

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM



Vlaanderen
is wetenschap

**Nautische studies uitgevoerd door het
Waterbouwkundig Laboratorium
in het kader van het complex project
Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ)**

**DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN**

waterbouwkundiglaboratorium.be

Nautische studies uitgevoerd door het
Waterbouwkundig Laboratorium in het kader
van het complex project Nieuwe Sluis
Zeebrugge (NSZ)

In onderliggend document worden de rapporten van de studies, uitgevoerd door het Waterbouwkundig Laboratorium in het kader van het complex project Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ), gebundeld:

1. **Vos, S.; Eloot, K.; Peeters, P.; Mostaert, F. (2016).** Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ): Nautische screening alternatieven met vaarsimulaties. Versie 4.0. WL Rapporten, 17_002_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.
2. **Vos, S.; Van Hoydonck, W.; Vantorre M.; Peeters, P.; Mostaert, F. (2016).** Haven van Zeebrugge: Impact van passerende schepen op afgemeerde schepen aan de vismijn. Versie 4.0. WL Rapporten, 17_068_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Hieronder wordt voor beide studies de abstract herhaald.

Abstract 1:

Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ): Nautische screening alternatieven met vaarsimulaties.

Binnen het project Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ) werden in opdracht van de Afdeling Maritieme Toegang (aMT) met behulp van realtime vaarsimulaties zes locatiealternatieven nautisch gescreend:

- Visart
- VisarOost
- Carcockesite
- VandammeOost
- VandammeWest
- Verbindingsdok

Zowel kustloodsen (DABL) als dokloodsen (BRABO) voerden de vaarsimulaties uit, steeds geassisteerd door een sleepbootkapitein van Kotug Smit Towage. De kustloodsen simuleerden in de voorhaven, de dokloodsen in de achterhaven.

Het simulatieschip was een car-carrier waarvan zowel de lengte (265 m) als de breedte (40 m) gelijk zijn aan de maximale lengte en breedte van schepen die vandaag de dag naar de achterhaven van Zeebrugge varen. Deze dimensies werden door MBZ vastgelegd.

In het merendeel van de simulaties werd een wind ZW5 opgelegd, wat een veel voorkomende windconditie is. Twee sleepboten met maximale bollard pull van 85 ton assisteerden

Een kwalitatieve vergelijking op basis van de beoordeling van de loodsen en kapiteins, vergelijking van berekende parameters en ontmoetingen, leidden tot een (globale) rangorde van de verschillende alternatieven.

Men kan concluderen dat de alternatieven met een sluis parallel aan de P. Vandammesluis nautisch het best en gelijkwaardig scoren. Beide alternatieven worden gevolgd door het alternatief Verbindingsdok. De westelijke alternatieven, nl. Visart en VisartOost scoren nautisch het slechtst. Het alternatief Carcockesite scoort net iets beter dan de twee andere westelijke alternatieven maar het verschil is klein.

Alle alternatieven kunnen echter verder geoptimaliseerd worden zodanig dat de toegang van en naar de sluisen veiliger en vlotter kan verlopen. Het is immers duidelijk dat alle westelijke alternatieven zich in een meer verstedelijkte zone van de haven bevinden waardoor ze vermoedelijk niet dezelfde verruiming kunnen ondergaan als de oostelijke alternatieven. Het bestuderen van optimalisaties kan onderwerp vormen van verder (simulatie)studiewerk.

Abstract 2:

Haven van Zeebrugge: Impact van passerende schepen op afgemeerde schepen aan de vismijn.

Het complex project Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ) heeft als doel een nieuwe tweede toegang tot de achterhaven van Zeebrugge te realiseren en dit op de meest aangewezen locatie. Daartoe worden verschillende alternatieven grondig bestudeerd alvorens een definitieve keuze gemaakt wordt. Door het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) werden zes locatiealternatieven nautisch gescreend met behulp van realtime vaarsimulaties (Vos et al., 2017). Bij drie van de zes alternatieven voorziet men een sluis in de westelijke regio van de haven. Indien één van deze alternatieven uiteindelijk uitgevoerd zal worden, dan zullen zeeschepen passeren aan de vismijn.

Momenteel heerst er bij de vismijn een bezorgdheid over de krachtwerking op afgemeerde vissersschepen. Afdeling Maritieme Toegang (aMT) stelde aan het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) de vraag om deze krachtwerking te onderzoeken.

Met behulp van het softwareprogramma ROPES werden krachten en momenten op een afgemeerd schip berekend bij verschillende vaarsnelheden. Deze krachten worden in voorliggend rapport vergeleken met de minimale breeksterkte van de meerlijnen. Deze breeksterkte is scheepsafhankelijk en werd bepaald aan de hand van regels van de classificatiemaatschappijen. Aannames worden in het rapport toegelicht. Vier afmeerlocaties van het vissersschip werden onderzocht. De meeste berekeningen werden uitgevoerd met een roro-schip met afmetingen 203 m x 31 m x 9.5 m. Voor de locatie die de grootste impact van passerende schepen zou ondervinden, werden berekeningen herhaald met een groter schip met afmetingen 265 m x 40 m x 9.5 m.

Uit de berekeningen met ROPES met het grootste schip volgt dat voor de meest nadelige afmeerpositie bij een snelheid lager dan 6 knoop de kracht minder dan 10% van de minimale breeksterkte bedraagt. Bij 8 knoop is deze kracht nog steeds kleiner dan 20%. De simulatiestudie (Vos et al., 2017) toonde aan dat de snelheden in de drie westelijke varianten steeds kleiner waren dan 6 knoop ter hoogte van de vismijn.

Het systeem is een dynamisch (massa-veer) systeem dat er voor zorgt dat in werkelijkheid de krachten in de lijnen nog kunnen vergroten, tot zelfs verdubbelen. Rekening houdend met de gangbare snelheden kleiner dan 6 knoop, is er nog steeds geen probleem.

De impact van golven op de oever of kade werden niet bestudeerd. Voor de krachtwerking op de afgemeerde schepen heeft het primair golfsysteem de grootste invloed. Het secundair golfsysteem kan mogelijk ook kortere golven bevatten die kleine bewegingen op de afgemeerde schepen veroorzaken. Een sleepboot, die eerder klein is t.o.v. een roro-schip, kan vermoedelijk ook golven veroorzaken die vervolgens met een zekere impact op de kade terechtkomen. De sleepbootkapitein dient hiermee rekening te houden door de snelheid te beperken indien er vissersschepen afgemeerd zijn.



Vlaanderen
is wetenschap



17_002_1
WL rapporten

Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ)

Nautische screening alternatieven met vaarsimulaties

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ)

Nautische screening alternatieven met vaarsimulaties

Vos, S.; Eloot, K.; Mostaert, F.

CONCEPT

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 2017
D/2017/3241/243

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Vos, S.; Eloot, K.; Mostaert, F. (2016). Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ): Nautische screening alternatieven met vaarsimulaties. Versie 4.0. WL Rapporten, 17_002_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Afdeling Maritieme Toegang	Ref.:	WL2017R17_002_1
Keywords (3-5):	Zeebrugge, toegankelijkheid NSZ, realtime simulatie		
Tekst (p.):	45	Bijlagen (p.):	234
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

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

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Eloot, K.	
Projectleider:	Vos, S.	

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	
-----------------	--------------	--



Abstract

Binnen het project Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ) werden in opdracht van de Afdeling Maritieme Toegang (aMT) met behulp van realtime vaarsimulaties zes locatiealternatieven nautisch gescreend:

- Visart
- VisarOost
- Carcockesite
- VandammeOost
- VandammeWest
- Verbindingsdok

Zowel kustloodsen (DABL) als dokloodsen (BRABO) voerden de vaarsimulaties uit, steeds geassisteerd door een sleepbootkapitein van Kotug Smit Towage. De kustloodsen simuleerden in de voorhaven, de dokloodsen in de achterhaven.

Het simulatieschip was een car-carrier waarvan zowel de lengte (265 m) als de breedte (40 m) gelijk zijn aan de maximale lengte en breedte van schepen die vandaag de dag naar de achterhaven van Zeebrugge varen. Deze dimensies werden door MBZ vastgelegd.

In het merendeel van de simulaties werd een wind ZW5 opgelegd, wat een veel voorkomende windconditie is. Twee sleepboten met maximale bollard pull van 85 ton assisteerden

Een kwalitatieve vergelijking op basis van de beoordeling van de loodsen en kapiteins, vergelijking van berekende parameters en ontmoetingen, leidden tot een (globale) rangorde van de verschillende alternatieven.

Men kan concluderen dat de alternatieven met een sluis parallel aan de P. Vandammesluis nautisch het best en gelijkwaardig scoren. Beide alternatieven worden gevolgd door het alternatief Verbindingsdok. De westelijke alternatieven, nl. Visart en VisartOost scoren nautisch het slechtst. Het alternatief Carcockesite scoort net iets beter dan de twee andere westelijke alternatieven maar het verschil is klein.

Alle alternatieven kunnen echter verder geoptimaliseerd worden zodanig dat de toegang van en naar de sluisen veiliger en vlotter kan verlopen. Het is immers duidelijk dat alle westelijke alternatieven zich in een meer verstedelijkte zone van de haven bevinden waardoor ze vermoedelijk niet dezelfde verruiming kunnen ondergaan als de oostelijke alternatieven. Het bestuderen van optimalisaties kan onderwerp vormen van verder (simulatie)studiewerk.

Scheepsbeweging → ontwerp vaarweg en haven → simulaties

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VII
Lijst van de figuren	VIII
1 Inleiding	1
1.1 Situering.....	1
1.2 Onderzoeksvraag.....	1
1.3 Inhoud.....	1
2 Input	2
2.1 Alternatieven	2
2.2 Simulatieschip.....	7
2.3 Simulatieomgeving	8
2.3.1 Waterstand.....	8
2.3.2 Bathymetrie	8
2.3.3 Wind	8
2.3.4 Strooming	10
2.3.5 Golven.....	10
2.3.6 Oevereffecten.....	10
2.3.7 Sleepboten.....	10
2.3.8 Afgemeerde schepen.....	10
3 Simulaties	11
3.1 Loodsen en kapiteins	11
3.2 Programma	11
3.3 Analyse	12
3.3.1 Evaluatie loods en kapiteins	12
3.3.2 Grafieken	13
3.3.3 Vaarbaanplots.....	13
3.3.4 Opsplitsing in secties	14
3.3.5 Ontmoetingen	18
4 Resultaten.....	20
4.1 Evaluatie loods en sleepbootkapiteins.....	20
4.2 Parameters	21

4.2.1	Uitvoeringstijd	22
4.2.2	Gemiddelde snelheid.....	24
4.2.3	Sleepboothulp	26
4.2.4	Boegschroef.....	30
4.2.5	Afstand tot constructie.....	32
4.2.6	Samenvatting parameters	33
4.3	Ontmoetingen	34
4.3.1	Simulatie 35: Verbindingsdok VH	34
4.3.2	Simulatie 36: VisartOost AH	35
4.3.3	Simulatie 37: Visart VH	36
4.3.4	Simulatie 38: VandammeOost AH	38
4.3.5	Simulatie 39: Verbindingsdok VH	39
4.3.6	Simulatie 40: VandammeWest VH	40
4.3.7	Samenvatting.....	41
4.4	Bedenkingen en commentaar van loodsen en kapiteins	41
4.4.1	Bedenkingen per alternatief.....	41
4.4.2	Algemeen.....	42
5	Samenvatting en conclusie	43
5.1	Samenvatting.....	43
5.2	Conclusie.....	44
	Bijlage 1: Simulatieoverzicht	B1
	Bijlage 2: Commentaar bij simulaties	B3
	Bijlage 3: Grafieken.....	B6
	Bijlage 4: Vaarbaanplots – statisch.....	B119
	Bijlage 5: Vaarbaanplots – animatie (KMZ-bestanden).....	B132
	Bijlage 6: Coördinaten snijlijnen.....	B134

Lijst van de tabellen

Tabel 1 - Alternatieven	2
Tabel 2 - Algemene kenmerken simulatieschip carCar_265_400_NSZ	7
Tabel 3 - Snelheden in overeenstemming met telegraafstanden in diep water	7
Tabel 4 - Distributie van de actuele windsterkte in functie van de geselecteerde windsterkte	9
Tabel 5 - Relatie tussen windsnelheid in Beaufort (Bft), km/h, m/s en knoop	9
Tabel 6 - Loodsen en kapiteins die deelnamen aan de studie	11
Tabel 7 - Programma	11
Tabel 8 - Aantal uitgevoerde simulaties in voor- en achterhaven, opgedeeld per in- en uitvaart	12
Tabel 9 - Schaal gebruikt voor evaluatie door loodsens voor moeilijkheid / concentratie en reserves	13
Tabel 10 - Trajecten tussen twee snijlijnen in voor- en achterhaven	15
Tabel 11 - Aantal simulaties bij ZW5	20
Tabel 12 - Moeilijkheid / concentratie	21
Tabel 13 - Reserve	21
Tabel 14 - Gemiddelde uitvoeringstijd [min] (waarden afgerond tot op één minuut)	23
Tabel 15 - Gemiddelde snelheid [knoop]	25
Tabel 16 - Gemiddelde stuwkracht_impuls sleepboot achteraan [ton*min]	27
Tabel 17 - Gemiddelde stuwkracht_impuls sleepboot vooraan [ton*min]	29
Tabel 18 - Gemiddelde boegschroef_impuls [ton*min]	31
Tabel 19 - Percentages minimale afstanden [% uitvoeringstijd]	33
Tabel 20 - Orde op basis van berekende parameters	33
Tabel 21 - Overzicht uitgevoerde gekoppelde simulaties	34
Tabel 22 - Rangorde samengevat	44
Tabel 23 - Simulaties (gesorteerd per alternatief) met vermelding simulatietijd, beoordeling moeilijkheid / concentratie en reserve	B1
Tabel 24 - Commentaar bij de simulatie	B3
Tabel 24 - Coördinaten snijlijnen (Lambert 72)	B134

Lijst van de figuren

Figuur 1 - Globaal overzicht van de locatiealternatieven.....	3
Figuur 2 - Alternatief Visart	4
Figuur 3 - Alternatief VisartOost.....	4
Figuur 4 - Alternatief Carcockesite	5
Figuur 5 - Alternatief VandammeOost	5
Figuur 6 - Alternatief VandammeWest.....	6
Figuur 7 - Alternatief Verbindingsdok	6
Figuur 8 - Windroos op locatie ZMP Meteopark (P. Vandammesluis): snelheid in m/s.....	8
Figuur 9 - Aanduiding afgemeerde schepen.....	10
Figuur 10 - KMZ-bestanden	14
Figuur 11 - Snijlijnen in voorhaven (blauw opvaart, groen afvaart).....	15
Figuur 12 - Snijlijnen in achterhaven (blauw opvaart, groen afvaart).....	16
Figuur 13 - SIM225_Carcockesite_006 volledige voorstelling simulatie met snijlijnen AHo2 en AHo5.....	16
Figuur 14 - SIM225_Carcockesite_004, voorbeeld berekening afstand tot constructie.....	19
Figuur 15 - Gemiddelde uitvoeringstijd [min]	22
Figuur 16 - Gemiddelde snelheid [knoop]	24
Figuur 17 - Gemiddelde stuwkracht_impuls sleepboot achteraan [ton*min]	26
Figuur 18 - Gemiddelde stuwkracht_impuls sleepboot vooraan [ton*min]	28
Figuur 19 - Gemiddelde boegschroef_impuls [ton*min]	30
Figuur 20 - Afstand tot constructie.....	32
Figuur 21 - Simulatie 35 - Links: 0' – 17'; Rechts: 17' – 22' (SIM360_Verbindingsdok_gek_002.kmz)	35
Figuur 22 - Simulatie 35 - Minimale afstanden tot kaai – Links invarend; Rechts: uitvarend.....	35
Figuur 23 - Simulatie 36 - Links: 0' – 17'; Rechts: 17' – 25' (SIM360_VisartOost_gek_001.kmz).....	36
Figuur 24 - Simulatie 36 - Minimale afstanden tot kaai – Links invarend; Rechts: uitvarend.....	36
Figuur 25 - Simulatie 37 - Links: 0' – 14'; Rechts: 14' – 24' (SIM360_Visart_gek_001.kmz)	37
Figuur 26 - Simulatie 37 - Minimale afstanden tot kaai – Links: uitvarend; Rechts: invarend.....	37
Figuur 27 - Simulatie 38 - Links: 0' – 13'; Rechts: 13' – 25' (SIM360_VandammeOost_gek_001.kmz)	38
Figuur 28 - Simulatie 38 - Minimale afstanden tot kaai – Links: invarend; Rechts: uitvarend.....	38
Figuur 29 - Simulatie 39 - Links: 0' – 15'; Rechts: 15' – 23' (SIM360_Verbindingsdok_gek_003.kmz)	39
Figuur 30 - Simulatie 39 - Minimale afstanden tot kaai – Links: uitvarend; Rechts: invarend.....	39
Figuur 31 - Simulatie 40 - Links: 0' – 12'; Rechts: 12' – 19' (SIM360_VandammeWest_gek_002.kmz)	40
Figuur 32 - Simulatie 40 - Minimale afstanden tot kaai – Links: uitvarend; Rechts: invarend.....	40

1 Inleiding

1.1 Situering

Onderstaande informatie is grotendeels afkomstig van de website www.nieuwesluiszeebrugge.be.

De achterhaven van Zeebrugge is een zone die volop groeit. Momenteel verloopt het scheepvaartverkeer naar die achterhaven louter via de Pierre Vandammesluis. De tweede zeesluis die momenteel toegang biedt tot de achterhaven, de Visartsluis, dateert immers al van 1907, is sterk verouderd en beantwoordt niet meer aan de noden van de huidige scheepvaart. Het verbeteren van de nautische toegankelijkheid tot de (achter)haven van Zeebrugge is daarom nodig.

De Pierre Vandammesluis draait vandaag al op volle toeren. Deze sluis is bovendien sinds 1984 in gebruik en ondergaat momenteel grote onderhoudswerkzaamheden. Tijdens deze onderhoudswerkzaamheden is vastgesteld dat ingrijpende werkzaamheden op middellange termijn noodzakelijk zullen zijn om de sluis op lange termijn in bedrijf te houden. Voor deze werkzaamheden zal de Pierre Vandammesluis gedurende een langere tijd buiten gebruik gesteld moeten worden met als gevolg dat het schutten van schepen via de Pierre Vandammesluis voor enige tijd onmogelijk zal zijn.

De realisatie van een tweede volwaardige toegang tot de achterhaven is, rekening houdend met de verdere ontwikkeling van de achterhaven en de bijhorende capaciteitsnoden enerzijds en huidige staat van de Pierre Vandammesluis anderzijds, een noodzaak.

Op 15 juli 2016 nam de Vlaamse Regering de startbeslissing voor het project dat van cruciaal belang is voor de verdere groei en ontwikkeling van de haven van Zeebrugge. Dit project wordt getrokken vanuit het departement Mobiliteit en Openbare Werken en dit volgens de procesaanpak voor complexe projecten in Vlaanderen. De aanpak voor complexe projecten streeft naar een efficiënt en kwaliteitsvol proces, dat gericht is op de realisatie van een complex project binnen een aanvaardbare termijn en met een maximaal draagvlak. Meer informatie over de procesaanpak vindt men op <http://www.complexeprojecten.be/>.

Het project, genaamd Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ), heeft als doel een nieuwe tweede toegang tot de achterhaven te realiseren op de meest aangewezen locatie. Daartoe worden verschillende alternatieven grondig bestudeerd alvorens een definitieve keuze gemaakt wordt. Daarna volgt nog de technische uitwerking en de uitvoering van het gekozen alternatief.

1.2 Onderzoeksvraag

Afdeling Maritieme Toegang (aMT) vraagt aan het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) om zes verschillende locatiealternatieven nautisch te screenen en dit met behulp van realtime vaarsimulaties. Een nauwe samenwerking met loodsen en sleepbootkapiteins was hierbij cruciaal.

1.3 Inhoud

Hoofdstuk 2 beschrijft de input voor de studie waaronder de verschillende locatiealternatieven, het simulatieschip en de simulatieomgeving. Hoofdstuk 3 bevat het simulatieprogramma met daarnaast een bespreking van de methodiek van de analyse. In hoofdstuk 4 worden vervolgens de resultaten van de analyse gepresenteerd. Ten slotte volgt er in hoofdstuk 5 een samenvatting en een conclusie.

