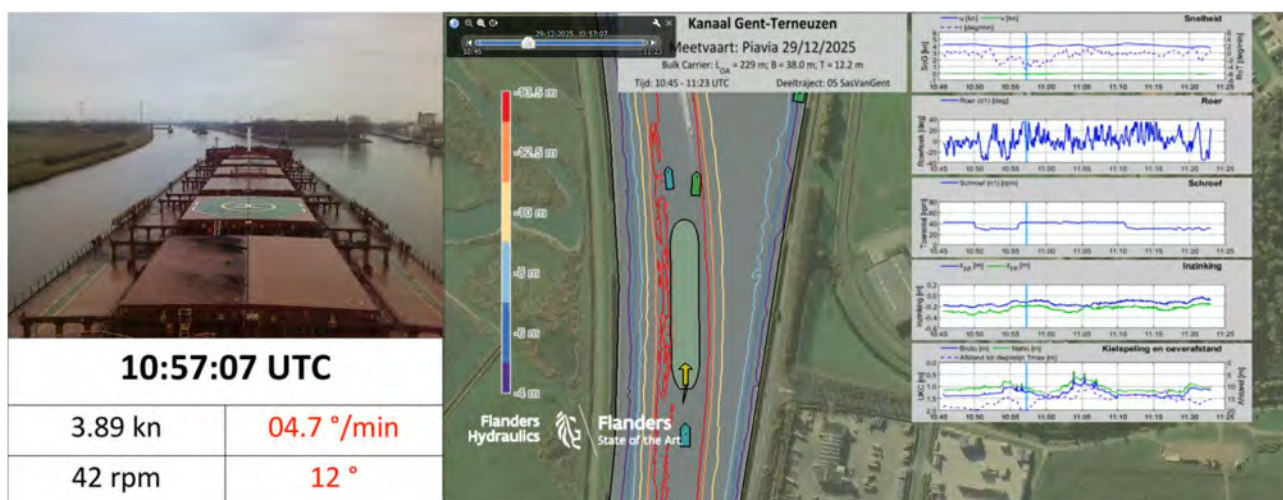
Bijkomend aan de KMZ-animaties werden er ook video-animaties waarbij nog onderstaande bijkomende informatie toegevoegd werd aan de vaarbaanplot.

- Vaarbaanplot met geanimeerde tijdreeksen met update frequentie 1 Hz
- AIS-animatie andere scheepvaart
- Camerabeeld opgenomen door de vooruitkijk camera
- Numerieke waarden voor:
 - o Tijdstip (UTC)
 - o vaarsnelheid schip (kn);
 - o toerental schroef (rpm);
 - o giersnelheid schip (°/min);
 - rood indien naar bakboord;
 - groen indien naar stuurboord;
 - o roerhoek (°);
 - rood indien naar bakboord;
 - groen indien naar stuurboord.

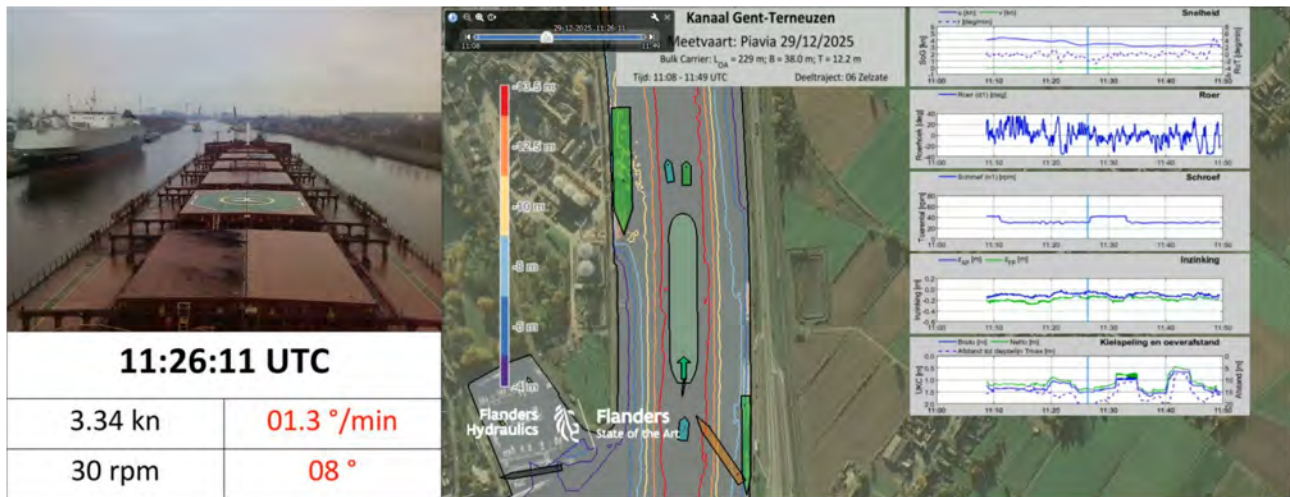
Wegens de grote bestandsgrootte worden de videobestanden niet toegevoegd aan het rapport. Zij zijn op aanvraag beschikbaar bij het Waterbouwkundig Laboratorium. In Figuren 34 tot 37 worden enkele screenshots van de video-animaties weergegeven



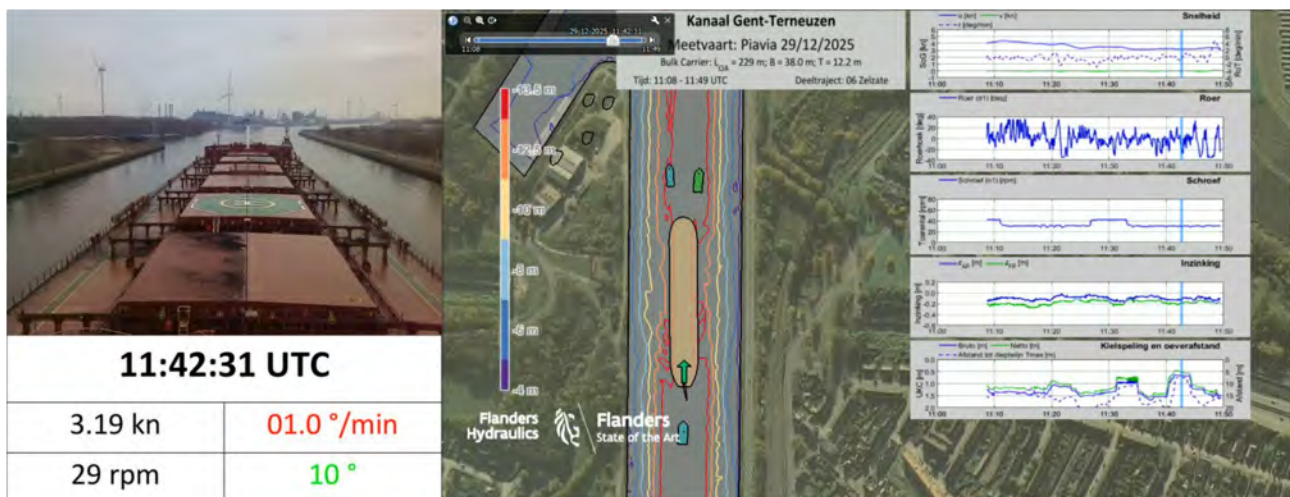
Figuur 34 – Still video animatie ontmoeting Autrichehaven



Figuur 35 – Still video animatie Bocht van Sas van Gent



Figuur 36 – Still video animatie Bocht van Sas van Gent passage Rütgers



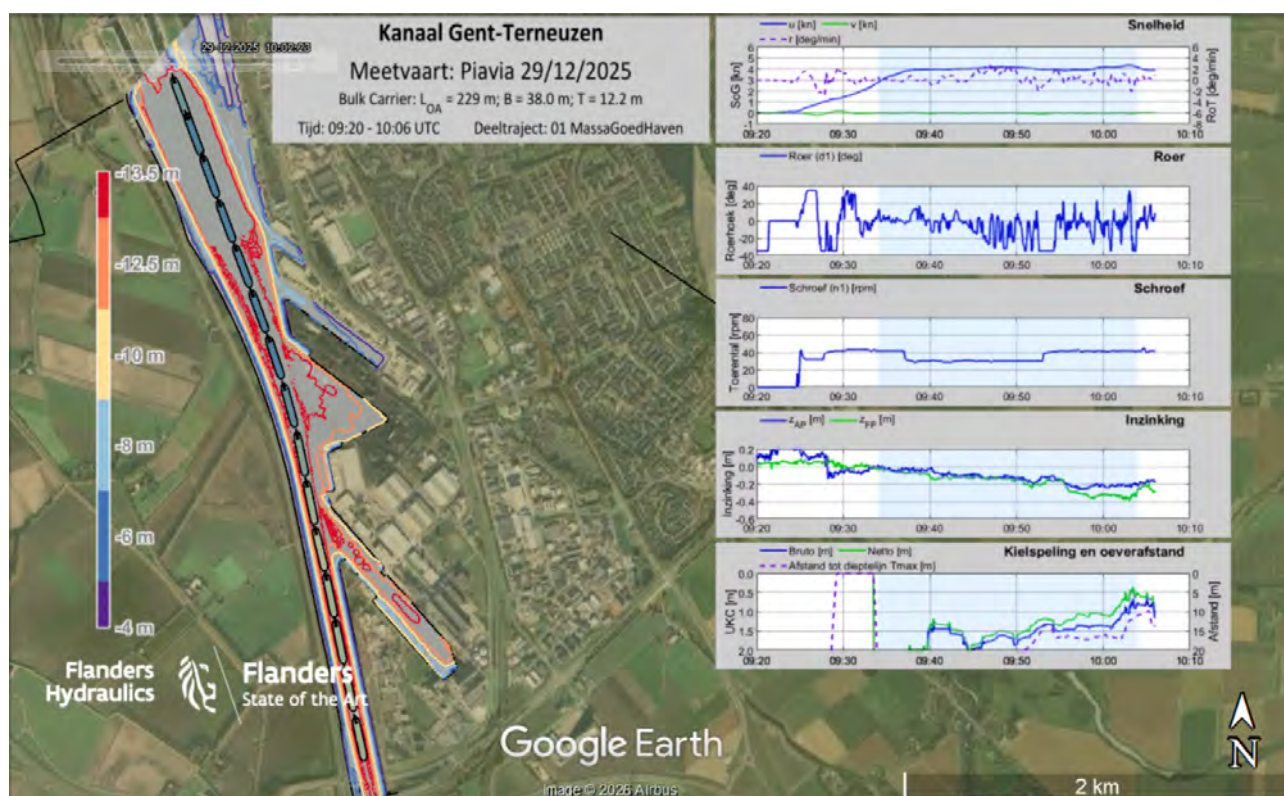
Figuur 37 – Still video animatie passage Tunnel Zelzate

6 Resultaten

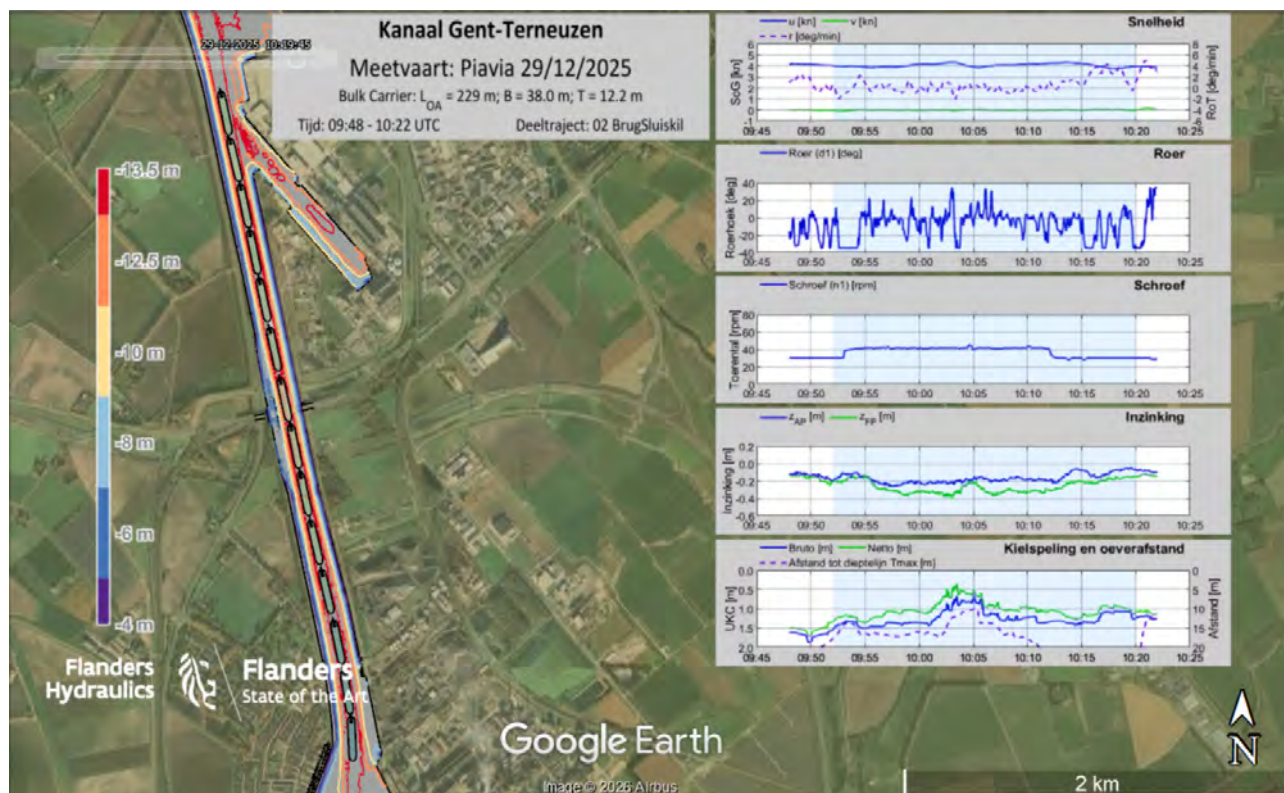
In het voorliggende hoofdstuk worden de resultaten van de meetreis besproken aan de hand van de verwerking gepresenteerd in de voorgaande hoofdstukken. De bespreking van de resultaten is gebaseerd op verschillende parameters welke als maatgevend beschouwd worden voor de vaart op het Kanaal Gent-Terneuzen.

6.1 Vaarbaanplots

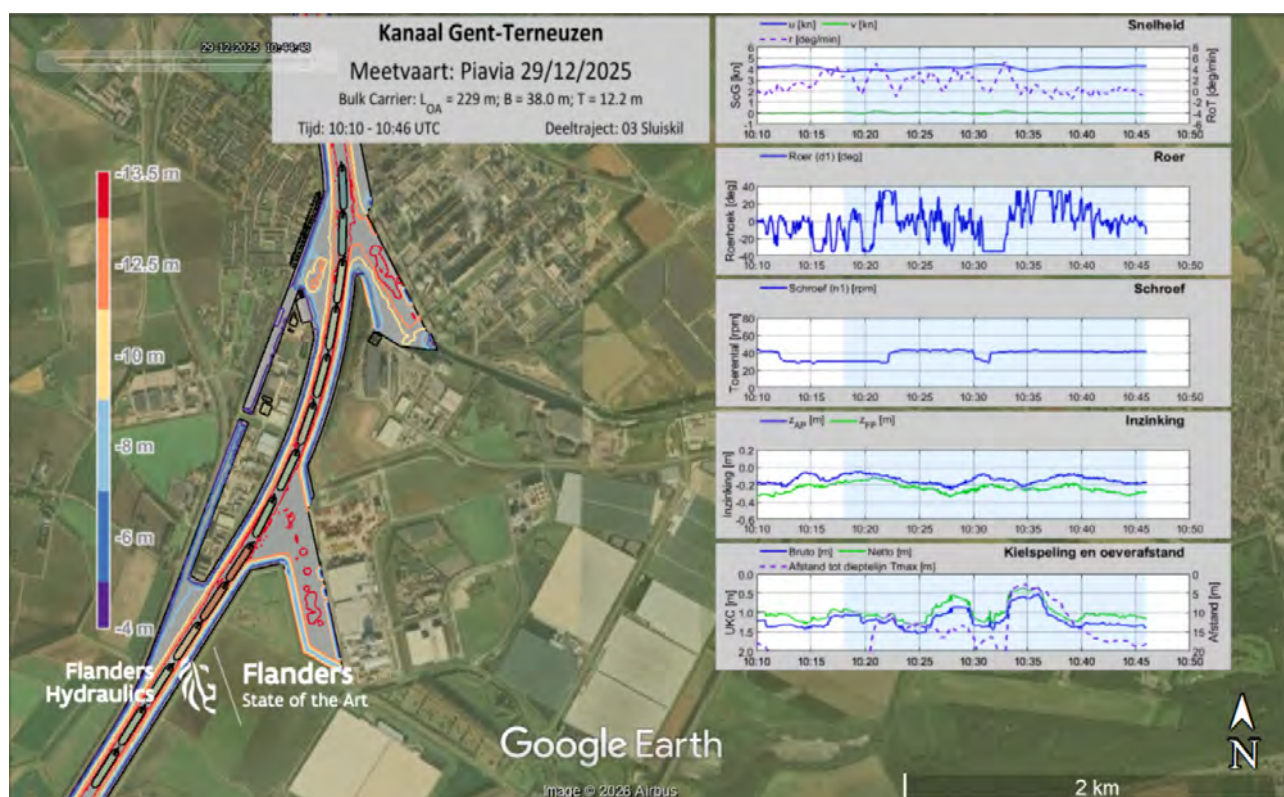
Voor elk van de deeltrajecten worden in Figuren 38 tot 44 de vaarbaanplots weergegeven voor een teken periode van 120 s (zie § 5.4.3). Deze grafieken bieden een globaal overzicht van de condities tijdens de meetreis.



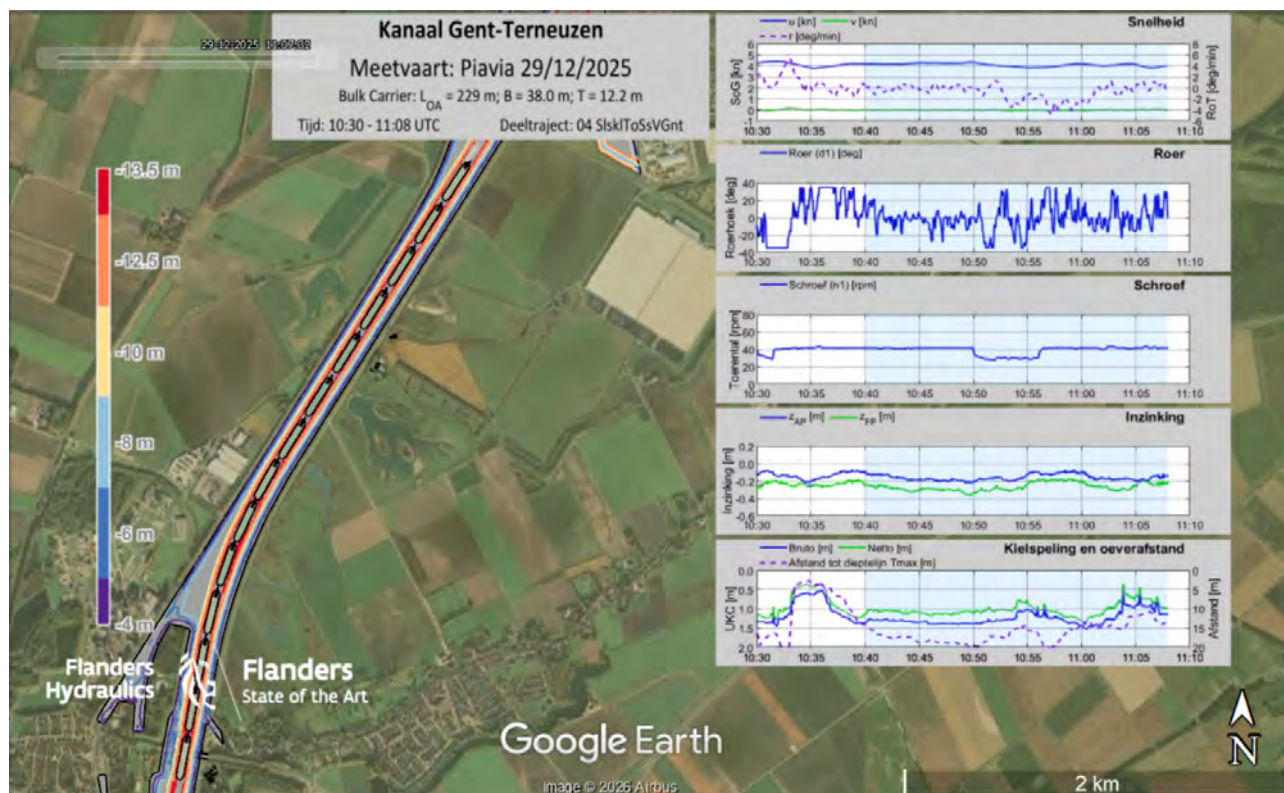
Figuur 38 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Massagoedhaven



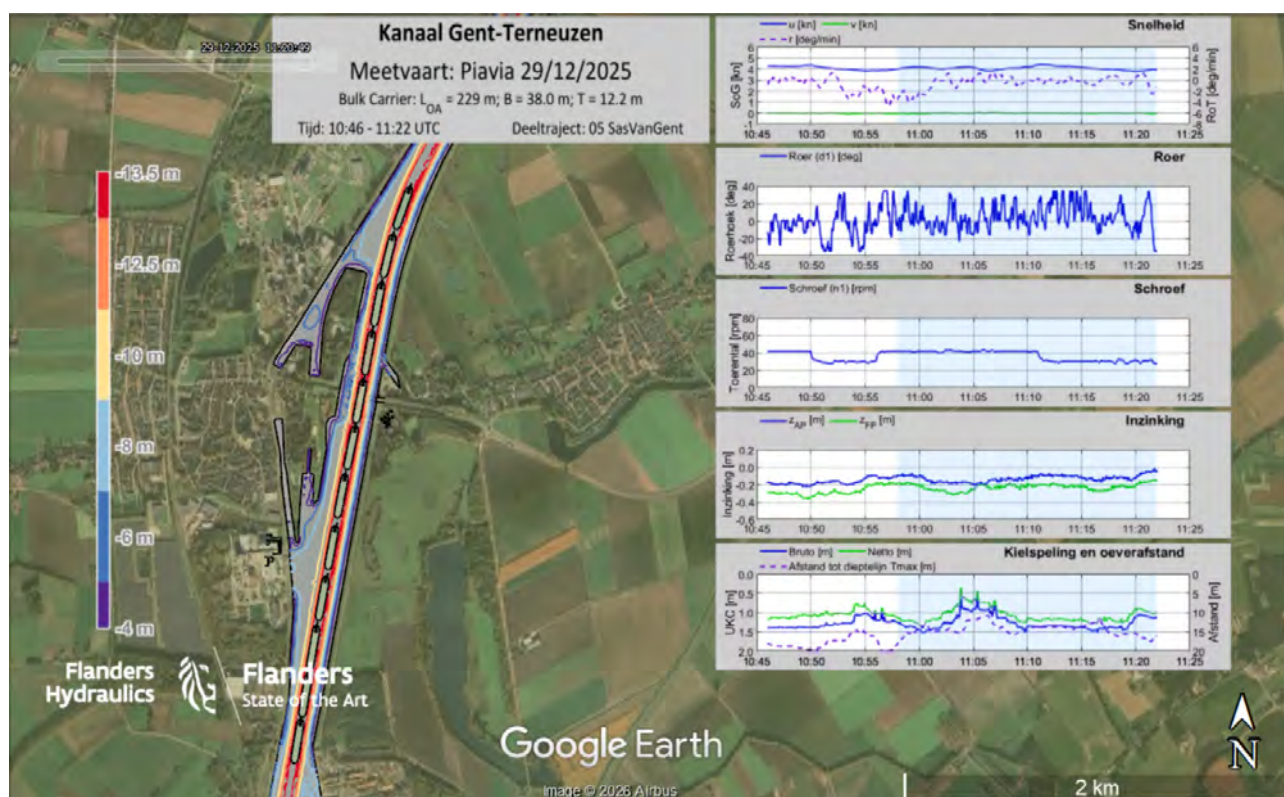
Figuur 39 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Brug Sluiskil



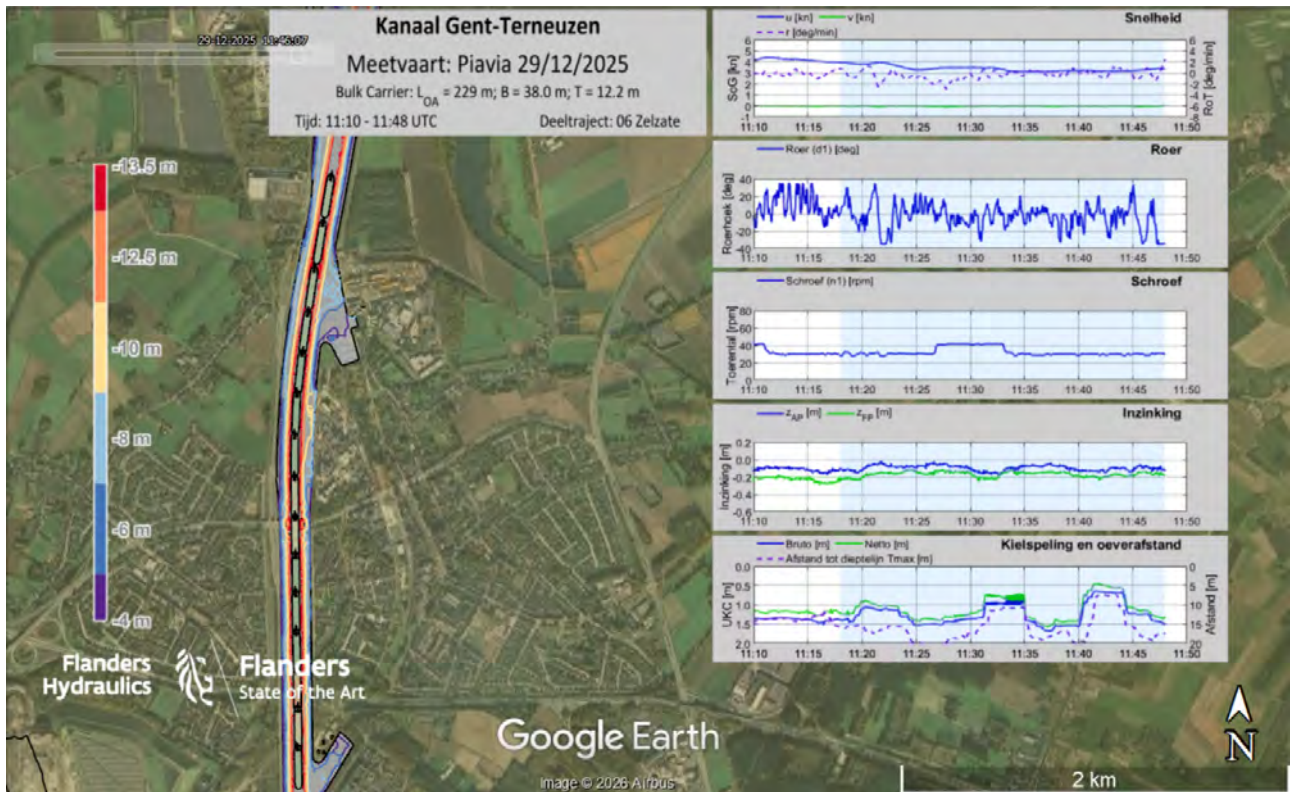
Figuur 40 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Sluiskil



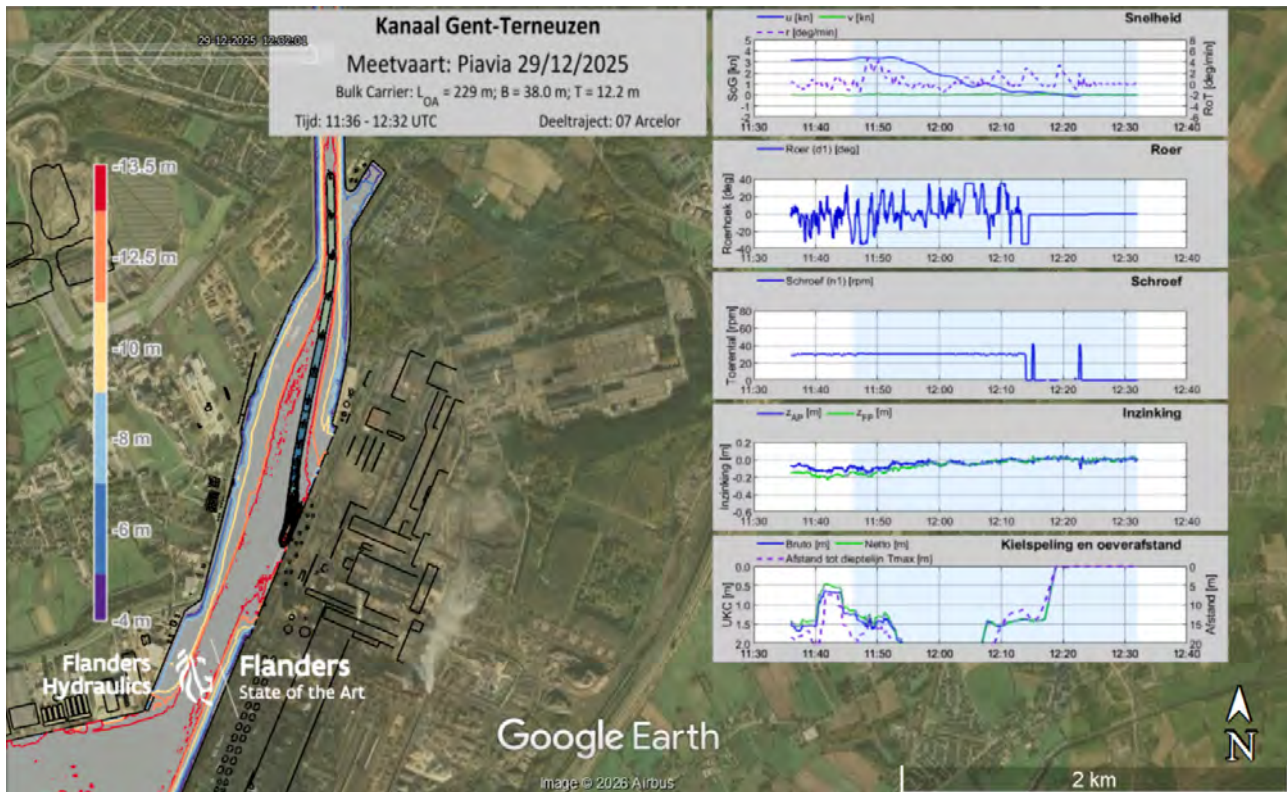
Figuur 41 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Sluiskil naar Sas van Gent



Figuur 42 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Sas van Gent



Figuur 43 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Zelzate



Figuur 44 – Vaarbaanplot (120 s) voor deeltraject Arcelor-Mittal

6.2 Vaarsnelheid en giersnelheid

De evolutie van de vaarsnelheid en de giersnelheid tijdens de meetvaart wordt weergegeven in Figuur 41. In Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (2025) werd bepaald dat het schip tijdens de meetreis een maximale snelheid gelijk aan 8 km/h (4.3 kn) dient te respecteren. Figuur 41 toont aan dat deze maximale snelheid goed gerespecteerd werd. De hoogste vaarsnelheid die geregistreerd werd tijdens de meetreis betrof 4.41 kn bij de passage van de Autrichehaven (zie Figuur 67).

De vaarsnelheid dient beschouwd te worden in relatie tot het schroeftoerental (zie Figuur 42). Hieruit blijkt dat tijdens de meetreis enkel de telegraafstanden Dead Slow en Slow toegepast werden. Op sommige deeltrajecten bleek de scheepssnelheid op te lopen, waardoor de achterste sleepboot ingezet werd om de vaarsnelheid te verminderen. De inzet van de achterste sleepboot is beschreven in §3.3 en wordt door middel van een geel kleurvlak toegevoegd aan Figuur 41 en Figuur 42.

Een eerste toepassing van de achterste sleepboot vond plaats bij het naderen van Sluiskil (zie Figuur 44). Op dit traject is het kanaal relatief diep (de minimale bruto kielspeling onder de dekcontour bedraagt er 1.3 m) en verwijdt het kanaal. Ondanks het minimale gebruik van de schroef (Dead Slow Ahead) bleek het schip te versnellen, waardoor de loods verkoos om de achterste sleepboot in te zetten teneinde de bocht van Sluiskil in te zetten bij een vaarsnelheid gelijk aan 4.0 kn.