2 Input

2.1 Alternatieven

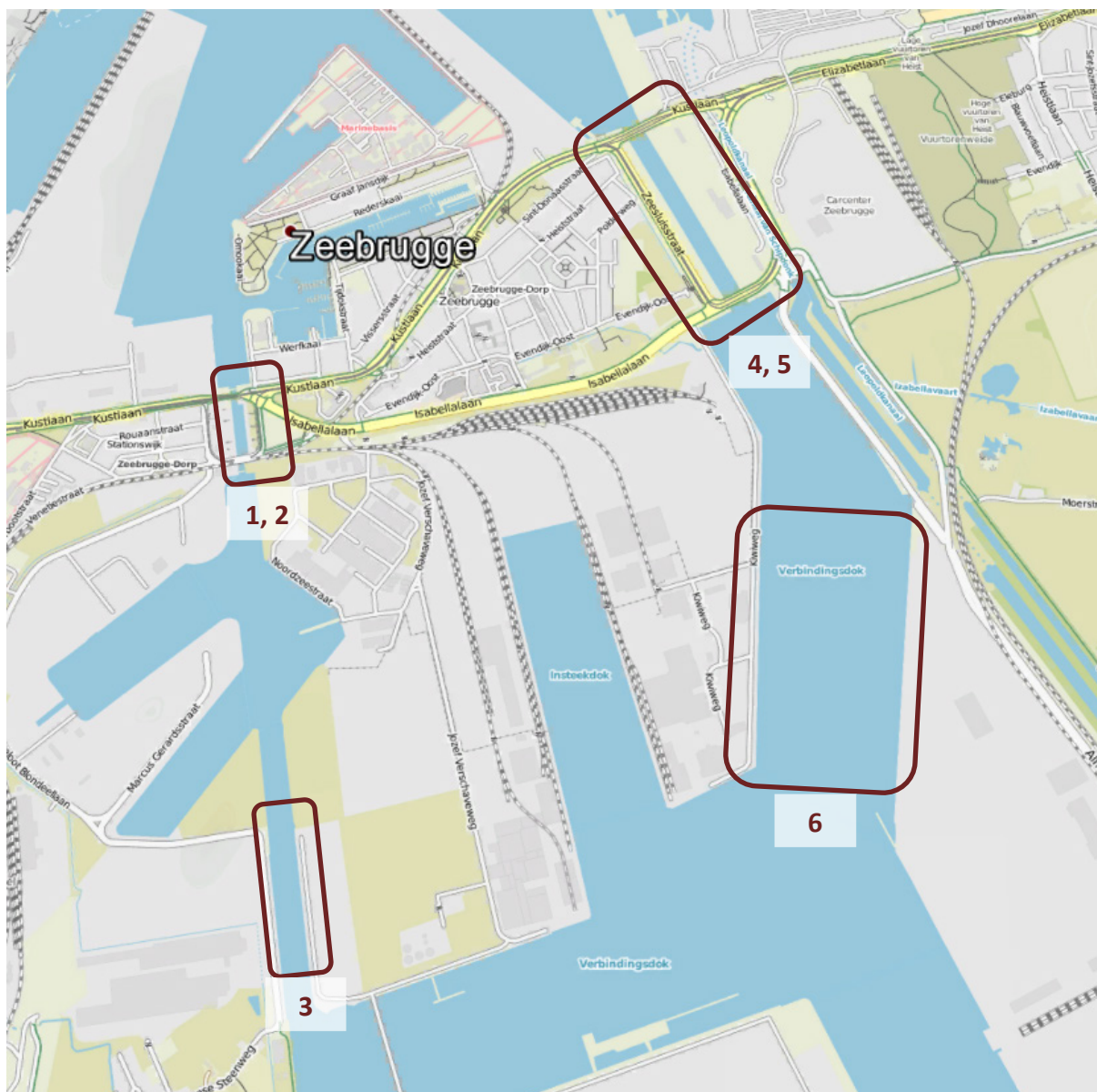
Afdeling Maritieme Toegang (aMT) bezorgde de alternatieven uit Tabel 1 in dwg-formaat waarna deze vervolgens geïmplementeerd werden in de simulator. In Figuur 1 worden de verschillende locaties aangeduid met nummers. Figuur 2 tot en met Figuur 7 tonen de lijnen van de omgevingen zoals ze in de simulator ingebouwd werden.

Merk hierbij op dat het alternatief Visart en VisartOost in de achterhaven afwijken van elkaar. In Visart is de doorvaarbreedte in de achterhaven slechts (+/-) 90 m daar waar deze in het alternatief VisartOost (+/-) 130 m bedraagt. Het sluisencomplex in het alternatief Verbindingsdok werd zuidelijk in het Verbindingsdok ingetekend vermits bij een meer noordelijke intekening een schip met lengte 265 m de oostelijke sluis in de voorhaven niet kan bereiken.

Tabel 1 - Alternatieven

Alternatief	Beschrijving	Locatie in Figuur 1	Ref naar figuur
Visart	Vervanging huidige Visartsluis door nieuwe sluis	1	Figuur 2
VisarOost	Nieuwe sluis ten oosten van huidige Visartsluis Huidige Visartsluis verdwijnt	2	Figuur 3
Carcockesite	Nieuwe sluis in de westelijke achterhaven. Huidige Visartsluis verdwijnt en ter plaatse van deze sluis wordt een kanaal (breedte 85 m) voorzien dat de toegang voorziet tot de nieuwe sluis.	3	Figuur 4
VandammeOost	Nieuwe sluis ten oosten van huidige P. Vandammesluis	4	Figuur 5
VandammeWest	Nieuwe sluis ten westen van huidige P. Vandammesluis	5	Figuur 6
Verbindingsdok	Twee nieuwe sluisen in het huidige verbindingsdok. P. Vandammesluis verdwijnt en ter plaatse hiervan wordt een kanaal voorzien (breedte 130 m) dat de toegang voorziet tot de sluisen	6	Figuur 7

Figuur 1 - Globaal overzicht van de locatiealternatieven



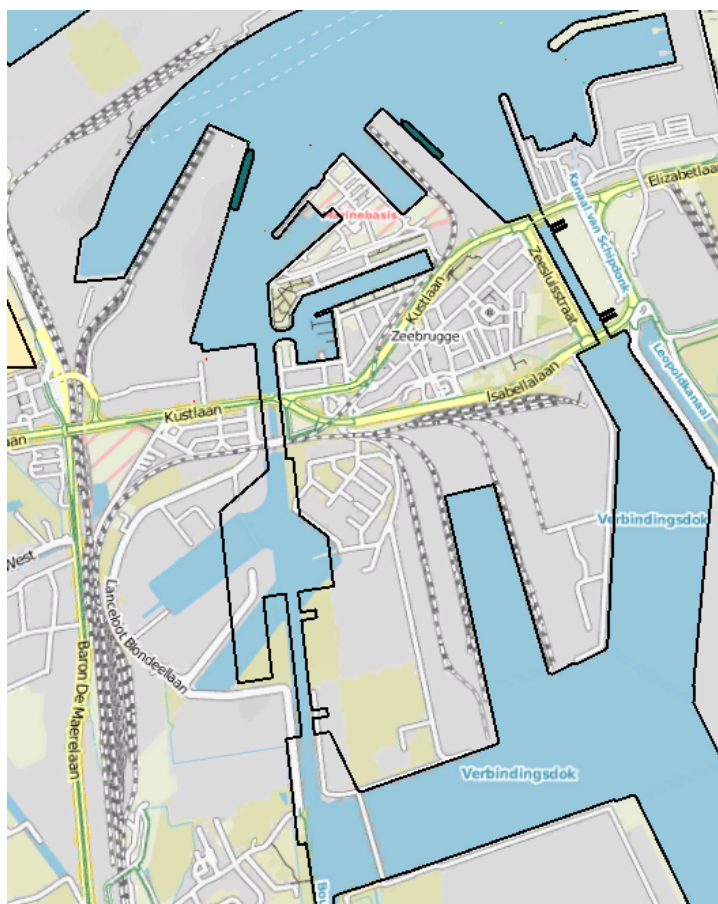
Figuur 2 - Alternatief Visart



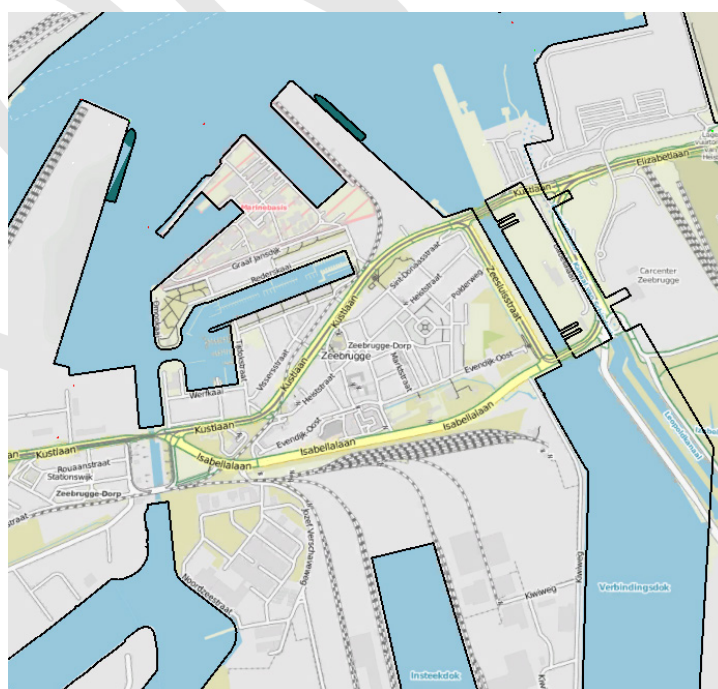
Figuur 3 - Alternatief VisartOost



Figuur 4 - Alternatief Carcookesite



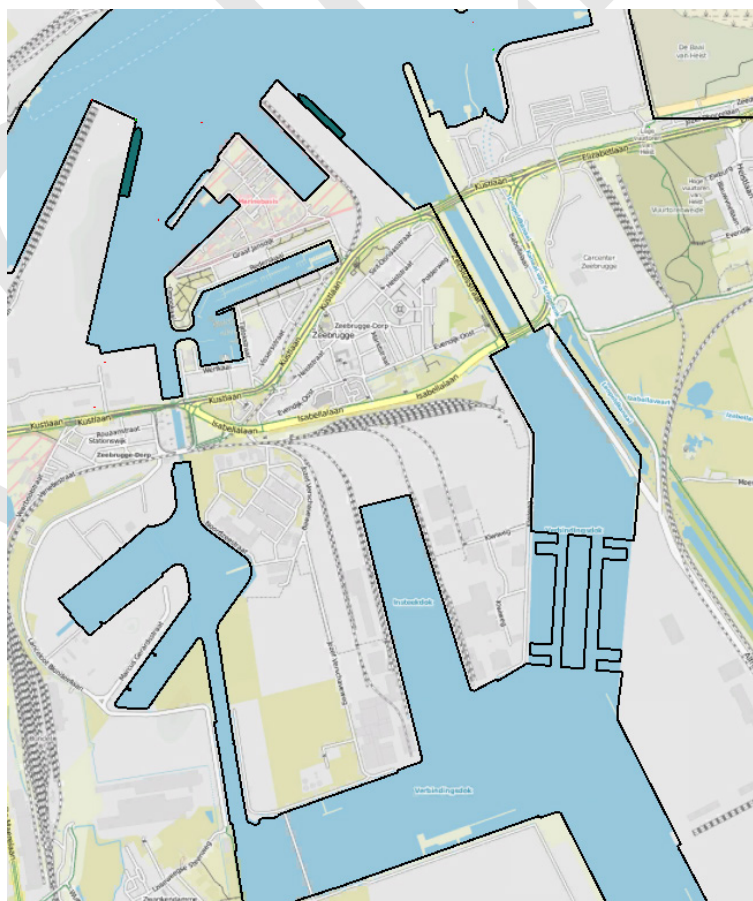
Figuur 5 - Alternatief VandammeOost



Figuur 6 - Alternatief VandammeWest



Figuur 7 - Alternatief Verbindingsdok



2.2 Simulatieschip

Typische (horizontale) scheepsafmetingen van car-carriers die vandaag de dag naar de achterhaven van Zeebrugge varen zijn:

- 265 m * 33.3 m;
- 230 m * 32.6 m;
- 200 m * (32.3 m – 39.5 m)

Tabel 2 bevat enkele algemene karakteristieken van het simulatieschip. Het schip is een car-carrier waarvan zowel de lengte als de breedte gelijk zijn aan de maximale lengte en breedte van schepen die vandaag de dag naar de achterhaven van Zeebrugge varen. Deze dimensies door MBZ vastgelegd. De diepgang werd gelijk aan 9.5 m genomen welke eerder een grote maar gangbare diepgang is. Tabel 3 toont de maximale vaarsnelheden van het simulatieschip bij vier telegraafstanden.

Tabel 2 - Algemene kenmerken simulatieschip carCar_265_400_NSZ

Parameter	Waarde
L _{oa} [m]	265
L _{pp} [m]	247
B [m]	40
T [m]	9.5
Massa [ton]	45781
Aantal schroeven	1
Aantal roeren	1
Vermogen boegschroef [pk]	2800
A _{wx} [m ²]	900
A _{wy} [m ²]	5746

Tabel 3 - Snelheden in overeenstemming met telegraafstanden in diep water

Telegraafstand	Rpm	Snelheid [knoop]
Dead Slow	30.0	6.3
Slow	49.8	10.6
Half	64.8	13.8
Harbour Full	75.0	16.0

Het simulatieschip werd door twee kustloodsen (Hans Defurne en Roland Callebout) gevalideerd op 23/02/2017. Deze loodsen beschouwden het model als 'ok voor de simulatiestudie'. Ter informatie wordt nog vermeld dat de massa van het schip twee keer zo groot is als deze van een schip met eenzelfde blokcoëfficiënt, lengte 200 m, breedte 32.2 m en diepgang 7 m. Dit geeft aan dat de inertie van het simulatieschip groot is t.o.v. vertrouwde inertie van schepen waarmee men regelmatig een sluis in Zeebrugge aanloopt.

2.3 Simulatieomgeving

2.3.1 Waterstand

De waterstand in zowel de voor- als de achterhaven bedroeg 3.40 m TAW.

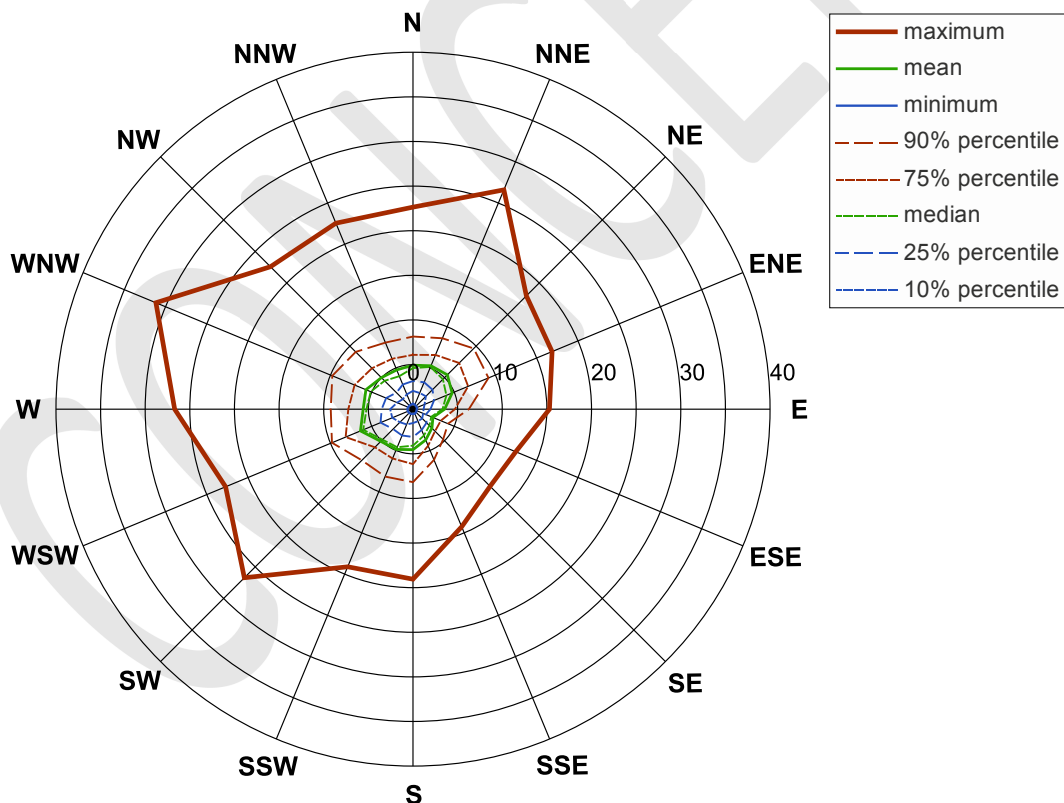
2.3.2 Bathymetrie

Op locaties waar geen wijzigingen werden doorgevoerd t.o.v. de huidige toestand is de beschikbare bathymetrie uit de simulator gebruikt. Elders werd de bodem op -15.1 m TAW gelegd. Alle getekende lijnen (zie zwarte lijnen in Figuur 2 t.e.m. Figuur 7) werden als kaaimuren voorzien.

2.3.3 Wind

Figuur 8 toont een windroos van windsnelheden gemeten in de periode 'januari 1977 – december 2002' aan de P. Vandammesluis. Hieruit volgt dat in minder dan 10% van de tijd de windsnelheid groter was dan 10 m/s. Wind uit richtingen tussen zuid en oostnoordoost kwamen het minst voor.

Figuur 8 - Windroos op locatie ZMP Meteopark (P. Vandammesluis): snelheid in m/s



BRON: [HTTP://WWW.VLAAMSEHYDROGRAFIE.BE/HM_ATLAS_CD/www/KLIAMAAT/WIND_KLIAMAAT/ZMPWISWVS/RER.HTM](http://www.vlaamsehydrografie.be/HM_ATLAS_CD/www/KLIAMAAT/WIND_KLIAMAAT/ZMPWISWVS/RER.HTM)

De alternatieven dienden kwalitatief met elkaar vergeleken te worden. Het was dus niet de bedoeling om operationele grenzen te bepalen waarbij een bepaalde sluisaanloop mogelijk is. Om het aantal condities niet onnoemelijk op te drijven, werd er voorgesteld om te simuleren bij wind Zuidwest 5 Bft. Dit is een veel voorkomende windconditie in de haven.

De windmodule in de simulator is geïmplementeerd met een vlagerigheid zowel in grootte als in richting. De geselecteerde windsnelheid (bij de start van een simulatie) is een synoptisch gemiddelde snelheid over een gemeten periode van 10 minuten waarbij de fluctuaties van de windsnelheid en windrichting gemodelleerd werden volgens een Von Kármán spectrum. Tabel 4 toont de relatie tussen geselecteerde windsterkte (op de simulator) en de distributie van de windsnelheid. De gemiddelde windsnelheid voor 5 Bft is 9.4 m/s. Bij een selectie van 5 Bft werkt 61.6% van de tijd windkracht 5 op het schip, 18.9% windkracht 6 en 0.3% windkracht 7. 19.2% van de tijd is de windsterkte kleiner dan windkracht 5. Ter informatie wordt in Tabel 5 de relatie weergegeven tussen de windsnelheid in Beaufort, in km/h, m/s en knoop.