Eenmaal in de bocht van Sluiskil bereikt het schip opnieuw een smallere en ondiepere kanaalsectie waardoor de vaarsnelheid vanzelf beperkt blijft tot 4.0 kn. Om het bochtmanoeuvre te faciliteren werd het schroeftoerental verhoogd tot Slow, waardoor een gematigde versnelling van het schip waarneembaar is in de bocht van Sluiskil. Het belangrijkste resultaat van de nauwe vaarwegsectie in combinatie met het verhoogde schroeftoerental is echter waarneembaar in de inzinking van het schip. Bij de passage van de bocht van Sluiskil neemt de inzinking ter hoogte van de boeg toe van initieel 0.11 m (10:20:55 UTC) naar 0.35 m (10:27:52 UTC, zie Figuur 62).

Vervolgens bereikt het schip de Autrichehaven, waarbij opnieuw een erg breed vaarwater aanwezig is. De grote kanaalsectie zal opnieuw aanleiding geven tot een versnelling van het schip. Om de snelheidstoename te beperken liet de loods het schroeftoerental opnieuw verminderen tot Dead Slow Ahead wanneer het achterschip zich ter hoogte van de oeververbreding van de Autrichehaven bevond (10:30:01 UTC, zie Figuur 63). Ondanks deze toerental vermindering bleef het schip versnellen. Wanneer even later een verhoging van het schroeftoerental noodzakelijk was in functie van het bochtmanoeuvre, werd de achterboot gevraagd om de vaarsnelheid op ca. 4.0 kn te brengen (zie Figuur 45). De vaarsnelheid was op dat ogenblik opgelopen tot 4.41 kn. Dit was de hoogste vaarsnelheid waargenomen tijdens de meetreis (zie Figuur 67).

Voor de vaart van Sluiskil tot en met de Bocht van Sas van Gent werd het toerental vrijwel continu op Slow gezet. De beperkte kanaalsectie impliceerde dat de vaarsnelheid niet snel opliep. Om 10:49:45 UTC bereikte de snelheid 4.27 kn, waarna het toerental verminderd werd tot Dead Slow Ahead. Dit had meteen een vertraging van het schip tot gevolg. De telegraafstand Dead Slow Ahead liet toe om het bochtmanoeuvre in de bocht van Sas van Gent uit te voeren met relatief beperkt gebruik van roer naar bakboord. Halverwege de bocht (10:56:20 UTC) werd het toerental opnieuw verhoogd naar Slow. Dit was in functie van het aankomende brug manoeuvre.

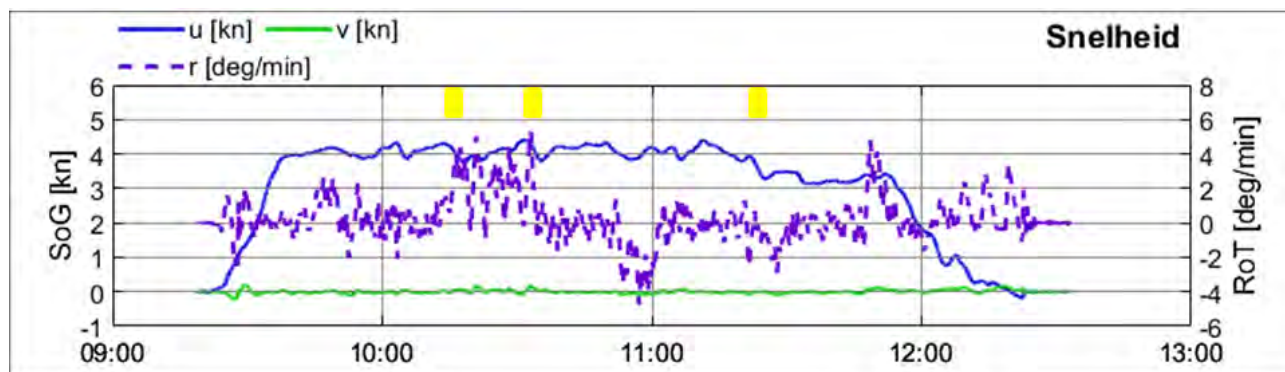
Wanneer voorbij de brug, het vaarprofiel opnieuw verruimde, liep de snelheid opnieuw op tot 4.31 kn (11:11:41 UTC), waarna het schroeftoerental opnieuw verminderd werd. Vanaf dat tijdstip, met uitzondering van de zes minuten voorafgaand aan de brugpassage te Zelzate, werd het toerental steeds ingesteld op Dead Slow Ahead.

Tijdens de meetvaart lag aan de kaai van het bedrijf Rütgers, het schip Jaeger Arrow afgemeerd. Om hinderlijke zuiging door de passage van de Piavia te beperken, werd voorafgaand aan de passage van deze kaai, de snelheid teruggebracht tot 3.26 kn (11:25:03 UTC). Deze snelheidsreductie werd gerealiseerd door het gebruik van de achterste sleepboot (zie Figuur 46). Vanaf dit tijdstip werd de snelheid steeds onder de 3.5 kn gehouden.

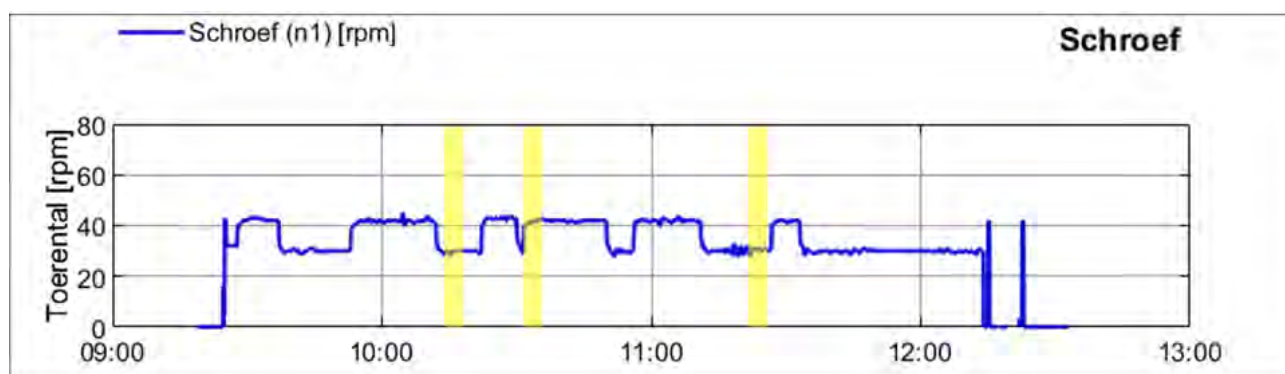
In tegenstelling tot eerdere meetreizen werd het toerental tijdens de doorvaart van brug Zelzate niet verhoogd. Integendeel, wanneer het schip zich één kwart in de brugopening bevond, werd het toerental verminderd tot Dead Slow Ahead. Deze toerentalreductie en de weerstand tijdens de brugpassage veroorzaakte een snelle snelheidsafbouw van het schip. De maximale vaarsnelheid tijdens de vaart door het straatje van Zelzate bedroeg hierdoor slechts 3.23 kn. Ook de vaarsnelheid boven de tunnel Zelzate ($s = [1850 \text{ m}:2050 \text{ m}]$) bedroeg maximaal 3.22 kn. De toepassing van een lage vaarsnelheid in het straatje van Zelzate was een bewuste keuze van de loods om de hinder op de tunnel Zelzate tot een minimum te beperken en was mede het gevolg van een eerdere snelheidsafbouw ter hoogte van het bedrijf Rütgers. Er kan aangenomen worden dat er een hogere vaarsnelheid gehanteerd zou worden boven de tunnel indien er geen schip afgemeerd lag te Rütgers.

In verband met het sleepbootgebruik is het verder opvallend, dat het gebruik van de achterste sleepboot in de drie gevallen aanleiding lijkt te geven tot een beperkte toename van de inzinking ter hoogte van het achterschip. Dit kan vanzelfsprekend fysisch verklaard worden door de troskracht die deels neerwaarts gericht is. De variatie in inzinking van het achterschip geeft bijgevolg een meer precies beeld van het tijdstip waarop de achterste sleepboot daadwerkelijk kracht op de lijn zette, zie Figuur 43

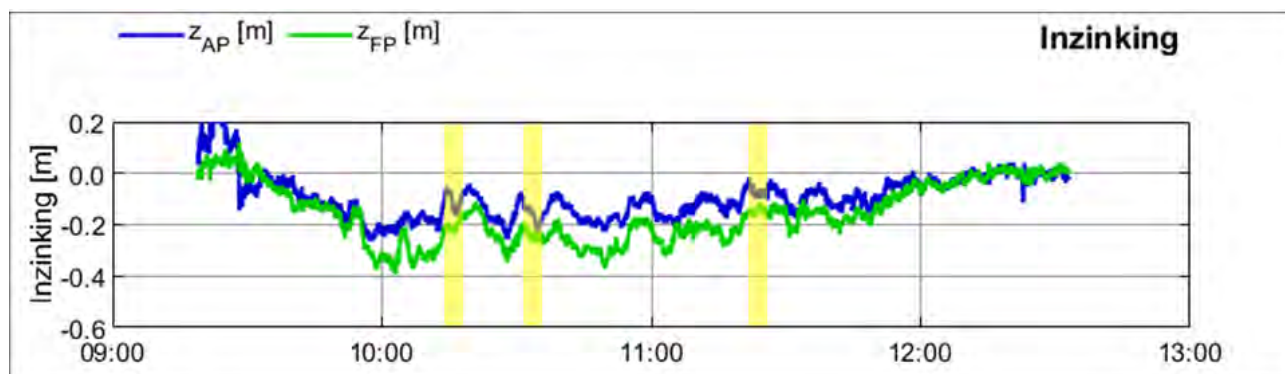
Er kan geconcludeerd worden dat de vaarsnelheid op het Kanaal Gent-Terneuzen in belangrijke mate bepaald wordt door de breedte en diepte van de vaarweg. Voor het respecteren van de gestelde snelheidslimiet (4.3 kn) is de occasionele inzet van de achterste sleepboot vereist. De kracht die geleverd dient te worden door de achterboot is echter erg beperkt. Bijkomend dient opgemerkt dat er een proactieve snelheidscontrole noodzakelijk is tijdens de kanaalvaart zodat er geen beperkingen zijn om het schroeftoerental te verhogen op de manoeuvreertechnisch meest uitdagende deeltrajecten (zoals de brug passages te Sluiskil, Sas van Gent en Zelzate; de bocht van Sluiskil en de passage Autrichehaven).



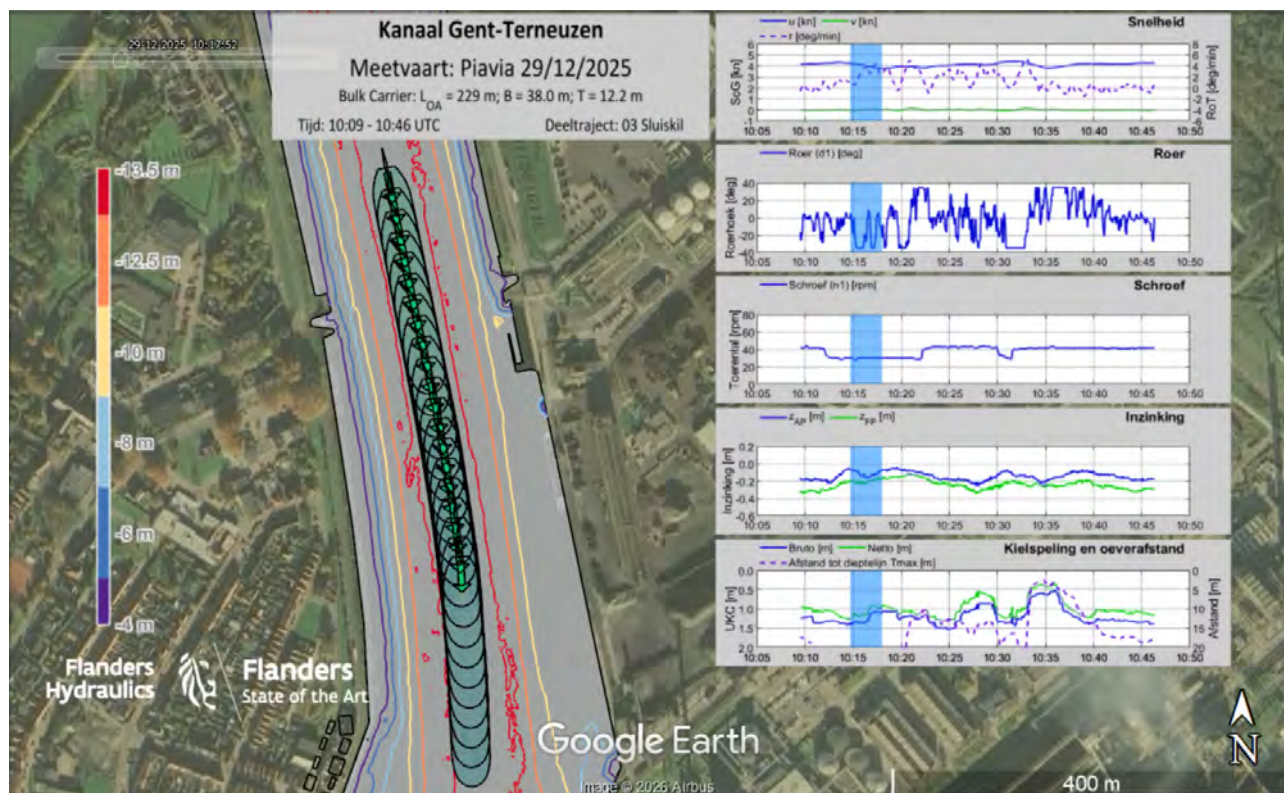
Figuur 45 – Evolutie van de langsscheepse en dwarsscheepse snelheid en de giersnelheid tijdens de meetreis met aanduiding van de tijdstippen waarop de achterste sleepboot ingezet werd



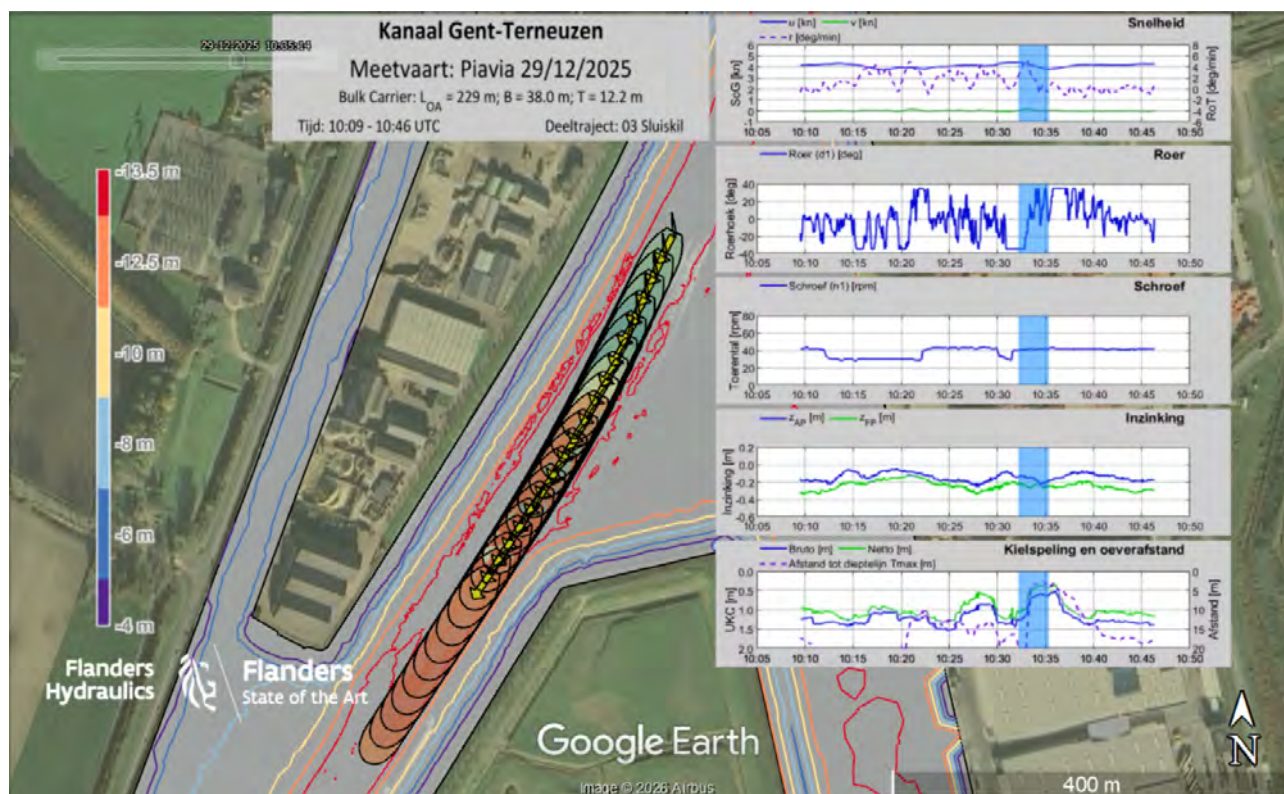
Figuur 46 – Evolutie van het schroeftoerental tijdens de meetreis met aanduiding van de tijdstippen waarop de achterste sleepboot ingezet werd



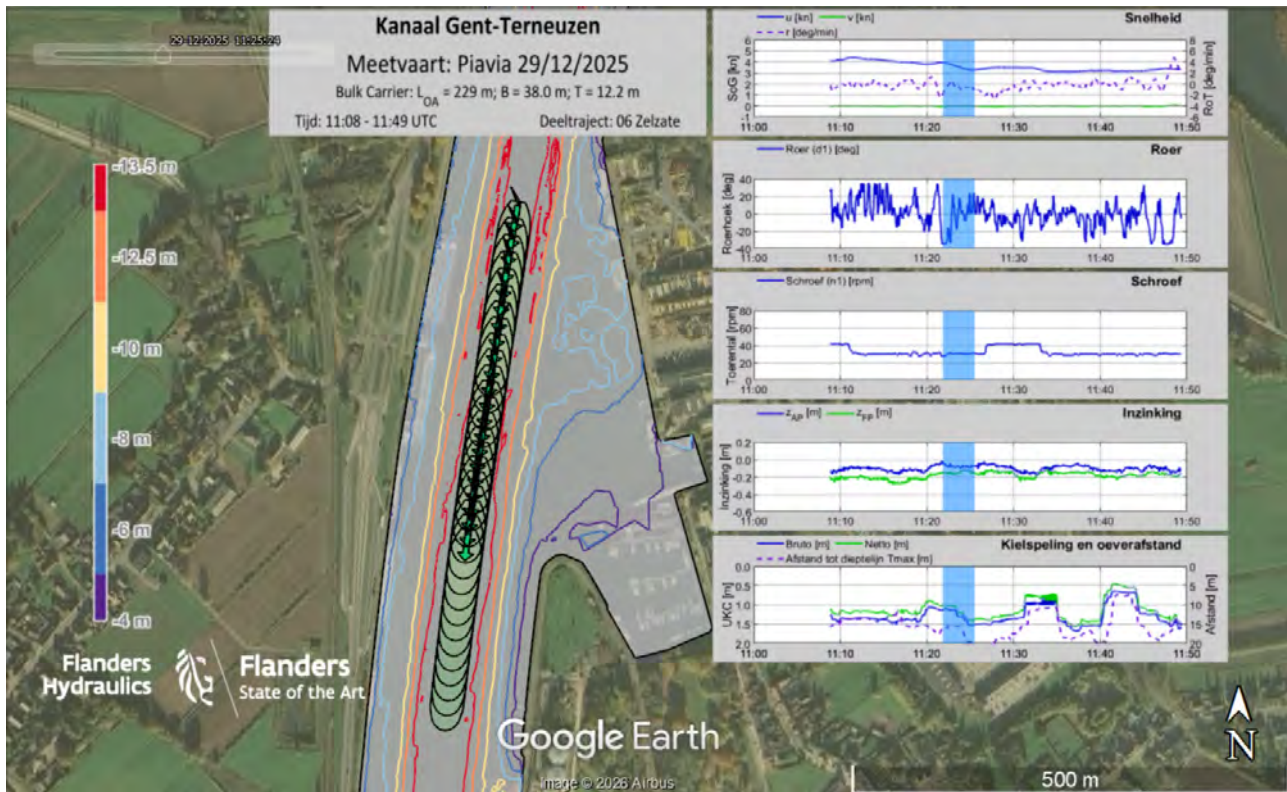
Figuur 47 – Evolutie van de inzinking tijdens de meetreis met aanduiding van de tijdstippen waarop de achterste sleepboot ingezet werd



Figuur 48 – Traject meetreis waarbij de achterste sleepboot gebruikt werd om de vaarsnelheid te beperken bij het naderen van Sluiskil



Figuur 49 – Traject meetreis waarbij de achterste sleepboot gebruikt werd om de vaarsnelheid te beperken bij passage Autrichehaven



Figuur 50 – Traject meetreis waarbij de achterste sleepboot gebruikt werd om de vaarsnelheid te beperken voor passage afgemeerd schip te Rütgers

6.3 Squat en inzinking

De inzinking van het schip langsheen het traject werd reeds meerdere malen gepresenteerd (zie Figuur 26 en Figuur 47). Er wordt nogmaals herhaald dat de weergegeven inzinking, de bijkomende verticale verplaatsing ten opzichte van het waterniveau betreft ten opzichte van de evenwichtsconditie aan de kaai te Arcelor-Mittal. Deze inzinking omvat bijgevolg het gecombineerde effect van de squat van het schip en de densiteitsvariatie over het kanaal.

De maximale inzinking die opgemeten werd tijdens de vaart van de Piavia betreft 0.39 m (10:03:04 UTC, zie Figuur 51). Deze waarde werd bereikt bij het naderen van de brug van Sluiskil waar de boeg zich in een nauwe vaarwegsectie bevond en de snelheid opgelopen was tot 4.33 kn. Opvallend is verder dat bij de brugpassage de inzinking van de boeg tijdelijk afneemt. De vernauwing van het vaarwater ter hoogte van de brugpijlers blijkt dus geen bijkomende inzinking van de boeg te veroorzaken.

Locaties waar de inzinking van de boeg meer dan 0.34 m bedroeg betroffen:

1. Passage brug Sluiskil (10:03:04 UTC): 0.39 m aan 4.33 kn (Figuur 51)
2. Bocht Sluiskil (10:27:52 UTC): 0.35 m aan 4.15 kn (Figuur 52)
3. Nadering Bocht Sas van Gent (10:49:41 UTC): 0.37 m aan 4.32 kn (Figuur 53)

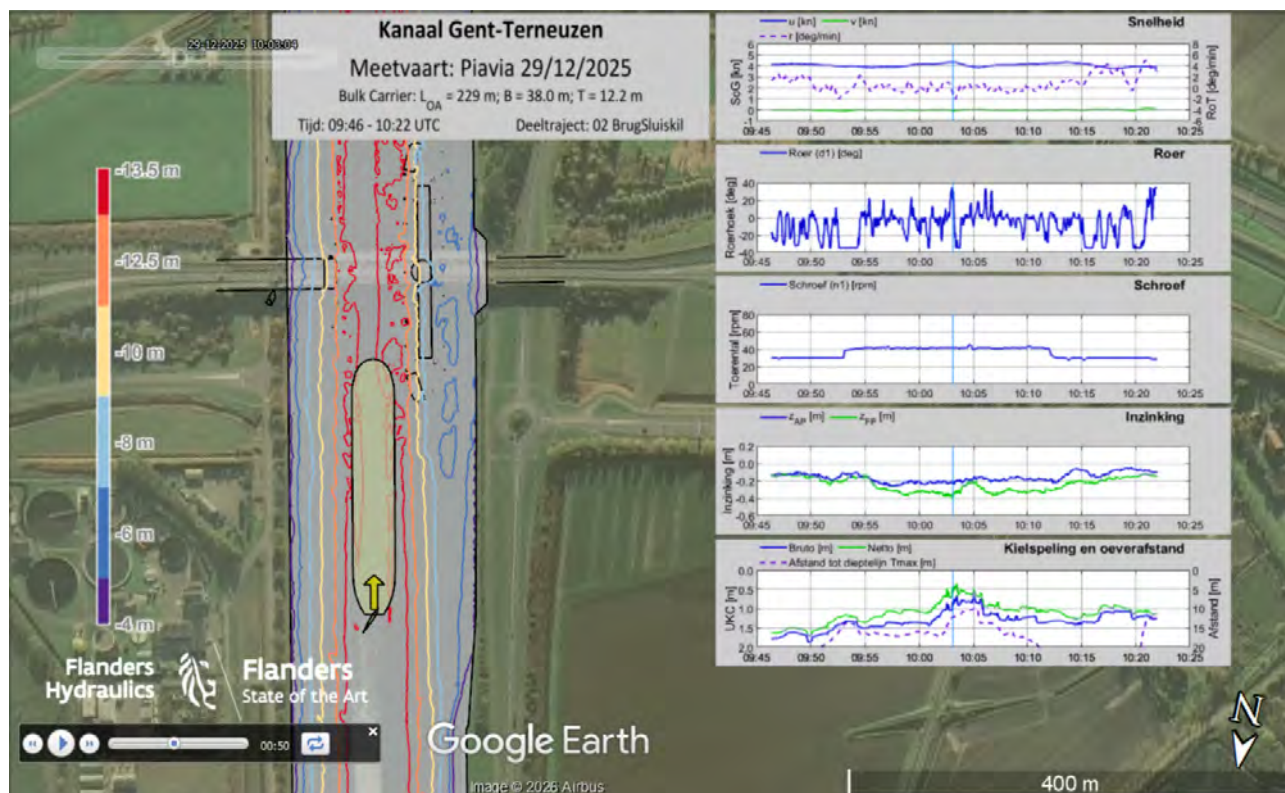
Uit deze voorbeelden blijkt dat het optreden van de grootste inzinkingen waargenomen tijdens deze meetvaart, steeds voorkomen bij een lokaal maximum in de vaarsnelheid (en toepassing van de telegraafstand Slow) ter hoogte van een nauwe vaarwegsectie.

Anderzijds dient opgemerkt te worden dat de opgemeten inzinking tijdens de meetvaart op de Piavia, lager was dan waargenomen tijdens een eerdere meetvaart, daterend van 14/03/2017, op het schip KMAX Vision (Tello Ruiz *et al.*, 2021).

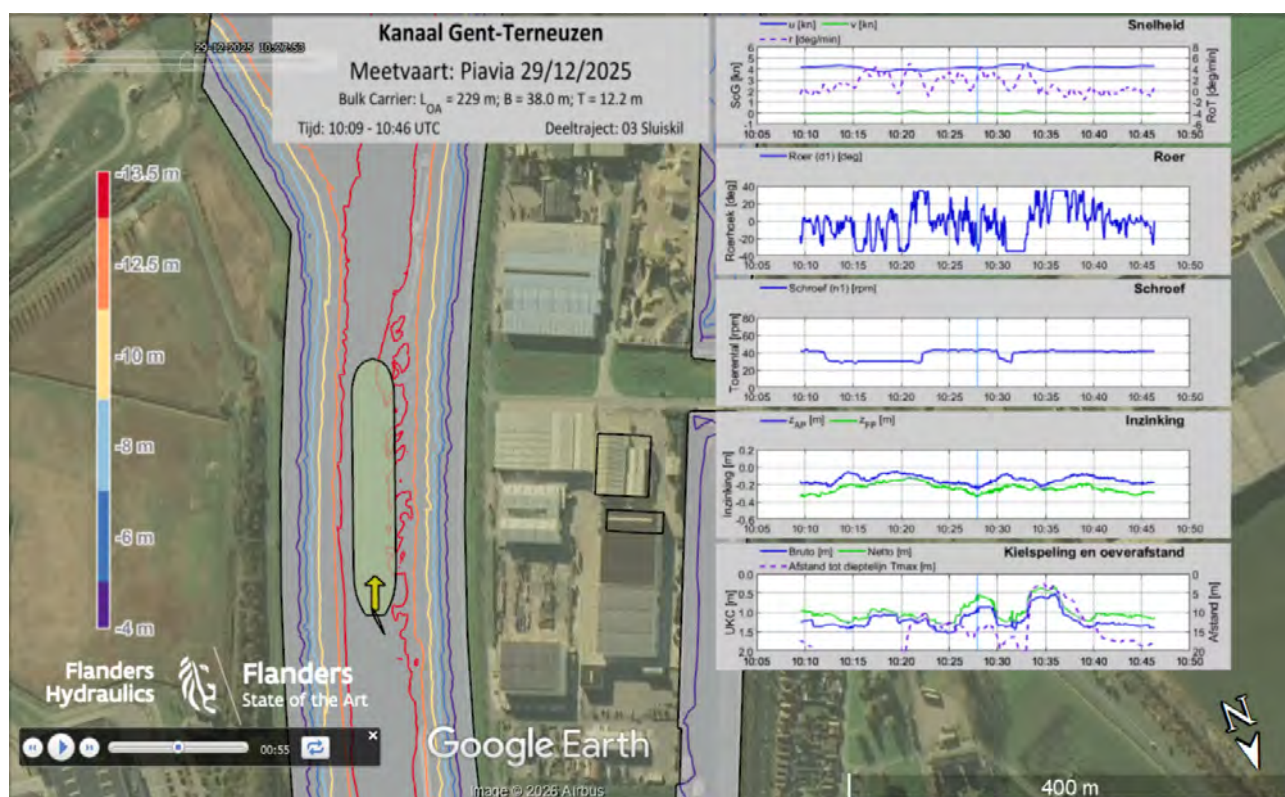
De KMAX Vision (229.5 m x 36.9 m x 12.5 m) was een gelijkaardig schip als de Piavia (229.2 m x 38.0 m x 12.2 m) met bovendien een erg gelijkaardige midscheepse oppervlakte ($B \cdot T$ respectievelijk 461 m² en 464 m²). Figuur 54 en Figuur 55 illustreren respectievelijk de inzinking en vaarsnelheid opgemeten op de KMAX Vision. Hieruit blijkt dat de inzinking ter hoogte van de boeg op een belangrijk aandeel van het kanaaltraject meer dan 0.4 m bedroeg en een maximum tot 0.5 m bereikte op dezelfde locaties waar de Piavia een inzinking groter dan 0.35 m bereikte. Bijkomend werd op de KMAX Vision ook een maximale inzinking waargenomen in het Straatje van Zelzate.

De hogere inzinkingen opgemeten op de KMAX Vision kunnen vrijwel geheel toegeschreven worden aan de hogere vaarsnelheid die tijdens deze kanaalvaart toegepast werd. Figuur 55 illustreert dat de vaarsnelheid op het kanaal, vrijwel continu hoger was dan 4.3 kn en occasioneel zelfs opliep tot 5.2 kn. Met name op het traject in het Straatje van Zelzate was de vaarsnelheid van de KMAX Vision (4.0 tot 5.0 kn) opvallend hoger dan voor de Piavia (≤ 3.23 kn).