Tabel 4 - Distributie van de actuele windsterkte in functie van de geselecteerde windsterkte

Selected wind force		Distribution of the actual wind force						
Bft	m/s	3 Bft	4 Bft	5 Bft	6 Bft	7 Bft	8 Bft	9 Bft
4	6.7	2.7	84.6	12.7				
5	9.4	0.7	18.5	61.6	18.9	0.3		
6	12.3	0.1	1.9	21.6	54.9	20.5	1	
7	15.5		0.2	3.5	23.7	46.8	23.6	2.2

Tabel 5 - Relatie tussen windsnelheid in Beaufort (Bft), km/h, m/s en knoop

Beaufort / kracht	km/h*	m/s*	knots
0	0-1	0-0.2	0-1
1	1-5	0.3-1.5	1-3
2	6-11	1.6-3.3	4-6
3	12-19	3.4-5.4	7-10
4	20-28	5.5-7.9	11-16
5	29-38	8.0-10.7	17-21
6	39-49	10.8-13.8	22-27
7	50-61	13.9-17.1	28-33
8	62-74	17.2-20.7	34-40
9	75-88	20.8-24.4	41-47

* GEMIDDELDE WINDSNELHEID GEMETEN OVER 10 MINUTEN.

Afscherming van afgemeerde schepen werd niet voorzien tijdens de simulaties. Luwten als gevolg van een afgemeerd schip waren met andere woorden niet aanwezig. Hetzelfde geldt voor de sluis waarin geen afscherming door de sluiswanden of bruggen optreedt.

2.3.4 Strooming

Simulaties werden uitgevoerd zonder strooming omdat dit zeer weinig invloed heeft op de verschillende manoeuvres. In de buurt van de sluisen is de strooming immers te verwaarlozen.

2.3.5 Golven

Golven werden niet beschouwd.

2.3.6 Oevereffecten

Het simulatormodel bevat oevereffecten.

Wanneer men bijvoorbeeld asymmetrisch in een kanaal vaart dan zal (meestal) oeverzuiging optreden naar de dichtste oever. Daarnaast wordt ook de boeg als het ware weggeduwd van de dichtste oever.

2.3.7 Sleepboten

Sleepboten met een maximale sleepkracht van 85 ton waren beschikbaar en deze werden bediend door sleepbootkapiteins met ervaring in Zeebrugge.

2.3.8 Afgemeerde schepen

Volgende schepen (zie Figuur 9) werden afgemeerd:

- Containerschip (300 m x 42 m) aan CHZ;
- Een passagiersschip (264 m x 32 m) aan cruiseterminal;

Figuur 9 - Aanduiding afgemeerde schepen



3 Simulaties

3.1 Loodsen en kapiteins

Zowel kustloodsen van DABL als dokloodsen van BRABO (Breydel / cvba Vlaamse Havenloodsen Regio Kust) werden betrokken in de studie. Daarnaast assisteerde een sleepbootkapitein (Kotug Smit Towage) tijdens de manoeuvres. Tabel 6 geeft een lijst van de loodsen en kapiteins die deelnamen aan de studie.

Tabel 6 - Loodsen en kapiteins die deelnamen aan de studie

DABL	BRABO / Breydel / CVBA VHLK	Kotug Smit Towage
Hans Defurne	Pim Veulemans	Christoph Pape
Roland Callebout	Perrie Wagener	Daniel De Graeve
Luc Geets	Nico Cant	
Thomas Verworst	René Montaufraix	
Marc Reubens	Marc Vandermeulen	
Jan Rys	Manuel Caeyzeele	
Patrick Mahieu	Marc Geerinckx	

3.2 Programma

In Tabel 7 wordt het programma van de simulatiestudie voorgesteld. Eerst valideerden twee kustloodsen het simulatieschip waarna vervolgens kust- en dokloodsen simuleerden in de verschillende alternatieven met assistentie van een sleepbootkapitein. Kustloodsen varen dagelijks in de voorhaven, dokloodsen in de achterhaven. Vandaar dat hierin ook een onderscheid gemaakt werd in de studie. Op 21/03/2017 voeren zowel kust- als dokloodsen waarbij het doel eruit bestond om ontmoetingen uit te voeren op verschillende locaties.

Tabel 7 - Programma

Doel	Datum
Validatie van het simulatieschip	23/02/2017
Simulaties met kustloodsen in de voorhaven	9/03/2017 en 13/03/2017
Simulaties met dokloodsen in de achterhaven	15/03/2017 en 21/03/2017
Gekoppelde simulaties met zowel kust- als dokloodsen in de voor- en de achterhaven	20/03/2017

Simulaties werden hoofdzakelijk bij ZW5 uitgevoerd. Deze windconditie is veel voorkomend. In enkele simulaties voer men met ZW3. Dit waren meestal de eerste simulaties van een simulatiedag waarbij de vaart als gewenningsvaart / referentivaart kan gerekend worden. Op vraag van de loodsen werd twee keer met ZW6 gesimuleerd.

In totaal werden 52 simulaties uitgevoerd (voornamelijk¹ op simulator SIM225) waarvan 8 gekoppelde simulaties. Bij 2² van deze 8 was er een probleem met het roer en vandaar dat deze simulaties verder niet meer beschouwd worden. Er zijn met andere woorden 44 niet-gekoppelde simulaties en 6 gekoppelde simulaties. Per gekoppelde simulatie werden er twee simulatiefiles gegenereerd, voor elke simulator één. Dit resulteert in totaal in 56 (44 + 2*6) simulatiefiles. Tabel 8 toont voor deze 56 simulaties het aantal uitgevoerde simulaties per alternatief, gesplitst volgens voor- en achterhaven.

Tabel 8 - Aantal uitgevoerde simulaties in voor- en achterhaven, opgedeeld per in- en uitvaart

	Voorhaven (VH)		Achterhaven (AH)	
	In	Uit	In	Uit
Visart	3	3	2	2
VisartOost	2	0	1	3
Carcockesite	2	2	2	2
VandammeOost	2	3	3	4
VandammeWest	3	1	2	2
Verbindingsdok	4	4	2	2

Een overzicht van de simulaties vindt men terug in Bijlage 1.

3.3 Analyse

3.3.1 Evaluatie loodsen en kapiteins

Na elke simulatie volgde een korte bespreking met de loodsen en sleepbootkapitein over het uitgevoerde manoeuvre. Er werd enerzijds gepolst naar de moeilijkheid of nodige concentratie voor uitvoering van het manoeuvre. Ook de beschikbare reserves werden gequoteerd. Deze reserves staan in verband met het gebruik van machine, roer en sleepbootgebruik. Als afstanden tot harde constructies klein werden, dan kan men dit ook beschouwen als weinig reserve. Voor beide criteria (moeilijkheid/concentratie en reserves) werd vervolgens een score gegeven op een schaal van 1 tot 6 waarbij 1 zeer gunstig is en 6 problematisch. In Tabel 9 wordt de schaal, gebruikt voor de quotering, voorgesteld.

¹ Op 21/3 werden SIM360 en SIM225 ingezet voor de ontmoetingen

² Simulatie 33 en 34

Naast de numerieke beoordeling werd ook commentaar genoteerd bij de simulaties. Deze commentaar werd opgenomen in Bijlage 2.

Tabel 9 - Schaal gebruikt voor evaluatie door loodsen voor moeilijkheid / concentratie en reserves

Moeilijkheid / concentratie					
1	2	3	4	5	6
Zeer gemakkelijk	Gemakkelijk	Normaal	Moeilijk	Zeer moeilijk	Onuitvoerbaar
Reserves					
1	2	3	4	5	6
Gelukt met veel reserve	Gelukt met voldoende reserve	Gelukt met weinig reserve	Ten einde gebracht met incidenten zonder schade	Niet gelukt met schade	Niet gelukt / opgegeven

3.3.2 Grafieken

Grafieken werden gegenereerd waarbij parameters van het schip en de sleepboten voorgesteld worden.

Sleepboot 3 was steeds de achterste sleepboot, sleepboot 4 steeds de voorste.

Grafieken bevinden zich in Bijlage 3.

3.3.3 Vaarbaanplots

Statisch

Van elke simulatie werd een vaarbaanplot gegenereerd. Deze bevinden zich in Bijlage 4. Hierop worden scheepscontouren in functie van de tijd getekend. Het plotinterval wordt onderaan de vaarbaanplot genoteerd. Bij de contour met een afwijkende kleur werd een tijdsaanduiding toegevoegd.

De plots worden als volgt gesorteerd:

- Visart
- VisartOost
- Carcockesite
- VandammeOost
- VandammeWest
- Verbindingsdok

De gekoppelde simulaties worden als laatste voorgesteld.

Dynamisch: KMZ-bestanden

Van alle simulaties werden vaarbaanplots in de vorm van KMZ-bestanden (Bijlage 5) gegenereerd. Deze kan men openen en bekijken in GoogleEarth™. Naast een volledige visualisatie van het traject van schip en sleepboten kan men ook de vaart opnieuw afspelen of deels visualiseren. Figuur 10 (links) toont een geopend KMZ-bestand in GoogleEarth™ van simulatie SIM225_Carcockesite_001.

Bij openen van het bestand vindt men in GoogleEarth™ links informatie over de simulatie terug in de vorm van een boomstructuur, zie Figuur 10 (rechts). Volgende niveaus kunnen handig zijn om aan of af te vinken:

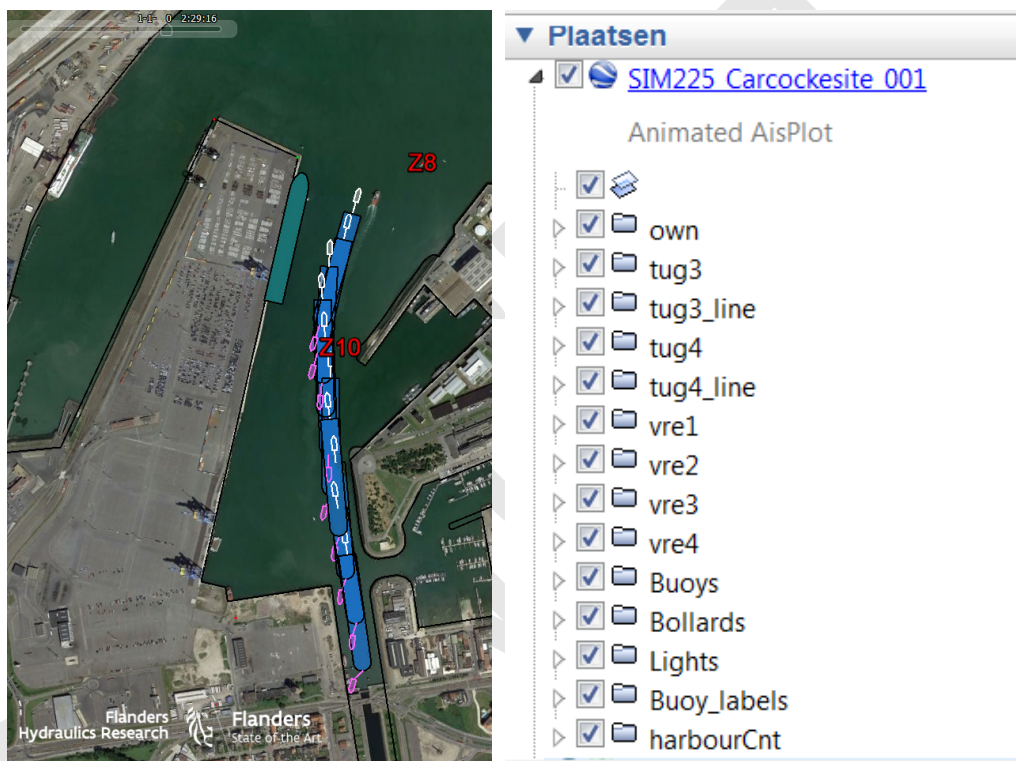
- own: simulatieschip (blauw)

- tug3: voorste sleepboot (magenta)
- tug4: achterste sleepboot (wit)
- vrex: afgemeerd vreemd schip x
- Buoys, Bollards, Lights: Buoy_labels: inhoud in benaming
- harbourCnt: de contour van de simulatieomgeving, getekend in het zwart

Bij het openen van de niveaus tug3 en tug4, ziet men in functie van de tijd in het label ook de gebruikte sleepbootkracht.

De KMZ-bestanden bevinden zich in het rapport en kunnen lokaal opgeslagen worden door ze allemaal te selecteren in bijvoorbeeld Adobe Acrobat Reader en vervolgens op te slaan via de rechtermuisknop.

Figuur 10 - KMZ-bestanden



LINKS: VISUALISATIE VAN EEN DEEL VAN SIMULATIE 'SIM225_CARCOCKESITE_001'

RECHTS: BOOMSTRUCTUUR KMZ-BESTAND

3.3.4 Opsplitsing in secties

Om een analyse uit te voeren werd uit elke simulatie een deeltraject geselecteerd en dit door definiëring van twee snijlijnen (coördinaten in Bijlage 6). Figuur 11 en Figuur 12 tonen de snijlijnen voor respectievelijk de voor- en de achterhaven. Hierbij worden de blauwe lijnen gebruikt bij een simulatie in opvaart, de groene voor een afvaart. Tabel 10 toont de combinaties van snijlijnen die gebruikt werden voor de definitie van de deeltrajecten. Deze werden zo gedefinieerd zodat een schip ongeveer hetzelfde traject omvat in op- als in afvaart. Bij vertrek uit de sluis start het deeltraject van zodra het schip volledig uit de sluis is. Bij een manoeuvre naar de sluis duurt het deeltraject totdat de boeg gelijk komt met de slusingang.

Een deeltraject bij een simulatie in het alternatief Visart richting de sluis in de voorhaven, wordt bijvoorbeeld gegeneerd door het 'knippen' op het moment dat de boeg snijlijn VHo1 snijdt tot dat de boeg van het schip snijlijn VHo2 (ingang sluis) snijdt. Voor het afvarend manoeuvre gelden de snijlijnen VHa2 en VHa1. In Figuur 13 wordt simulatie SIM_Carcockesite_006 volledig voorgesteld samen met de snijlijnen AHo2 en AHo5. Het deeltraject in deze simulatie loopt vanaf het moment dat het schip AHo2 snijdt totdat

het AHo5 snijdt. Het idee achter de definitie is dat het schip zich nooit in de sluis bevindt en dat schepen in voor- en achterhaven steeds van een gemeenschappelijk punt vertrekken of er toekomen. Op die manier kunnen parameters het met elkaar vergeleken worden.

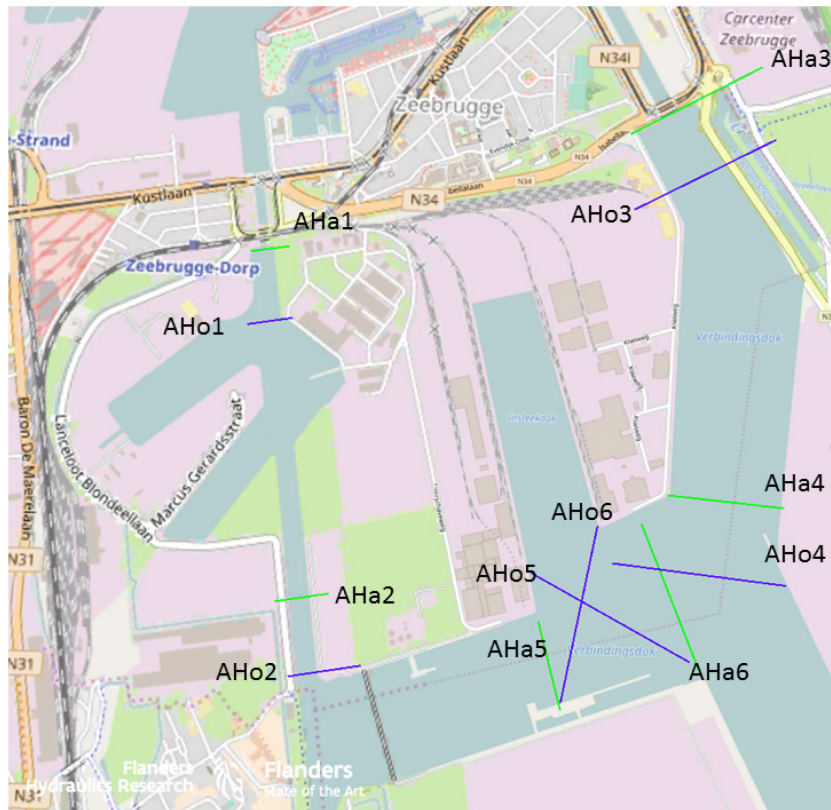
Tabel 10 - Trajecten tussen twee snijlijnen in voor- en achterhaven

	Voorhaven (VH)		Achterhaven (AH)	
	Op (blauwe lijnen)	Af (groene lijnen)	Op (blauwe lijnen)	Af (groene lijnen)
Visart	VHo1 – VHo2	VHa2 – VHa1	AHo1 – AHo5	AHa5 – AHa1
VisartOost	VHo1 – VHo2	VHa2 – VHa1	AHo1 – AHo5	AHa5 – AHa1
Carcockesite	VHo1 – VHo3	VHa3 – VHa1	AHo2 – AHo5	AHa5 – AHa2
VandammeOost	VHo1 – VHo4	VHa4 – VHa1	AHo3 – AHo6	AHa6 – AHa3
VandammeWest	VHo1 – VHo4	VHa4 – VHa1	AHo3 – AHo6	AHa6 – AHa3
Verbindingsdok	VHo1 – VHo5	VHa5 – VHa1	AHo4 – AHo6	AHa6 – AHa4

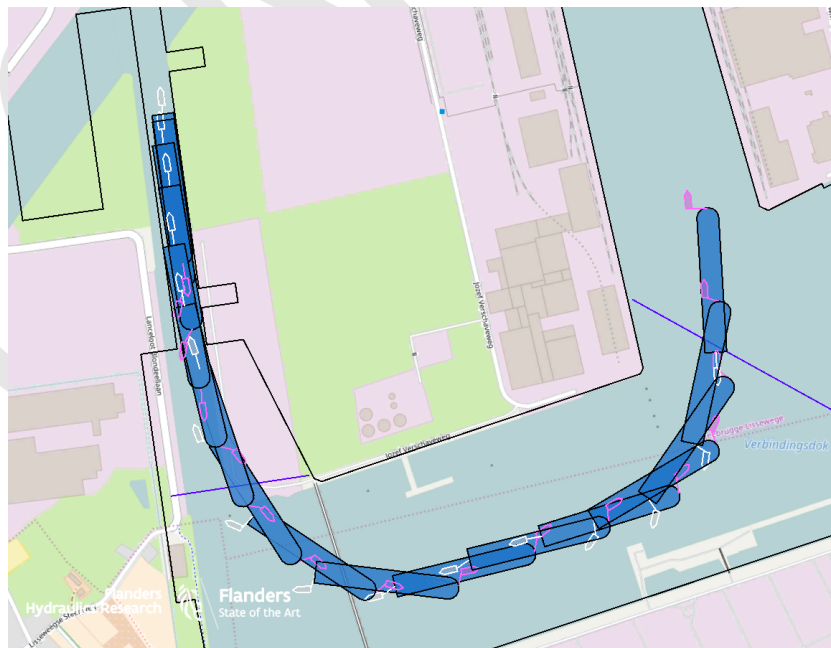
Figuur 11 - Snijlijnen in voorhaven (blauw opvaart, groen afvaart)



Figuur 12 - Snijlijnen in achterhaven (blauw opvaart, groen afvaart)



Figuur 13 - SIM225_Carcocksite_006 volledige voorstelling simulatie met snijlijnen AHo2 en AHo5



Voor elke simulatie werd er op deze manier een deeltraject geselecteerd waarbinnen vervolgens per simulatie parameters berekend werden. De parameters worden hieronder verder beschreven.

Definieer *T1* en *T2* als de momenten waarop het schip respectievelijk snijlijn 1 en 2 snijdt.

Tijden

De tijd wordt gedefinieerd als uitvoeringstijd:

$$\text{uitvoeringstijd} = T2 - T1$$

Hoe groter de uitvoeringstijd, hoe langer het schip er zal over doen tot op zijn bestemming.

Gemiddelde snelheid

De gemiddelde snelheid wordt gedefinieerd als:

$$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{1}{T2 - T1} \sum_{T1}^{T2} u(t)\Delta t$$

Hoe groter de gemiddelde snelheid, hoe vlotter een loods kan varen in het beschouwde alternatief. Dit gaat meestal ook samen met minder risico's op aanvaringen. De gemiddelde snelheid is met andere woorden een maat voor de moeilijkheid waarmee men binnen een alternatief kan varen.

Sleepboothulp

Voor zowel de voorste sleepboot (sleepboot 3) als de achterste sleepboot (sleepboot 4) werd de oppervlakte onder de stuwkrachtgrafiek berekend. Het resultaat zegt iets over de hoeveelheid sleepboothulp die noodzakelijk was binnen dit deeltraject en is met andere woorden ook een rechtstreekse link met het brandstofgebruik van een sleepboot.

Er werd geopteerd om het resultaat uit te drukken in ton*min waardoor de lezer ook eenvoudig de gemiddelde stuwkracht kan berekenen, door deling door de tijd (uitvoeringstijd T2 – T1).

De parameter wordt verder *stuwkracht_impuls* genoemd met $F(t)$ [ton] de stuwkracht van de sleepboot:

$$\text{stuwkracht_impuls} = \sum_{T1}^{T2} F(t)\Delta t$$

De parameter zegt niet onmiddellijk iets over de sleepbootreserves. De *stuwkracht_impuls* laat echter wel toe om simulaties onderling op relatief eenvoudige wijze kwalitatief met elkaar te vergelijken. Hoe groter de *stuwkracht_impuls*, hoe meer de sleepboot ingezet werd. Een grotere inzet van de sleepboten vergt doorgaans meer en langere concentratie van loodsen en kapiteins;

Boegschroef

Ook voor de boegschroef werd de *boegschroef_impuls* berekend, uitgedrukt in ton*min en dit op basis van de laterale kracht van de boegschroef Y_{BS} [ton]:

$$\text{boegschroef_impuls} = \sum_{T1}^{T2} Y_{BS}(t)\Delta t$$

Net zoals de *stuwkracht_impuls* geeft ook de *boegschroef_impuls* aan hoeveel de boegschroef langsheen het traject gebruikt werd. Hoe groter de *boegschroef_impuls*, hoe meer de loods het schip met de boegschroef langsheen het traject bijstuurde.

Afstand tot harde constructie

Langs het deeltraject werd op elk tijdstip t de minimale afstand tot de harde constructie bepaald. Noem het punt op het schip dat op t de minimale afstand bepaalt het '*minimale-scheeps-punt*' en het punt op de constructie op tijdstip t het '*minimale-contour-punt*'. De harde constructie stemt overeen met de contour

van de omgeving en wordt in Figuur 2 tot en met Figuur 7 voorgesteld door de zwarte lijn. Op elk tijdstip wordt dus een minimaal-scheeps-punt en een minimaal-contour-punt bepaald.

In Figuur 14 wordt als voorbeeld het deeltraject van SIM225_Carcockesite_004 voorgesteld. De onderste figuur toont op de contour van de omgeving het *minimale-contour-punt*. Merk op dat er 'sprongen' voorkomen bij de voostelling van dit punt. Het is immers mogelijk dat op tijdstip t de minimale afstand tussen schip en omgeving bepaald wordt door de afstand tussen hek en de kaaimuur. Op tijdstip $t+1$ is de minimale afstand bijvoorbeeld de afstand tussen boeg en een punt verder op de kaaimuur. Op die manier bekomt men 'sprongen' in de voorstelling van het minimale-contour-punt. Er werd gekozen voor deze methodiek omdat zo vanuit 'het scheepsstandpunt' een tijdspercentage berekend kan worden.

Het minimale-contour-punt krijgt een kleur naargelang de minimale afstand. Na berekening van de minimale afstand langsheen het traject, en rekening houdend met afstandsintervallen, werden percentages uitgerekend. Deze percentages geven aan hoeveel procent van de uitvoeringstijd de minimale afstand zich in een zeker interval bevond. Voor SIM225_Carcockesite_004 geldt bijvoorbeeld dat:

- 34% van de tijd, minimale afstand ≥ 80 m
- 12% van de tijd, $40 \leq$ minimale afstand < 80 m
- 15% van de tijd, $20 \leq$ minimale afstand < 40 m
- 39% van de tijd, < 20 m

De parameters hierboven besproken, worden voor elke simulatie berekend en vervolgens gebundeld per alternatief. Vervolgens wordt elke parameter genormeerd op basis van het 'best scorend alternatief'. Voor volgende parameters komt het best scorend alternatief overeen met de kleinst berekende waarde:

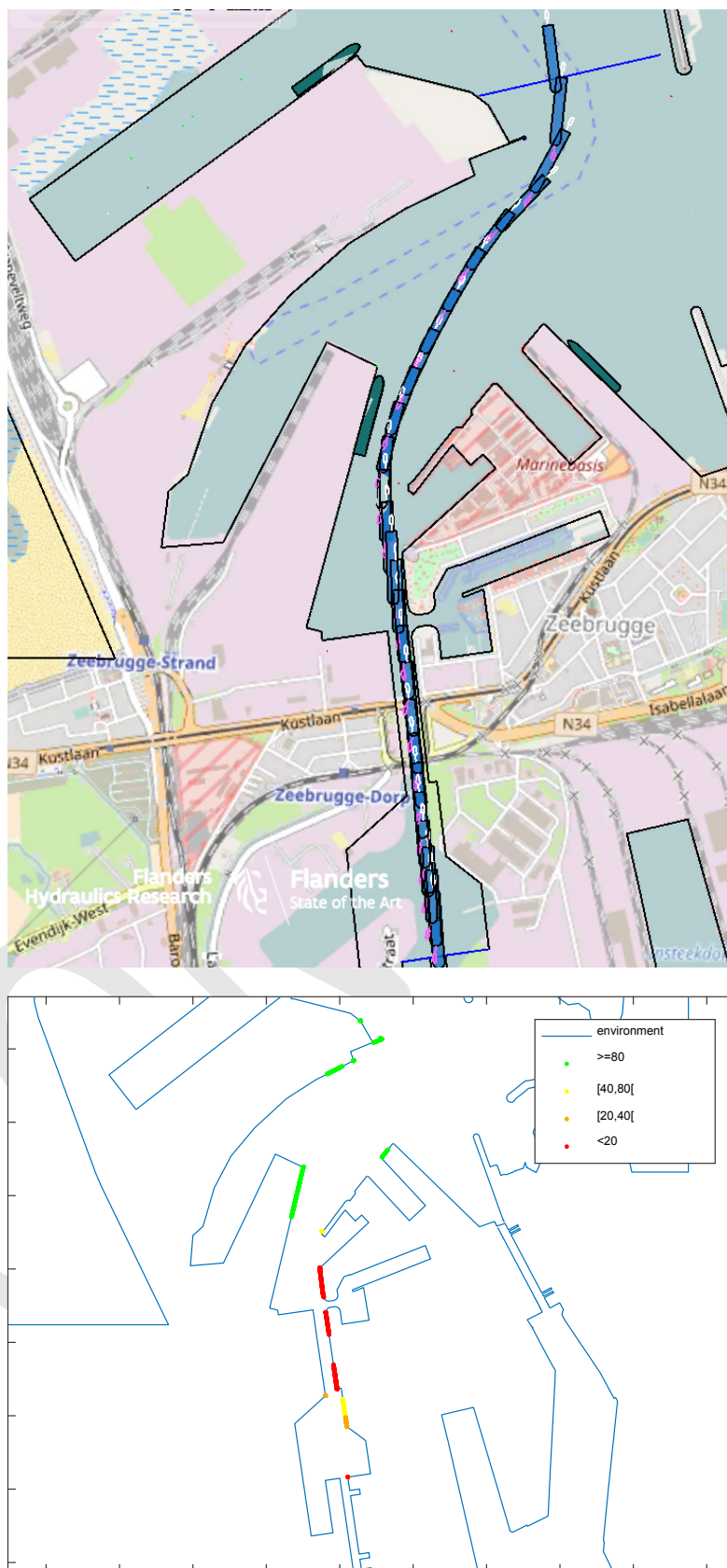
- Tijden: hoe korter, hoe vlotter;
- Stuwkracht_impuls: hoe kleiner, hoe kleiner het totale sleepbootgebruik;
- Boegschroef_impuls: hoe kleiner, hoe kleiner het totale boegschroefgebruik;

Voor de snelheid geldt dat hoe groter de gemiddelde snelheid, hoe sneller door een alternatief gevaren wordt en dit gaat samen met een vlotter manoeuvre. De manier van normeren wordt in hoofdstuk 4 Resultaten verder toegelicht.

3.3.5 Ontmoetingen

Een bespreking van simulaties waarbij ontmoetingen uitgevoerd werden, volgt aan de hand van de vaarbaanplots en minimale afstanden tussen schepen.

Figuur 14 - SIM225_Carcocksite_004, voorbeeld berekening afstand tot constructie



BOVEN: VOORSTELLING TRAJECT MET BEHULP VAN KMZ-BESTAND
ONDER: AANDUIDING MINIMALE-CONTOUR-PUNT. KLEUR OP BASIS VAN AFSTAND

4 Resultaten

In voorliggend hoofdstuk wordt met behulp van de berekende parameters een kwalitatieve vergelijking tussen de verschillende alternatieven gemaakt. Tabel 11 toont het aantal uitgevoerde simulaties bij ZW5 voor de niet-gekoppelde simulaties (dus zonder ontmoetingen).

Merk op dat bij enkele alternatieven geen in- of uitvaart gesimuleerd werd. Uitvaren in de voorhaven in Visart en VisartOost lijken zeer sterk op elkaar. Het invarende manoeuvre in VisartOost in de achterhaven is ook sterk gelijkend aan het invarende manoeuvre in Visart in de achterhaven. Visart zou hierbij (op basis van de parameters) iets slechter scoren vermits de afstanden tot kaaien in de achterhaven kleiner zijn. Het invarende en uitvarende manoeuvre voor VandammeOost en VandammeWest in de voorhaven zijn ook sterk gelijkaardig.

Tabel 11 - Aantal simulaties bij ZW5

	Voorhaven (VH)		Achterhaven (AH)	
	In	Uit	In	Uit
Visart	2	2	2	2
VisartOost	2	0	0	2
Carcocksite	2	2	2	2
VandammeOost	0	2	2	1
VandammeWest	2	0	2	2
Verbindingsdok	2	1	2	2

Om het ontbreken van simulaties voor bepaalde condities bij een alternatief te ondervangen en zo een volledige beoordeling te kunnen geven van alle manoeuvres naar en van het alternatief, werden voor de alternatieven Visart en VisartOost enerzijds en voor VandammeOost en VandammeWest anderzijds data overgenomen. Er werd namelijk vastgesteld dat bijvoorbeeld door het ontbreken van simulaties bij invaart in de voorhaven bij VandammeOost de parameter sleepboothulp achter zeer lage waarden scoorde omdat de conditie met afremmende achtersleepboot niet was gesimuleerd. Een correctie drong zich op waarbij de berekende parameters werden overgenomen van het gelijkaardig alternatief. Meer specifiek werden de parameters van de volgende alternatieven en condities identiek ondersteld:

- VisartOost VH Uit = Visart VH Uit
- VisartOost AH In = Visart AH In
- VandammeOost VH In = VandammeWest VH In
- VandammeWest VH Uit = VandammeOost VH Uit

4.1 Evaluatie loodsen en sleepbootkapiteins

Tabel 12 en Tabel 13 tonen de gemiddelde beoordelingscijfers van loodsen voor respectievelijk moeilijkheid en reserves.

Een gemiddelde score boven 3 voor moeilijkheid / concentratie wil zeggen dat het manoeuvre moeilijk tot onuitvoerbaar is. Een gemiddelde score voor reserve hoger dan 3 is er enkel voor het alternatief Visart wat er op wijst dat de loodsen de reserves bijna in alle alternatieven (gemiddeld) als nog voldoende schatten. Merk op dat dit bij ZW6 niet meer het geval is.

Op basis van deze cijfers werd een genormeerde rangorde opgesteld welk ook in de tabel opgenomen wordt. De waarden worden gedeeld door de beste (kleinste) waarde. Het alternatief met als genormeerde waarde 1, is dus met andere woorden het beste alternatief op basis van het beschouwde criterium. Hieruit volgt dat zowel wat betreft de moeilijkheid / concentratie als wat betreft de reserves VandammeWest het best scoort. Dit alternatief wordt gevolgd door VandammeOost die op zijn beurt gevolgd wordt door Verbindingsdok. De westelijke alternatieven scoren het slechtst met Visart als slechtste alternatief. VisartOost en Carcockesite scoren gelijkaardig. Hierbij geldt als belangrijke opmerking dat in VisartOost in de achterhaven het kanaal 130 m breed was daar waar de breedte slechts 90 m bedroeg in het alternatief Visart.

Tabel 12 - Moeilijkheid / concentratie

	ZW3	ZW5	ZW6	Normering voor ZW5
Visart		3.9		1.55
VisartOost		3.6		1.45
Carcockesite		3.4		1.35
VandammeOost	2.3	2.8	4	1.10
VandammeWest		2.5		1.00
Verbindingsdok		3.1	4	1.25

Tabel 13 - Reserve

	ZW3	ZW5	ZW6	Normering voor ZW5
Visart		3.1		1.67
VisartOost		2.9		1.53
Carcockesite		2.9		1.53
VandammeOost	1.8	2.0	5	1.07
VandammeWest		1.9		1.00
Verbindingsdok		2.4	5	1.27

4.2 Parameters

De resultaten van de parameters per simulatie, berekend volgens definitie in §3.3.4, worden gebundeld per scenario. Er wordt een onderscheid gemaakt op basis van het alternatief, de voor- en de achterhaven en de vaarrichting (In of Uit). Gemiddelden werden bepaald en de resultaten hiervan worden hieronder besproken aan de hand van figuren. De voorgestelde data worden ook steeds in een tabel onder de figuur opgenomen.

Links op de figuren worden de westelijke alternatieven getoond, rechts de oostelijke.

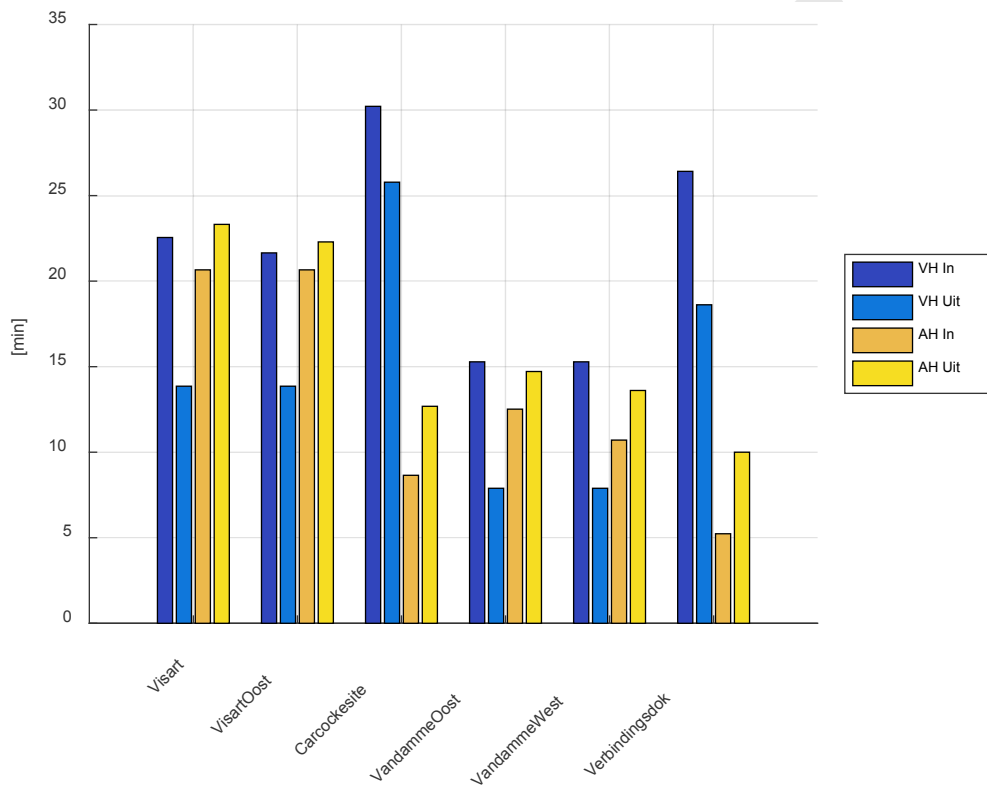
Net zoals in §4.1 worden in deze paragraaf geen gekoppelde simulaties beschouwd en werden enkel simulaties met ZW5 meegenomen in de berekening.

4.2.1 Uitvoeringstijd

Figuur 15 en Tabel 14 tonen de gemiddelde simulatietijden binnen het deeltraject gedefinieerd volgens de snijlijnen uit Tabel 10.

De simulaties via de westelijke alternatieven duren beduidend langer dan deze via de oostelijke alternatieven. Zowel voor het alternatief Carcockesite als het alternatief Verbindingsdok is de uitvoeringstijd in de voorhaven veel langer dan deze in de achterhaven. Dit heeft uiteraard te maken met het langer traject dat afgelegd dient te worden in de voorhaven.

Figuur 15 - Gemiddelde uitvoeringstijd [min]



De rangorde op basis van een genormeerde uitvoeringstijd toont aan dat VandammeOost en VandammeWest het best en gelijkaardig scoren qua uitvoeringstijd. Deze alternatieven worden gevolgd door het Verbindingsdok waarna de drie westelijke alternatieven ook op ongeveer gelijke hoogte volgen.

Tabel 14 - Gemiddelde uitvoeringstijd [min] (waarden afgerond tot op één minuut)

			In / Uit	VH/ AH	Alternatief	Normering
Visart	VH	In	23	18	20	1.69
		Uit	14			
	AH	In	21	22		
		Uit	23			
VisartOost	VH	In	22	18	20	1.65
		Uit	14			
	AH	In	21	21		
		Uit	22			
Carcookesite	VH	In	30	28	19	1.63
		Uit	26			
	AH	In	9	11		
		Uit	13			
VandammeOost	VH	In	15	12	13	1.06
		Uit	8			
	AH	In	13	14		
		Uit	15			
VandammeWest	VH	In	15	12	12	1.00
		Uit	8			
	AH	In	11	12		
		Uit	14			
Verbindingsdok	VH	In	26	23	15	1.27
		Uit	19			
	AH	In	5	8		
		Uit	10			

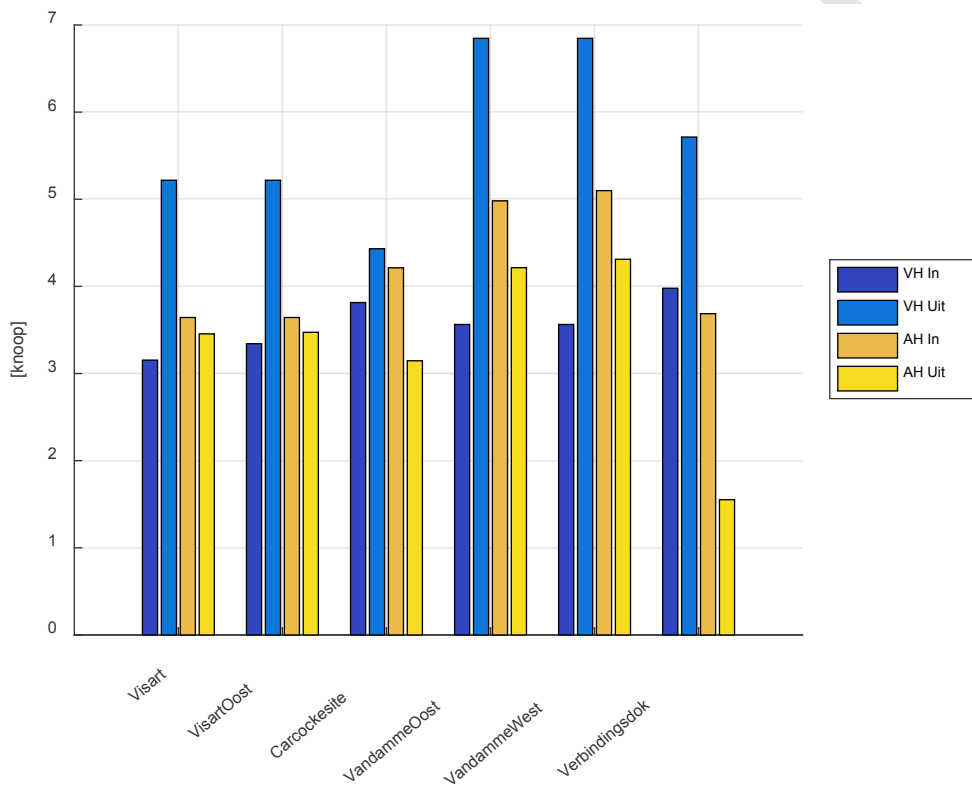
4.2.2 Gemiddelde snelheid

Figuur 15 en Tabel 14 tonen de gemiddelde snelheden binnen het deeltraject gedefinieerd volgens de snijlijnen uit Tabel 10.