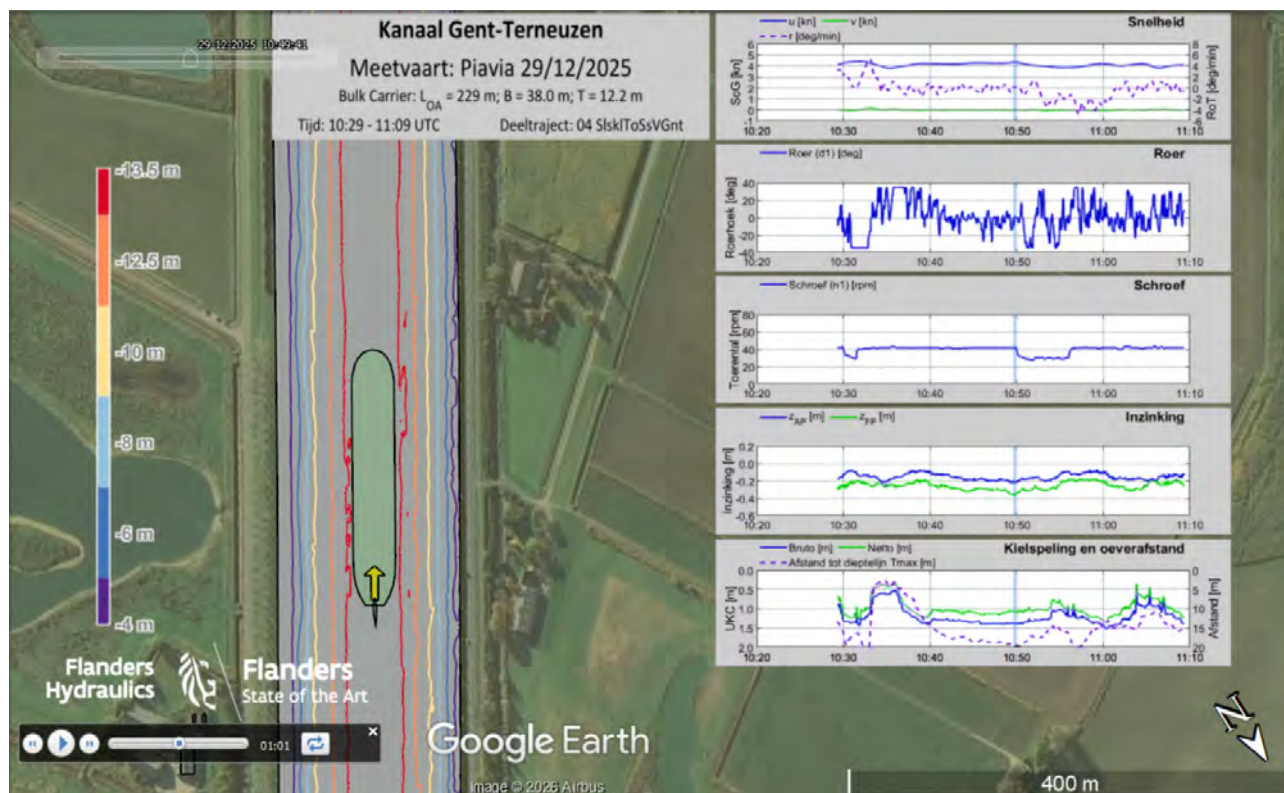
Een andere factor die de hogere inzinking van de KMAX Vision verklaart, is de grotere scheepsdiepgang en de bijhorende lagere verwachte kielspeling.



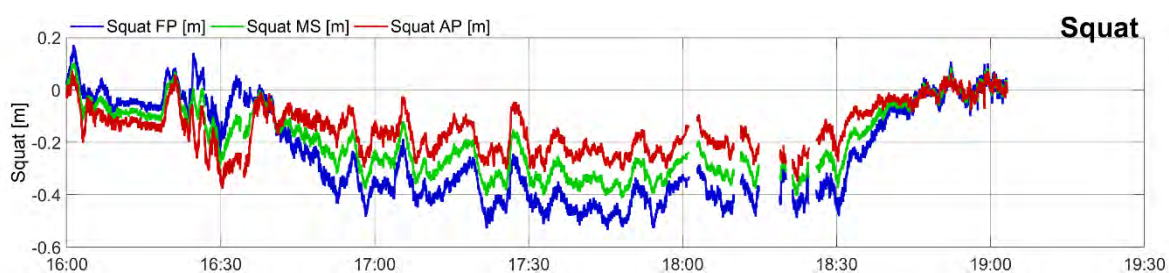
Figuur 51 – Tijdstip waarop de inzinking ter hoogte van de boeg de grootste waarde bereikte (0.39 m)



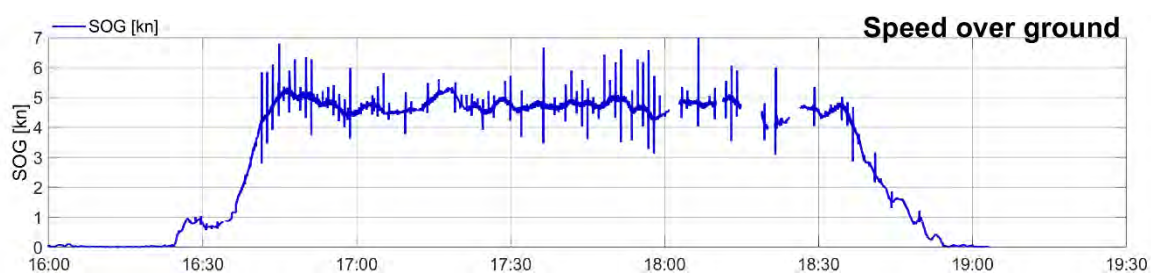
Figuur 52 – Maximale inzinking in de bocht van Sluiskil (0.35 m)



Figuur 53 – Maximale inzinking tijdens de nadering bocht van Sas van Gent (0.37 m)



Figuur 54 – Inzinking opgemeten op de KMAX-Vision (B=36.9 m) op 14/03/2017 (Tello Ruiz *et al.*, 2021)



Figuur 55 – Vaarsnelheid opgemeten op de KMAX-Vision (B=36.9 m) op 14/03/2017 (Tello Ruiz *et al.*, 2021)

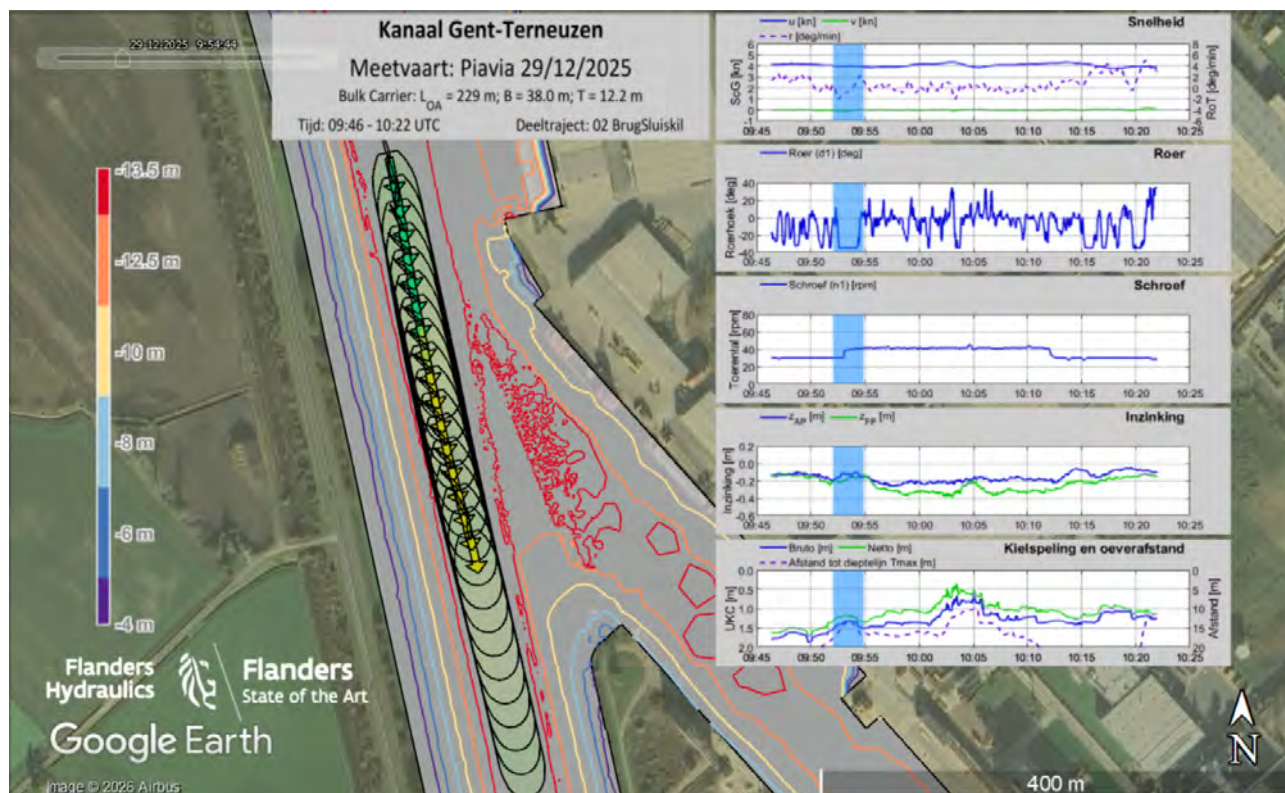
6.4 Oevereffecten

Het is bekend dat bij het optreden van asymmetrische oeversecties een belangrijk aandeel van het roergebruik ingezet dient te worden om de oevereffecten te compenseren. Deze oevereffecten zullen bij kleine kielspelingen ($< 20\%$ UKC) immers een belangrijk oeverafstotend giermoment veroorzaken (gecombineerd met een aantrekking van het achterschip). Bijgevolg zal het roer steeds naar de oever bewogen worden om het oevereffect te compenseren.

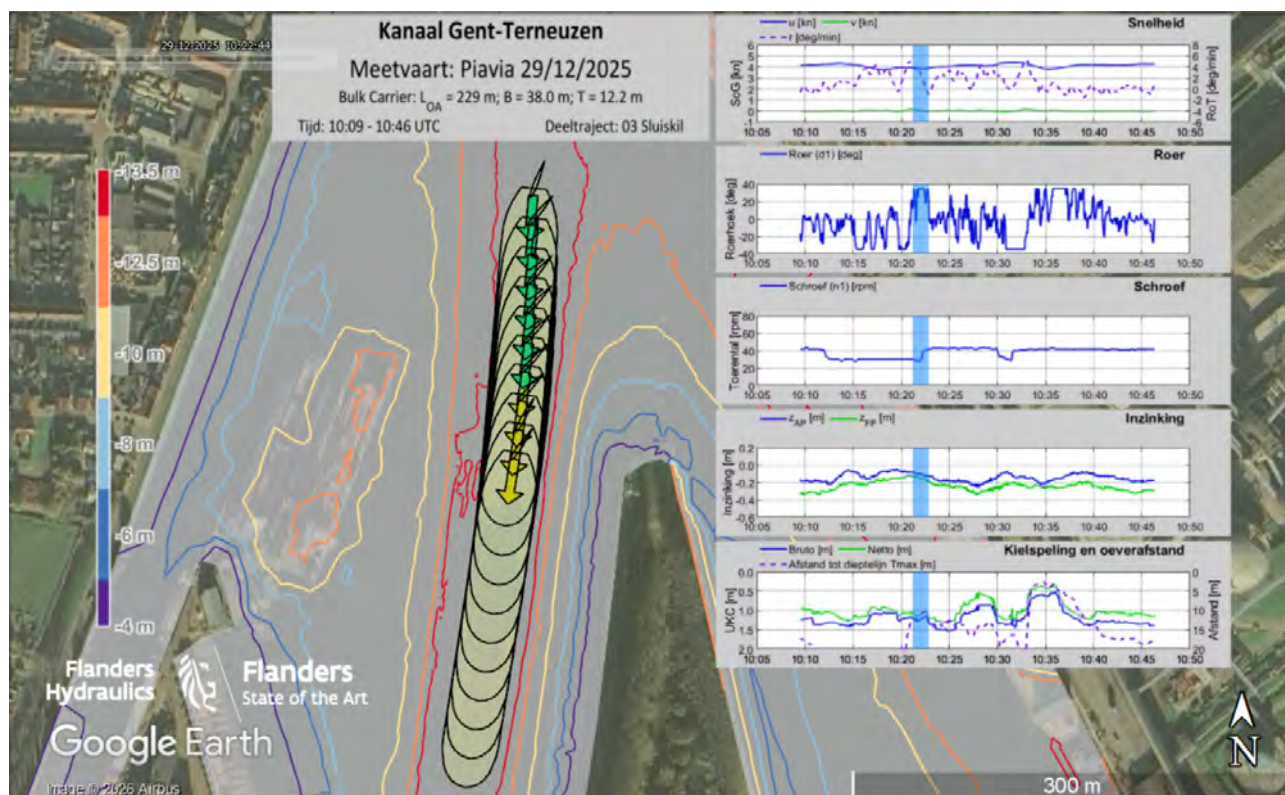
Belangrijke toepassing van het roer ter compensatie van oevereffecten werd waargenomen op onderstaande locaties:

1. Passage Zevenaarhaven (Figuur 56): De oever aan stuurboord veroorzaakt een gierbeweging naar bakboord ($-2.0^\circ/\text{min}$ om 09:52:34 UTC) die niet gecompenseerd kan worden door een maximale roerhoek naar stuurboord en de telegraafstand Dead Slow Ahead. Het toerental diende verhoogd te worden tot Slow om de oevereffecten te compenseren en de giersnelheid naar stuurboord ($2.4^\circ/\text{min}$ om 09:54:31 UTC) op te bouwen. De oeverafstanden en kielspeling ten gevolge van deze oevereffecten bleven ruim en er kan gesteld worden dat de oevereffecten aanvaardbaar gecompenseerd konden worden.
2. Begin bocht Sluiskil (Figuur 57): Wanneer de boeg de oever aan bakboord bereikt bij het begin van de bocht van Sluiskil ontstaat er een asymmetrische oeverconditie die een gierbeweging naar stuurboord veroorzaakt. Hoewel deze gierbeweging overeenstemt met de gewenste gierrichting in de bocht van Sluiskil was een maximale roerhoek over bakboord en een verhoging van het toerental tot Slow nodig het schip te stutten en de oevereffecten te compenseren. Ook in deze situatie kan gesteld worden dat de oevereffecten aanvaardbaar gecompenseerd konden worden.
3. Passage Autrichehaven (Figuur 58): De bocht van Sluiskil wordt uitgevoerd aan een gemiddelde giersnelheid van ca. $2^\circ/\text{min}$ (naar stuurboord). Bij het bereiken van de Autrichehaven ontstaat er een sterk asymmetrische oeversectie met de oever aan stuurboord. Deze induceerde een gierbeweging naar bakboord waardoor de giersnelheid terugviel tot $0^\circ/\text{min}$. Om vervolgens de giersnelheid naar stuurboord opnieuw op te bouwen was een maximale roerhoek naar stuurboord en een verhoging van het schroeftoerental tot Slow vereist. De vertraagde gierbeweging ten gevolge van de oevereffecten aan de Autrichehaven resulteerde bij het opnieuw invaren van de smalle kanaalsectie opwaarts de Autrichehaven in kleine afstanden tot de oever en kleine kielspelingen (zie verder).
4. Opwaarts Autrichehaven (Figuur 59) mede door de excentrische vaarpositie bij het uitkomen van de Autrichehaven en vervolgens door het verwijden van de stuurboordoever, werden ook in het traject opwaarts de Autrichehaven belangrijke oevereffecten waargenomen die een belangrijk roergebruik naar bakboord vereisten (zie verder).
5. Opwaarts Sas van Gent (Figuur 60): Wanneer het schroeftoerental verlaagd wordt tot Dead Slow Ahead, zijn er opeenvolgende toepassingen van maximum roer naar bakboord nodig om de oevereffecten te compenseren.
6. Belgisch-Nederlandse grens (Figuur 61): Tijdens de passage van de grens diende de gierbeweging naar bakboord in de bocht Zelzate gestut te worden door toepassing van een maximale roerhoek naar stuurboord. Opnieuw ging dit gepaard met een telegraafstand Dead Slow Ahead.

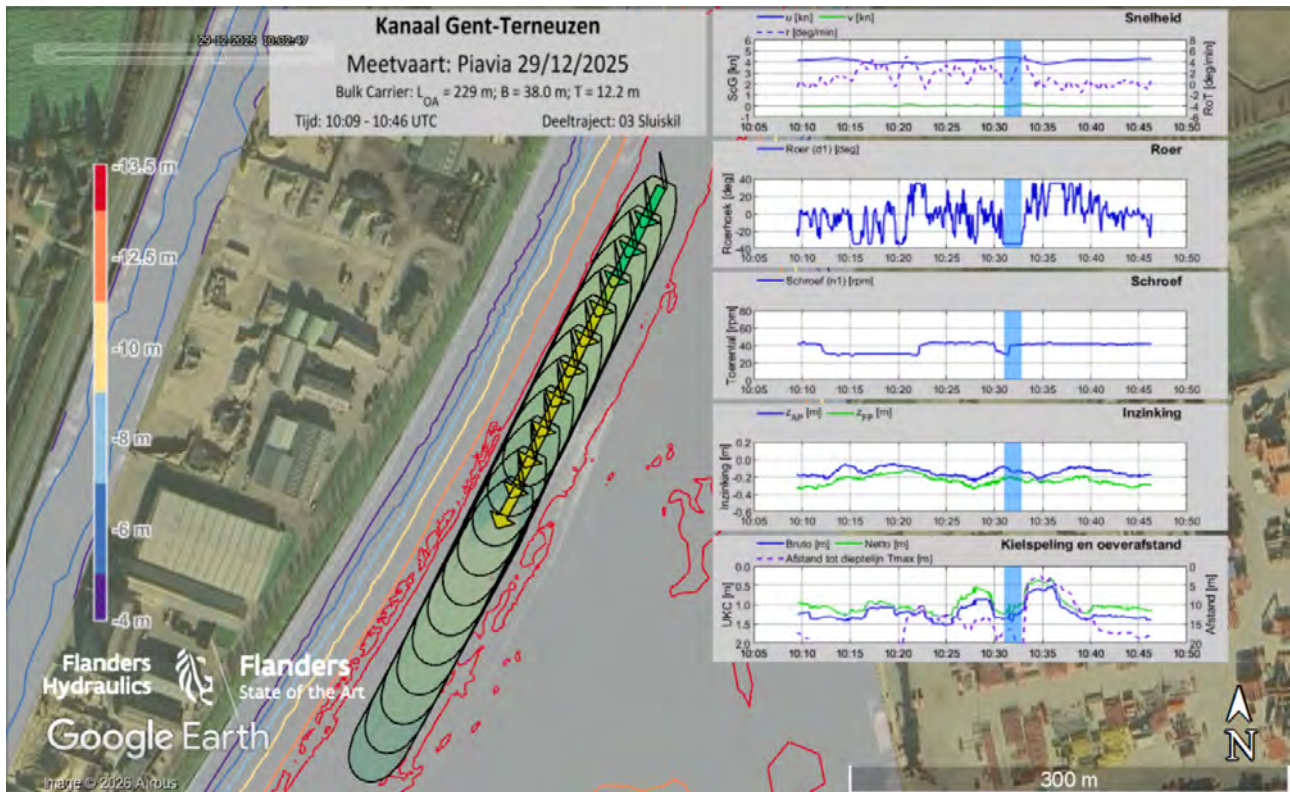
Er kan gesteld worden dat de impact van oevereffecten op het roergebruik duidelijk waarneembaar is tijdens de meetreis. Deze effecten zijn bekend bij de loodsen en de wielmannen en konden adequaat gecompenseerd worden. Er kan gesteld worden dat deze oevereffecten deel uitmaken van een normale kanaalvaart met een maatgevend schip. Uitzondering hierop betrof de passage van de Autrichehaven waar de oevereffecten aanleiding gaven tot een kleine oeverafstand bij het uitkomen van de bocht. Deze case dient verder onderzocht te worden om een aangepaste vaarstrategie te definiëren en ter kennis te geven aan de kanaalloodsen die bevoegd zijn voor het behandelen van maatgevende scheepvaart op het Kanaal Gent-Terneuzen.



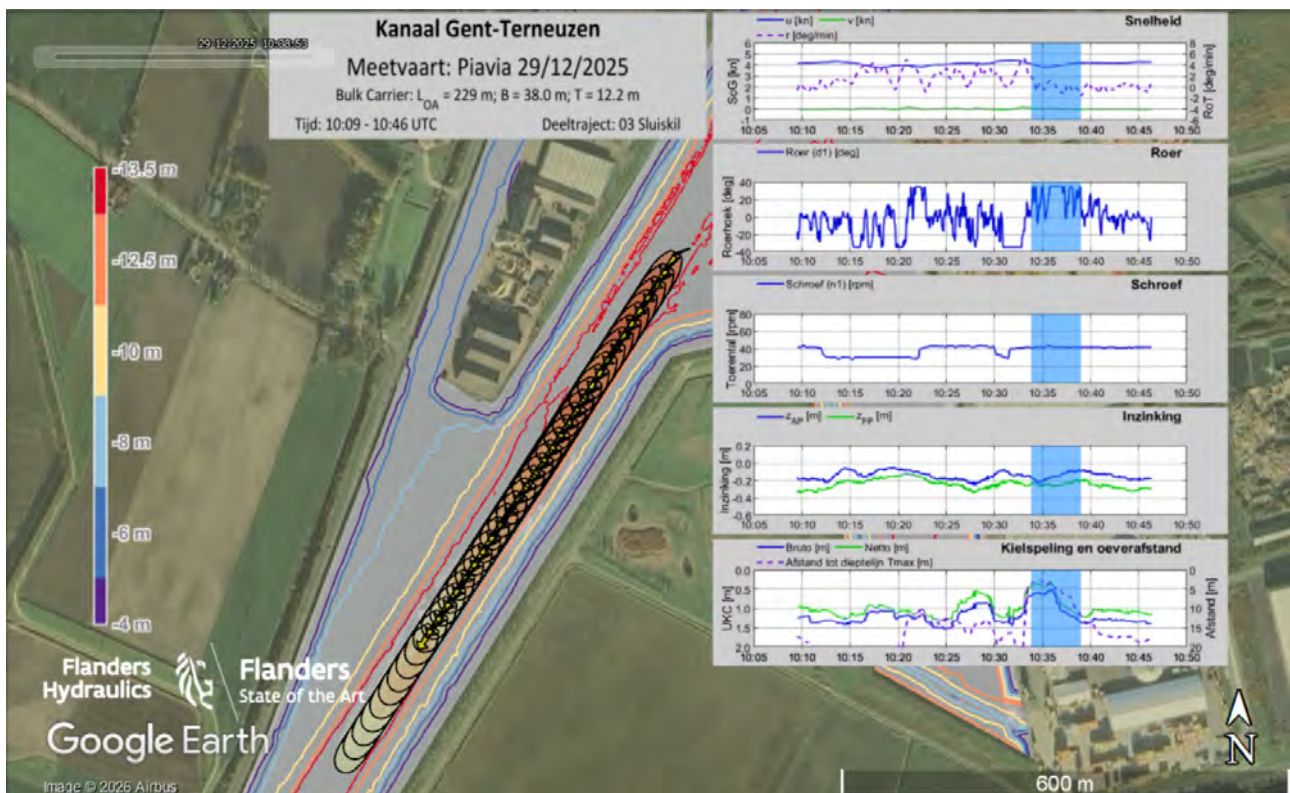
Figuur 56 – Belangrijk roergebruik en verhoging schroeftoerental bij passage Zevenaarhaven



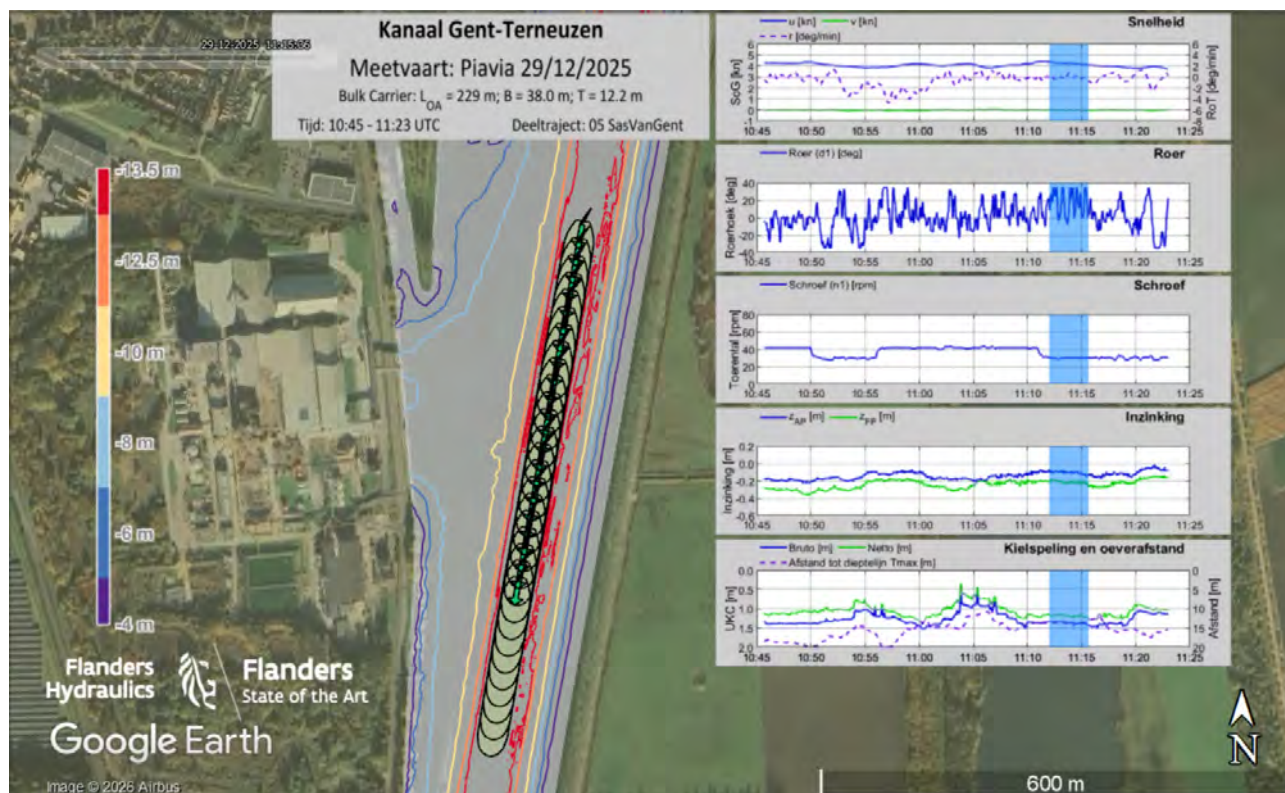
Figuur 57 – Belangrijk roergebruik en verhoging schroeftoerental bij begin bocht Sluiskil



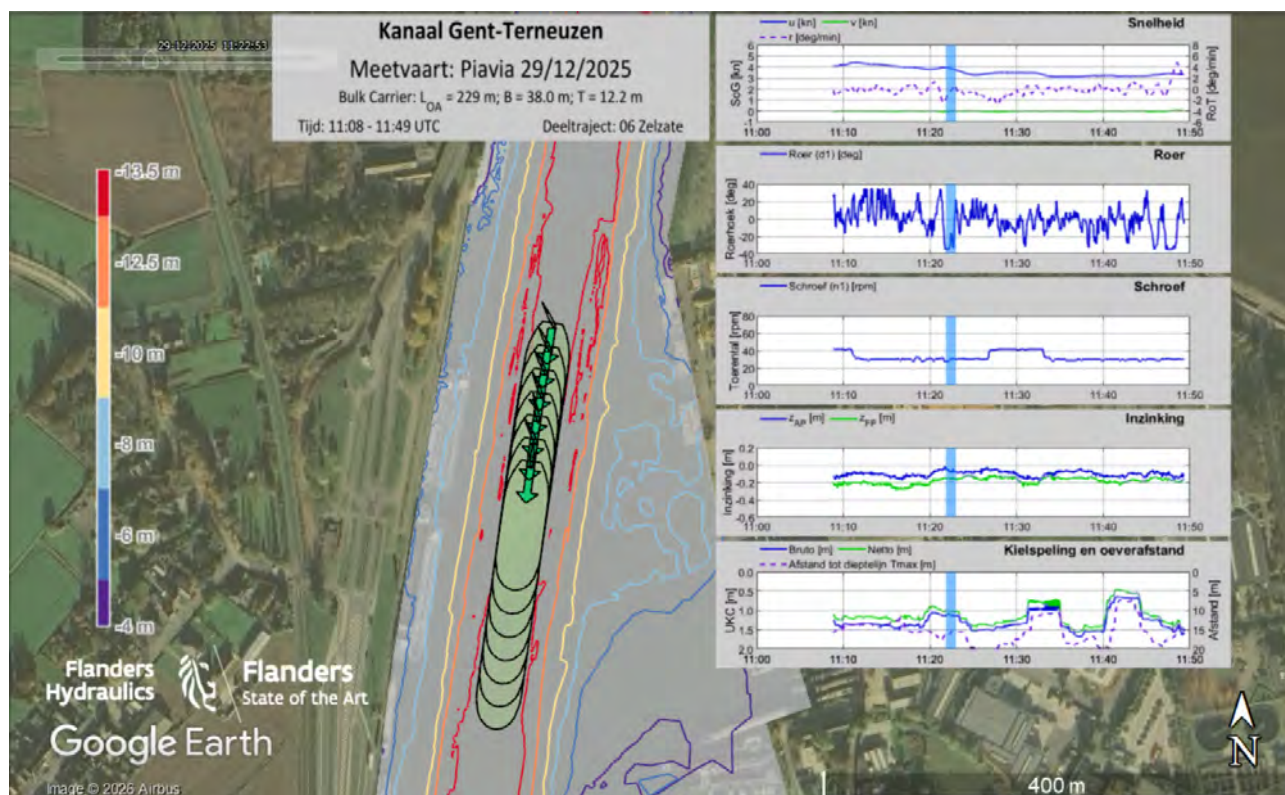
Figuur 58 – Belangrijk roergebruik en verhoging schroeftoerental bij passage Autrichehaven



Figuur 59 – Belangrijk roergebruik tijdens het kanaaltraject opwaarts Autrichehaven



Figuur 60 – Belangrijk roergebruik tijdens kanaaltraject opwaarts Sas van Gent



Figuur 61 – Belangrijk roergebruik tijdens kanaaltraject ter hoogte van de grens

6.5 Kielspeling en oeverafstand

De meetreis werd geanalyseerd op kielspelingen en oeverafstanden ten opzichte van de dekcontour van het schip. Voor deze analyse werd uitgegaan van de bathymetrie ten opzichte van het nominale waterpeil (4.45 m TAW of 2.10 m NAP). Op basis van Figuur 20 blijkt echter dat tijdens de meetreis de waterstand tot 0.06 m lager was dan het nominale kanaalpeil. Deze verlaging werd niet in rekening gebracht in de analyse van de kielspeling of de oeverafstand.

Bovendien werd de berekening van de oeverafstand uitgevoerd voor een diepte (-7.75 m TAW) overeenkomstig de diepgang van het schip (12.20 m) zonder rekening te houden met de inzinking van het schip. Voor de berekening van de kielspeling onder de dekcontour, werd wel al dan niet rekening gehouden met de inzinking van het schip tijdens de meetvaart.

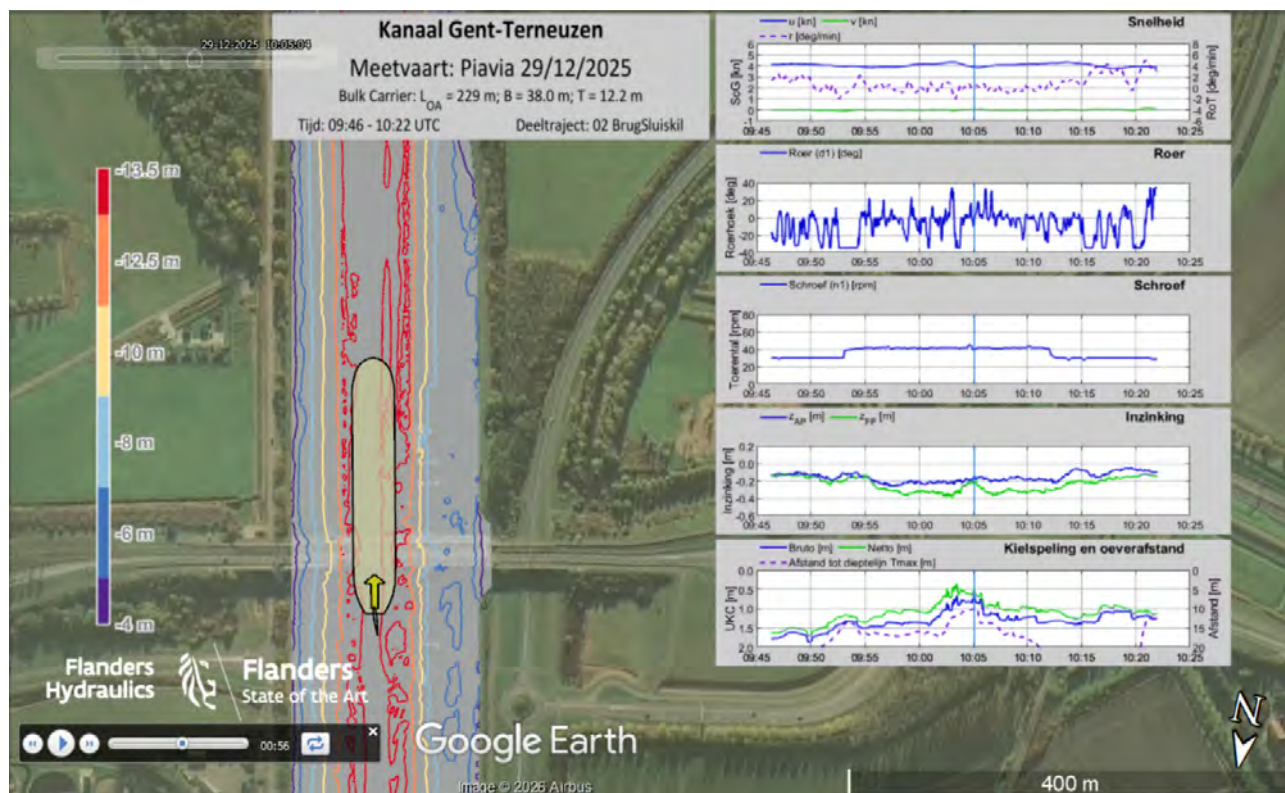
De evolutie van de kielspeling en de oeverafstand tijdens de meetvaart werd eerder weergegeven in respectievelijk Figuur 29 en Figuur 30 (de afwijkende waarden voor het traject in de sluis en aan de kaai zijn niet relevant). Hieronder worden de condities voorgesteld waarvoor de bruto kielspeling (dus zonder rekening te houden met de inzinking van het schip) kleiner werd dan 1.0 m (de ontwerpconditie voor het kanaal).

1. Passage brug Sluiskil: Tijdens de passage van de brug van Sluiskil werd een bruto kielspeling waargenomen gelijk aan 0.65 m (10:05:04 UTC, zie Figuur 62). De brugnadering stemt ook overeen met de belangrijkste inzinking tijdens de meetreis, waardoor de netto kielspeling tijdens de brugpassage slechts 0.34 m bedroeg (10:03:29 UTC). Anderzijds blijken de oeverafstanden tijdens de brugpassage relatief ruim (>10 m). Dit is vanzelfsprekend aan de erg centrale positie van het schip te danken, eigen aan de brugpassage. De belangrijkste reden voor de kleine kielspeling bij de brugpassage is de sedimentatie van de oeverten in de onmiddellijke omgeving van de brug.
2. Bocht Sluiskil: In de bocht van Sluiskil trad een minimale kielspeling op, op een gelijkaardige positie als waarvoor eerder een maximale inzinking geregistreerd werd (zie Figuur 66). De bruto kielspeling nam op deze locatie af tot 0.86 m (10:28:50 UTC) terwijl de minimale netto kielspeling in deze zone 0.53 m (10:27:56) bedroeg. Opnieuw is de oeverafstand in deze zone ruim en is de kielspeling voornamelijk veroorzaakt door sedimentatie van het bodemprofiel.
3. Opwaarts Autrichehaven: In §6.4 werd reeds opgemerkt dat de oevereffecten ter hoogte van de Autrichehaven aanleiding gaven tot een ongunstig vaartraject opwaarts de Autrichehaven. Dit blijkt ook uit de analyse van de kielspeling en de oeverafstand zoals geïllustreerd in Figuur 74, Figuur 75 en Figuur 76. Door de vertraagde gierbeweging bij de passage van de Autrichehaven kwam het schip opwaarts de Autrichehaven op korte afstand van de rechter kanaaloever (bakboord) terecht. Hierbij werden een bruto kielspeling tot 0.51 m (10:35:57 UTC) en een netto kielspeling tot 0.32 m (10:35:58 UTC) waargenomen. De excentrische positie van het schip in de vaarweg wordt echter beter geïllustreerd door de oeverafstand tot de dieptelijn -7.75 m TAW, welke tot tweemaal toe een minimum vertoonde (2.6 m om 10:34:49 UTC en 3.0 m om 10:35:49 UTC). Wanneer rekening gehouden zou worden met een inzinking van 0.21 m en een waterstandsverlaging gelijk aan 0.06 m, dan zou de kiel zich in werkelijkheid 0.27 m lager bevinden dan aangenomen in de berekening van de oeverafstand. Rekening houdend met een oeverhelling gelijk aan 1/3 zouden hierdoor de oeverafstanden nog met ca. 1 m verminderen. Er kan gesteld worden dat de kleine afstanden van het schip tot de oever zoals waargenomen opwaarts de Autrichehaven ongewenst zijn en vermeden dienen te worden door middel van een aangepaste vaarstrategie bij de passage van de Autrichehaven.

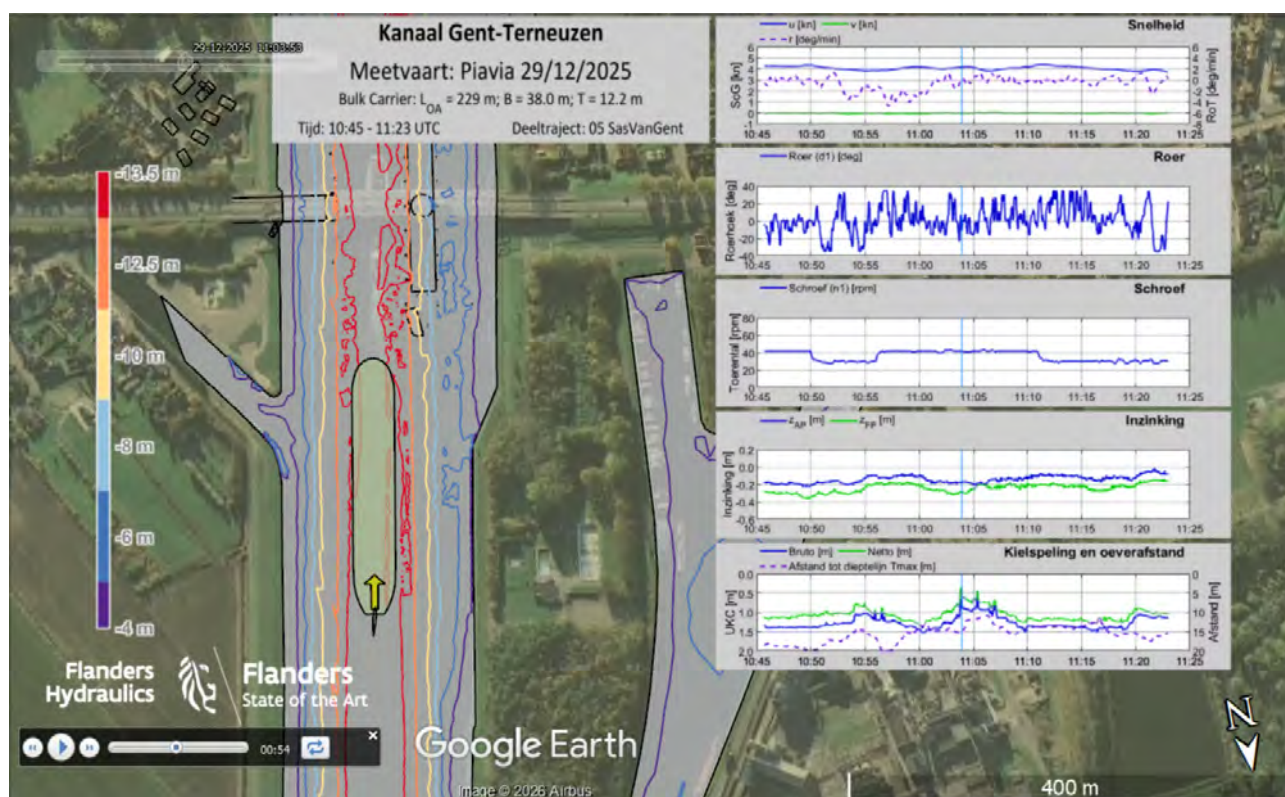
4. Brugpassage Sas van Gent: Ook tijdens de brugpassage te Sas van Gent worden gelijkaardige kielspelingen en oeverafstanden bekomen als voor de brugpassage te Sluiskil. De bruto kielspeling tijdens de brugpassage bedroeg 0.63 m (11:05:24 UTC) en de netto kielspeling bedroeg tot 0.35 m (11:03:52 UTC, zie Figuur 63). Opnieuw zijn de oeverafstanden ruim.
5. Brugpassage Zelzate: Gelijkaardig aan eerdere brugpassages met bruto kielspeling 0.80 m (11:34:38 UTC, zie Figuur 64) en netto kielspeling 0.69 m (11:34:38 UTC).
6. Passage Tunnel Zelzate: Voor de passage van de Tunnel Zelzate worden bruto kielspelingen tot 0.63 m opgemeten (11:41:31 UTC) en netto kielspelingen tot 0.44 m (11:41:32 UTC, zie Figuur 65). Voor de passage van de Tunnel Zelzate zijn, ondanks de centrale positie van het schip, de oeverafstanden (7.2 m om 11:43:24) wel merkbaar kleiner dan voor de brugpassages.

De passage van de tunnel van Zelzate en de passages van de draaibruggen op het kanaal gaan gepaard met een gehinderd baggeronderhoud waardoor de sectie lokaal niet voldoet aan de ontwerpsectie. Om deze reden worden op deze locaties lokaal kleine kielspelingen (tot 0.34 m netto kielspeling) waargenomen. Eenzelfde oorzaak is aanwezig voor de kleine kielspelingen in de bocht van Sluiskil.

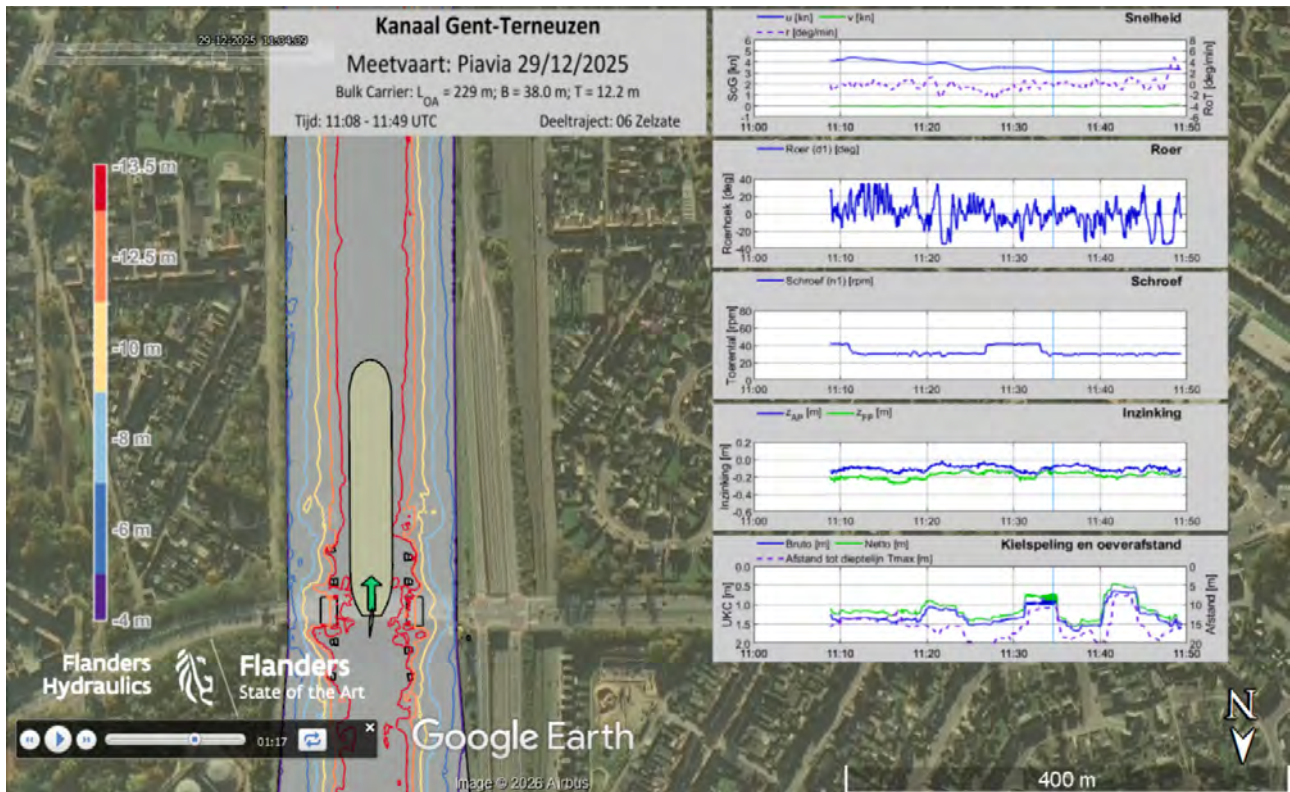
Anderzijds zijn de kleine kielspelingen en dito oeverafstanden bij het uitkomen van de Autrichehaven een rechtstreeks gevolg van de oevereffecten tijdens de passage van de Autrichehaven en de bijhorende vertraagde gierbeweging van het schip.



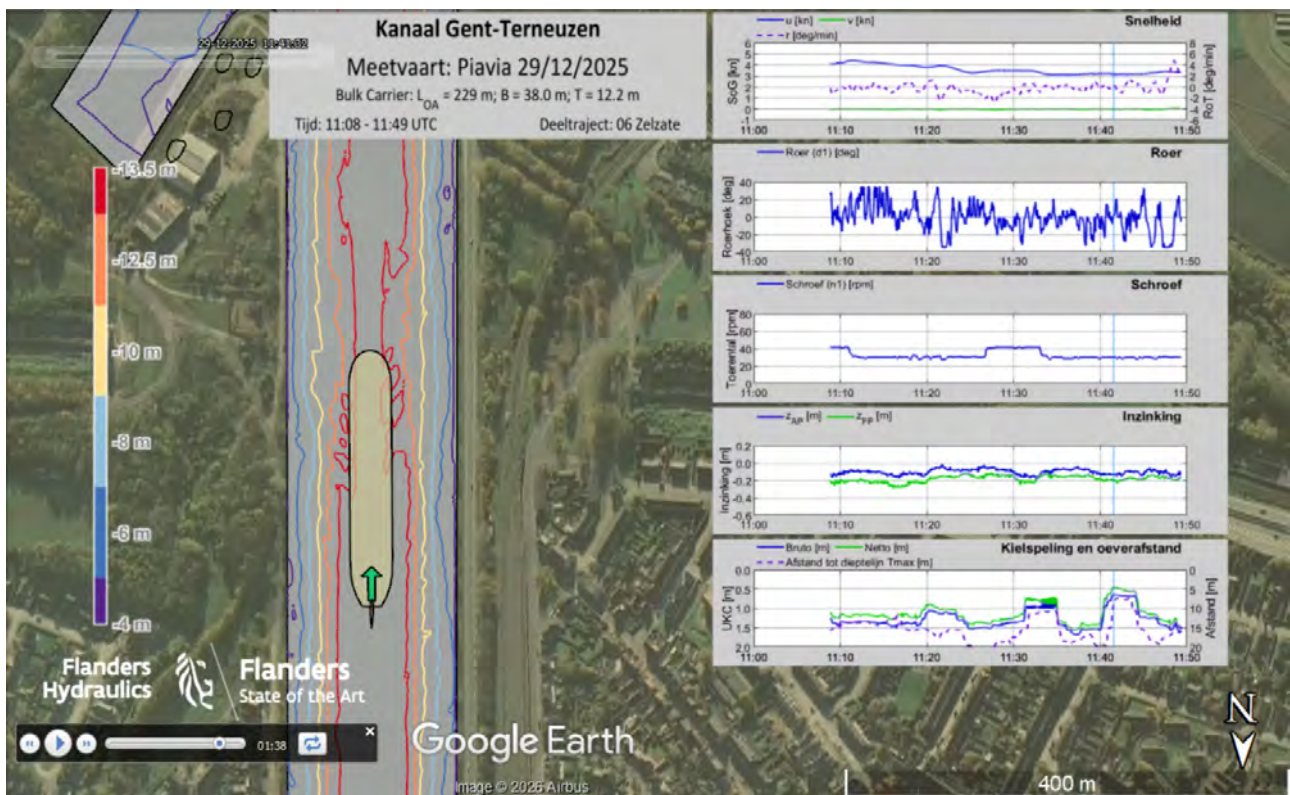
Figuur 62 – Kleinste kielspeling (bruto) bij passage Brug Sluiskil



Figuur 63 – Kleinste kielspeling (netto) bij passage Brug Sas van Gent



Figuur 64 – Kleinste kielspeling (bruto en netto) bij passage Brug Zelzate



Figuur 65 – Kleinste kielspeling (bruto en netto) bij passage Tunnel Zelzate

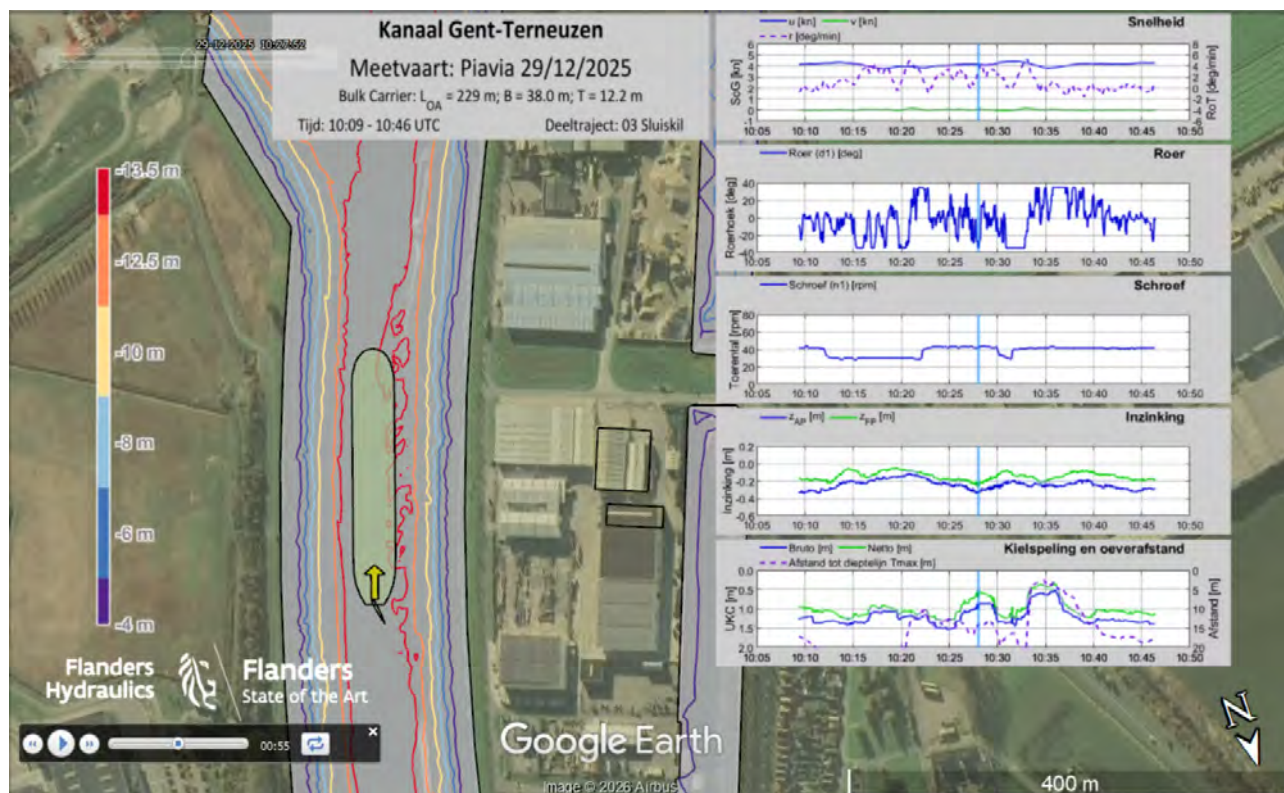
6.6 Passage Autrichehaven

Uit voorgaande secties blijkt duidelijk dat het meest uitdagende deeltraject van het Kanaal Gent-Terneuzen de passage van de Autrichehaven betreft. Hierom worden in Figuren 66 tot 76 de verschillende condities en maatregelen weergegeven die deel uitmaken van dit manoeuvre. Deze figuren werden reeds besproken en gerefereerd in eerdere paragrafen.

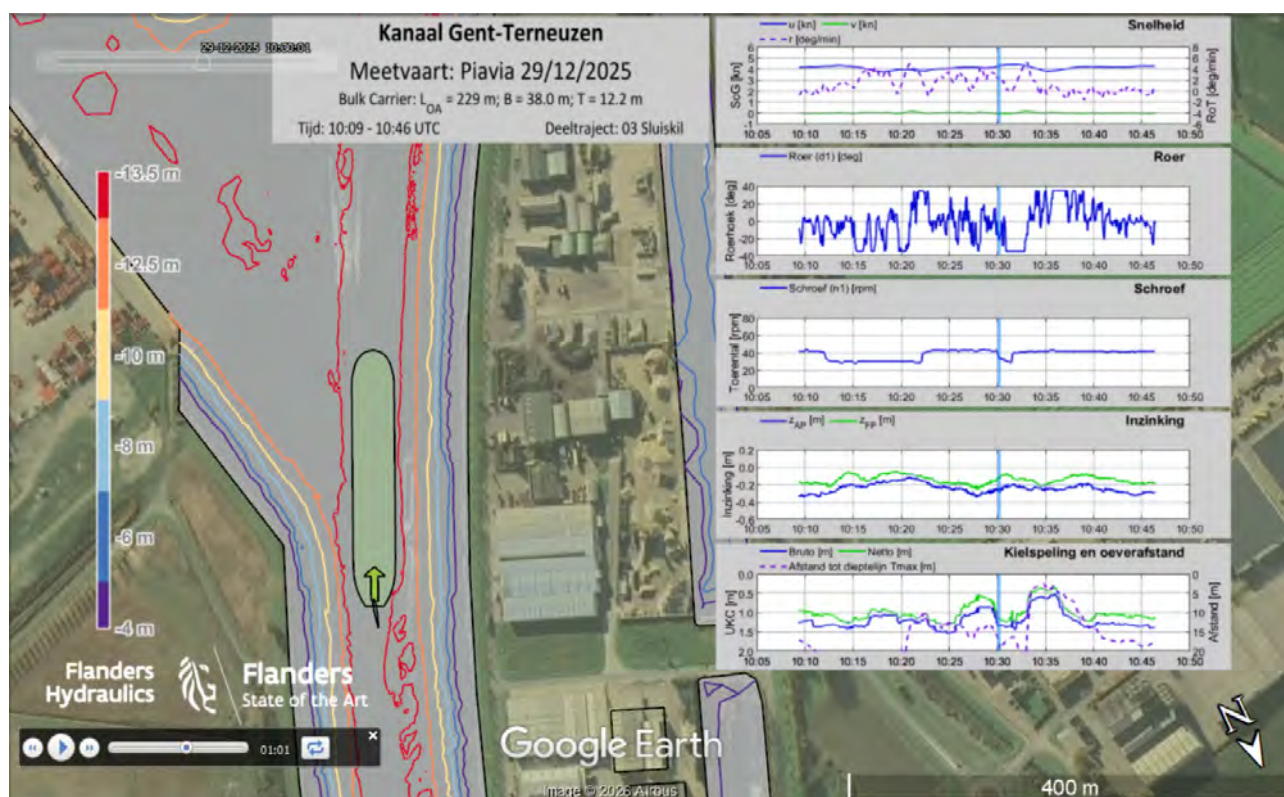
Samenvattend kan gesteld worden dat het kortstondig (90 s) verminderen van het schroeftoerental bij het bereiken van de Autrichehaven aanleiding gaf tot onvoldoende stuurvermogen om de oevereffecten tijdens de passage van de Autrichehaven bij een vaarsnelheid gelijk aan 4.3 kn afdoende te compenseren. Anderzijds geeft het ruime vaarwater ter hoogte van de Autrichehaven aanleiding tot een versnelling van het schip waardoor op deze locatie de hoogste vaarsnelheid uit de meetreis waargenomen werd.

Het verdient aanbeveling om de controle van de snelheid in de bocht van Sluiskil en tijdens de passage van de Autrichehaven te realiseren door het gebruik van de achterste sleepboot, eerder dan door het schroeftoerental te verminderen. Voor de uitvoering van het bochtmanoeuvre te Sluiskil dient het schroeftoerental op Slow Ahead behouden te worden en dient de evolutie van de gierbeweging goed opgevolgd te worden door de loods, zodat die een constante waarde naar stuurboord behoudt.

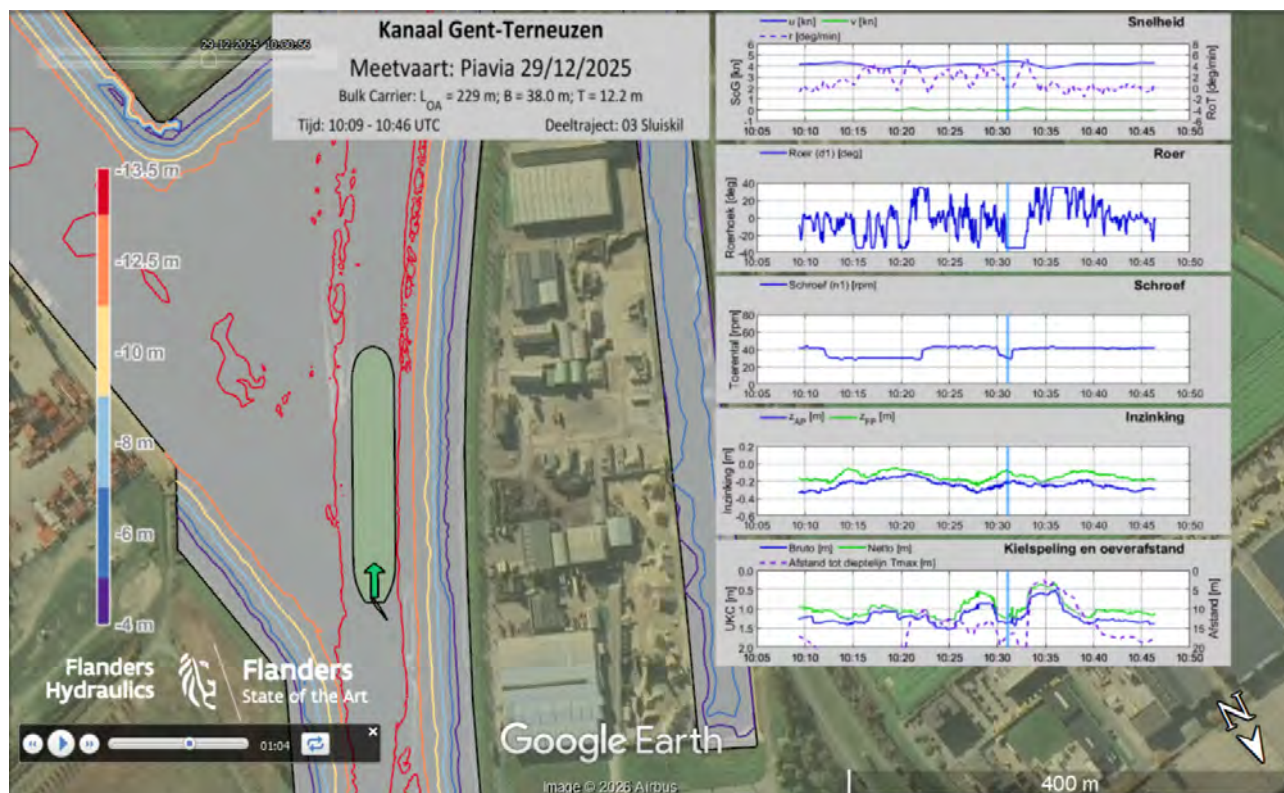
In overeenstemming met de loodsenkorpsen dient de te hanteren vaarstrategie voor het passeren van de Autrichehaven bepaald te worden en gecommuniceerd te worden onder de bevoegde kanaalloodsen.