Bij de oostelijke alternatieven is de gemiddelde snelheid hoger dan bij de westelijke. Merk hierbij verder op dat de snelheid in de voorhaven voor Verbindingsdok iets hoger is dan deze bij het alternatief Carcocksite in de voorhaven. De gemiddelde snelheid voor alternatief Verbindingsdok, uitvarend in de achterhaven is laag. Een zeer kort traject tussen snijlijn en sluis is hier de oorzaak van.

Met de normering is er voor gezorgd dat het alternatief met de grootste gemiddelde snelheid de waarde 1 krijgt, de tragere alternatieven bezitten een grotere waarde. Een rangorde werd opgesteld door de maximale waarde (4.96 knoop) steeds te delen door de berekende waarde.

Figuur 16 - Gemiddelde snelheid [knoop]



De rangorde op basis van een genormeerde gemiddelde snelheid toont aan dat VandammeOost en VandammeWest het best en gelijkaardig scoren. Tussen de overblijvende vier alternatieven is er gemiddeld gezien (voorhaven en achterhaven en in- en uitvarend) weinig verschil in de gemiddelde snelheid.

Tabel 15 - Gemiddelde snelheid [knoop]

			In / Uit	VH/ AH	Alternatief	Normering
Visart	VH	In	3.15	4.19	3.87	1.28
		Uit	5.22			
	AH	In	3.64	3.55		
		Uit	3.45			
VisartOost	VH	In	3.34	4.28	3.92	1.26
		Uit	5.22			
	AH	In	3.64	3.56		
		Uit	3.47			
Carcockesite	VH	In	3.81	4.12	3.90	1.27
		Uit	4.43			
	AH	In	4.21	3.68		
		Uit	3.15			
VandammeOost	VH	In	3.56	5.21	4.90	1.01
		Uit	6.85			
	AH	In	4.98	4.60		
		Uit	4.21			
VandammeWest	VH	In	3.56	5.21	4.96	1.00
		Uit	6.85			
	AH	In	5.10	4.71		
		Uit	4.31			
Verbindingsdok	VH	In	3.98	4.85	3.73	1.33
		Uit	5.71			
	AH	In	3.69	2.62		
		Uit	1.55			

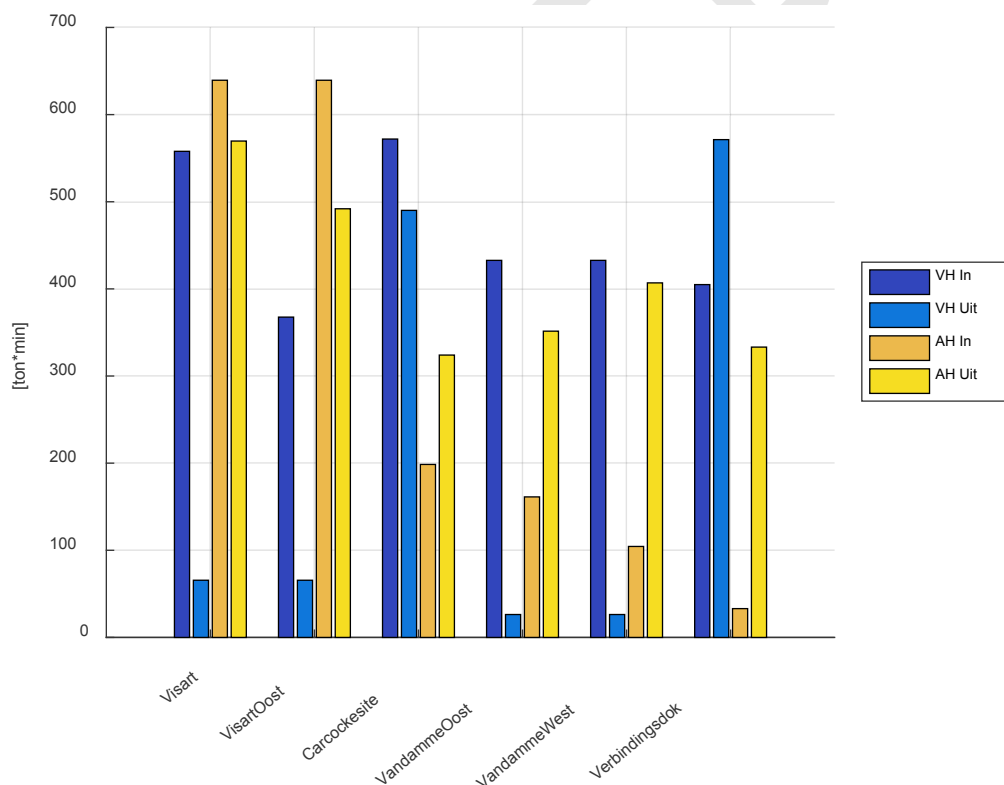
4.2.3 Sleepboothulp

Sleepboot achteraan

Figuur 17 en Tabel 16 tonen de resultaten van de gemiddelde stuwkracht_impuls voor de sleepboot achteraan. De stuwkracht_impuls geeft een idee van de hoeveelheid sleepboothulp die nodig was over het beschouwde deeltraject. Deze zal dezelfde zijn voor een simulatie waarbij de sleepboot 5 minuten 40 ton trekt als de simulatie waarbij de sleepboot 10 minuten 20 ton trekt.

Wanneer de sleepboot achteraan gebruikt wordt, dan is dit veelal om de vaarsnelheid te controleren. De loods kan dan de machine intensiever gebruiken (zonder snelheidstoename) om zo de roereffectiviteit te vergroten. Het controleren van de snelheid met een sleepboot is sterk afhankelijk van de vaarrichting. Een invarend manoeuvre in de voorhaven vergt immers dat snelheid afgebouwd wordt. Bij een uitvarend manoeuvre in de voorhaven kan de snelheid in de meeste alternatieven opgebouwd worden. Bij de alternatieven met een kanaal (Carcockesite en Verbindingsdok) werd de sleepboot achteraan bij het buitenvaren in de voorhaven veel meer gebruikt dan bij de andere alternatieven.

Figuur 17 - Gemiddelde stuwkracht_impuls sleepboot achteraan [ton*min]



Gemiddeld merkt men op dat de simulaties via de westelijke alternatieven iets meer sleepboothulp achteraan vergen dan de simulaties via de oostelijke alternatieven. VandammeOost en VandammeWest worden gevolgd door Verbindingsdok waarna Carcockesite en VisartOost op gelijke hoogte volgen. Visart scoort het slechts wat betreft het gebruik van de achterste sleepboot.

Tabel 16 - Gemiddelde stuwkracht_impuls sleepboot achteraan [ton*min]

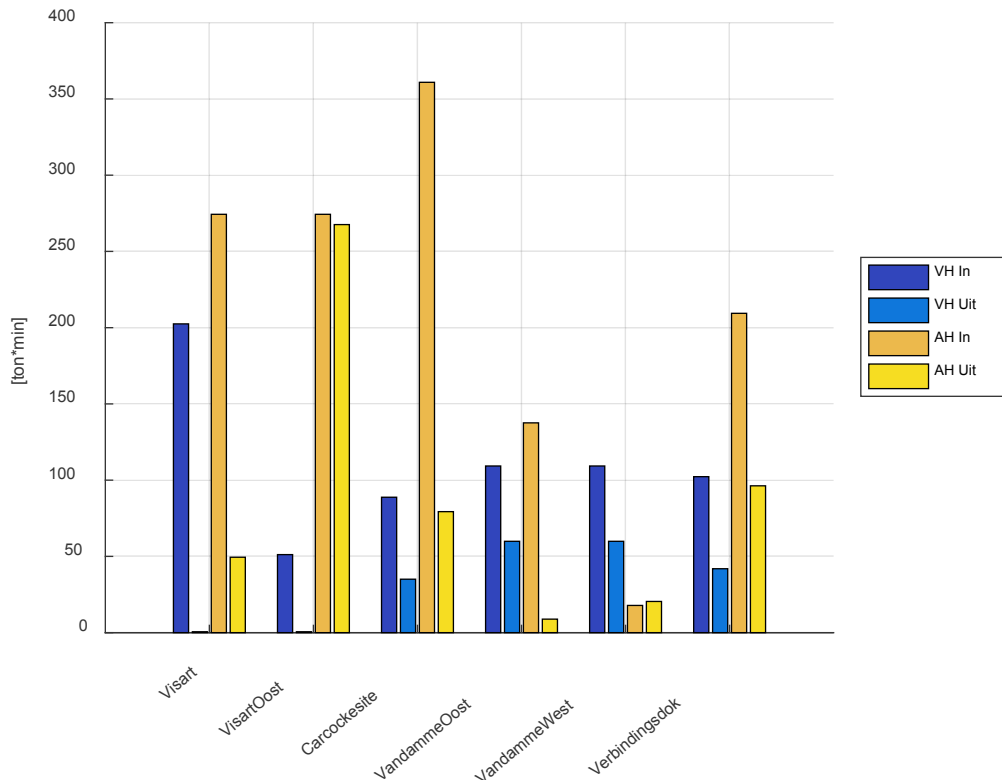
			In / Uit	VH/ AH	Alternatief	Normering
Visart	VH	In	558	312	458	1.89
		Uit	66			
	AH	In	639	605		
		Uit	570			
VisartOost	VH	In	368	217	391	1.61
		Uit	66			
	AH	In	639	566		
		Uit	492			
Carcockesite	VH	In	572	531	396	1.63
		Uit	490			
	AH	In	199	261		
		Uit	324			
VandammeOost	VH	In	433	230	243	1.00
		Uit	26			
	AH	In	161	256		
		Uit	351			
VandammeWest	VH	In	433	230	243	1.00
		Uit	26			
	AH	In	104	256		
		Uit	407			
Verbindingsdok	VH	In	405	488	336	1.38
		Uit	571			
	AH	In	33	183		
		Uit				

Sleepboot vooraan

Figuur 18 en Tabel 17 tonen de resultaten van de gemiddelde stuwkracht_impuls voor de sleepboot vooraan.

De voorste sleepboot wordt over het algemeen, net zoals de boegschroef, gebruikt om de boeg van het schip te sturen. Een grote stuwkracht_impuls geeft dus aan dat veel correcties of assistentie nodig was langsheen het traject.

Figuur 18 - Gemiddelde stuwkracht_impuls sleepboot vooraan [ton*min]



Ook hier merkt men op dat gemiddeld de westelijke alternatieven in grotere waarden resulteren dan de oostelijke. Daarnaast is de stuwkracht_impuls globaal gezien voor de voorste sleepboot veel kleiner dan voor de achterste. Dit is te wijten aan de specifieke functie van een voor- en achtersleepboot en de aanwezigheid van een boegschroef waardoor een voorsleepboot eerder additioneel gebruikt wordt.

Belangrijk is het relatieve grote verschil in gebruik van de voorste sleepboot. In het alternatief VisarOost werd gemiddeld de sleepboot vooraan 186% meer gebruikt dan in het alternatief VandammeWest. Bij het gebruik van de achterste sleepboot lagen de extrema niet zo ver uit elkaar, het maximaal relatief verschil bedroeg daar 89%. Het gebruik van de voorste sleepboot (en ook boegschroef) zijn een goede maat voor de moeilijkheid van de manoeuvres. Ze weerspiegelen immers de mate waarmee de boeg gestuurd dient te worden. Bij weinig ruimte is sturen en corrigeren met de sleepboot vooraan en / of de boegschroef zeer belangrijk.

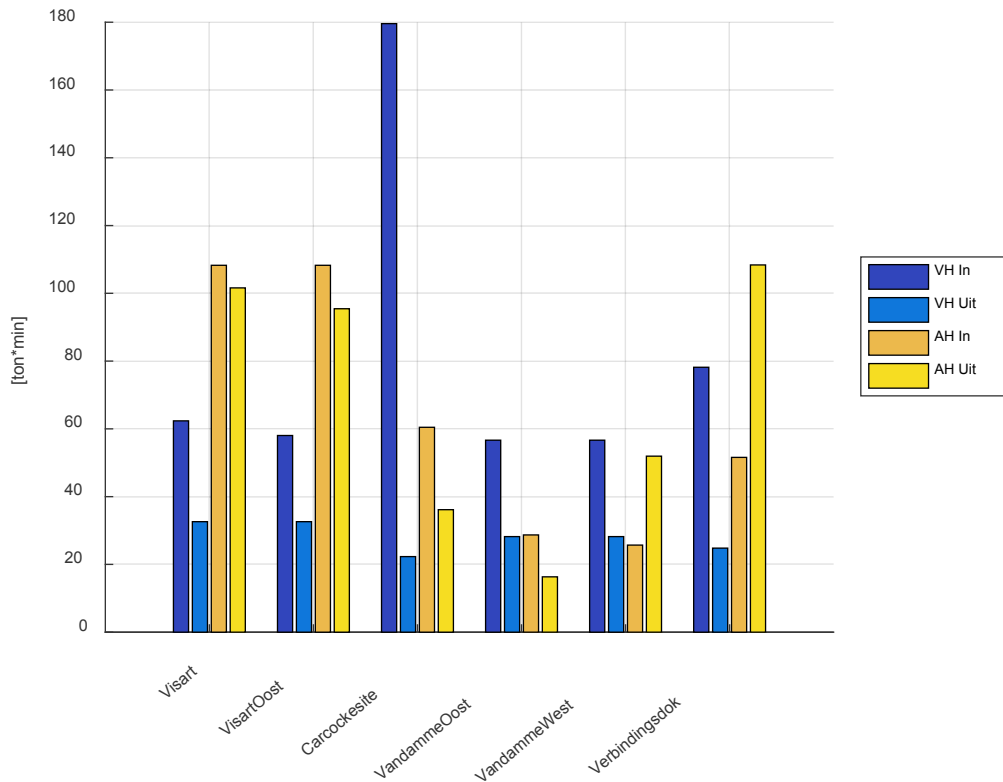
Tabel 17 - Gemiddelde stuwkracht_impuls sleepboot vooraan [ton*min]

			In / Uit	VH/ AH	Alternatief	Normering
Visart	VH	In	202	102	132	2.54
		Uit	1			
	AH	In	274	162		
		Uit	49			
VisartOost	VH	In	51	26	148	2.86
		Uit	1			
	AH	In	274	271		
		Uit	268			
Carcockesite	VH	In	89	62	141	2.72
		Uit	35			
	AH	In	361	220		
		Uit	79			
VandammeOost	VH	In	109	85	79	1.52
		Uit	60			
	AH	In	138	73		
		Uit	9			
VandammeWest	VH	In	109	85	52	1.00
		Uit	60			
	AH	In	18	19		
		Uit	20			
Verbindingsdok	VH	In	102	72	112	2.17
		Uit	42			
	AH	In	209	153		
		Uit	96			

4.2.4 Boegschroef

Figuur 19 en Tabel 18 tonen de resultaten van de gemiddelde boegschroef_impuls. De boegschroef wordt gebruikt om de boeg dwars te controleren of te bewegen.

Figuur 19 - Gemiddelde boegschroef_impuls [ton*min]



Het maximaal relatief verschil (tussen VandammeOost en Visart) bedraagt 135%. Ook hier dezelfde conclusie, de boegschroef werd bij de westelijke alternatieven in totaal meer gebruikt dan bij de oostelijke alternatieven. Het verschil in gemiddeld gebruik van de boegschroef (zie normering) tussen de westelijke alternatieven onderling is eerder klein. Verbindingsdok scoort net iets slechter wat het gebruik van boegschroef betreft ten opzichte van VandammeOost en VandammeWest.

Tabel 18 - Gemiddelde boegschroef_impuls [ton*min]

			In / Uit	VH/ AH	Alternatief	Normering
Visart	VH	In	62	47	76	2.35
		Uit	33			
	AH	In	108	105		
		Uit	102			
VisartOost	VH	In	58	45	74	2.27
		Uit	33			
	AH	In	108	102		
		Uit	95			
Carcockesite	VH	In	180	101	75	2.30
		Uit	22			
	AH	In	60	48		
		Uit	36			
VandammeOost	VH	In	57	42	32	1.00
		Uit	28			
	AH	In	29	23		
		Uit	16			
VandammeWest	VH	In	57	42	41	1.25
		Uit	28			
	AH	In	26	39		
		Uit	52			
Verbindingsdok	VH	In	78	51	66	2.02
		Uit	25			
	AH	In	52	80		
		Uit	108			

4.2.5 Afstand tot constructie

In Figuur 20 en Tabel 19 wordt procentueel voorgesteld hoe de minimale afstanden langsheen het traject voor de verschillende alternatieven zich verhouden.

Bij volgende (deel)alternatieven was langsheen het traject de minimale afstand gemiddeld in meer dan 30% van de uitvoeringstijd kleiner dan een scheepsbreedte:

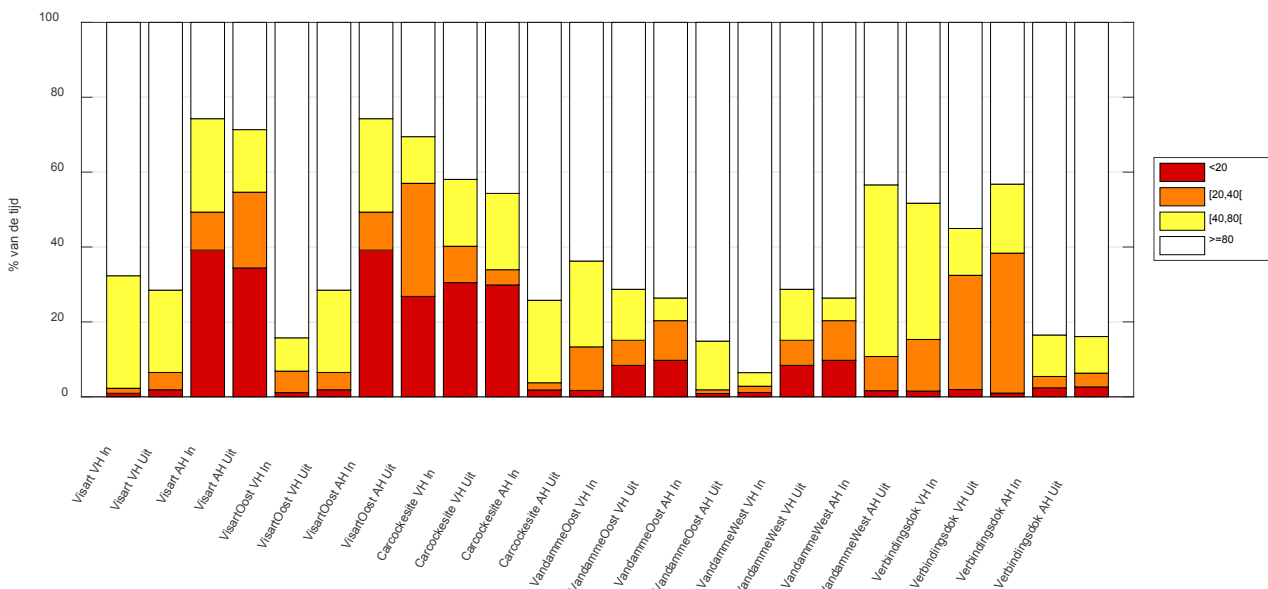
- Visart AH (52%)
- VisartOost AH (53%)
- Carcockesite VH (37%)
- Verbindingsdok VH (35%)

In het alternatief Verbindingsdok werd het kanaal, ter vervanging van de huidige P. Vandammesluis, ingetekend met een breedte van 130 m. Indien een schip met breedte 40 m centrisch en parallel aan de kaaimuur door het kanaal vaart, dan zal er zowel aan bakboord- als stuurboordzijde nog net een scheepsbreedte over zijn.