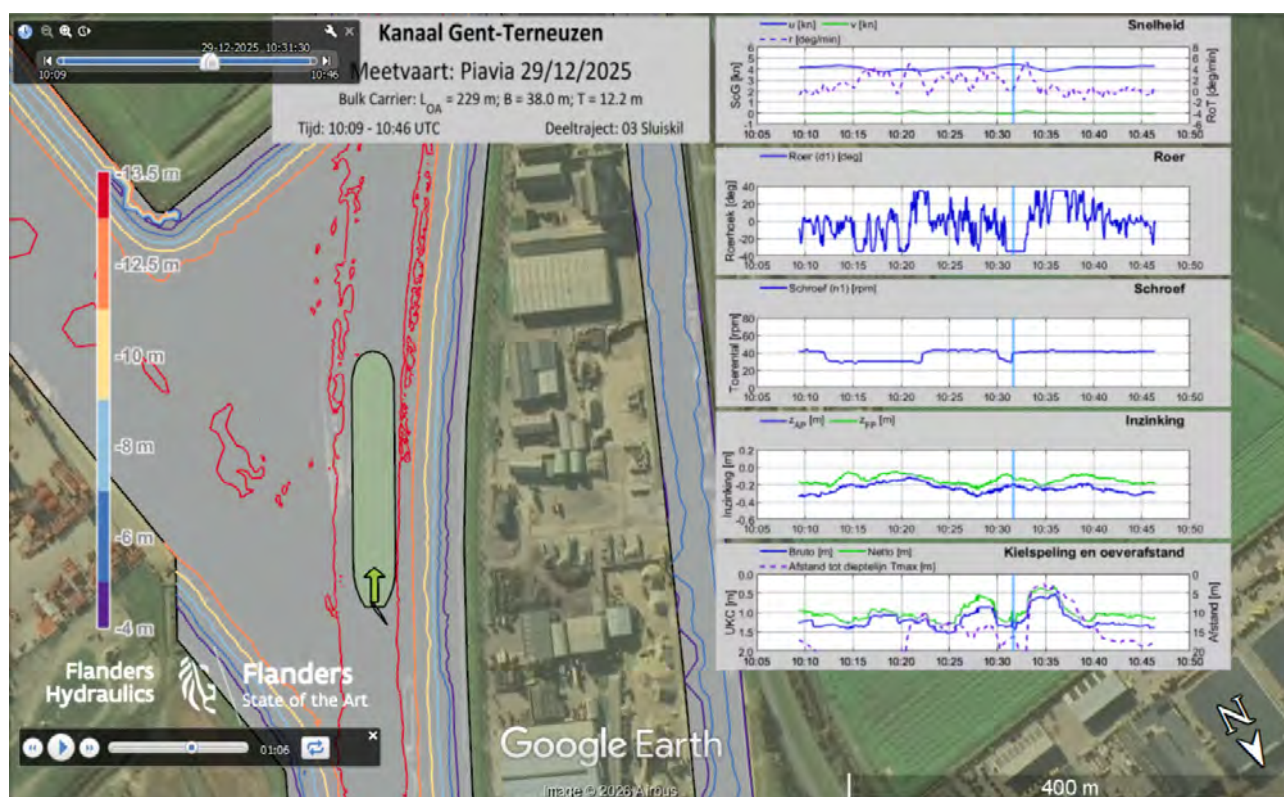
Figuur 66 – Maximale inzinking (0.35 m) in de bocht van Sluiskil



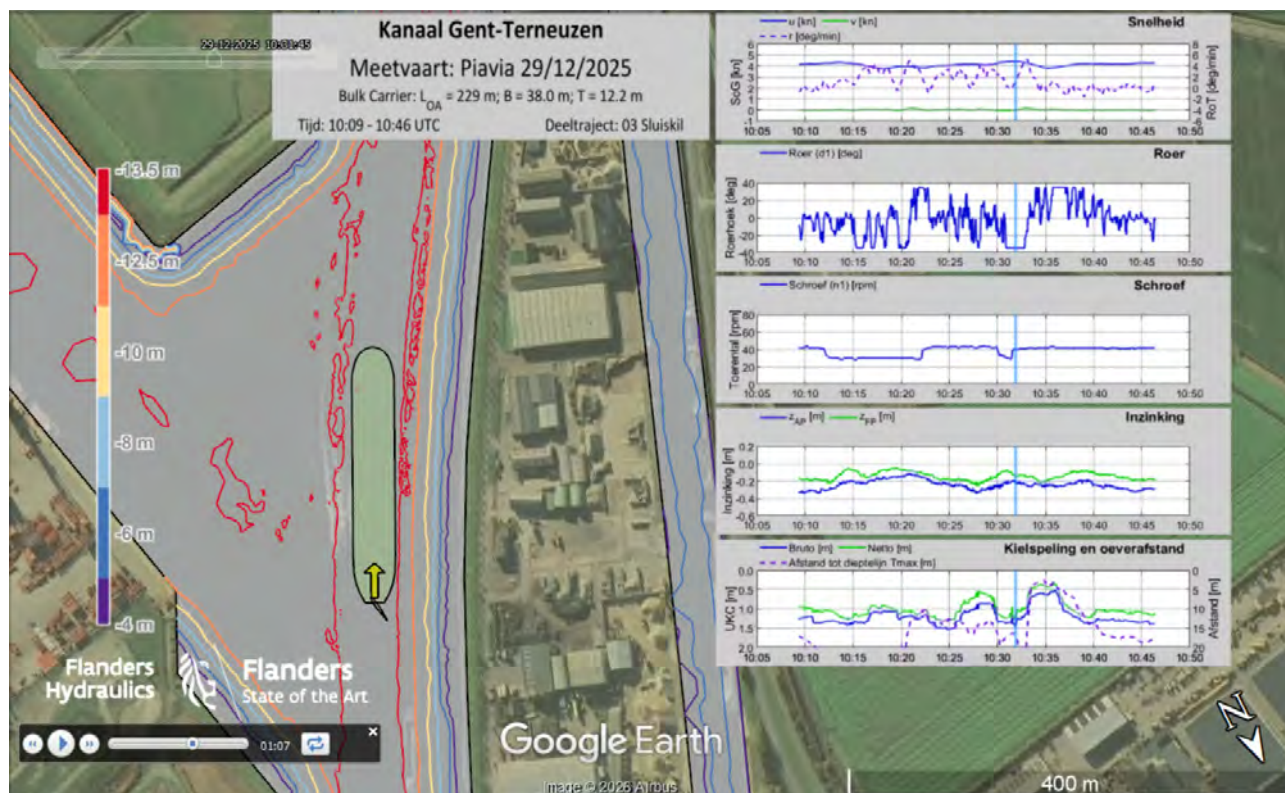
Figuur 67 – Vermindering schroeftoerental naar Dead Slow Ahead bij aankomst Autrichehaven



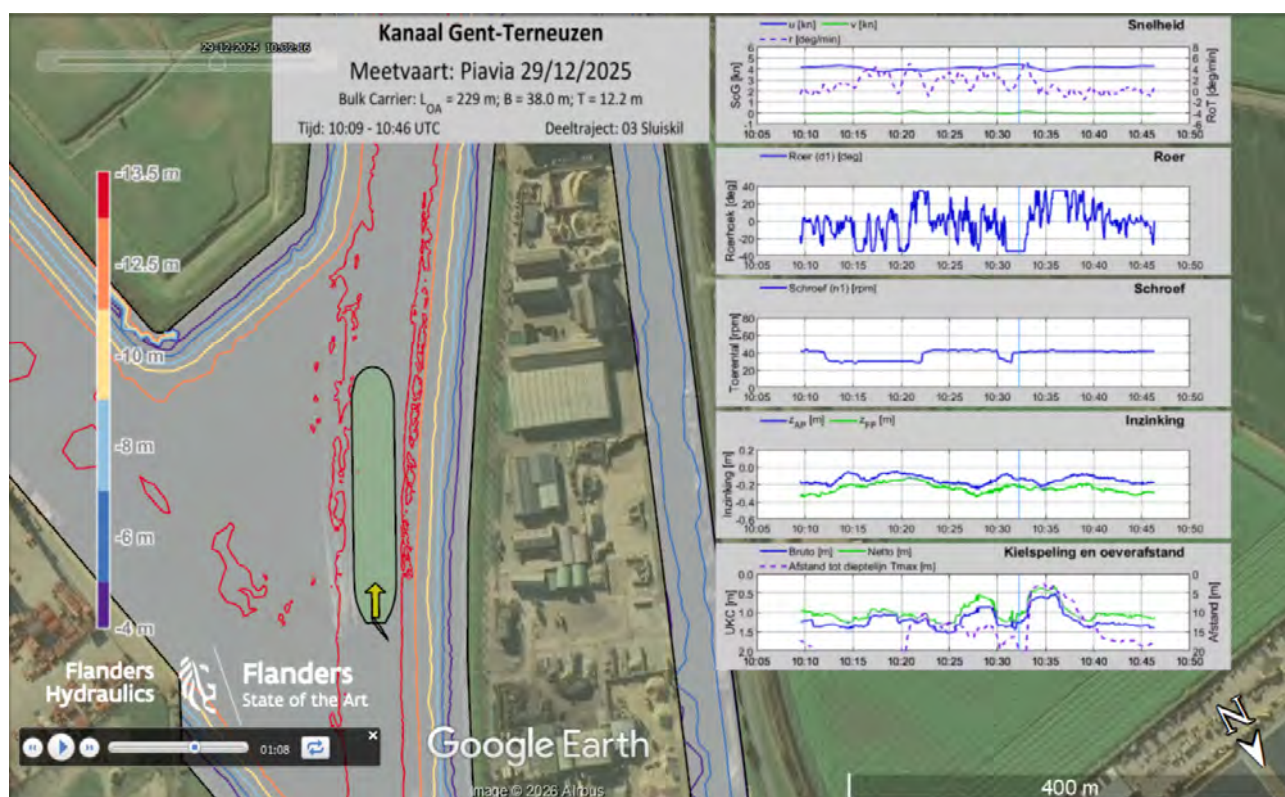
Figuur 68 – Maximale roerhoek vereist ter compensatie van oevereffecten ($RoT = 0^\circ/\text{min}$)



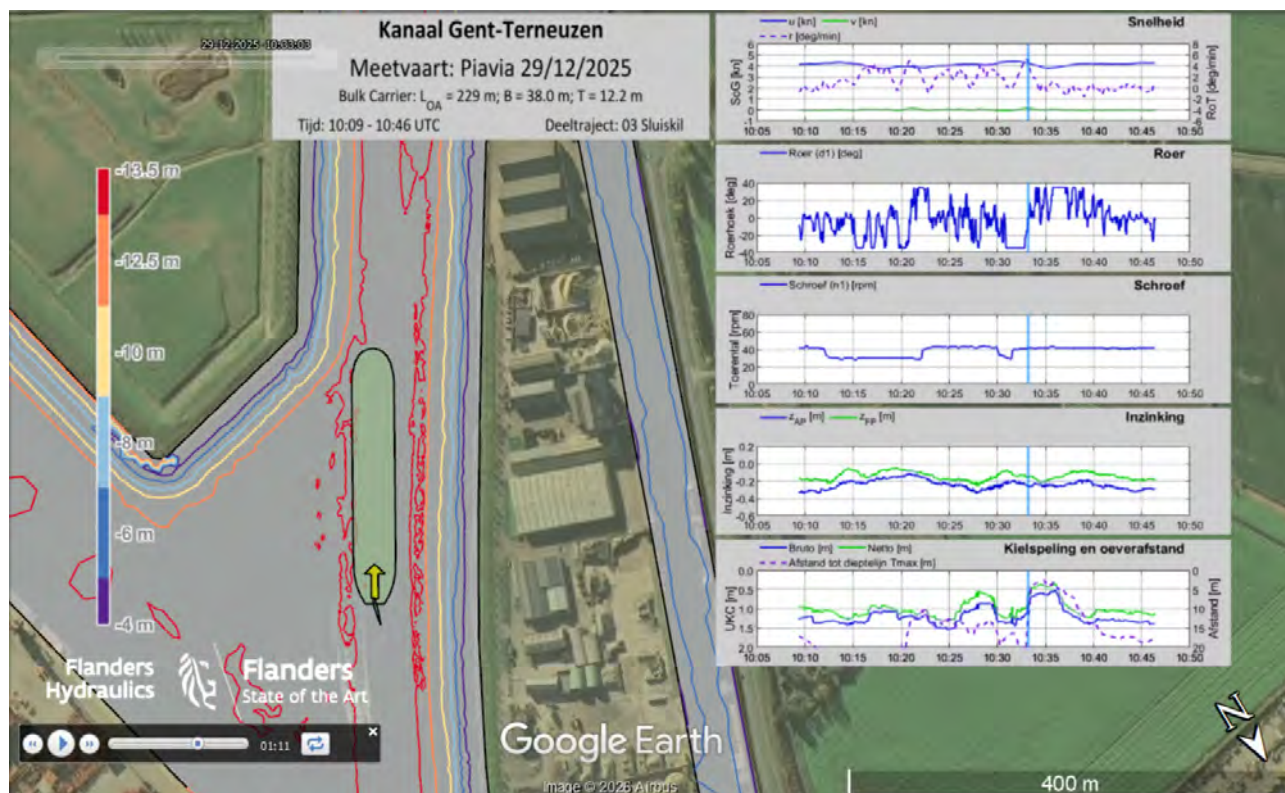
Figuur 69 – Toename schroeftoerental naar Slow Ahead ter compensatie van oevereffecten ($RoT = 0^\circ/\text{min}$)



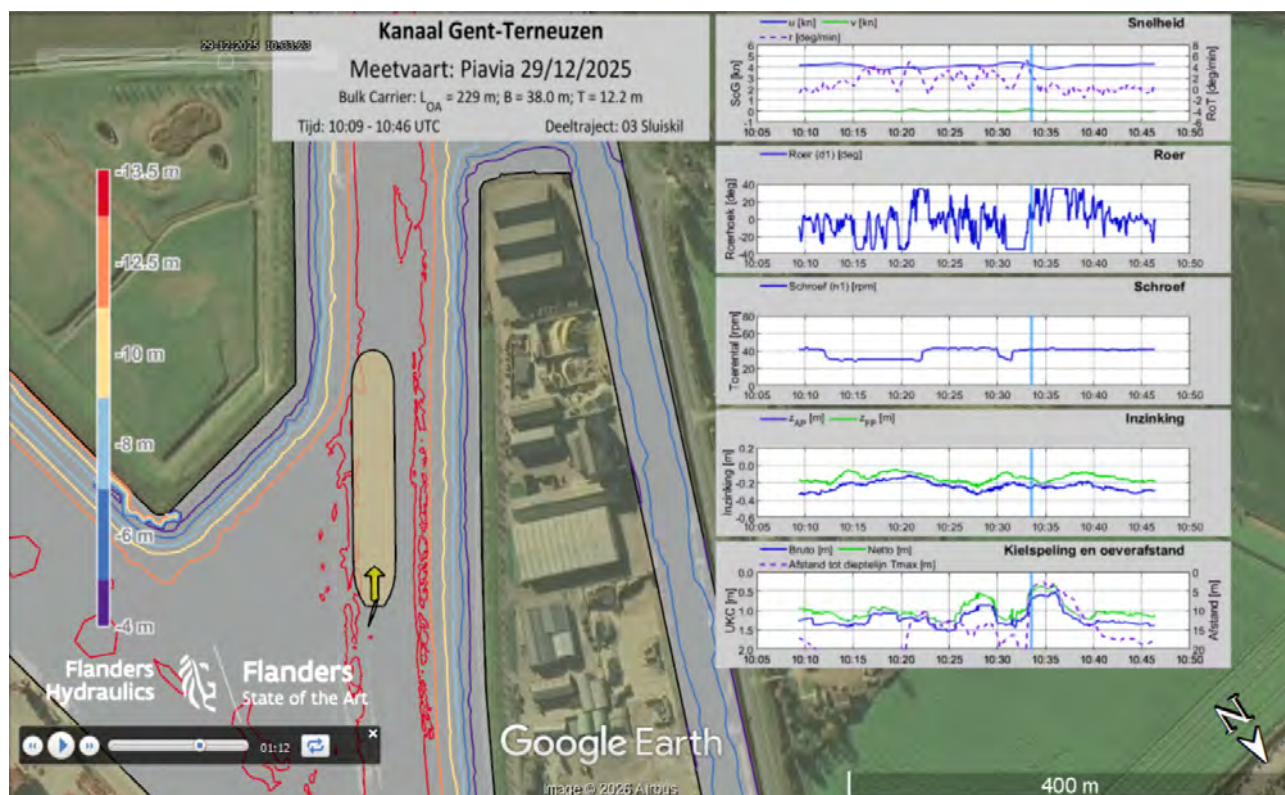
Figuur 70 – Inzet achterste sleepboot voor snelheidscontrole



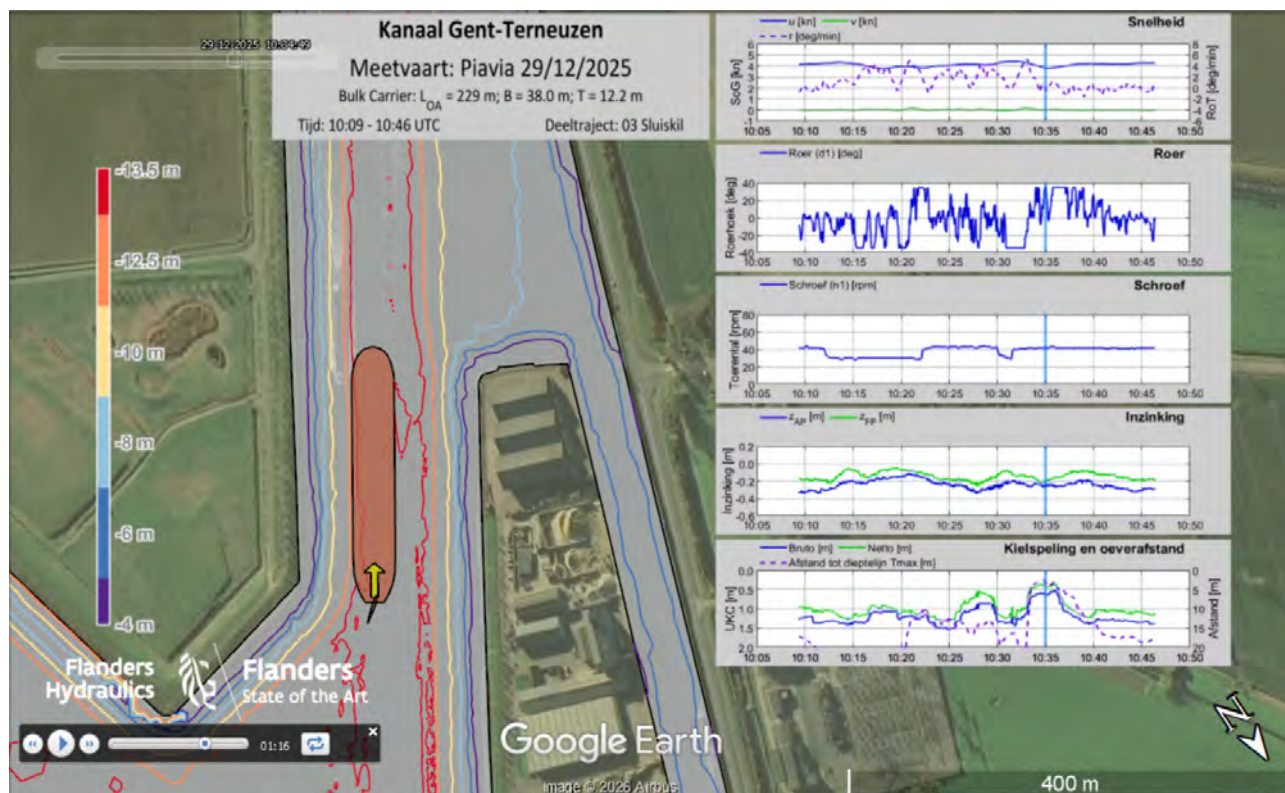
Figuur 71 – Maximale vaarsnelheid (4.41 kn) waargenomen tijdens meetreis



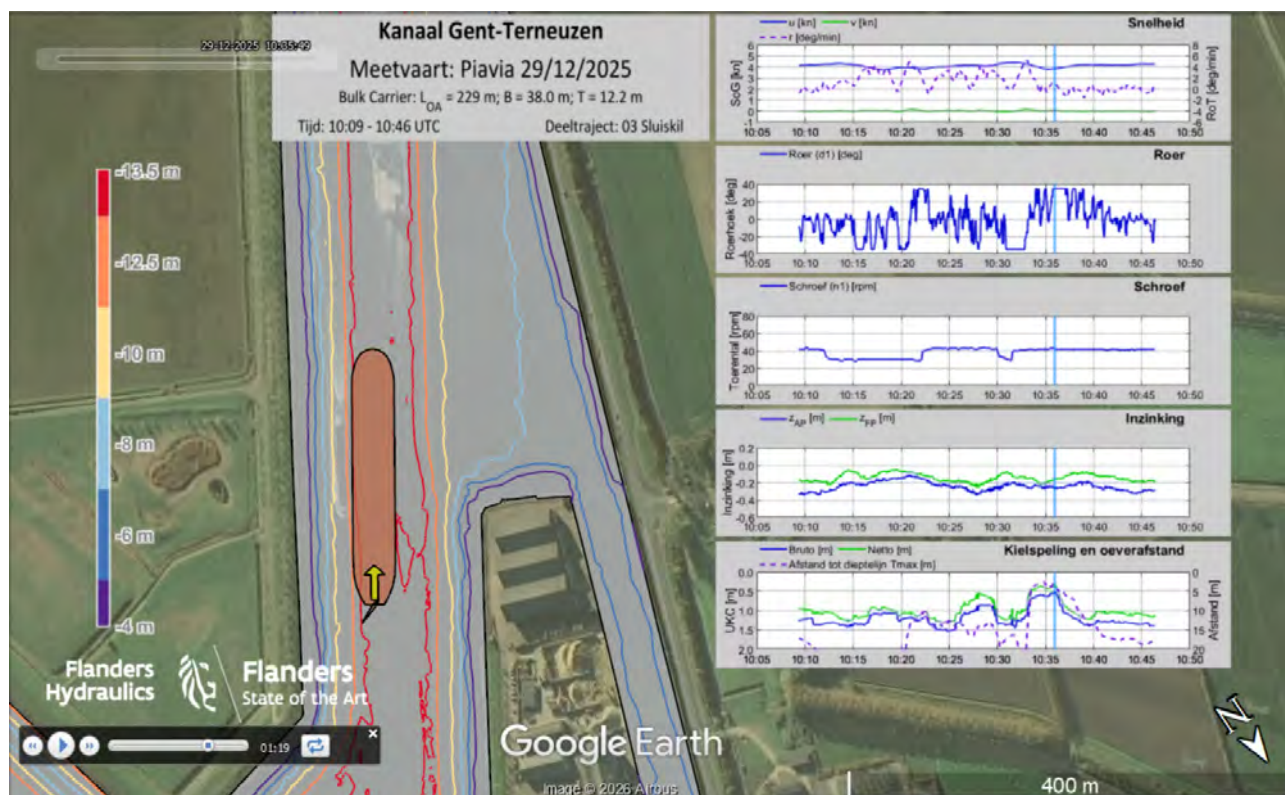
Figuur 72 – Maximale giersnelheid (5.28 °/min) waargenomen tijdens meetreis



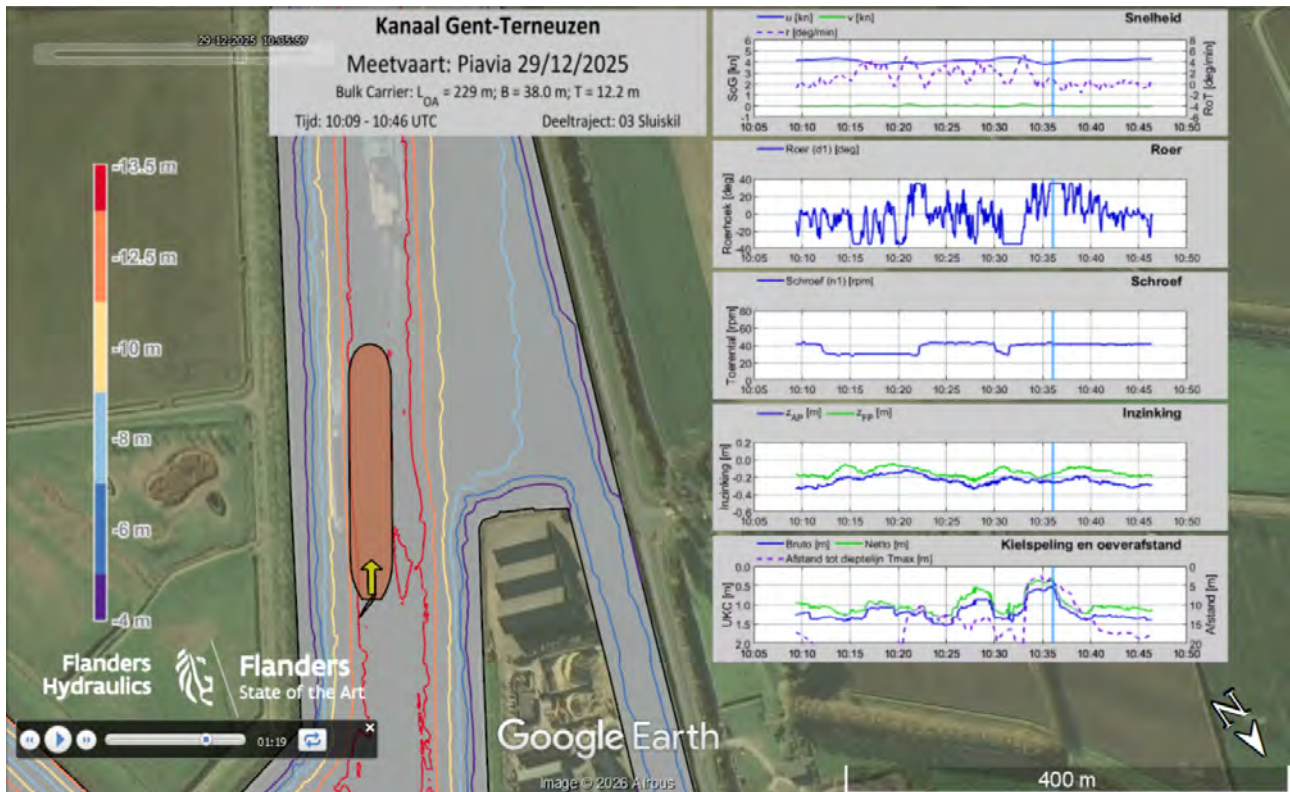
Figuur 73 – Boeg verlaat Autrichehaven



Figuur 74 – Kortste afstand (2.6 m) tussen dekcontour schip en diepteliijn -7.75 m TAW



Figuur 75 – Tweede korte afstand (3.0 m) tussen dekcontour schip en diepteliijn -7.75 m TAW



Figuur 76 – Kleinste bruto (0.51 m) en netto kielspeling (0.32 m) ter hoogte van de dekcontour

7 Samenvatting

Op 29/12/2025 werd een eerste meetreis uitgevoerd, zoals bedoeld in Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (2025). Het betrof de opvaart van het schip Piavia (229 m x 38.0 m x 12.2 m) tot de kaaimuur van het bedrijf Arcelor-Mittal in de haven van Gent (deel van North Sea Port).

Tijdens deze meetreizen staat het uitvoerende loodswezen (in het geval van de Piavia was dit DAB Loodswezen) in voor de positiemeting van het schip door middel van twee ADX-systemen, elk bestaand uit twee RTK GPS antennes. Het Waterbouwkundig Laboratorium voorziet de monitoring van het schroef- en roergebruik en een registratie van het sleepbootgebruik tijdens de vaart.

Na afloop werden de resultaten van de meetreis door het Waterbouwkundig Laboratorium verwerkt en werd een beoordeling van de meetreis uitgevoerd.

De verwerking betrof enerzijds een verwerking van de metingen aan boord en anderzijds een reconstructie van de omgevingscondities (bathymetrie, waterstand en ander scheepvaartverkeer) tijdens de vaart. Bovendien werden de bekomen scheepsposities gerelateerd aan de omgevingscondities om ook volgende resultaten te bekomen: de inzinking, de kielspeling en de oeverafstand. Voor een beoordeling van de resultaten werden grafieken en animaties (KMZ) gegenereerd die het vaartraject en het verloop van de belangrijkste parameters tijdens de meetreis illustreren.

In Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (2025) werd voor de meetreizen een maximale vaarsnelheid gelijk 4.3 kn opgelegd. Deze snelheid werd tijdens het overgrote deel van de meetreis gerespecteerd door aanpassing van het schroeftoerental of door het inzetten van de achterste sleepboot. De kracht die hierbij gevraagd werd van de achterste sleepboot was beperkt tot een minimale trekkracht (*op de koppeling*).

Vergeleken met eerdere meetreizen, bleek de inzinking van de Piavia eerder beperkt. Dit is toe te schrijven aan de lagere vaarsnelheid en de kleinere diepgang die in vergelijking met eerdere meetreizen toegepast werd. De inzinking wordt gedefinieerd als de bijkomende inzinking van het schip ten opzichte van de statische conditie aan de kaai te Zelzate. Het belangrijkste aandeel in de inzinking wordt geleverd door de squat. Er kan echter niet uitgesloten worden dat de inzinking ook beïnvloed werd door dichtheitsvariaties op het kanaal. De maximale inzinking aan de boeg, die opgemeten werd tijdens de meetreis was 0.39 m (bij de passage van Brug Sluiskil). De resultaten van de inzinking tonen een duidelijke variatie met de vaarsnelheid en met de vaarwegsectie en kielspeling. Verder werd opgemerkt dat op het ogenblik dat de boeg van het schip de bruggen passeert, de inzinking van de boeg vermindert (en de boeg dus gelift wordt) en dat ook het gebruik van de achterste sleepboot in beperkte mate waarneembaar was in de inzinking van het achterschip.

De belangrijkste beoordelingsparameters voor de meetreis betreffen het vereiste roergebruik, de kielspeling en de oeverafstand. De kielspeling en de oeverafstand werden gedefinieerd als respectievelijk de verticale en de horizontale afstand van de dekcontour tot de bathymetrie. Voor de kielspeling werd deze beoordeling uitgevoerd zonder (bruto kielspeling) en met (netto kielspeling) toepassing van de inzinking. Voor de oeverafstand werd de horizontale afstand tussen de dekcontour en de -7.75 m TAW dieptelijn toegepast. Bij de berekening van de oeverafstand werd geen rekening gehouden met de inzinking van het schip. Ten slotte dient opgemerkt te worden dat analyse van de bodem uitgevoerd werd voor een recente bathymetrie en bij aannahme van een nominaal kanaalpeil (4.45 m TAW of 2.10 m NAP). Op basis van waterstandsmetingen tijdens de meetreis blijkt dat de effectieve waterstand tijdens de meetreis tot 0.06 m lager was.

Het vereiste roergebruik vertoonde net als bij eerdere opmetingen van bulk carriers op het Kanaal Gent-Terneuzen een belangrijke relatie met de oevereffecten op het kanaal. Op verschillende locaties waren maximale roerhoeken noodzakelijk om de oevereffecten te compenseren. In meerdere gevallen waarbij het schroeftoerental initieel ingesteld was als Dead Slow Ahead, diende het schroeftoerental verhoogd te worden tot Slow Ahead, om het stuurvermogen van het schip te verhogen.

Echter, met uitzondering van de passage van de Autrichehaven, kon het schip de ideale vaarlijn in het kanaal aanhouden wat resulteerde in ruime oeverafstanden (> 10 m). Enkel ter hoogte van de tunnel Zelzate werd een kleinere oeverafstand waargenomen ondanks de centrale positie van het schip in de vaarweg. Dit is een rechtstreeks gevolg van de nauwe vaarwegsectie op deze locatie.

Tijdens de passage van Autrichehaven werden belangrijke oevereffecten ervaren die door een kortstondige (90 seconden) vermindering van het schroeftoerental tot Dead Slow Ahead niet tijdig gecompenseerd konden worden en aanleiding gaven tot een excentrische uitvaarpositie van de Autrichehaven. De vertraagde gierbeweging door oevereffecten ter hoogte van de Autrichehaven gaf aanleiding tot een kleine kielspeling (bruto: 0.51 m en netto 0.32 m) en tot erg kleine oeverafstanden (2.6 m en 3.0 m). Deze kleine oeverafstanden veroorzaakten op hun beurt belangrijke oevereffecten.

Op basis van de waarnemingen tijdens de meetreis wordt het aanbevolen om de controle van de snelheid in de bocht van Sluiskil en tijdens de passage van de Autrichehaven te realiseren door het gebruik van de achterste sleepboot, eerder dan door het schroeftoerental te verminderen. Voor de uitvoering van het bochtmanoeuvre te Sluiskil dient het schroeftoerental op Slow Ahead behouden te worden en dient de evolutie van de gierbeweging goed opgevolgd te worden door de loods, zodat die een constante waarde naar stuurboord behoudt.

De uitvoerende loods bevestigde dat de ervaringen met de Piavia overeenstemmen met de huidige praktijk met Panamax (B=32.2 m) en Kamsarmax (B=37.0 m) schepen, waarbij eveneens afwijkingen van het vaartraject optreden ten gevolge van oevereffecten.

In overeenstemming met de loodsenkorpsen dient de te hanteren vaarstrategie voor het passeren van de Autrichehaven bepaald te worden en gecommuniceerd te worden onder de bevoegde kanaalloodsen.

Ook voor andere locaties langs het kanaal worden, ondanks de diepgangsbepierking tot 12.2 m, kleine netto kielspelingen waargenomen. Dit is met name het geval voor de passage van de draaibruggen (tot 0.34 m netto kielspeling), de passage van de tunnel Zelzate (0.44 m netto kielspeling) en in de bocht van Sluiskil (0.53 m netto kielspeling). Deze kleine kielspelingen zijn het gevolg van een lokaal gehinderd baggeronderhoud en afwijking van de kanaalsecties. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de bocht van Sluiskil ook een nautisch knelpunt is en op erg korte afstand gelegen is van de eerder vermelde Autrichehaven. Er kan verwacht worden dat de kielspelingen voor de in deze paragraaf beschreven locaties gelijkaardig zijn aan de huidige kielspelingen met maatgevende bulkvaart (T=12.5 m). Dit neemt niet weg dat ondanks de matige squat (een gevolg van de snelheidsbepierking) de netto kielspelingen klein zijn.

Op basis van de evaluatie van het scheepsgedrag tijdens de opvaart van de Piavia wordt aanbevolen om onderstaande factoren in rekening te brengen bij de bepaling van de volgende fase:

- de oevereffecten ter hoogte van de Autrichehaven konden niet afdoend gecompenseerd worden om op of nabij de centrale as te varen en vereisen een aangepaste vaarstrategie;
- de kielspelingen onder de dekcontour bij een centrale positie in het kanaal vertonen minima tot 0.63 m wanneer geen rekening gehouden wordt met de inzinking van het schip (bruto kielspeling te Tunnel Zelzate) en tot 0.34 m wanneer wel rekening gehouden wordt met de inzinking van het schip (netto kielspeling bij brugpassages te Sluiskil en Sas van Gent).

Anderzijds wordt niet verwacht dat door toepassing van een snelheidsbepierking tot 4.32 kn (8 km/h) het veiligheidsniveau van bulkvaart met breedte tot 38.5 m lager zou zijn voor de huidige maximale scheepsmaat (B = 37.0 m) en een bijhorende maximale kanaalsnelheid gelijk aan 4.86 km/h (9 km/h).

Bijlage 1 Handleiding KMZ in Google Earth

Animated track plots of the simulations in KMZ-format are attached digitally to this report. The KMZ-files also present the time-evolution of most important parameters such as rudder angle, propeller rate, tug assistance and lateral ship forces due to wind and banks.

In order to visualize the KMZ-files the following manual is provided:

1. Install Google Earth (the version used for the images in this manual is a Dutch version)
2. Go to Windows Explorer and double click on a selected KMZ file (or open the kmz-file embedded in the pdf of the report):

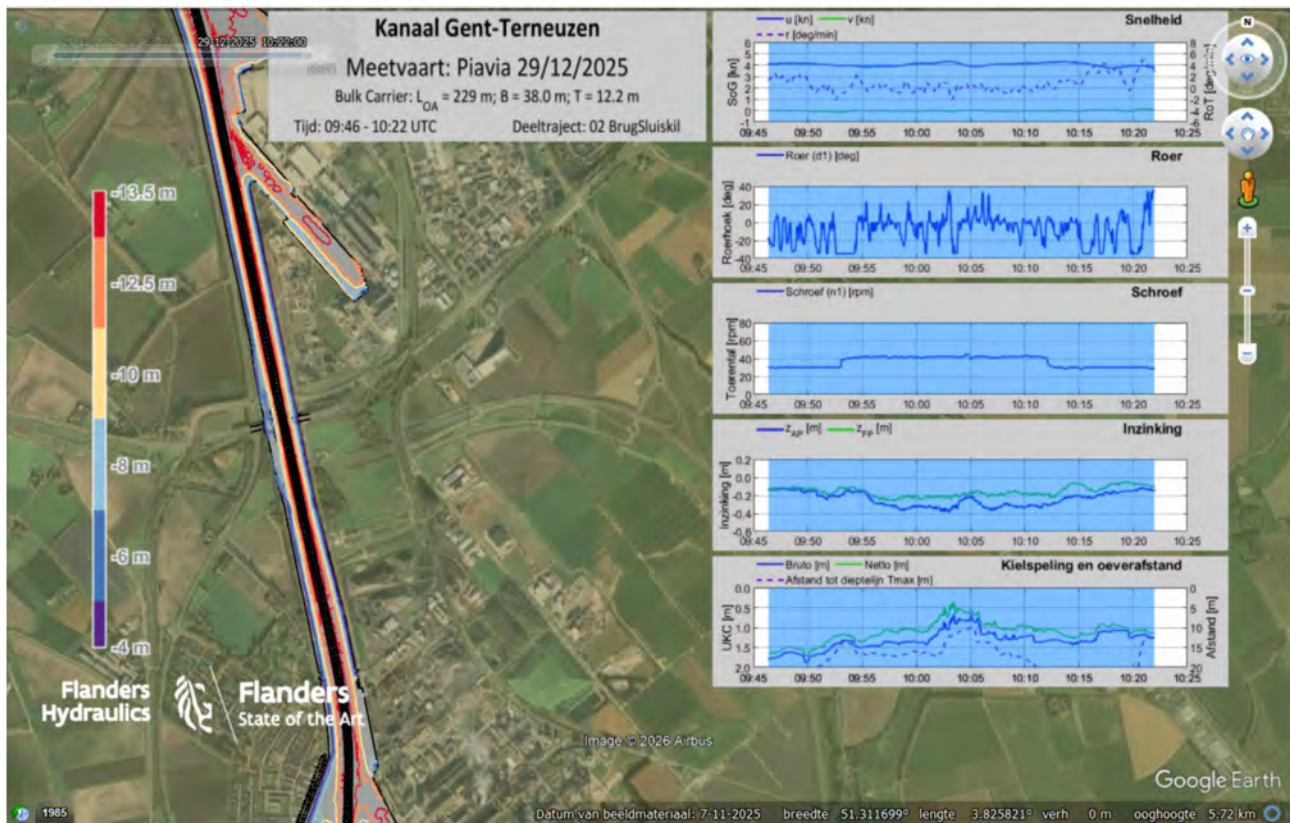
e.g. 20251229_PIAVIA_1220cm_002720_02_BrugSluiskil_Manoeuving_10s.kmz

The KMZ file with animated graphs and animated simulation can be seen in the temporary locations at the left pull down menu (see Figuur 77). On the main screen the simulation area is presented with track plot and the overlay graphs (right column with time series). You can tick on or off the different overlay graphs in the left pull down menu. In order to zoom the view to the corresponding sub trajectory (in this case “BrugSluiskil”) you can double click the first item in the pull down menu of the kmz-file (in this case “LookAt_02_BrugSluiskil”).

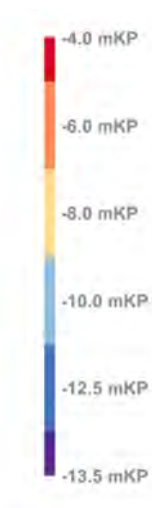
The bathymetry is presented by means of the depth lines and colour code as presented in Figuur 78. The inner polygon of the ship contour is coloured based on the distance between the ship and the depth line corresponding to the maximum draft of the ship (for Piavia this is the depth line at draft 12.2 m). The colour code for this passing distance is defined in Tabel 7. Different KMZ-files are provided corresponding to different sub trajectories corresponding to Figuur 31.

In order to present the bathymetry and the water line of the Canal Ghent-Terneuzen, the following kmz-files are provided in the report:

- KGT_BackGround.kmz: polygon of the water line of the KGT with gray colouring of the canal
- KGT_23_116_HarbourCnt.kmz: the contour of the canal, bridges and port infrastructure as defined in the simulator of FH;
- KGT202512_isoValues.kmz: bathymetry lines for the bathymetric status of the canal in December 2025;



Figuur 77 – Presentation of trajectory Sluiskil with overlay graphs in KMZ-format (viewer: Google Earth Pro™)

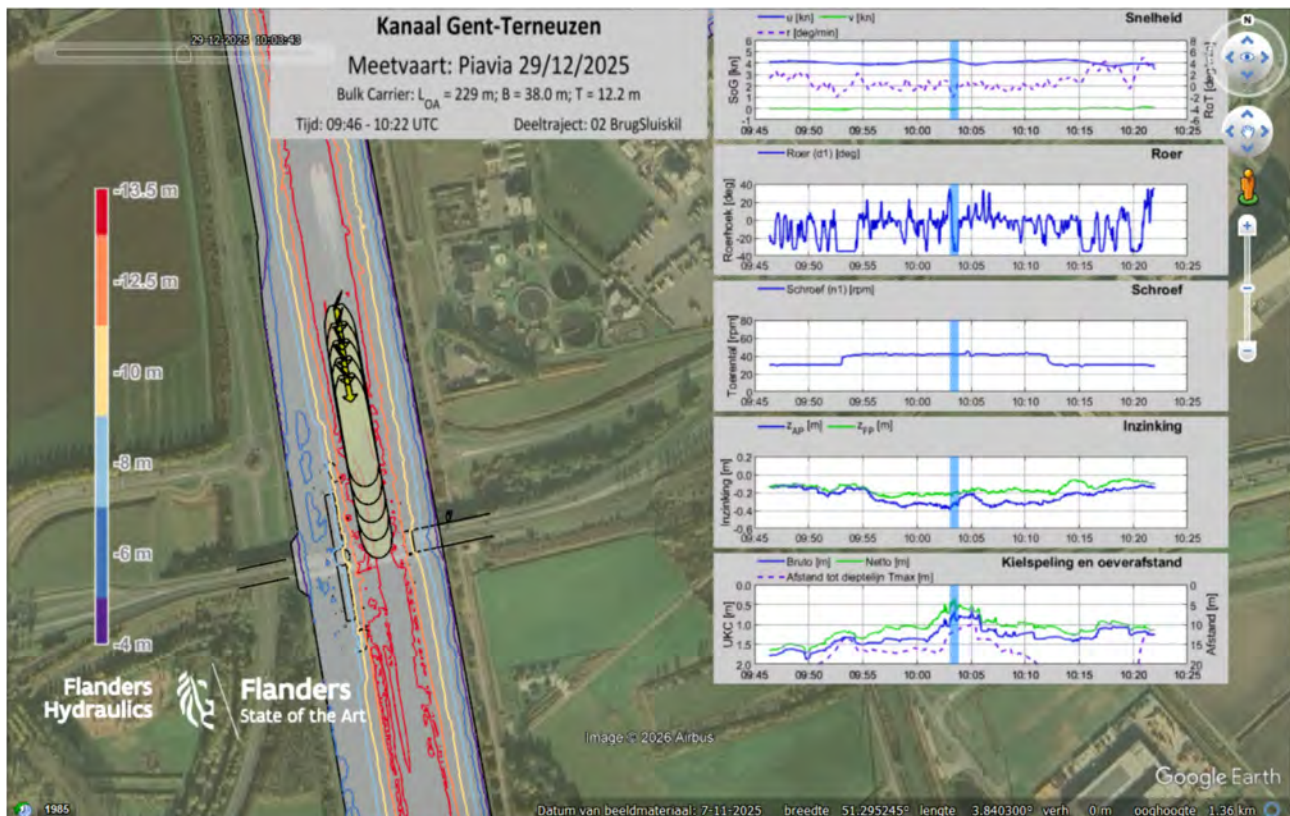


Figuur 78 – Colour code and depth lines presented in KMZ-file

Tabel 7 – Colour scale for horizontal distance relative to ship beam applied in KMZ-generation (linear interpolation)

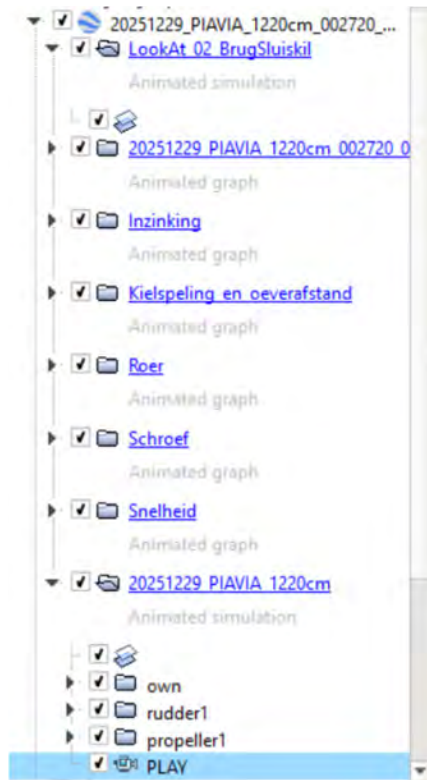
Horizontal distance	Colour [RGB]
0	[0.843 0.098 0.11]
B/8	[0.992 0.682 0.38]
B/4	[1 1 0.749]
B/2	[0.671 0.867 0.643]
B	[0.169 0.514 0.729]

In Figuur 77 overlay graphs are coloured (blue or red depending on the ship type bulk carrier or tanker) on top of the different series in the graphs because the animation is presented from the start to the end of the simulation. If you use the slider on the top left location you can go back and forward in the simulation and both the track plot and the time indicators on the graphs will adapt.



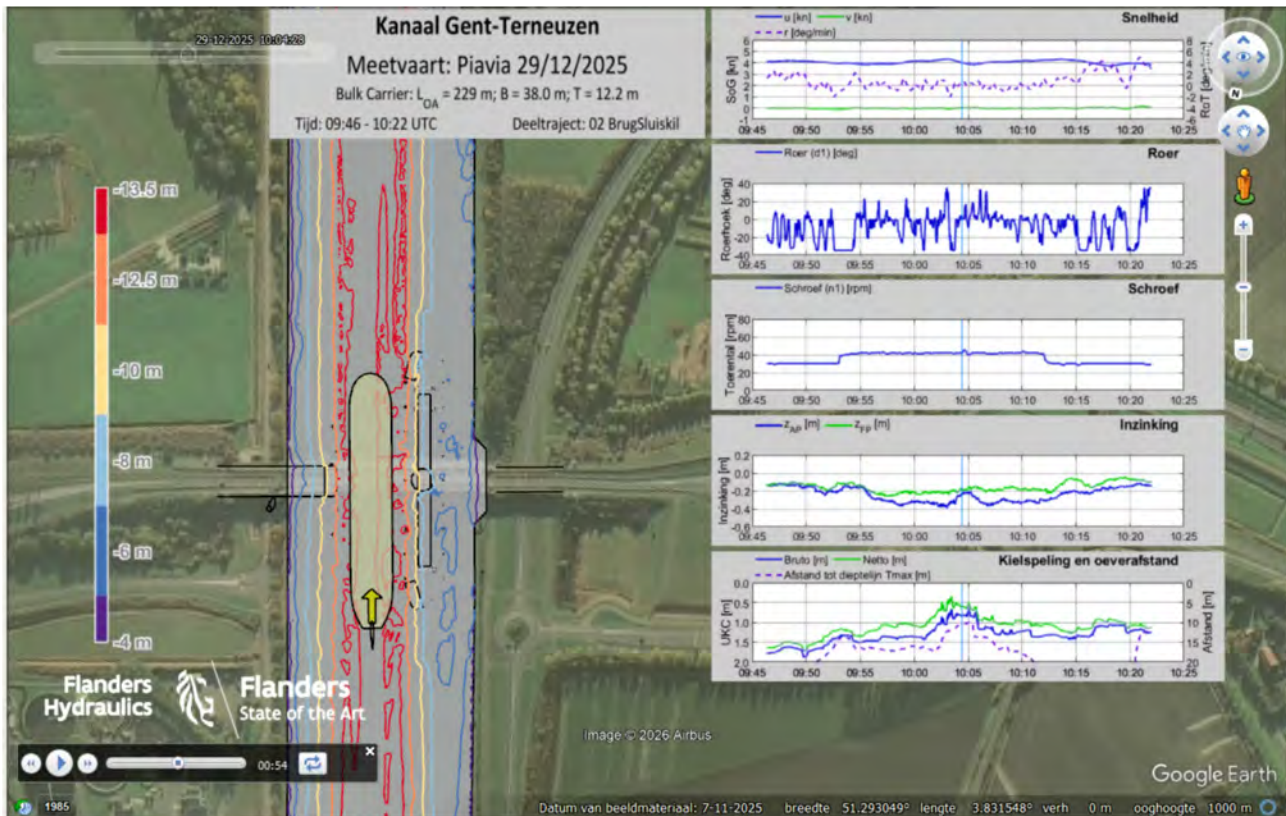
Figuur 79 – Time slider functionality KMZ

To clearly focus on the track of the own ship you can select the pull down list of the animated simulation and double click on “own”. Then the Google Earth presentation zooms to the track of the own ship. You can once again use the slider to go back and forward in the simulation.



Figuur 80 – Pull-down menu Google Earth Explorer

In the pull down list of the animated simulation there is also a PLAY button (see Figuur 80); by double clicking on this button the simulation replays the simulation with the ship centered in the screen. In the left corner below, the play button is presented and can be used for increasing the replay speed.



Figuur 81 – PLAY functionality in KMZ that keeps the ship centered on the screen and to present a replay tour

Bijlage 2 Overzichtsgrafieken per deelgebied

Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen scheepsbewegingen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

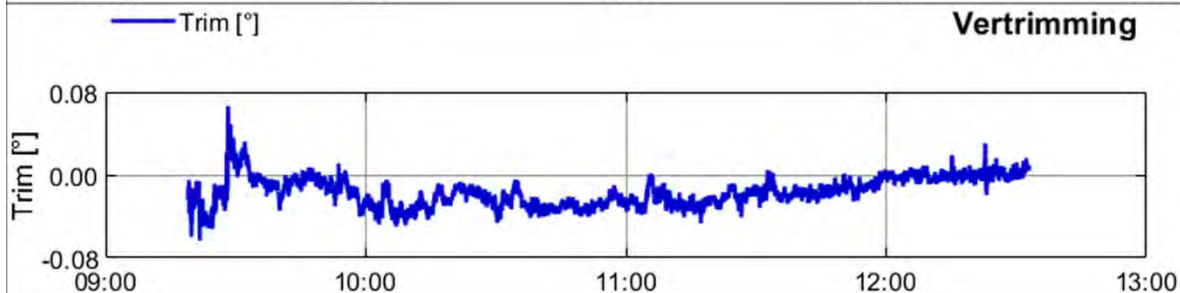
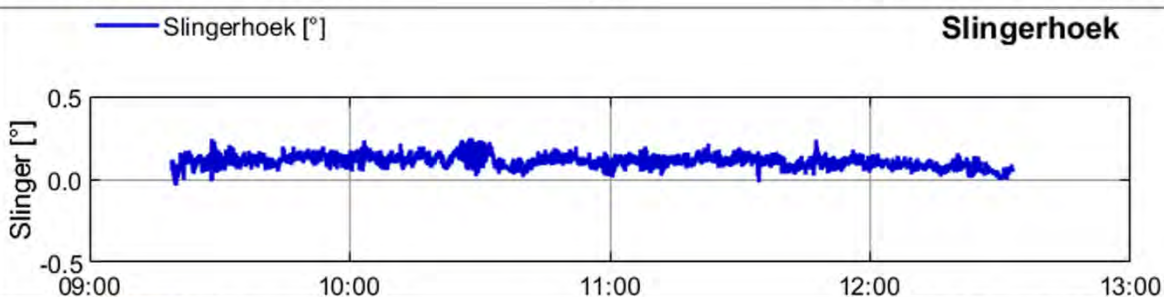
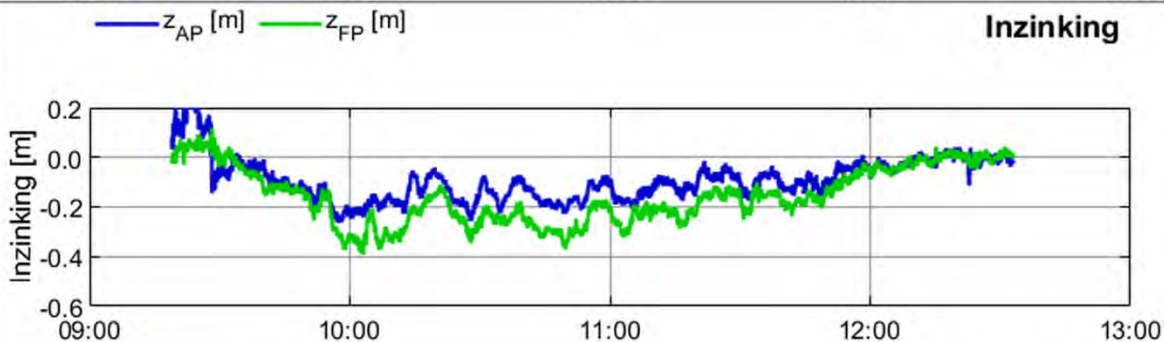
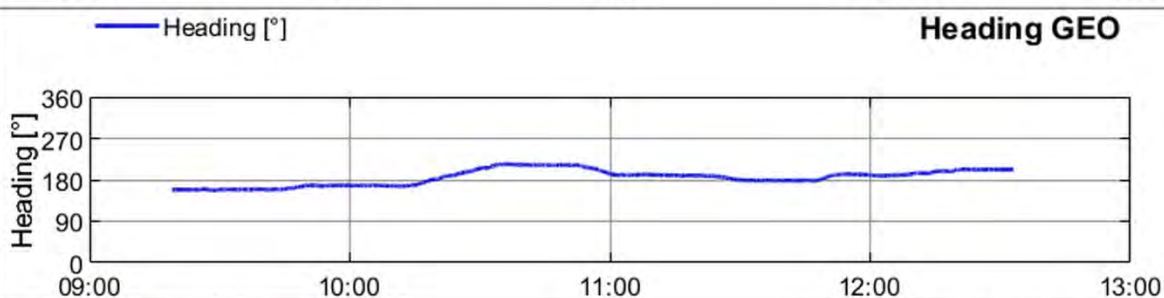
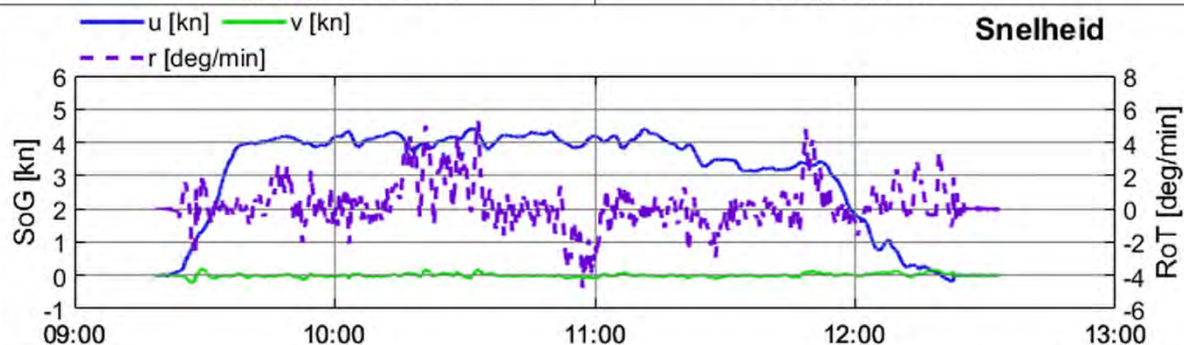
Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 09:19 - 12:33 UTC

Deeltraject: 00 KGT



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen vaareigenschappen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

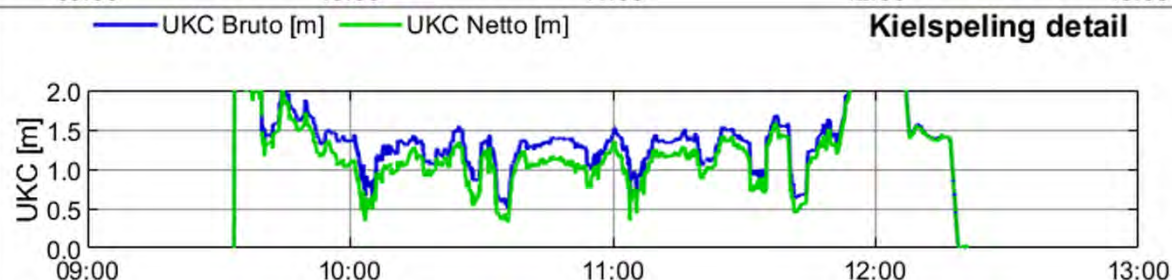
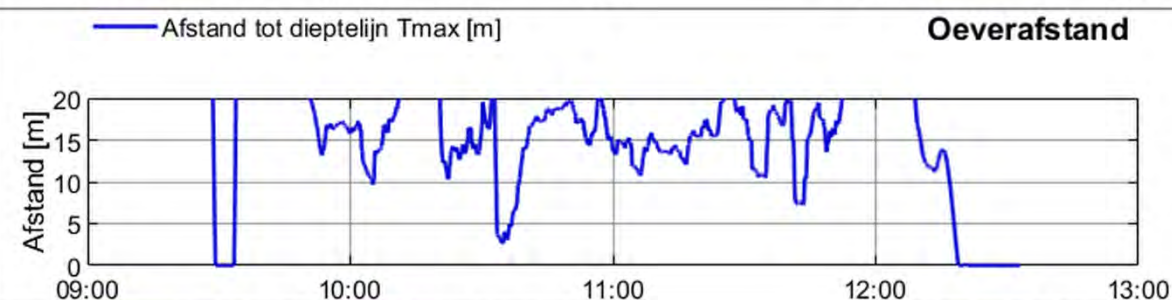
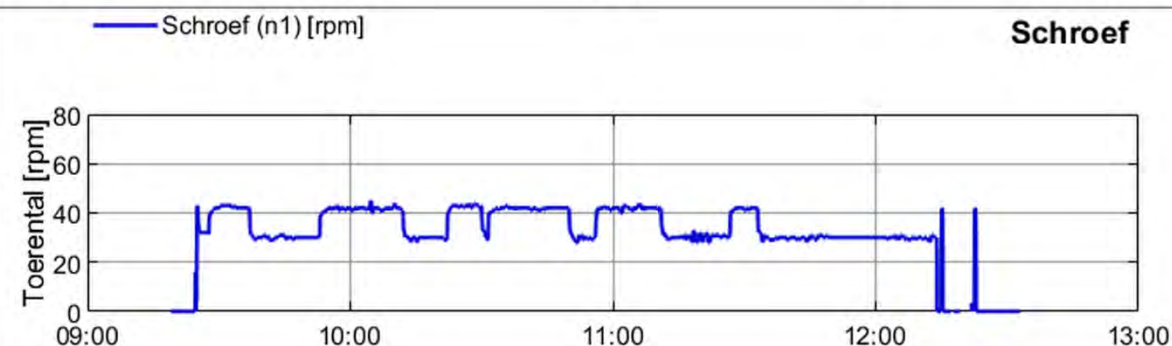
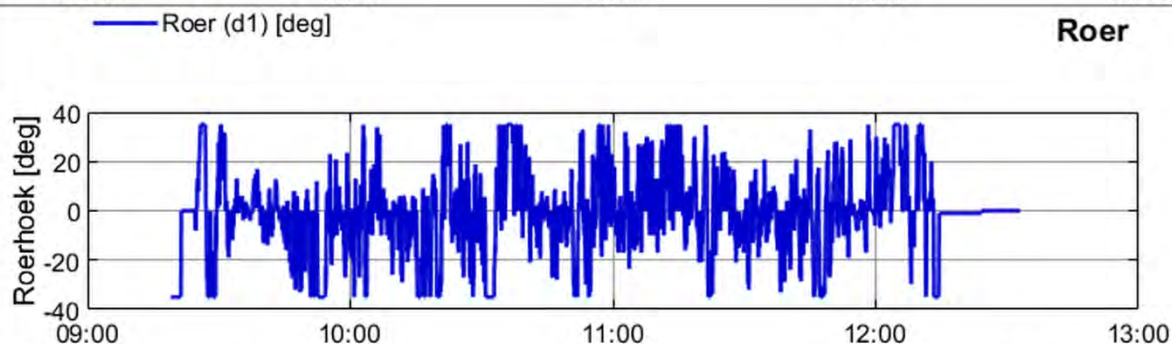
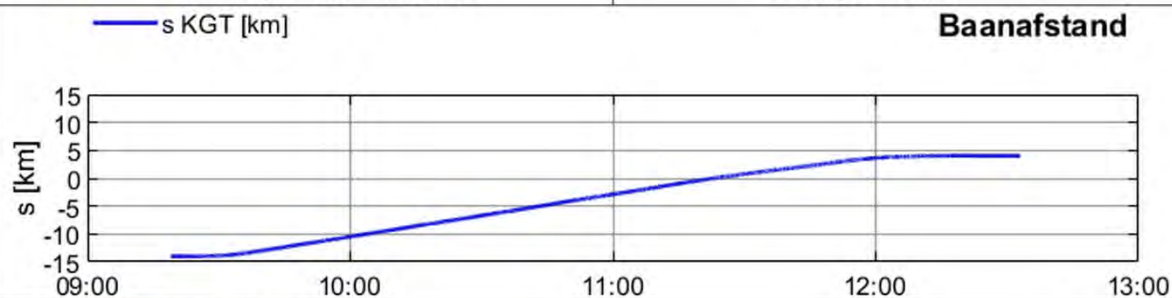
Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 09:19 - 12:33 UTC

Deeltraject: 00 KGT



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen scheepsbewegingen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

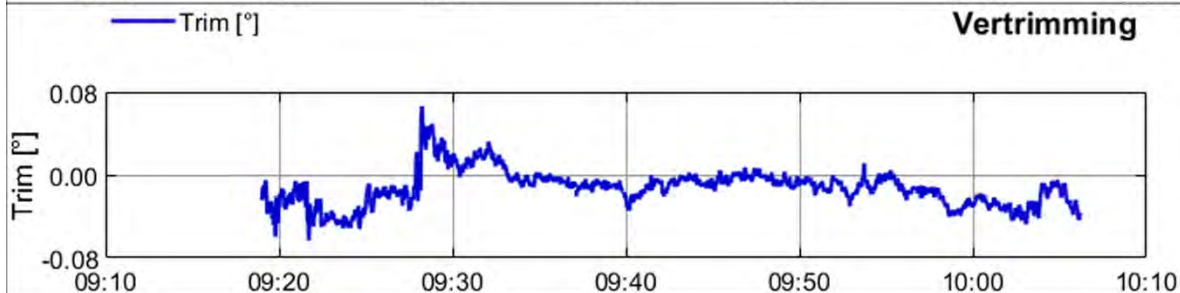
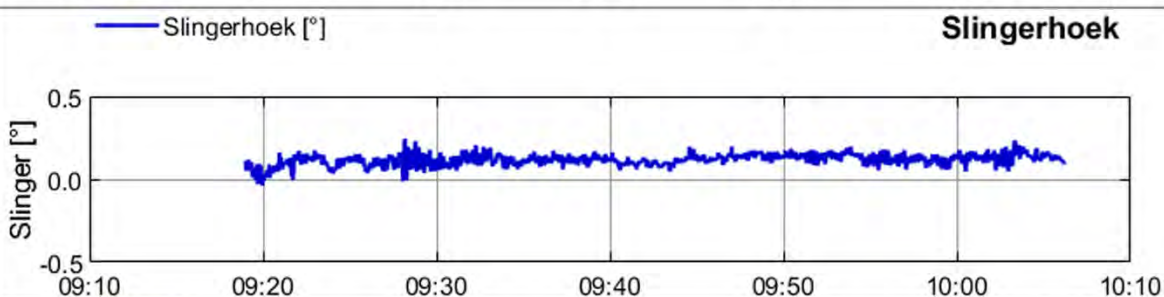
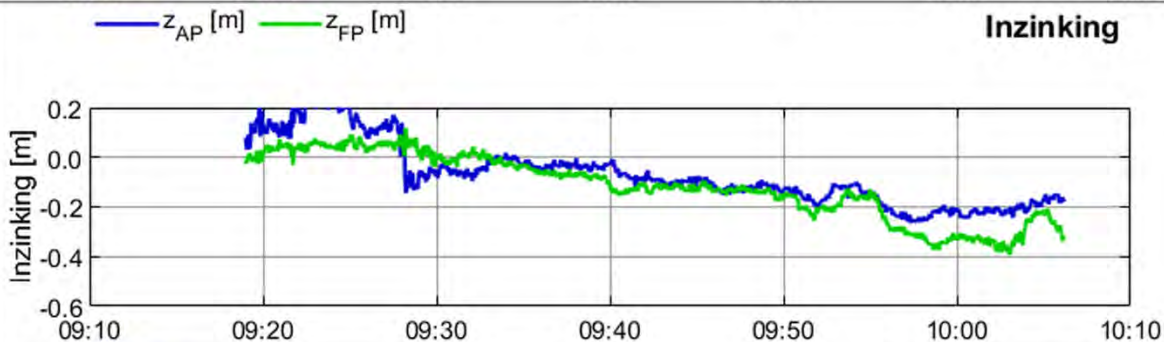
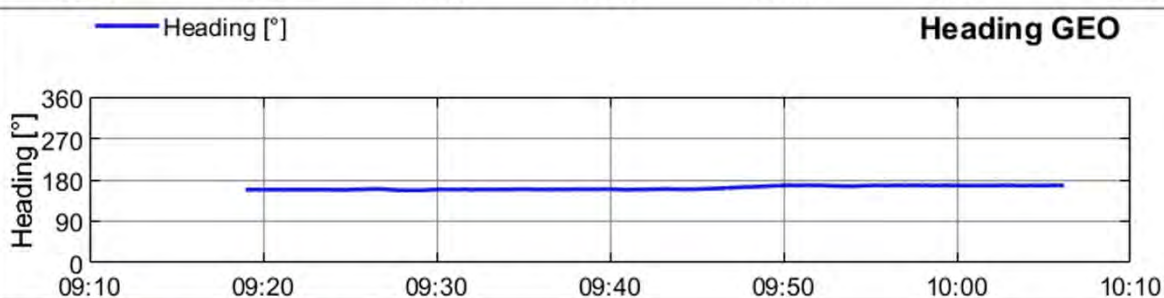
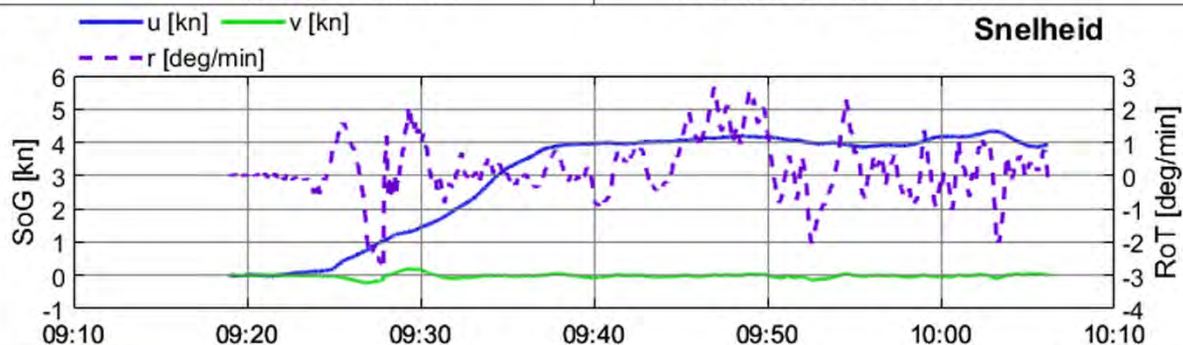
Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 09:19 - 10:06 UTC

Deeltraject: 01 MassaGoedHaven



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen vaareigenschappen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