In het alternatief Carcockesite werd het kanaal, ter vervanging van de huidige Visartsluis, ingetekend met breedte 85 m. Bij het varen door een kanaal van 85 m zal de minimale afstand met een schip met breedte 40 m in vele gevallen kleiner zijn dan 20 m.

Hoe langer de periode tijdens een manoeuvre dat de afstand tot een harde constructie klein is, hoe langer de concentratie van de loods(en) en sleepbootkapitein(s) op de proef gesteld worden. Daarnaast geldt (meestal) dat hoe kleiner de marges zijn hoe groter de risico's op botsingen worden. Deze kleinere marges impliceren ook een zorgvuldigere inzet van sleepboten, gebruik van boegschroef, roer en machine.

Figuur 20 - Afstand tot constructie



Een normering wordt uitgevoerd op basis van het criterium ‘afstand kleiner dan een scheepsbreedte’ (< 40 m). Door loodsen worden afstanden kleiner dan een scheepsbreedte als minder comfortabel of veilig beschouwd. De risico's op een aanvaring nemen toe bij afstanden kleiner dan een scheepsbreedte. Om een kwalitatieve vergelijking mogelijk te maken werd daarom ook een scheepsbreedte genomen als afstand voor de normering. Tabel 19 toont aan dat op basis van dit gekozen criterium VandammeOost het best scoort. Dit alternatief wordt gevolgd door VandammeWest, Verbindingsdok en Carcockesite. Hierna volgen Visart en VisartOost.

Tabel 19 - Percentages minimale afstanden [% uitvoeringstijd]

	Visart	VisartOost	Carcockesite	VandammeOost	VandammeWest	Verbindingsdok
<20 m	19.1	17.2	16.0	5.0	5.3	2.0
[20,40[m	9.1	12.7	6.8	5.0	10.0	18.7
[40,80[m	23.4	17.1	20.8	9.1	25.5	12.9
>=80 m	48.4	53.0	56.4	80.9	59.2	66.4
% < 40 m	28.2	29.9	22.8	10.0	15.4	20.6
Normering op basis van % < 40 m	2.81	2.98	2.27	1.00	1.53	2.06

4.2.6 Samenvatting parameters

Tabel 20 toont de rangorde in functie van de parameters voor de zes alternatieven met in de laatste kolom een som die zicht geeft op de globale rangorde, berekend aan de hand van de beschreven parameters.

Tabel 20 - Orde op basis van berekende parameters

	Uitvoeringstijd	Gemiddelde snelheid	Impuls			Afstanden (% < 40 m)	SOM
			Sleepboot achter	Sleepboot voor	Boegschroef		
Visart	1.69	1.28	1.89	2.54	2.35	2.81	12.56
VisartOost	1.65	1.26	1.61	2.86	2.27	2.98	12.64
Carcockesite	1.63	1.27	1.63	2.72	2.30	2.27	11.82
VandammeOost	1.06	1.01	1.00	1.52	1.00	1.00	6.59
VandammeWest	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.53	6.78
Verbindingsdok	1.27	1.33	1.38	2.17	2.02	2.06	10.23

Op basis van de analyse van de geselecteerde parameters volgt dat VandammeOost en VandammeWest best scoren, gevolgd door Verbindingsdok. Carcockesite doet het nog net iets beter dan Visart en VisartOost.

4.3 Ontmoetingen

Tabel 21 toont een overzicht van de gekoppelde simulaties. Die simulaties waarbij schepen elkaar ontmoetten werden uitgevoerd met twee simulatoren, verder genoemd de master en de slave. De tabel toont de locatie (voorhaven VH / achterhaven AH), de vaarrichting van de master, de windconditie en de afmetingen van beide schepen. Daarnaast wordt ook de bestandsnaam gegeven welke functie is van de simulator X (X = SIM225 of X = SIM360). SIM360 was steeds de master simulator. In de kolom 'Focus / ontmoeting' wordt kort aangegeven waar de ontmoeting plaatsvond.

Tabel 21 - Overzicht uitgevoerde gekoppelde simulaties

Nr	VH / AH	Richting master	Wind	Master	Slave	Simulatie	Focus / ontmoeting
35	VH	Uit	ZW5	265 x 40	265 x 40	SIMX_Verbindingsdok_gek_002	Tussen kanaal en sluis
36	AH	In	ZW3	265 x 40	162 x 25	SIMX_VisartOost_gek_001	Achterhaven (130 m breed)
37	VH	Uit	ZW5	265 x 40	265 x 40	SIMX_Visart_gek_001	Zwaaiplaats 2
38	AH	Uit	ZW5	265 x 40	265 x 40	SIMX_VandammeOost_gek_001	Verbindingsdok
39	VH	Uit	ZW5	265 x 40	162 x 25	SIMX_Verbindingsdok_gek_003	Kanaal
40	VH	Uit	ZW5	265 x 40	265 x 40	SIMX_VandammeWest_gek_002	Voor de sluis

In de meeste simulaties ontmoetten twee dezelfde car-carriers elkaar, namelijk het simulatieschip met afmetingen 265 m x 40 m. In simulaties 36 en 39 werden ontmoetingen getest tussen hetzelfde schip en een kleinere RoRo ferry met afmetingen 162 m x 25.2 m (Clementine in simulatordatabase).

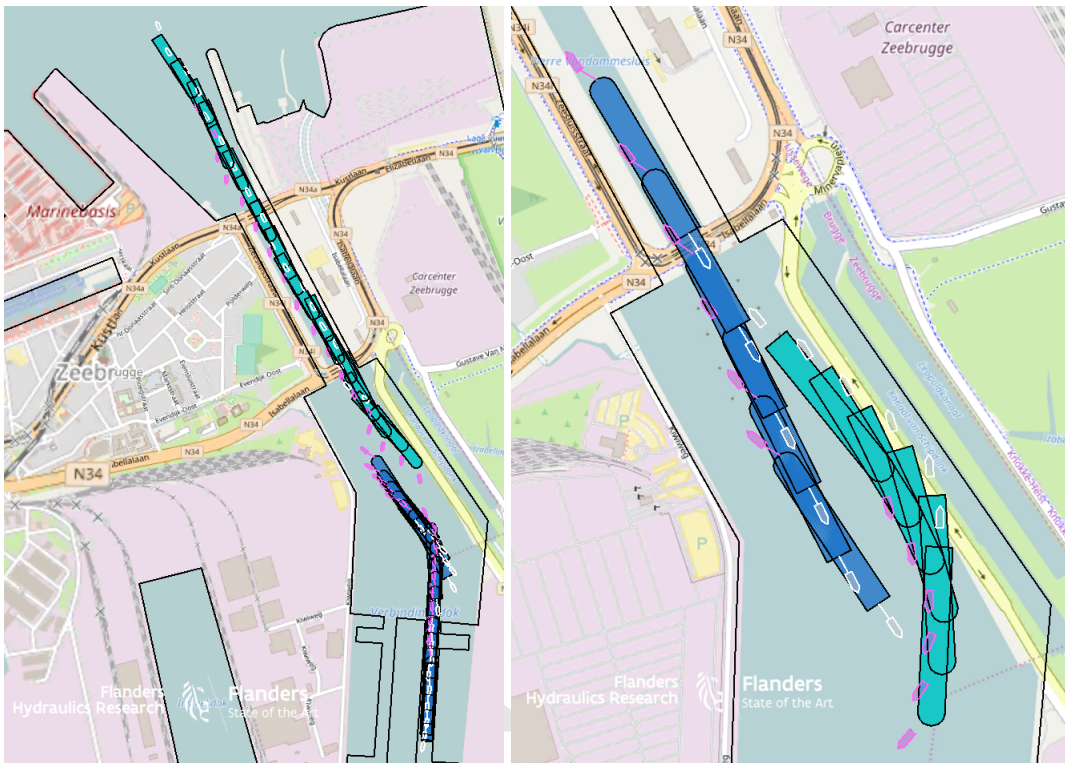
4.3.1 Simulatie 35: Verbindingsdok VH

Bij ZW5 werd een ontmoeting in het Verbindingsdok gesimuleerd, tussen de doorsteek en het sluisencomplex (zie Figuur 21). Het inkomende schip bevond zich redelijk oostelijk in het kanaal waardoor het aangewezen was om elkaar stuurboord-stuurboord te kruisen.

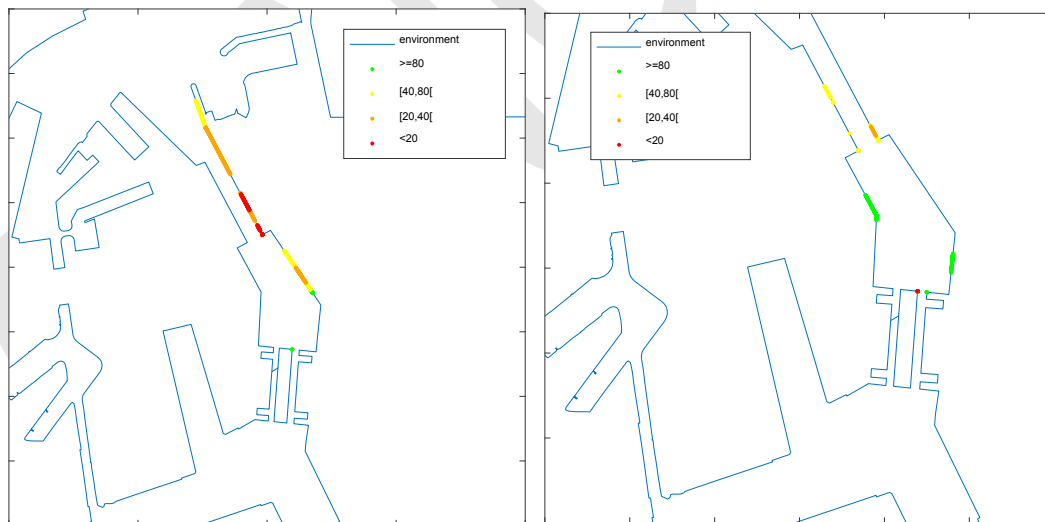
Figuur 22 toont de minimale afstanden tot de harde constructie voor zowel invarend (links) als uitvarend (rechts) schip. De afstand tot de muur in de doorsteek werd voor het invarende schip kleiner dan een halve scheepsbreedte. Tijdens de ontmoeting bedroeg de minimale afstand tussen de schepen 60 m, of anderhalve scheepsbreedte.

Niettegenstaande de relatief kleine afstand tot de kaai in de doorsteek, achtten de loodsen dit manoeuvre in realiteit uitvoerbaar. Alertheid is uiteraard noodzakelijk want de beschikbare marges zijn niet groot. Voor beide schepen was er nog voldoende reserve wat betreft sleepbootgebruik, machine, roer en boegschroef.

Figuur 21 - Simulatie 35 - Links: 0' – 17'; Rechts: 17' – 22' (SIM360_Verbindingsdok_gek_002.kmz)



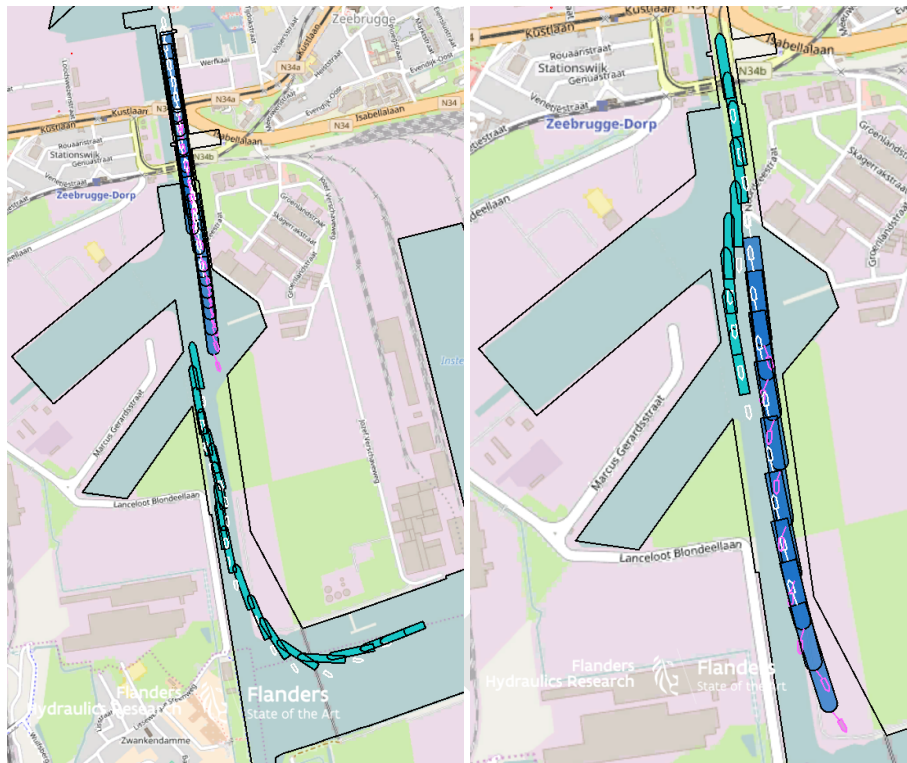
Figuur 22 - Simulatie 35 - Minimale afstanden tot kaai – Links invarend; Rechts: uitvarend



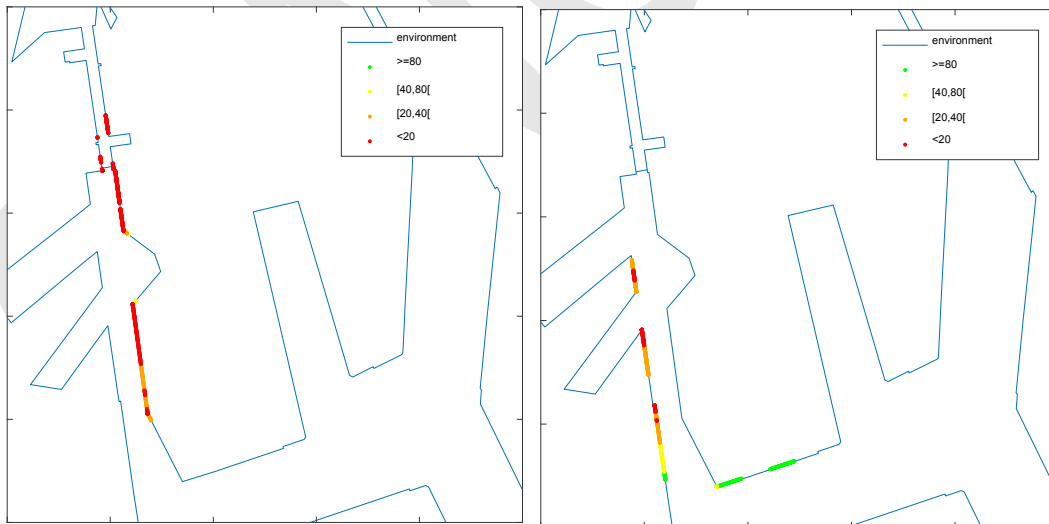
4.3.2 Simulatie 36: VisartOost AH

Bij ZW3 werd er in het alternatief VisartOost een ontmoeting in de achterhaven gesimuleerd tussen een car-carrier en een tweeschroevige RoRo ferry (zie Figuur 23). De loodsen kozen voor ZW3 omdat men inschatte dat ZW5 zeer lastig zou worden. De schepen raakten de kaai niet maar de afstanden tot de muren werden klein. Figuur 24 toont dat de minimale afstand, zeker voor het invarend schip, in het merendeel van de tijd kleiner was dan een halve scheepsbreedte. De minimale passeerafstand tussen de schepen bedroeg 25.6 m of ongeveer de scheepsbreedte van het kleinste schip. Het manoeuvre vergde een zeer hoge concentratie van begin tot het einde. Ontmoetingen worden hier ten sterkste afgeraden zelfs bij ZW3.

Figuur 23 - Simulatie 36 - Links: 0' – 17'; Rechts: 17' – 25' (SIM360_VisartOost_gek_001.kmz)



Figuur 24 - Simulatie 36 - Minimale afstanden tot kaai – Links invarend; Rechts: uitvarend



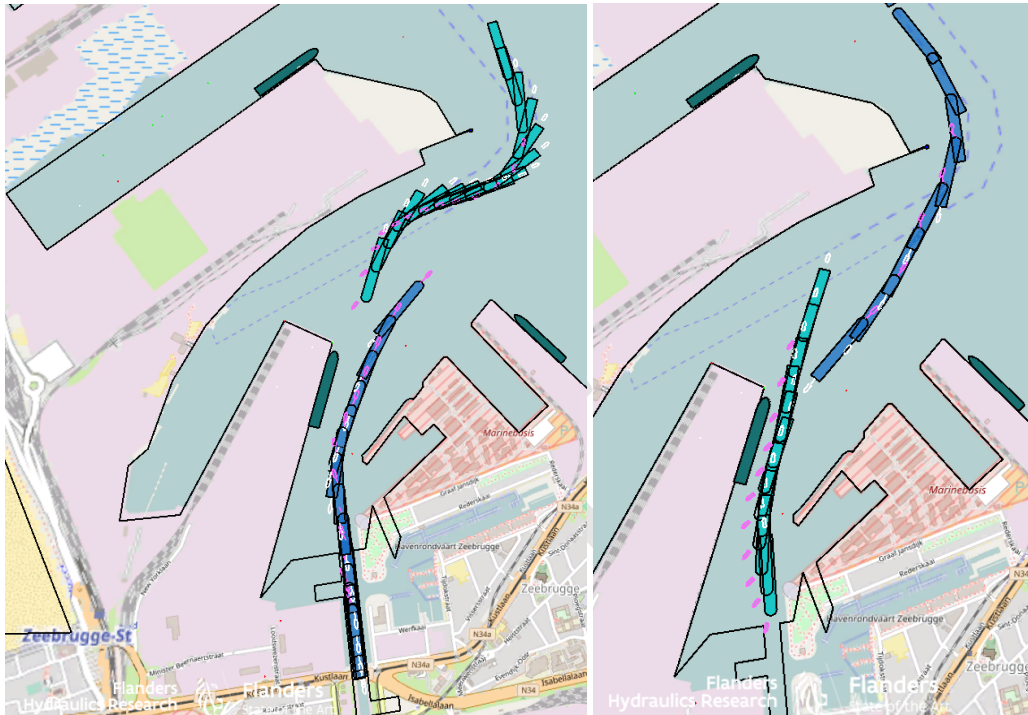
Een ontmoeting in de achterhaven op eenzelfde locatie zou in het alternatief Visart nog slechter scoren vermits de kanaalbreedte in de achterhaven maar ongeveer 90 m is.

4.3.3 Simulatie 37: Visart VH

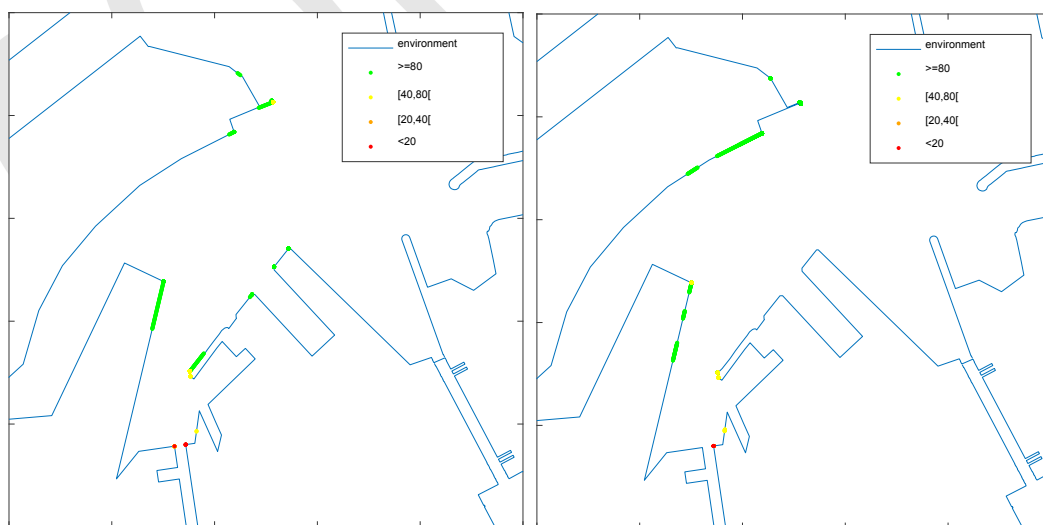
Bij ZW5 werd er in het alternatief Visart een ontmoeting in de voorhaven gesimuleerd tussen twee schepen met lengte 265 m (zie Figuur 25). De ontmoeting vond plaats ter hoogte van zwaaiplaats 2. Afstanden tot de harde constructies bleven tijdens de simulatie voor beide schepen steeds voldoende (zie Figuur 26). De minimale passeerafstand tussen de schepen bedroeg 70 m.