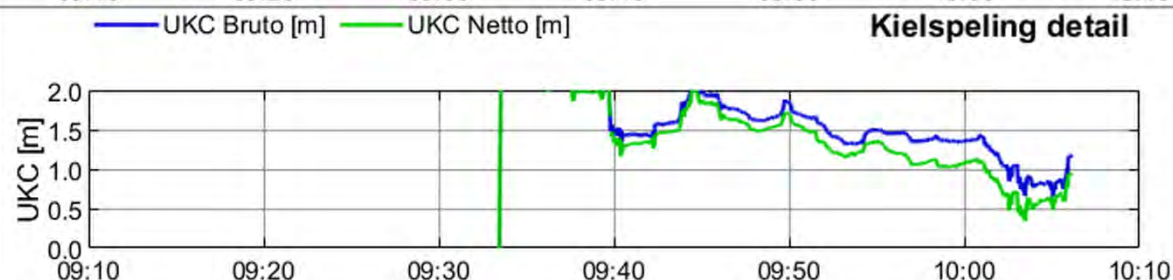
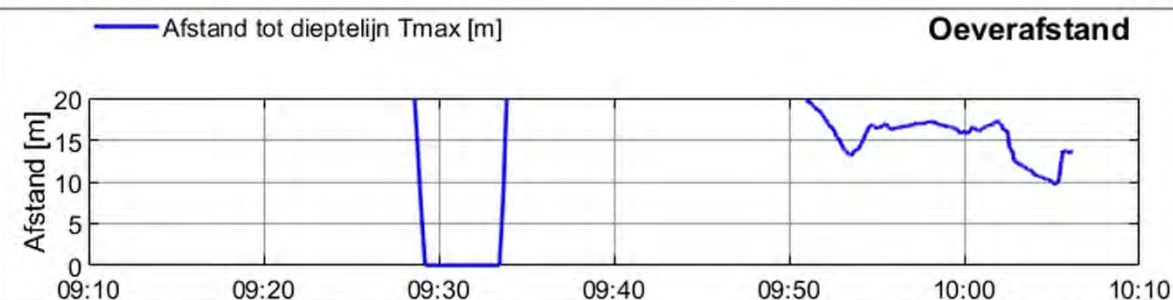
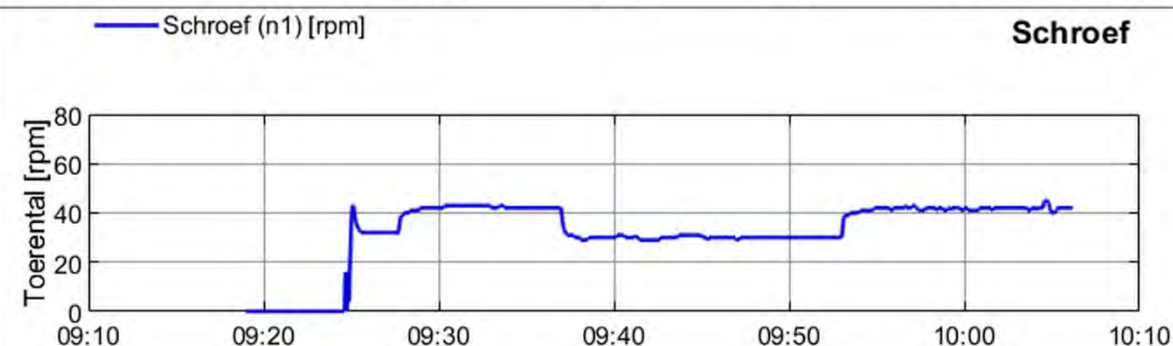
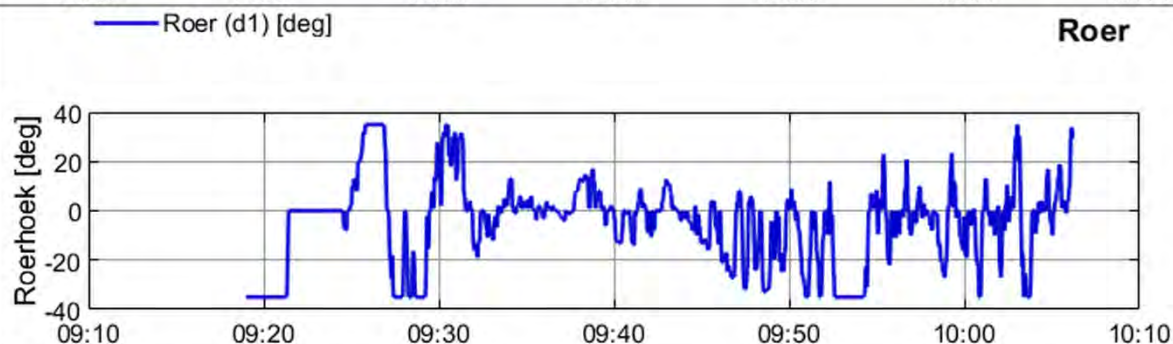
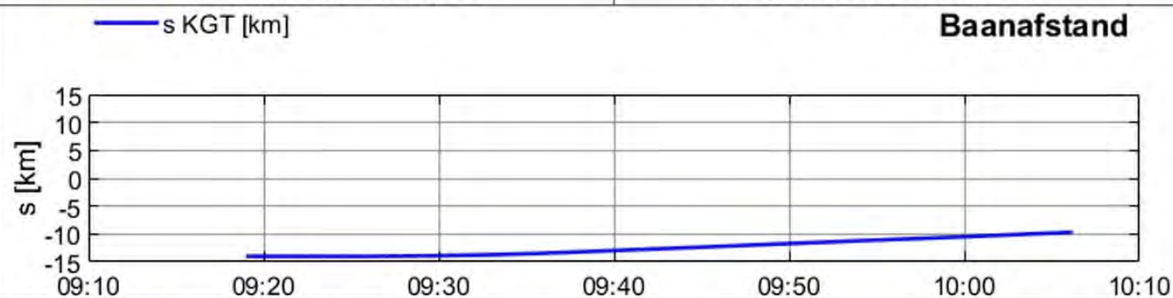
Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 09:19 - 10:06 UTC

Deeltraject: 01 MassaGoedHaven



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen scheepsbewegingen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

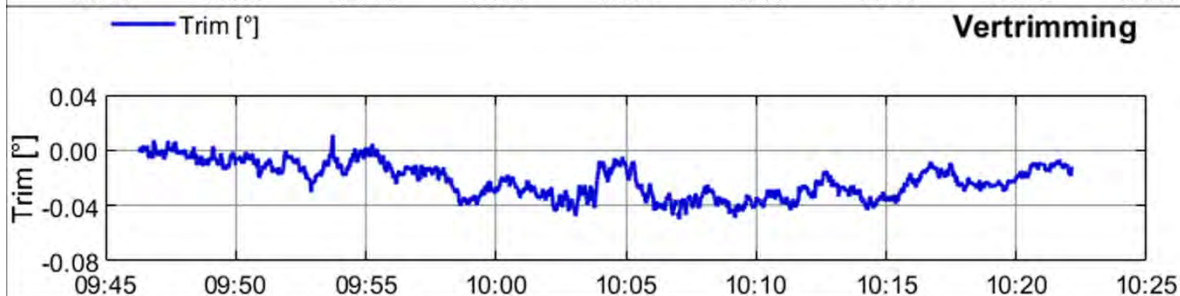
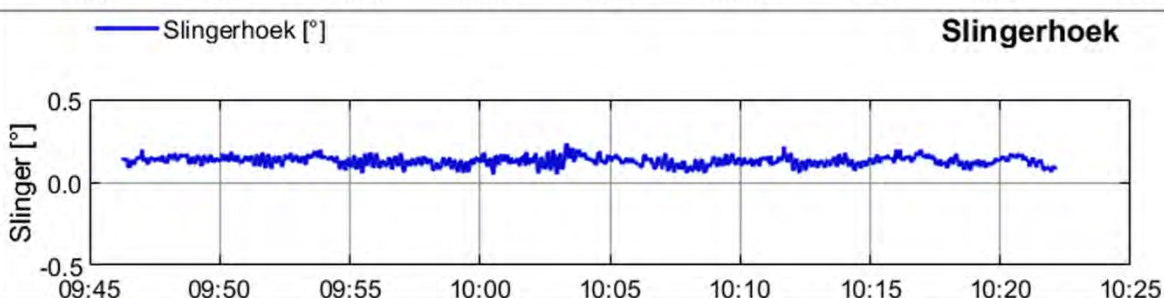
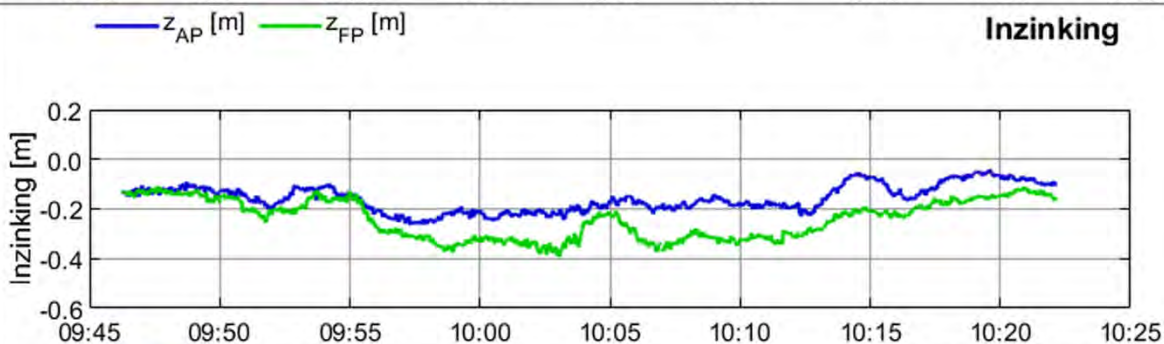
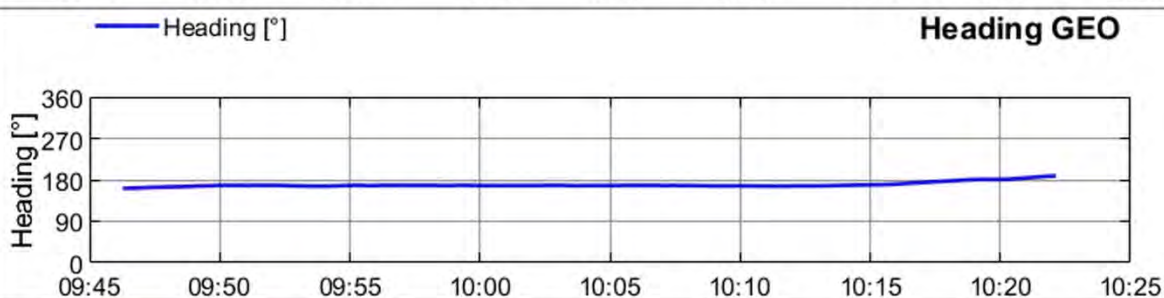
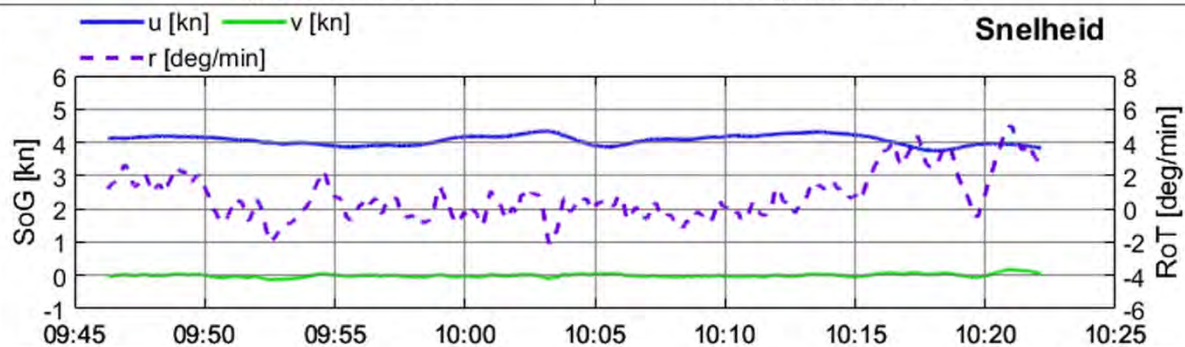
Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 09:46 - 10:22 UTC

Deeltraject: 02 BrugSluiskil



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen vaareigenschappen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

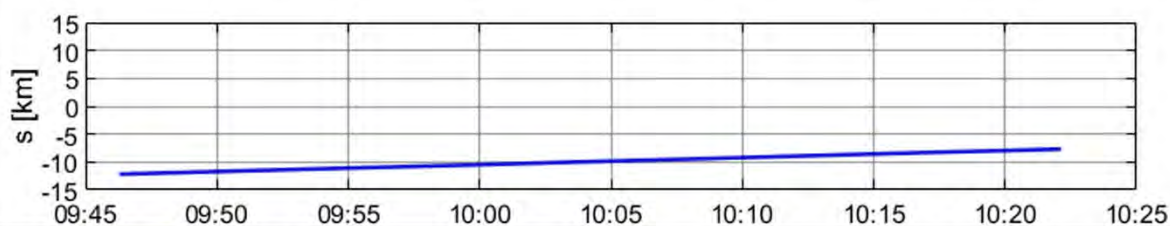
Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 09:46 - 10:22 UTC

Deeltraject: 02 BrugSluiskil

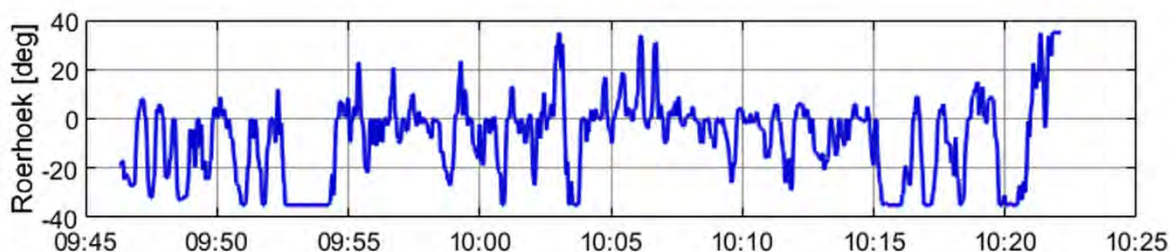
— s KGT [km]

Baanafstand



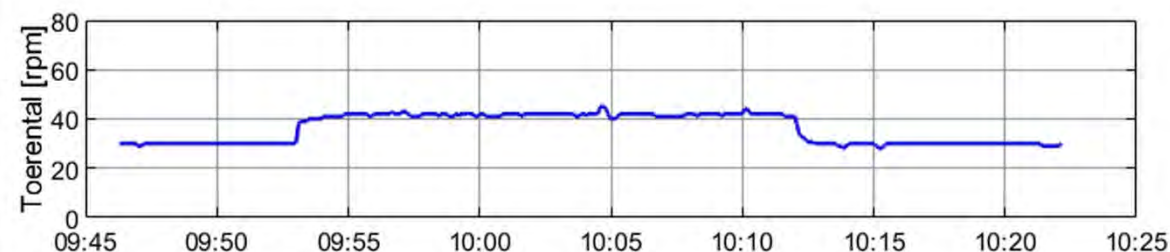
— Roer (d1) [deg]

Roer



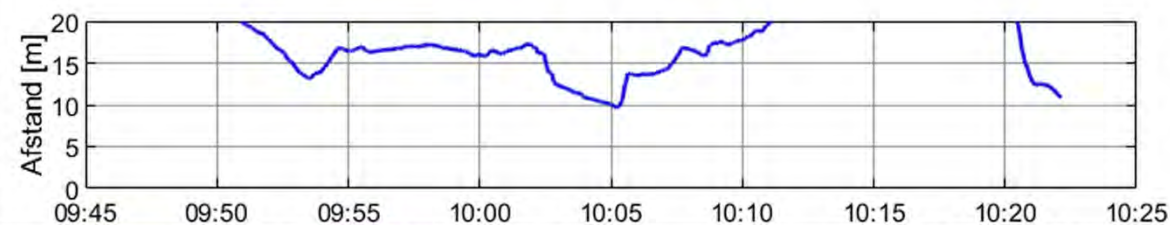
— Schroef (n1) [rpm]

Schroef



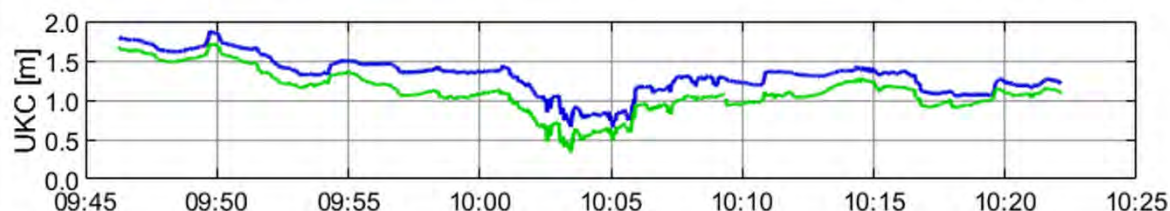
— Afstand tot dieptelijns Tmax [m]

Oeverafstand



— UKC Bruto [m] — UKC Netto [m]

Kielspeling detail



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen scheepsbewegingen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

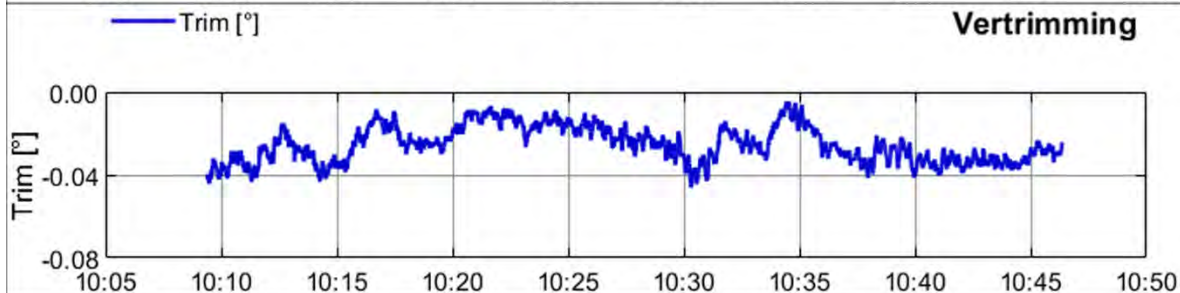
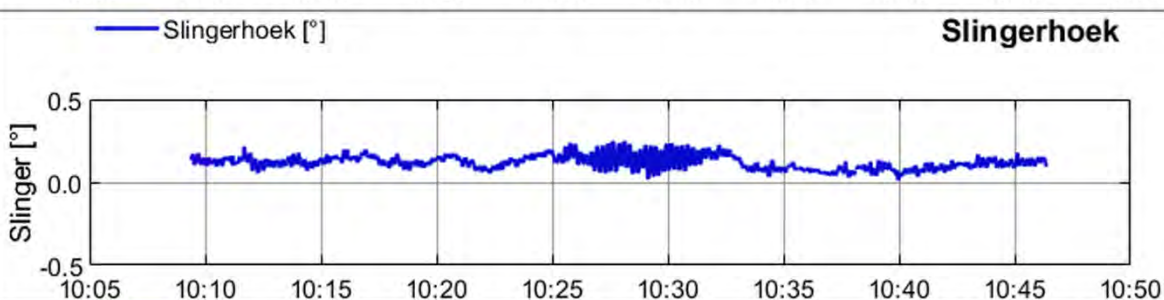
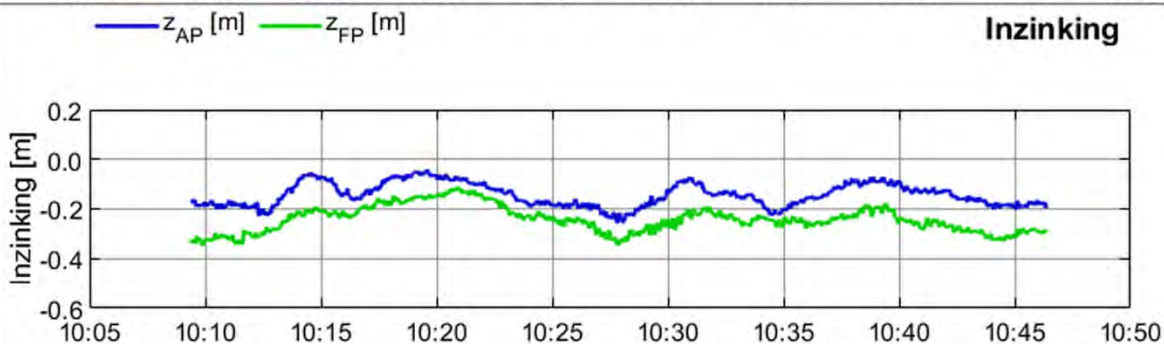
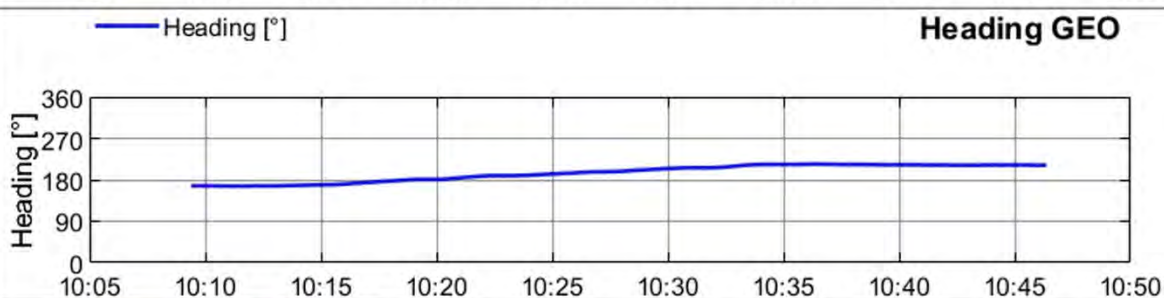
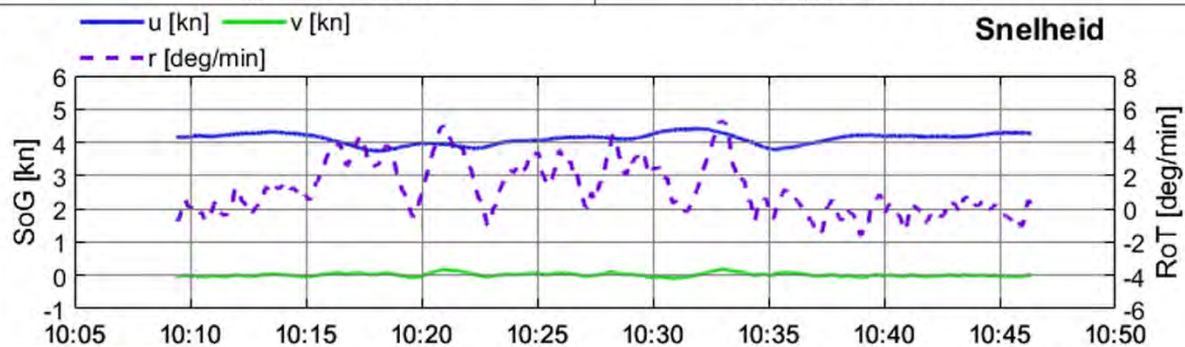
Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 10:09 - 10:46 UTC

Deeltraject: 03 Sluiskil



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen vaareigenschappen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

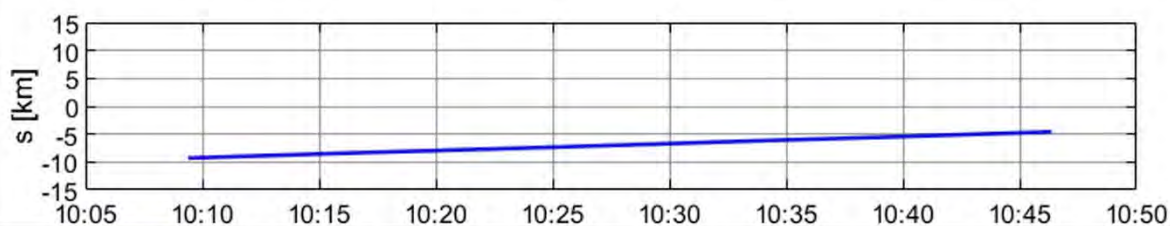
Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 10:09 - 10:46 UTC

Deeltraject: 03 Sluiskil

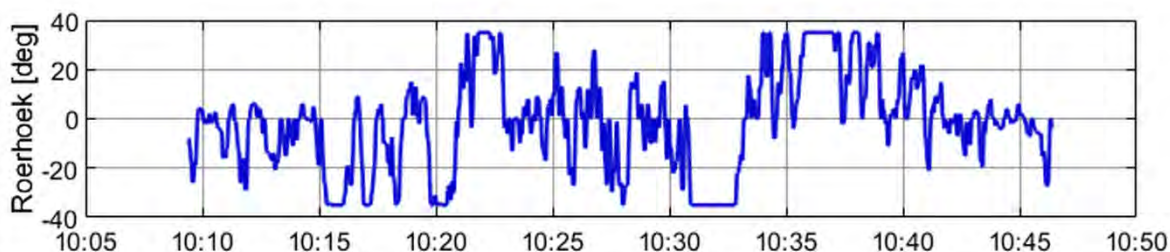
— s KGT [km]

Baanafstand



— Roer (d1) [deg]

Roer



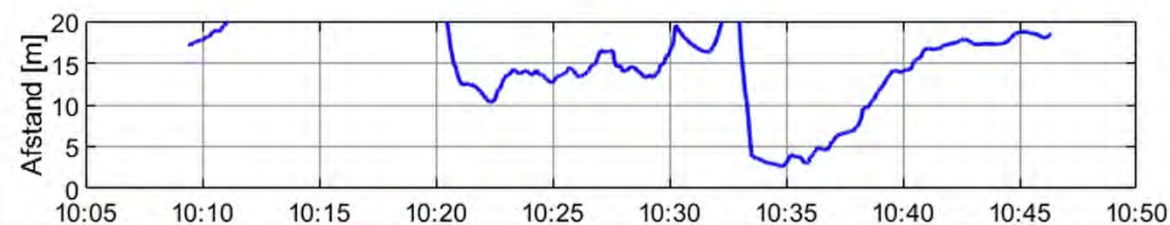
— Schroef (n1) [rpm]

Schroef



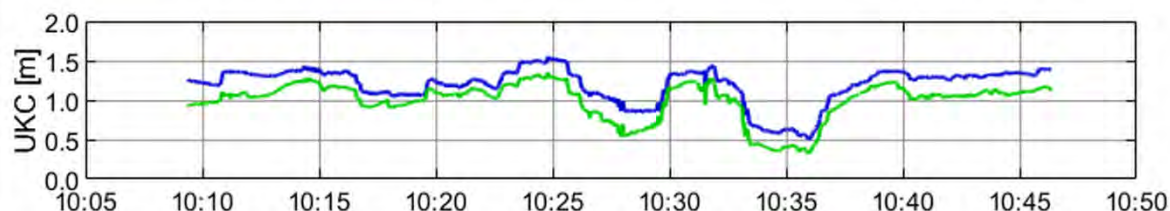
— Afstand tot dieptelijijn Tmax [m]

Oeverafstand



— UKC Bruto [m] — UKC Netto [m]

Kielspeling detail



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen scheepsbewegingen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

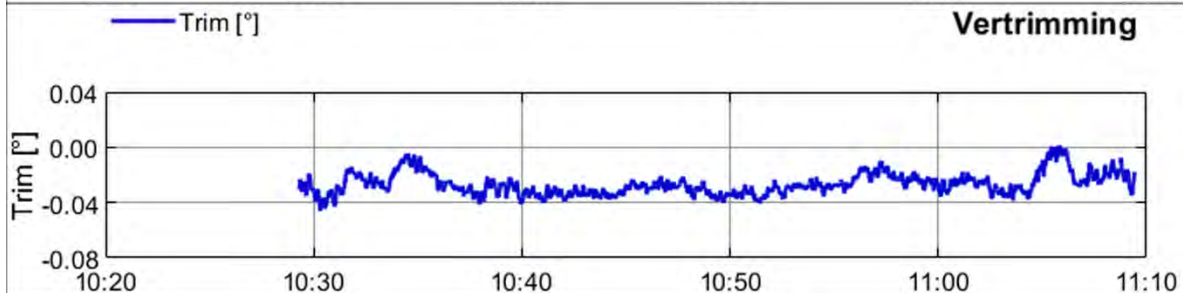
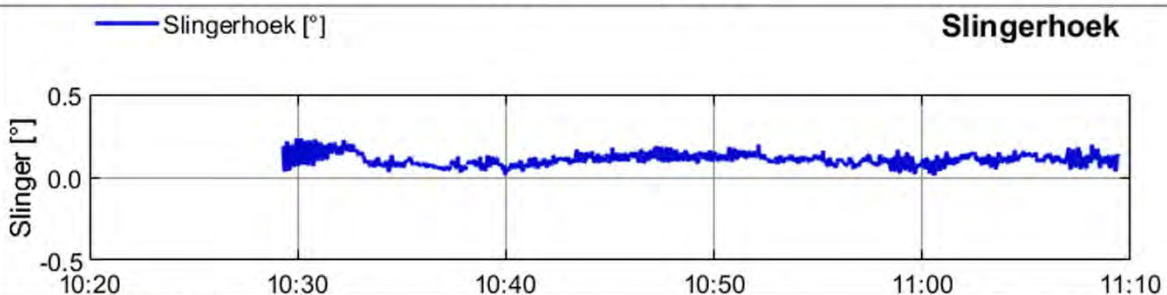
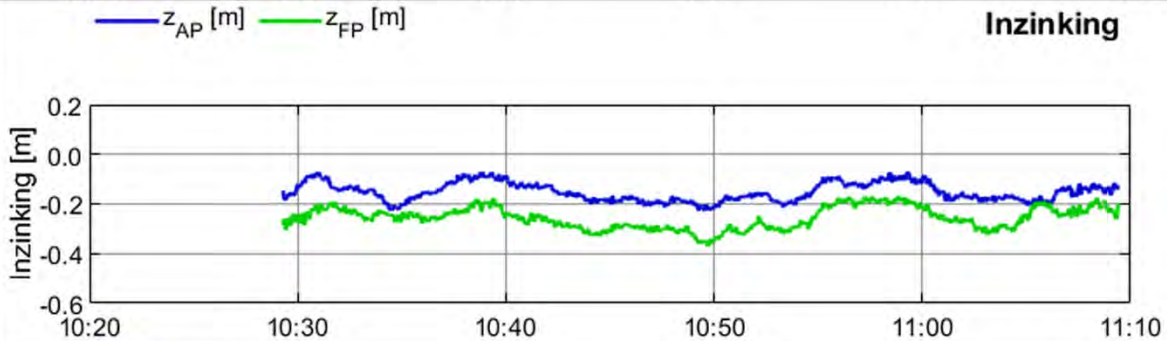
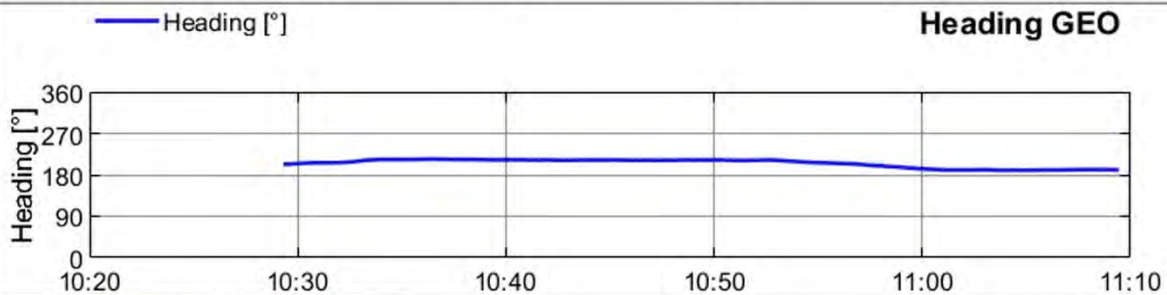
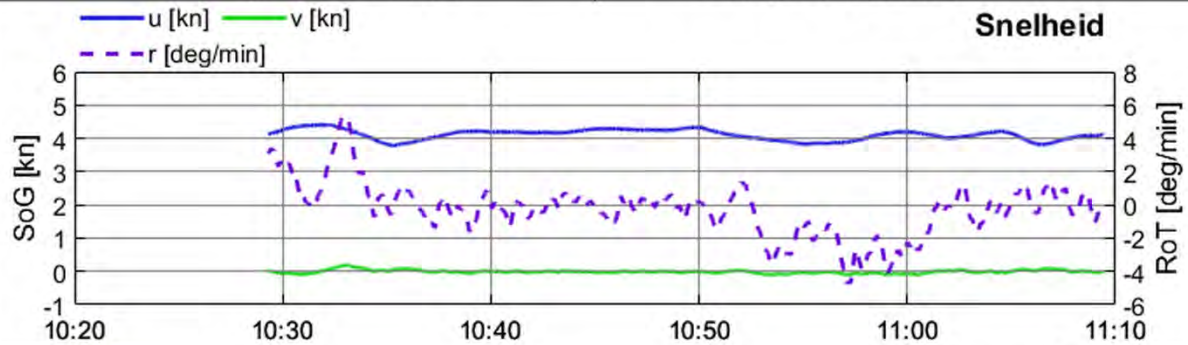
Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 10:29 - 11:09 UTC

Deeltraject: 04 SlsklToSsVGnt



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen vaareigenschappen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

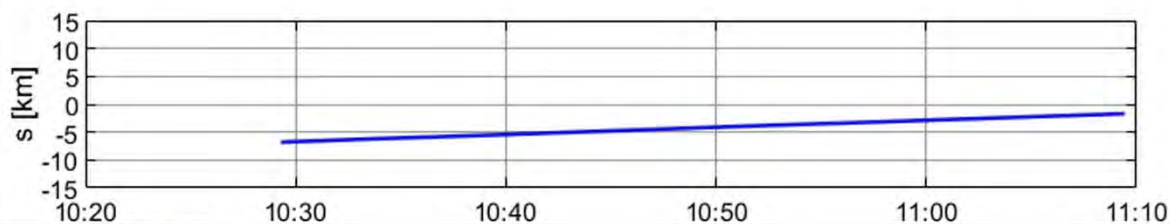
Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 10:29 - 11:09 UTC

Deeltraject: 04 SlskIToSsVGnt

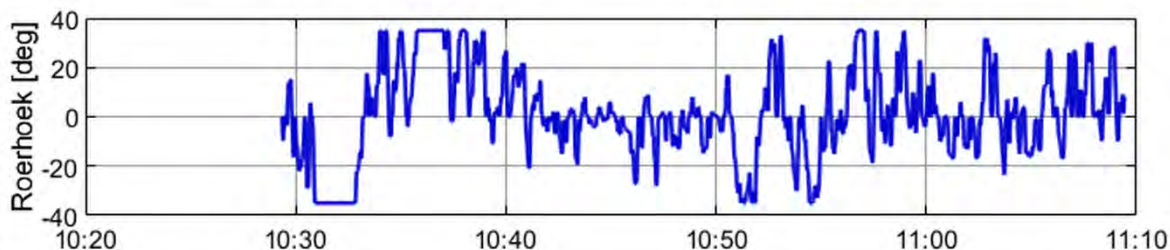
— s KGT [km]

Baanafstand



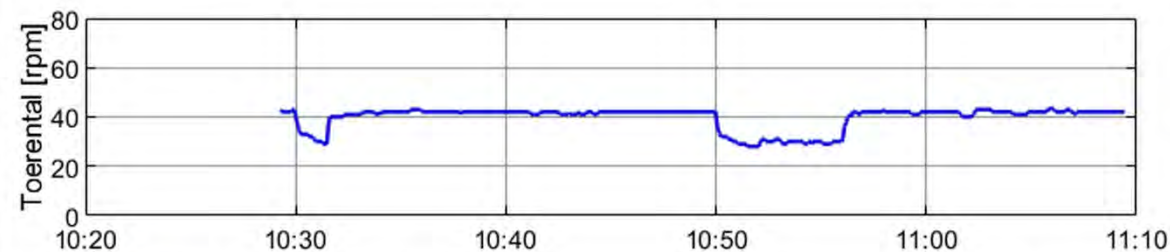
— Roer (d1) [deg]

Roer



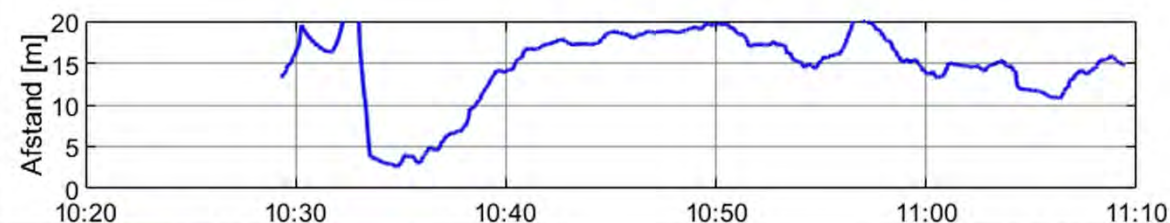
— Schroef (n1) [rpm]

Schroef



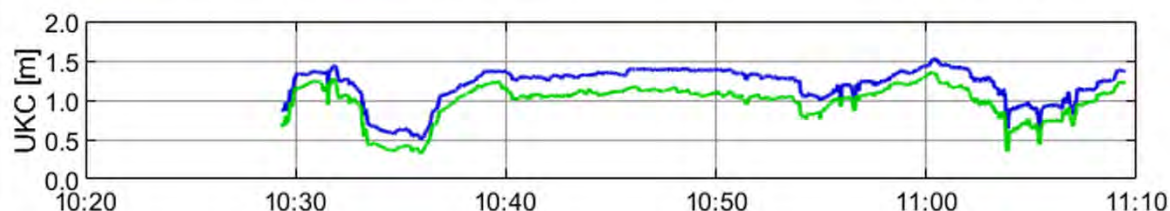
— Afstand tot dieptelijijn Tmax [m]

Oeverafstand



— UKC Bruto [m] — UKC Netto [m]

Kielspeling detail



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen scheepsbewegingen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

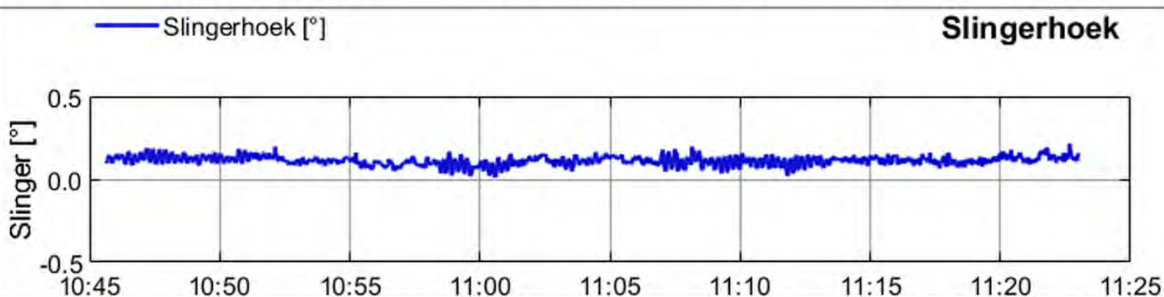
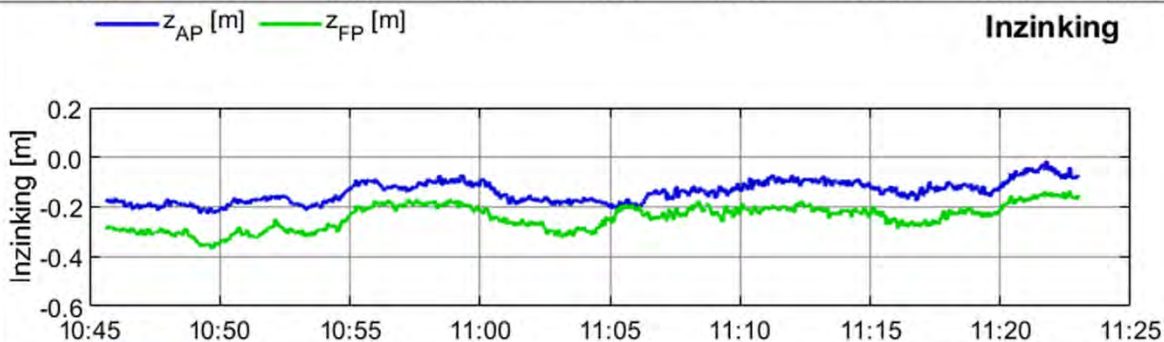
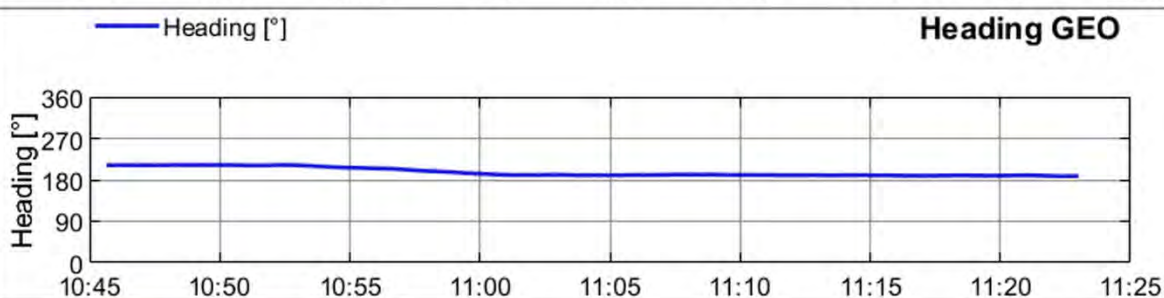
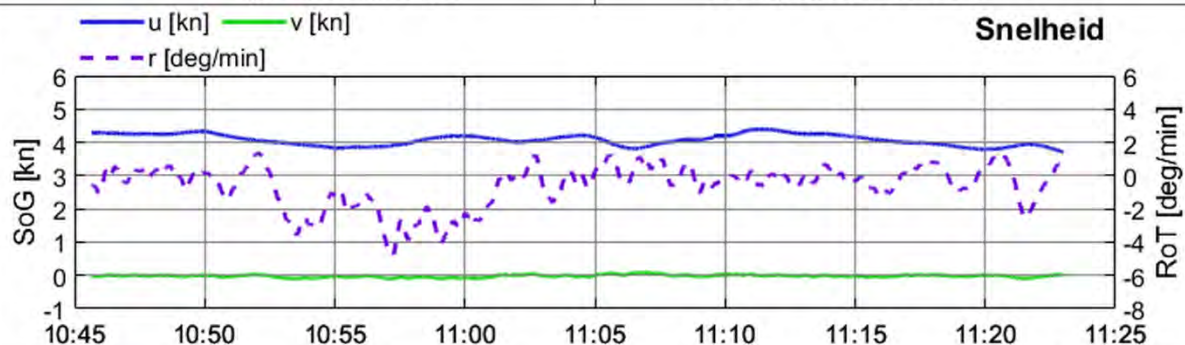
Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 10:45 - 11:23 UTC

Deeltraject: 05 SasVanGent



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen vaareigenschappen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

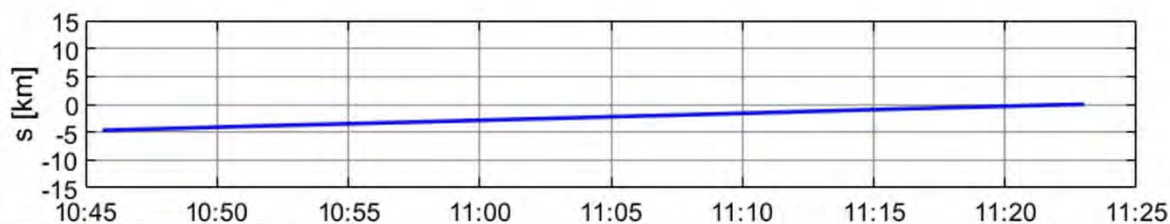
Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 10:45 - 11:23 UTC

Deeltraject: 05 SasVanGent

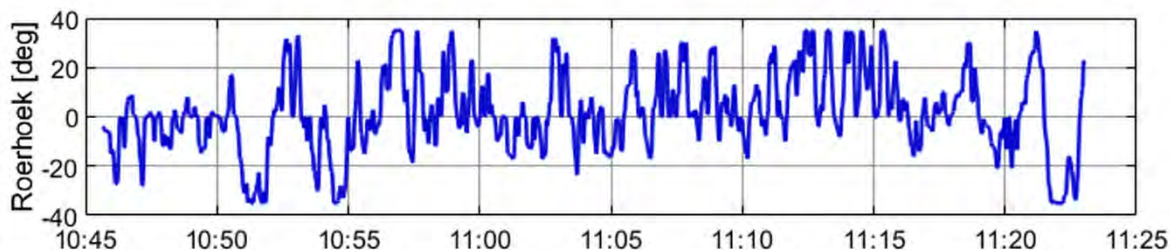
— s KGT [km]

Baanafstand



— Roer (d1) [deg]

Roer



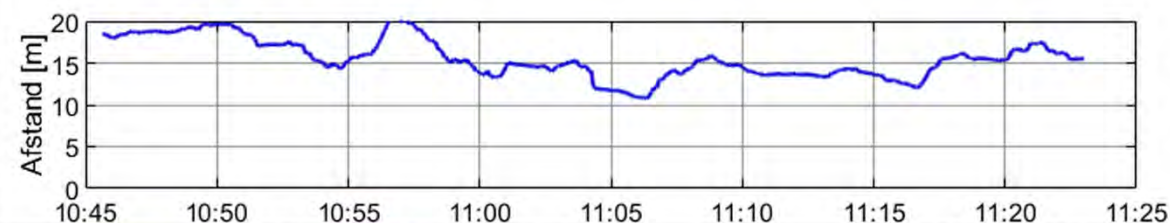
— Schroef (n1) [rpm]

Schroef



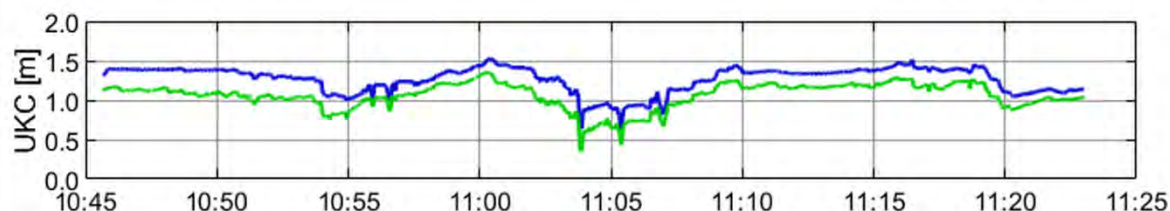
— Afstand tot diepteliijn Tmax [m]

Oeverafstand



— UKC Bruto [m] — UKC Netto [m]

Kielspeling detail



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen scheepsbewegingen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

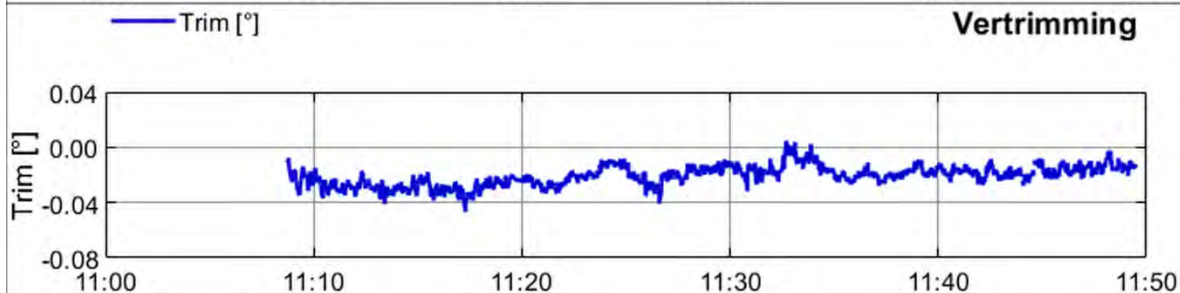
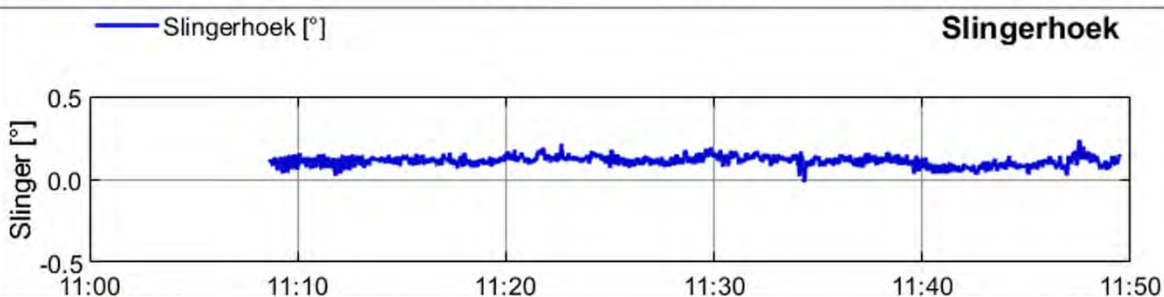
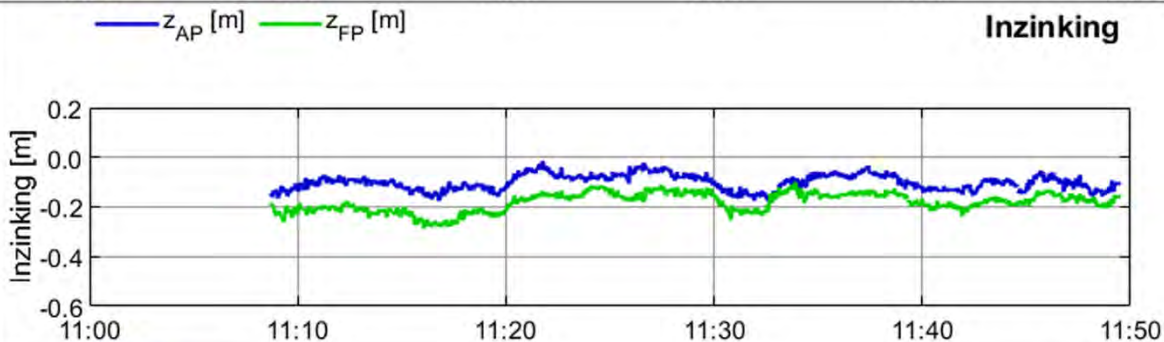
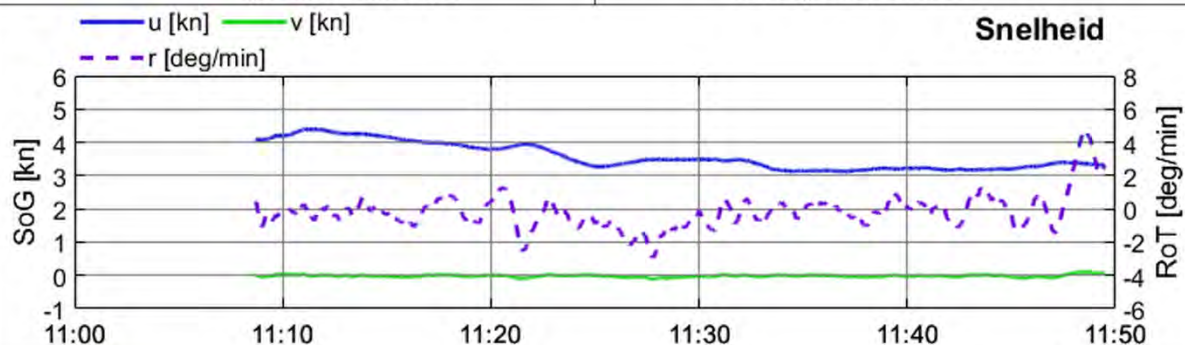
Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 11:08 - 11:49 UTC

Deeltraject: 06 Zelzate



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen vaareigenschappen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

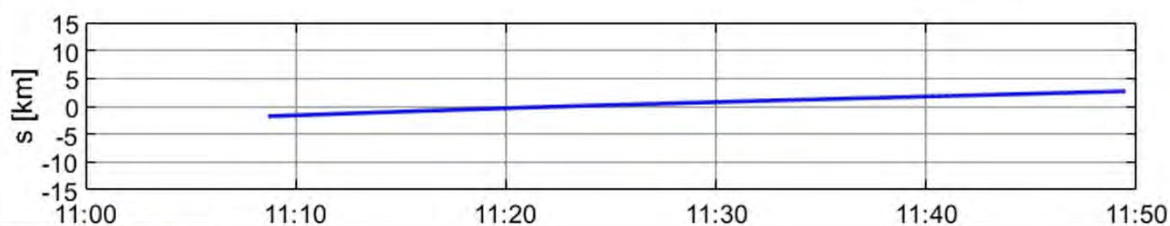
Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 11:08 - 11:49 UTC

Deeltraject: 06 Zelzate

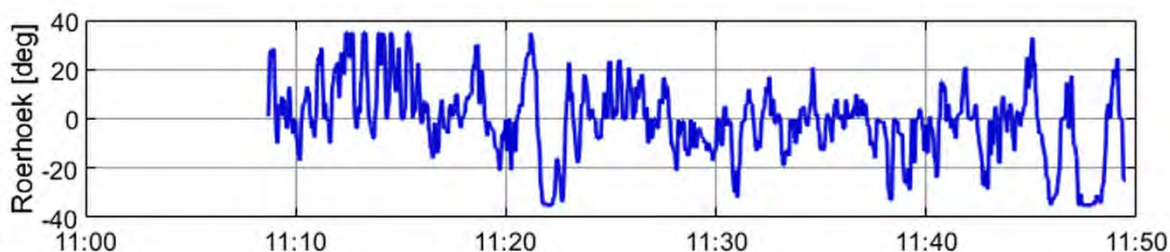
— s KGT [km]

Baanafstand



— Roer (d1) [deg]

Roer



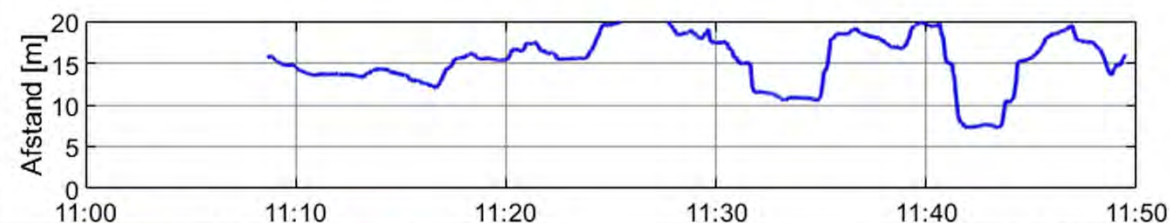
— Schroef (n1) [rpm]

Schroef



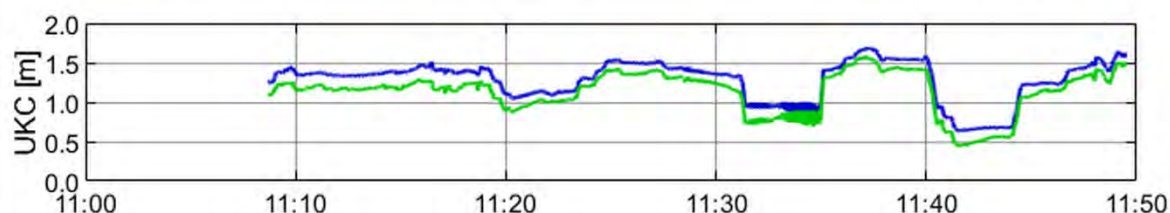
— Afstand tot diepteliijn Tmax [m]

Oeverafstand



— UKC Bruto [m] — UKC Netto [m]

Kielspeling detail



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen scheepsbewegingen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

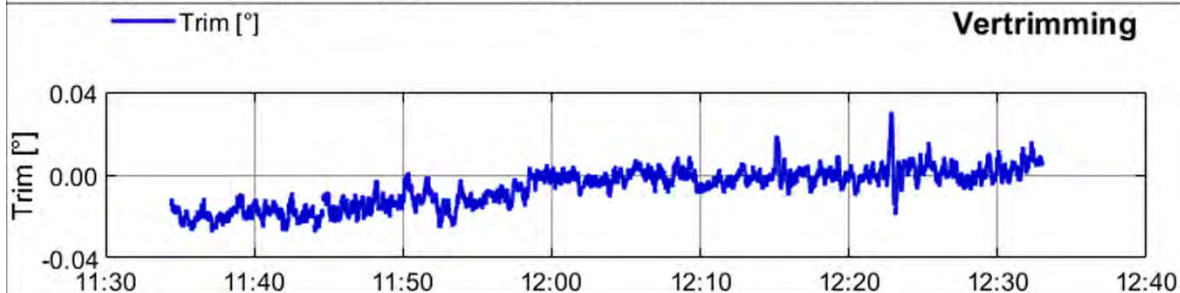
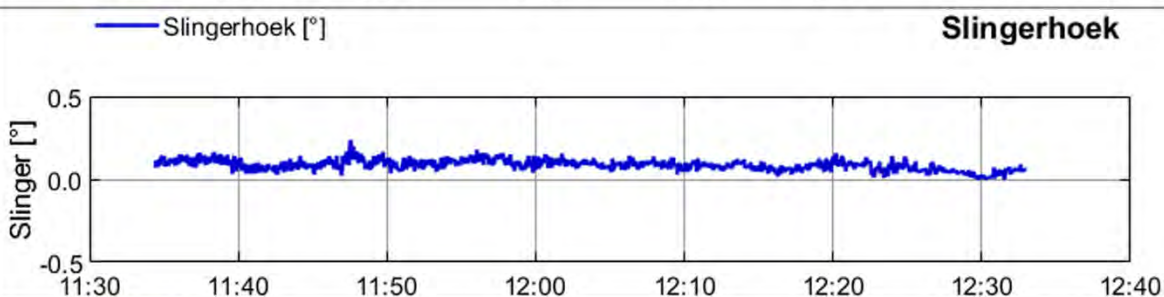
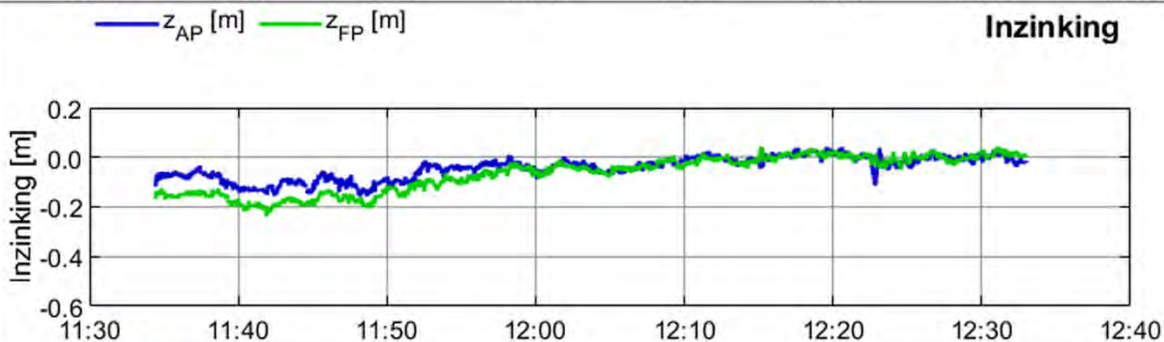
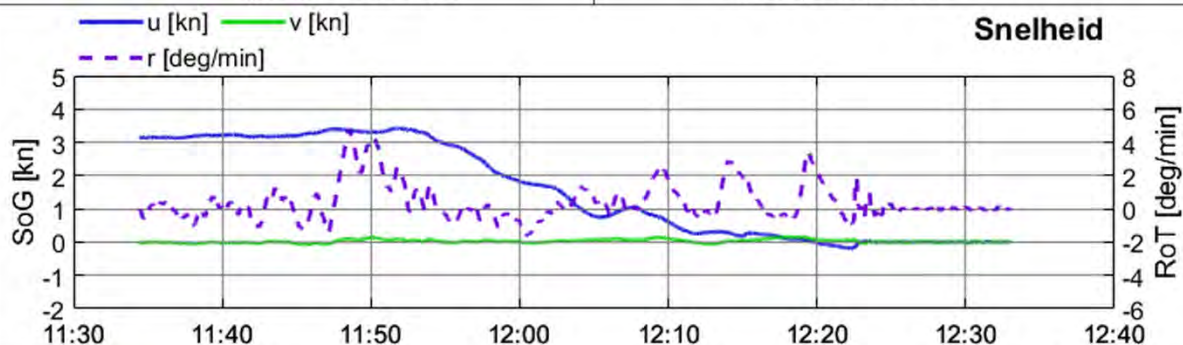
Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 11:34 - 12:33 UTC

Deeltraject: 07 Arcelor



Meetvaart Kanaal Gent Terneuzen

Tijdreeksen vaareigenschappen

Bulk Carrier: $L_{OA} = 229$ m; $B = 38.0$ m; $T = 12.2$ m

Meetvaart: Piavia 29/12/2025

Project: 25 023

Reis: Opvaart

Scenario: KGT

Datum: 29/12/2025

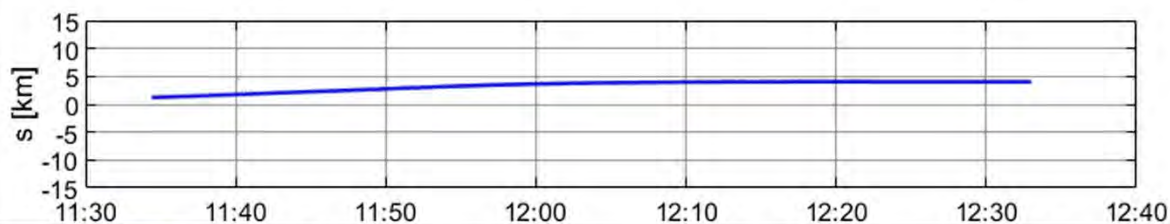
Auteur: Flanders Hydraulics

Tijd: 11:34 - 12:33 UTC

Deeltraject: 07 Arcelor

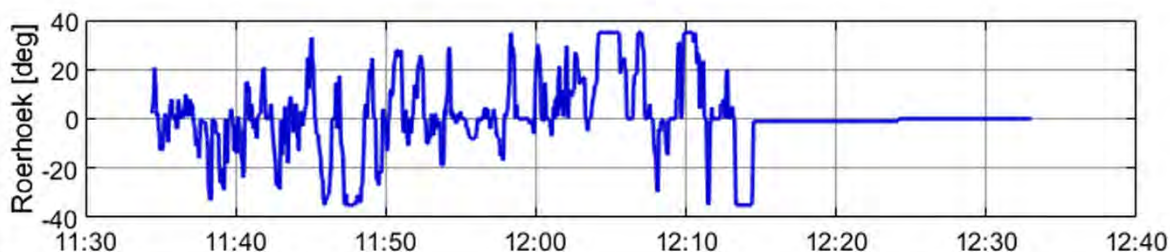
— s KGT [km]

Baanafstand



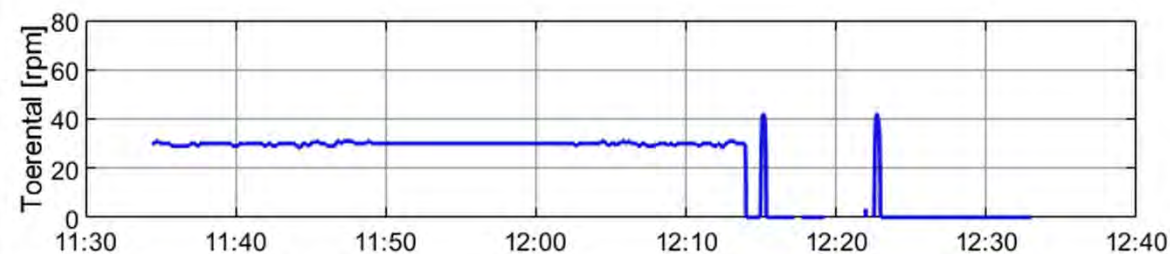
— Roer (d1) [deg]

Roer



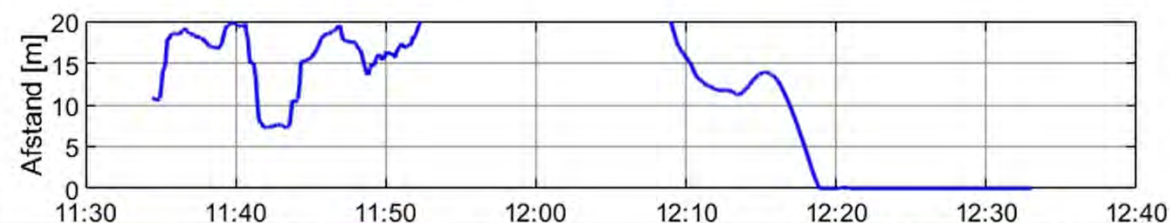
— Schroef (n1) [rpm]

Schroef



— Afstand tot dieptelijns Tmax [m]

Oeverafstand



— UKC Bruto [m] — UKC Netto [m]

Kielspeling detail



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