Het afgemeerd schip (met breedte 42 m) aan CHZ werd op meer dan een scheepsbreedte gepasseerd wat voldoende is. Met een afgemeerd schip aan CHZ wordt het sterk ontraden om te kruisen tussen het afgemeerd schip en de sluis. Het invarend schip heeft immers voldoende tijd en ruimte nodig om op te lijnen naar de sluis.

Figuur 25 - Simulatie 37 - Links: 0' – 14'; Rechts: 14' – 24' (SIM360_Visart_gek_001.kmz)



Figuur 26 - Simulatie 37 - Minimale afstanden tot kaai – Links: uitvarend; Rechts: invarend



4.3.4 Simulatie 38: VandammeOost AH

Met ZW5 werd een ontmoeting in het alternatief VandammeOost in de achterhaven uitgevoerd (zie Figuur 27). De afstanden tot de muren bleven steeds meer dan 40 m (zie Figuur 28). Het manoeuvre is zeer gelijkaardig aan de manoeuvres die de loodsen vandaag de dag al in de achterhaven uitvoeren en kan dus met andere woorden voor de achterhaven een beetje als de referentie aanzien worden.

Figuur 27 - Simulatie 38 - Links: 0' – 13'; Rechts: 13' – 25' (SIM360_VandammeOost_gek_001.kmz)



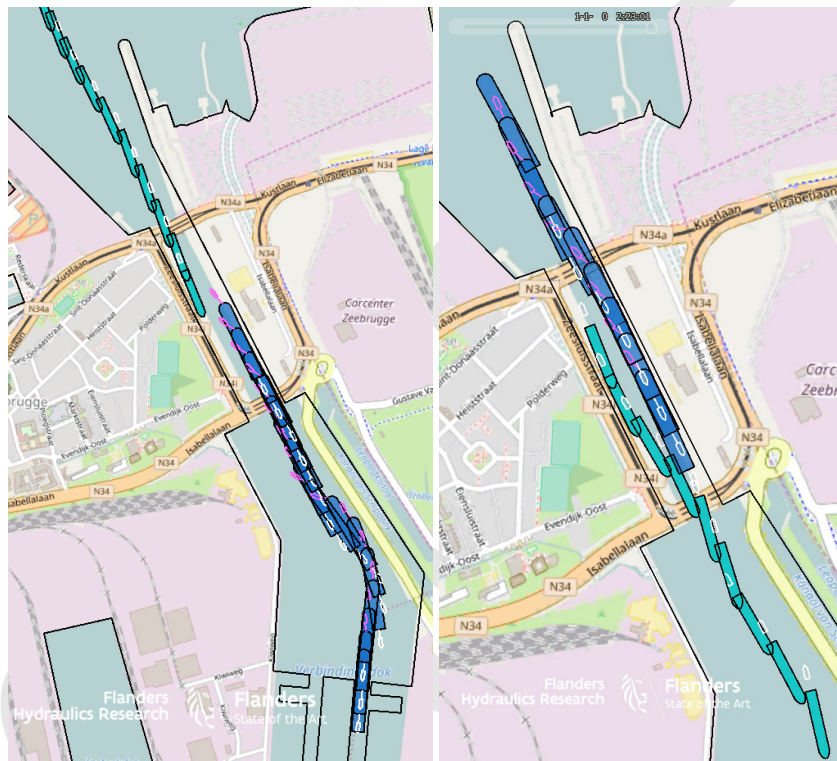
Figuur 28 - Simulatie 38 - Minimale afstanden tot kaai – Links: invarend; Rechts: uitvarend



4.3.5 Simulatie 39: Verbindingsdok VH

Simulatie 39 toont een ontmoeting in het kanaal van het alternatief Verbindingsdok tussen een car-carrier en een RoRo ferry. De minimale passeerafstand tussen de schepen bedroeg 30 m. De minimale afstanden tot de harde constructies waren voor het uitgaande en ingaande schip 4 m respectievelijk 12 m. De loodsen vonden dit manoeuvre doenbaar op voorwaarde dat er bij de car-carrier steeds voor- en achteraan een sleepboot vastgemaakt wordt. Voor de RoRo ferry zal in veel gevallen één sleepboot (achteraan) volstaan. Niettegenstaande het feit dat de loodsen dit als doenbaar achtten, wordt sterk geadviseerd om hier niet te kruisen. Afstanden van minder dan een halve scheepsbreedte zijn klein.

Figuur 29 - Simulatie 39 - Links: 0' – 15'; Rechts: 15' – 23' (SIM360_Verbindingsdok_gek_003.kmz)



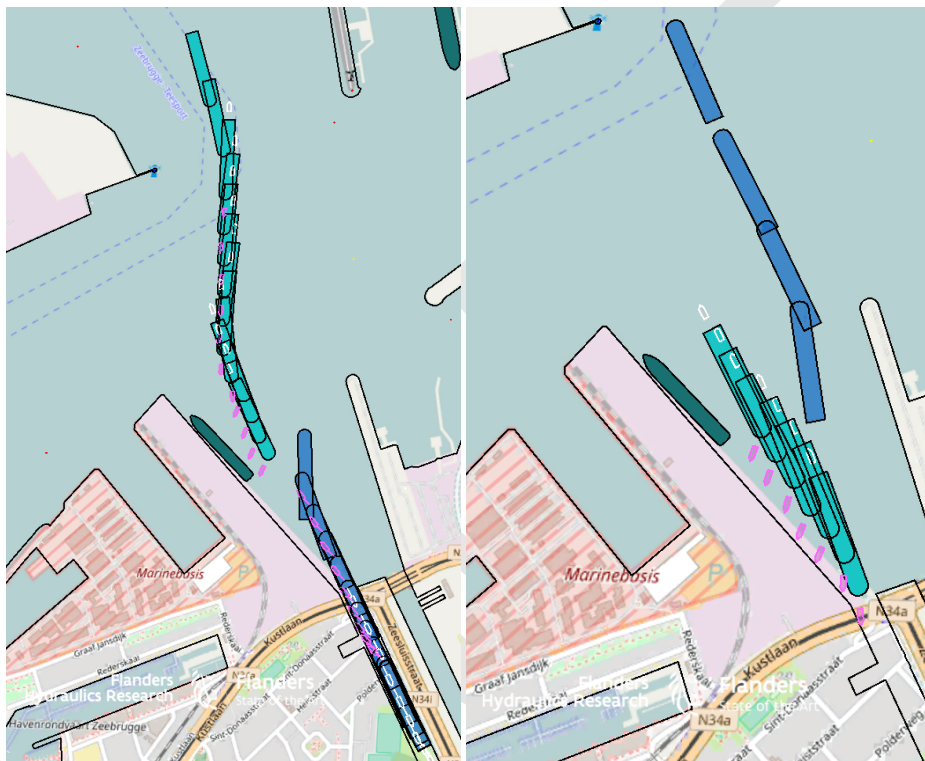
Figuur 30 - Simulatie 39 - Minimale afstanden tot kaai – Links: uitvarend; Rechts: invarend



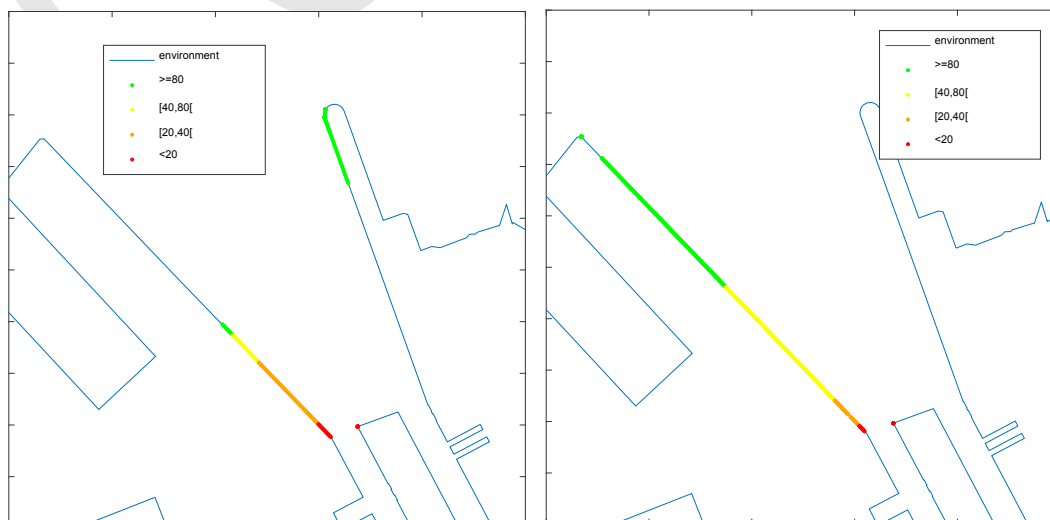
4.3.6 Simulatie 40: VandammeWest VH

Simulatie 40 toont een ontmoeting bij ZW5 in de voorhaven van alternatief VandammeWest. De minimale afstand tussen de (varende) schepen bedroeg 63 m. Het invarende schip stuurde een beetje op richting het afgemeerde cruiseschip wat mogelijks voor het cruiseschip (de bemanning) een ietwat vreemd / onaangenaam gevoel kan geven. De minimale afstand tussen de inkomende car-carrier en het afgemeerde cruiseschip was 45 m. Dit is echter niet onoverkomelijk en gebeurt vandaag de dag ook. Het afgemeerde schip zal niet dicht bij de sluis afgemeerd kunnen worden. Het uitvarende schip liet de voorste sleepboot iets te snel los. De ontmoeting in de voorhaven vormt geen probleem binnen Dit alternatief.

Figuur 31 - Simulatie 40 - Links: 0' – 12'; Rechts: 12' – 19' (SIM360_VandammeWest_gek_002.kmz)



Figuur 32 - Simulatie 40 - Minimale afstanden tot kaai – Links: uitvarend; Rechts: invarend



4.3.7 Samenvatting

Niet alle combinaties van ontmoetingen werden getoetst door middel van simulaties. Dit zou tot zéér veel simulaties leiden. Door de uitvoering van enkele simulaties kan echter wel een kwalitatieve beoordeling opgesteld worden (zie Tabel 21). Deze beoordeling volgt dus niet uit berekende parameters maar wel na het doortrekken van enkele conclusies uit de simulaties.

Een ontmoeting bij ZW3 in het alternatief VisartOost in de achterhaven, tussen een car-carrier en een RoRo ferry, toont aan dat de ruimte zeer beperkt is. Het alternatief Visart is in de achterhaven nog nauwer. In beide alternatieven is het zeer moeilijk om te kruisen tussen het Verbindingsdok en de sluis en is ontmoeten in het Verbindingsdok sterk aangewezen of noodzakelijk. Hetzelfde geldt voor de alternatieven Verbindingsdok en Carcookesite waarbij in de achterhaven ook gekruist dient te worden in het Verbindingsdok (deel oost – west). De alternatieven VandammeOost en VandammeWest krijgen een gelijkaardige beste kwalitatieve beoordeling voor ontmoetingen omdat hierbij even veel of meer ruimte is dan in het huidige alternatief P. Vandammesluis.

In de voorhaven scoort Carcookesite het slechtste als gevolg van het kanaal (doorsteek). Visart en VisartOost kan men op dezelfde hoogte rangschikken. Ontmoetingen in VandammeOost en VandammeWest zijn ook gelijkaardig en krijgen opnieuw kwalitatief de beste beoordeling. Het kanaal in het alternatief Verbindingsdok maakt het voor de uitvoering van ontmoetingen ook lastiger waarbij uit de simulaties volgt dat ontmoeten tussen de sluisen en de doorsteek mogelijk is. In het kanaal zelf kunnen kleinere schepen elkaar ook kruisen bij gematigde windcondities. Een simulatie toonde aan dat ontmoeten tussen het kanaal en het sluisencomplex mogelijk was. Indien de sluis noordelijk ingetekend wordt dan zal ontmoeten moeilijker worden of zelfs niet meer mogelijk zijn.

4.4 Bedenkingen en commentaar van loodsen en kapiteins

Tijdens de simulaties werd door zowel loodsen als kapiteins bedenkingen / commentaar geformuleerd op de verschillende alternatieven. Een samenvatting van deze opmerkingen volgt in deze paragraaf, eerst alternatief per alternatief, later algemeen.

4.4.1 Bedenkingen per alternatief

Visart

Met afgemeerd schip aan CHZ wordt de ruimte tussen de schepen zeer krap, nl. minder dan een scheepsbreedte. Dit is inderdaad het geval ter hoogte van boei Z10. De afstand tussen de kaai en boei Z10 is immers maar +/- 190 m wat met een afgemeerd schip met breedte 40 m en een varend schip met breedte 40 m nog 110 m ruimte geeft. 110 m lijkt nog ruim maar op deze locatie dient het schip te bochten wat een overbreedte vergt. Hetzelfde geldt voor de alternatieven VisartOost en Carcookesite.

Uitvoeringstijd is veel slechter dan oostelijke alternatieven. Met ander verkeer wordt dit een lastig alternatief.

Je zit inderdaad als het ware ‘gevangen’ voor CHZ. Als je moet wachten dan zit het schip als het ware ‘gevangen voor CHZ’. Wachten gebeurt dus beter verder zeewaarts. Bij de oostelijke alternatieven heb je meer ruimte om te manoeuvreren met sleepers voor de sluis.

De jachthaven zal ook moeten wachten bij een aankomend schip.

VisartOost

Geen specifieke opmerkingen, gelijkaardig verhaal aan het verhaal voor het alternatief Visart.

Carcockesite

Om de vlotheid te waarborgen is het aangewezen om aan boei Z10 te baggeren. In vergelijking met alternatief Visart en VisartOost heb je iets meer tijd om op te lijnen. Je zal minder geneigd zijn om volledig op te lijnen voor de doorsteek vermits je de doorsteek onder een hoekje kan aanvatten. Doorsteek van 85 m is smal maar doenbaar (bij de geteste windconditie).

Snelheid in doorsteek van 3 à 4 knoop lijkt ideaal.

VandammeOost

Mooie aan dit alternatief is de virtuele lijn die gemaakt kan worden bij het oplijnen naar de sluis tussen sluismuur en het einde van de oostelijke strekdam. Dit geeft een mooi beeld om te aligneren.

Steiger voor Cobelfret (in de voorhaven) bij VandammeWest en VandammeOost lijkt geen goed idee. Bij het buitenvaren bij ZW7 kan het gevaarlijk worden. De geschiedenis toont aan dat er af en toe tegen de Hermeskaai 'gerust' wordt. Als mogelijke oplossing zou men palen kunnen plaatsen waartegen een schip kan rusten. Dit resulteert dan weer in ruimtebeperking voor het manoeuvre naar de steiger. Vooral wanneer er sleepboten nodig zijn, is dit mogelijks lastig.

Het 'probleem' met het afgemeerde schip werd echter niet door alle loodsen als een echt probleem gezien.

VandammeWest

Invaren, opsturen richting cruiseschepen zal misschien wat vreemd aanvoelen in het begin. Niet alleen voor de loods maar ook voor de bemanning en passagiers van het cruiseschip.

Bij het uitvaren, lijkt de ruimte op linkeroever net voorbij de sluis niet zo ruim om met sleepboten te trekken.

Men zal best ook nagaan hoe ver of hoe dicht men het cruiseschip kan afmeren bij de sluis.

Verbindingsdok

De steiger van Wallenius, aan rechteroever ter hoogte van de kruising van het Zuidelijk Kanaaldok en het Verbindingsdok zal in dit alternatief bekeken moeten worden.

4.4.2 Algemeen

Een voorkeursscenario is voor loodsen moeilijk te kiezen maar een alternatief met een sluis parallel aan de P. Vandammesluis voelt vertrouwd aan en brengt weinig nautische (extra) risico's met zich mee. Voorligging en oplijnen bij de alternatieven met een sluis parallel aan de P. Vandammesluis zijn gemakkelijk. In de voorhaven kan je al van ver van tevoren oplijnen. De alternatieven met een doorsteek / kanaal brengen steeds extra moeilijkheden met zich mee.

De uitvoering van de oevers met een talud is in zeer veel gevallen geen optie. Indien men hier toch voor opteert, dan dient dit later meer in detail bestudeerd te worden.

De westelijke scenario's hebben in de voorhaven het voordeel dat wanneer men moet wachten (bij zuidwestenwind) het opvarende schip met de kop in de wind kan blijven wachten, bijvoorbeeld ter hoogte van zwaaiplaats 2. Daarnaast kan men bij keuze van een westelijk alternatief mogelijks een eenvoudigere scheepsafwikkeling organiseren waarbij er als het ware 'eenrichtingsverkeer' geïmplementeerd wordt. Er zal dan minder onderlinge hinder tussen de schepen zijn.

Men dient over de Zwakkedammebrug (brug in Verbindingsdok) na te denken. Deze kan bij de westelijke alternatieven (vermoedelijk) niet blijven bestaan. Voor het alternatief Carcockesite dient deze zeker verwijderd te worden.

5 Samenvatting en conclusie

5.1 Samenvatting

Binnen het project Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ) werden in opdracht van de Afdeling Maritieme Toegang (aMT) met behulp van realtime vaarsimulaties zes sluisalternatieven nautisch gescreend.

Zowel kustloodsen (DABL) als dokloodsen (BRABO) voerden de vaarsimulaties uit, steeds geassisteerd door een sleepbootkapitein van Kotug Smit Towage. De kustloodsen simuleerden in de voorhaven, de dokloodsen in de achterhaven.

Het simulatieschip was een car-carrier waarvan zowel de lengte (265 m) als de breedte (40 m) gelijk zijn aan de maximale lengte en breedte van schepen die vandaag de dag naar de achterhaven van Zeebrugge varen. Deze dimensies werden door MBZ vastgelegd.

In het merendeel van de simulaties werd een wind ZW5 opgelegd, wat een veel voorkomende windconditie is. Het was niet de bedoeling om operationele limieten te bepalen en vandaar dat deze veel voorkomende windconditie een goede keuze was om alternatieven kwalitatief met elkaar te vergelijken. Twee sleepboten met maximale bollard pull van 85 ton assisteerden. Voor meer details over de inputgegevens van de simulaties wordt verwezen naar hoofdstuk 2.

In totaal namen 14 loodsen en twee sleepbootkapiteins deel aan de studie gedurende zes simulatiedagen. Na elke simulatie gaf men cijfermatig feedback over de moeilijkheid / nodige concentratie tijdens het manoeuvre. Daarnaast quoteerde men ook de beschikbare reserves. Voor zowel moeilijkheid als reserves kon men een cijfer 1 tot en met 6 geven waarbij 1 de beste score is (zie Tabel 9 blz. 13).

Grafieken met parameters in functie van de tijd werden voor zowel het simulatieschip als voor de sleepboten gegeneerd. Daarnaast werden ook vaarbaanplots aangemaakt waarop het vaartraject duidelijk zichtbaar is. Deze vaarbaanplots zijn zowel statisch (afbeelding contouren) als dynamisch (KMZ-bestanden, te openen en af te spelen in GoogleEarth™) beschikbaar.

Uit elke simulatie werd een deel geselecteerd, bruikbaar voor vergelijking van simulaties onderling. Dit deeltraject omvat geen data wanneer het schip zich deels of volledig in de sluis bevindt en loopt tot of start van een gemeenschappelijk punt in voor- of achterhaven. Binnen deze deeltrajecten werden parameters berekend die een kwalitatieve vergelijking tussen de alternatieven onderling toelaten. Deze parameters hebben betrekking op de uitvoeringstijd, gemiddelde vaarsnelheid, het gebruik van sleepboten en boegschroef en de afstanden tot harde constructies langsheen het afgelegde traject.

De verkeersafwikkeling van schepen in de haven werd niet in detail bestudeerd. Er werden echter wel enkele gekoppelde simulaties uitgevoerd waarbij ontmoetingen tussen twee schepen op verschillende locaties onderzocht werden.

Voor zowel de beoordeling van de loodsen, de berekende parameters als de ontmoetingen, werd een kwalitatieve beoordeling opgesteld op basis van cijfers.

Voor elke parameter werd een genormeerde rangorde tussen de alternatieven opgesteld (zie Tabel 20). Het best scorend alternatief krijgt de waarde 1 toegekend. De score van de andere alternatieven voor de beschouwde parameter werden berekend door hun berekende waarde te delen door de waarde van het best scorend alternatief. Op die manier bekomt men per parameter telkens een waarde die groter dan of gelijk is aan 1. Deze vergelijking laat toe om een rangorde op te stellen en na te gaan of de verschillen tussen de alternatieven onderling significant zijn.

Hoe beter een alternatief nautisch scoort, hoe kleiner onder andere de risico's op incidenten zijn en hoe vlotter of sneller het schip van en naar z'n bestemming kan varen.

5.2 Conclusie

Tabel 20 bundelt de (genormeerde) rangordes die opgesteld werden in hoofdstuk 4 bij de voorstelling van de resultaten. De som van deze genormeerde rangordes resulteert in een globaal cijfer. Hoe kleiner de totale rangorde (SOM in Tabel 20) hoe beter het alternatief nautisch scoort³.

Tabel 22 - Rangorde samengevat

	§4.1		§4.2					SOM	
	Moeilijkheid / concentratie	Reserves	Uitvoeringstijd	Gemiddelde snelheid	Impuls				Afstanden
					Sleepboot achter	Sleepboot voor	Boegschroef		
Visart	1.55	1.67	1.69	1.28	1.89	2.54	2.35	2.81	15.8
VisartOost	1.45	1.53	1.65	1.26	1.61	2.86	2.27	2.98	15.6
Carcockesite	1.35	1.53	1.63	1.27	1.63	2.72	2.30	2.27	14.7
VandammeOost	1.10	1.07	1.06	1.01	1.00	1.52	1.00	1.00	8.80
VandammeWest	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.53	8.80
Verbindingsdok	1.25	1.27	1.27	1.33	1.38	2.17	2.02	2.06	12.7

Men kan concluderen dat de alternatieven met een sluis parallel aan de P. Vandammesluis (VandammeOost en VandammeWest) nautisch het best en gelijkwaardig scoren. De westelijke alternatieven, nl. Visart, VisartOost en Carcockesite scoren nautisch het minst goed. Het alternatief Verbindingsdok is nautisch gezien net iets beter dan deze drie westelijke varianten. Ongeveer dezelfde rangorde werd opgesteld voor het uitvoeren van ontmoetingen in de verschillende alternatieven. Het uitvoeren van ontmoetingen binnen de westelijke alternatieven is veel moeilijker dan bij de oostelijke alternatieven. Daartegenover staat dat bij de uitvoering van een nieuwe zeesluis in de westelijke helft van de haven (Visart, VisartOost of Carcockesite) de verkeersstroom opgesplitst kan worden wat dan weer positief kan zijn voor de verkeersafwikkeling via twee sluisen die geografisch niet vlak naast elkaar liggen.

In alle alternatieven is het mogelijk om bij ZW5 van de voorhaven tot de achterhaven te varen en omgekeerd mits voldoende beschikbare sleepboothulp. De hierboven opgestelde rangorde geeft voor de zes alternatieven weer welke de grootste nautische voorkeur geniet. Indien later een minder goed nautisch scorend alternatief uitgevoerd wordt, dan zal dit meer risico's met zich meebrengen. Met andere woorden, hoe moeilijker toegankelijk het alternatief, hoe:

- groter de kans op een botsing met de oevers;
- groter de kans op een aanvaring tussen schepen onderling;

³ Merk op dat VandammeOost en VandammeWest niet ongeveer "dubbel zo goed scoren" als de anderen. Het is immers een set van parameters die leidt tot een globale score die toelaat de alternatieven onderling kwalitatief te vergelijken.

- groter de inzet van machine, roer, boegschroef;
- groter de in te zette sleepboothulp;
- sneller een operationele limiet bereikt wordt. De kans bestaat dat bij extremere weercondities dan deze getest bij de simulaties (ZW5) de toegankelijkheid van en naar de achterhaven niet altijd verzekerd kan worden. Het is dus mogelijk dat de maximale windsterkte bij een moeilijker nautisch scorend alternatief sneller bereikt wordt dan bij een nautisch beter scorend alternatief. De 'downtime' bij de moeilijkere nautisch toegankelijke alternatieven zal groter zijn dan de downtime bij de beter scorende varianten. Operationele limieten werden niet bepaald dus hierover kan geen uitspraak gedaan worden.

Ten slotte wordt vermeld dat alle alternatieven verder geoptimaliseerd kunnen worden zodanig dat de toegang van en naar de sluisen veiliger en vlotter kan verlopen. Het bestuderen van optimalisaties moet onderwerp vormen van verder (simulatie)studiewerk.

CONCEPT

Bijlage 1: Simulatieoverzicht

Tabel 23 - Simulaties (gesorteerd per alternatief) met vermelding simulatietijd, beoordeling moeilijkheid / concentratie en reserve

Nr	Bestandsnaam	Wind	Voorhaven / Achterhaven	Alternatief	In / Uit	Tijd [min]	Moeilijkheid / Concentratie	Reserve
3	SIM225_Visart_001	ZW5	VH	Visart	In	26	3	3
8	SIM225_Visart_002	ZW5	VH	Visart	Uit	17	3	3
13	SIM225_Visart_003	ZW5	VH	Visart	In	22	4	3
21	SIM225_Visart_004	ZW5	VH	Visart	Uit	19	4	3
24	SIM225_Visart_005	ZW5	AH	Visart	In	20	4	3
28	SIM225_Visart_006	ZW5	AH	Visart	Uit	27	4	3
43	SIM225_Visart_007	ZW5	AH	Visart	In	20	4	3
50	SIM225_Visart_008	ZW5	AH	Visart	Uit	20	5	4
9	SIM225_VisartOost_001	ZW5	VH	VisartOost	In	24	3	2
19	SIM225_VisartOost_002	ZW5	VH	VisartOost	In	23	4	3
25	SIM225_VisartOost_003	ZW5	AH	VisartOost	Uit	21	3	3
45	SIM225_VisartOost_004	ZW5	AH	VisartOost	Uit	24	4	3
4	SIM225_Carcockesite_001	ZW5	VH	Carcockesite	In	37	3	3
10	SIM225_Carcockesite_002	ZW5	VH	Carcockesite	Uit	29	3	2
14	SIM225_Carcockesite_003	ZW5	VH	Carcockesite	Uit	30	4	3
20	SIM225_Carcockesite_004	ZW5	VH	Carcockesite	In	26	4	3
26	SIM225_Carcockesite_005	ZW5	AH	Carcockesite	Uit	10	3	2
29	SIM225_Carcockesite_006	ZW5	AH	Carcockesite	In	9	3	3
47	SIM225_Carcockesite_007	ZW5	AH	Carcockesite	In	10	3	3
51	SIM225_Carcockesite_008	ZW5	AH	Carcockesite	Uit	16	4	4
1	SIM225_VandammeOost_001	ZW3	VH	VandammeOost	In	21	2	2
5	SIM225_VandammeOost_002	ZW6	VH	VandammeOost	Uit	2	4	5
11	SIM225_VandammeOost_003	ZW5	VH	VandammeOost	Uit	11	3	2
12	SIM225_VandammeOost_004	ZW3	VH	VandammeOost	In	15	3	1
15	SIM225_VandammeOost_005	ZW5	VH	VandammeOost	Uit	12	2	2
22	SIM225_VandammeOost_006	ZW3	AH	VandammeOost	Uit	12	2	2
27	SIM225_VandammeOost_007	ZW5	AH	VandammeOost	In	11	3	2
41	SIM225_VandammeOost_008	ZW3	AH	VandammeOost	Uit	18	2	2
46	SIM225_VandammeOost_009	ZW5	AH	VandammeOost	In	12	3	2
49	SIM225_VandammeOost_010	ZW5	AH	VandammeOost	Uit	15	3	2
2	SIM225_VandammeWest_001	ZW5	VH	VandammeWest	In	18	3	2
18	SIM225_VandammeWest_002	ZW5	VH	VandammeWest	In	16	2	2
30	SIM225_VandammeWest_003	ZW5	AH	VandammeWest	Uit	16	2	1
32	SIM225_VandammeWest_004	ZW5	AH	VandammeWest	In	10	2	2
42	SIM225_VandammeWest_005	ZW5	AH	VandammeWest	Uit	11	3	2
48	SIM225_VandammeWest_006	ZW5	AH	VandammeWest	In	11	3	2
6	SIM225_Verbindingsdok_001	ZW5	VH	Verbindingsdok	In	29	3	2
7	SIM225_Verbindingsdok_002	ZW6	VH	Verbindingsdok	Uit	6	4	5

Nr	Bestandsnaam	Wind	Voorhaven / Achterhaven	Alternatief	In / Uit	Tijd [min]	Moeilijkheid / Concentratie	Reserve
16	SIM225_Verbindingsdok_003	ZW5	VH	Verbindingsdok	In	27	3	2
17	SIM225_Verbindingsdok_004	ZW5	VH	Verbindingsdok	Uit	22	3	2
23	SIM225_Verbindingsdok_005	ZW5	AH	Verbindingsdok	Uit	12	4	3
31	SIM225_Verbindingsdok_006	ZW5	AH	Verbindingsdok	In	5	3	3
44	SIM225_Verbindingsdok_007	ZW5	AH	Verbindingsdok	Uit	8	3	2
52	SIM225_Verbindingsdok_008	ZW5	AH	Verbindingsdok	In	5	3	3
37	SIM225_Visart_gek_001	ZW5	VH	Visart	In	24		
37	SIM360_Visart_gek_001	ZW5	VH	Visart	Uit	16		
36	SIM225_VisartOost_gek_001	ZW3	AH	VisartOost	In	23		
36	SIM360_VisartOost_gek_001	ZW3	AH	VisartOost	Uit	20		
38	SIM225_VandammeOost_gek_001	ZW5	AH	VandammeOost	In	12		
38	SIM360_VandammeOost_gek_001	ZW5	AH	VandammeOost	Uit	23		
40	SIM225_VandammeWest_gek_002	ZW5	VH	VandammeWest	In	19		
40	SIM360_VandammeWest_gek_002	ZW5	VH	VandammeWest	Uit	9		
35	SIM225_Verbindingsdok_gek_002	ZW4	VH	Verbindingsdok	In	23		
39	SIM225_Verbindingsdok_gek_003	ZW5	VH	Verbindingsdok	In	24	4	2
35	SIM360_Verbindingsdok_gek_002	ZW4	VH	Verbindingsdok	Uit	18		
39	SIM360_Verbindingsdok_gek_003	ZW5	VH	Verbindingsdok	Uit	24	4	2

Bijlage 2: Commentaar bij simulaties

Tabel 24 - Commentaar bij de simulatie

Nr	Commentaar
1	De eerste simulatie bij ZW3 uitgevoerd. Voorzichtig starten, nl met start snelheid van 3m/s, om te kijken hoe het schip afremt. Na de simulatie blijkt dat starten met 4.5 m/s ok is.
2	Voorste sleepboot tot half. Achteraan gevraagd om naar 3 knoop te brengen, later naar 2 knoop. Dit werd gerealiseerd door bijna vol te staan. Boegschroef enkel op het einde gebruikt, bijna alles met voorste sleepboot. In de sluis boegschroef. Veel reserve want boegschroef niet veel gebruikt, enkel op het einde in de sluis.
3	Te dicht bij afgemeerd schip maar op deze manier is het mogelijk om het manoeuvre uit te voeren in een vloeiende beweging. Je wilt liefst zo vroeg mogelijk aligneren om te zien of de beschikbare sleepboothulp en boegschroef het schip kunnen ophouden tegen de wind. In de sluis met boegschroef vol naar SB en sleepboot een kwart is dit mogelijk bij ZW5.
4	Iets andere strategie dan bij aanloop naar de Visart. Parallel varen langs het afgemeerd schip op ongeveer een scheepsbreedte, voorbij het afgemeerd schip draaien richting 171.5°. Passeren langs containerschip was beter. Snelheid in de doorsteek van 3 à 4 knoop. Een hogere snelheid is niet mogelijk. Tussen 3 à 3.5 knoop waarschijnlijk. Doorsteek op zich maakt het niet moeilijker t.o.v. Visart want je hoeft niet onmiddellijk op te lijnen voor de sluis.
5	Simulatie vroegtijdig afgebroken. Uit de sluis varen met ZW6 was zeer moeilijk. In werkelijkheid is er ook afscherming in de kolk dus bij ZW6 zal het mogelijks iets gemakkelijker gaan in werkelijkheid.
6	Doorsteek is geen probleem, veel comfortabelere dan doorsteek van 85 m. Snelheid 3 à 4 knoop. Het was mogelijk om onder 3° te varen, dit is in Visart doorsteek niet mogelijk. Sleepboot kan ergens aan de oude kop vastmaken. Invaren van de sluis was iets te traag, 2 knoop. Binnenvaren aan 3 knoop zou waarschijnlijk beter zijn. Oriëntatie is zeker gunstig met deze wind. Sleepboot vooraan werd niet gebruikt! Voldoende ruimte. Reserve: sleepboot vooraan niet gebruikt, sleepboot achteraan zoals andere simulaties om af te stoppen. Boegschroef enkel voor manoeuvre naar de sluis.
7	Nagaan of ZW6 met verbindingsdok eenvoudiger gaat dan de scenario's met oriëntatie PVD sluis. Moeilijk om evenwicht te vinden tussen schip, sleepboten en wind. Simulatie vroegtijdig afgebroken.
8	Sluis buitenvaren zonder sleepboten bij ZW5 kan. De ruimte bij CHZ is krap, net doenbaar maar er wordt best wel wat verruimd. De voorste sleepboot werd snel losgemaakt maar dit zou de loods in werkelijkheid waarschijnlijk niet doen. Reserve: weinig ruimte bij het passeren van het afgemeerd schip. Boegschroef wordt als vrij krachtig beschouwd. Sleepboten werden weinig tot niet ingezet.
9	Manoeuvre zeer rustig uitgevoerd. Benedenwinds richting de sluis en vervolgens een beetje opgewerkt. Manoeuvre zelfde boordeling als VandammeWest in ZW5 maar het duurt iets langer. Reserves: 2 en geen 3. 3 Was bij Visart het geval maar nu is het oplijnen iets gemakkelijker. Ruimte tot afgemeerd schip was ook beter.
10	Snelheid in de doorsteek constant houden met sleepboot, rond 4 kts. In doorsteek geen BS meer gebruikt, enkel sleepboten. Vlot manoeuvre. Reserve 2: BS niet gebruikt in doorsteek, enkel sleepboot vooraan even minimum. Achterste sleepboot hield snelheid tussen 3 en 4 knoop.
11	Enkel BS gebruikt bij het buitenvaren.
12	De sleper achteraan bracht het schip naar 2.5 knoop en vervolgens naar 2 knoop in de sluis.
13	Reserve bepaald door afstand tot afgemeerd schip. Oplijnen pas op het einde, nog 7° op het einde. Achtersleepboot niet gebruikt om te manoeuvreren, enkel om snelheid te controleren. Moeilijkheid:

Nr	Commentaar
	moeilijk alles in acht genomen. Je kunt het schip niet even in de wind leggen, er is geen ruimte.
14	Schip lijkt moeilijk te sturen bij DeadSlow. Sluis uit bij 2 knoop. Doorsteek max 4 knoop. Bedoeling was om doorsteek te nemen onder een hoekje maar dit werd niet helemaal uitgevoerd zoals gehoopt. Moeilijkheid: concentratie dient lange tijd gewaarborgd te blijven, voor iedereen (loods, wielman, sleepbootkapitein). Sleepboten vast houden tot voorbij CHZ.
15	Gemakkelijke simulatie. Roer veel hard stuurboord omdat schip in de wind draait. Dit is mogelijks een model-issue.
16	Begin doorsteek ongeveer 4.5 knoop, afgebouwd naar 4 knoop door sleepboot. Er werd vervolgens gevraagd om naar 2.5 knoop te gaan en dan naar 2 knoop. Achteruit geslagen rond 23', snelheid tot 1.6 knoop gebracht. Achteruitslaan is ok, schroeffeffect was gunstig. Reserve op dat moment aanwezig, sleepboten over. Reserve: voldoende.
17	Voorbij de sluis draaide het schip iets te ver door, maar dit vormde geen probleem. Als het sluisencomplex iets meer naar het westen zou liggen dan heb je nog meer ruimte. Zelfs met NO-wind is er geen probleem. Reserve op voorste sleepboot. Machine op slow om beter te sturen.
18	Gemakkelijke simulatie, afgemeerd schip geeft geen problemen.
19	Moeilijkheid, concentratie: paar bochten na elkaar. Reserve: voorste boot heeft wel wat moeten werken.
20	Snelheid in doorsteek vermoedelijk iets te hoog, dit was 4 à 4.7 knoop. Er door varen zonder hulp, enkel onder een drifhoek is niet evident bij deze snelheid. Veiliger is om sleepboot vooraan te gebruiken. Afstand tot afgemeerd schip is ok. Reserve op sleepers. Reserves naar de sluis voldoende, elders iets minder. Die doorsteek zorgt voor extra moeilijkheid. Afstanden in het kanaal zijn klein.
21	Reserve: op sleepboten voldoende, afstanden klein.
22	Sleepboot achter enkel gebruikt om af te remmen. De loods gaf aan dat volgens hem wat meer ruimte wenselijk is voor de sluis aan 'rechteroever', rekening houdend met NO-wind waarbij het schip volgens hem beter eerst iets hoger zit en vervolgens met de wind mee de sluis invaart. Concentratie: bij ZW3 is dit een eenvoudige simulatie. Reserve: voldoende reserve.
23	Startpositie NID (Noordelijk InsteekDok). In begin zeer veel sleepboothulp gebruikt. Approach van de sluis: zwaaien naar bakboord, dan alles af (sleepboten, machine, en wachten) en driften richting de sluis. Reserve: veel machine gebruik (stoppen, achteruit) en veel gebruik van sleepboten. Tweede sluis is volledig geblokkeerd.
24	Concentratie: zeer lang geconcentreerd bezig blijven. Reserve: ... Inschatting van kanaal was wat fout door miscommunicatie.
25	Concentratie: moeilijk, er is wel wat ruimte maar concentratie is doenbaar. Je hebt niet heel de tijd het gevoel dat je in de problemen zit. Eenvoudiger dan simulatie 24 (Visart)
26	Snelheid in de sluis iets te hoog. Het is niet helemaal realistisch uitgevoerd, té snel. Reserves zijn er nog wel. Sleepboten redelijk veel gebruikt. Beter zou zijn om de snelheid te minderen en dan lukt het zeker goed volgens de loods.
27	Snelheid bij het buitenvaren van de sluis is te hoog. Rechteroever is niet ok, te krap volgens de loods. PVDWest is vermoedelijk gemakkelijker. Sleepboot diende wel wat te helpen naar stuurboord.
28	Breedte eerste kanaal 90 m in de simulatieomgeving. Vanaf de bocht heeft de loods het gevoel dat hij een sluis invaart van 1000 m. Concentratie: manoeuvreren tot aan de sluis. Reserve: afstanden tot oevers zijn klein. Sleepboten ook veel gebruikt. Kans op schade is zeer groot.
29	Iets te vroeg beginnen draaien, al in de sluis. Concentratie: maar weinig reserve. Bocht maken naar bakboord vergt meer van sleepboten, machine en roer dan bocht naar stuurboord. (rechtsdraaiende schroef)
30	Reserves: zeer weinig sleepboten gebruikt. Concentratie: ok.

Nr	Commentaar
31	Ok, even achteruit geslagen. Reserve: BS veel gebruikt, sleepboot vooraan sterk gebruikt. Afstanden tot harde constructies steeds voldoende.
32	Concentratie: ok gemakkelijk, Reserves: met minder sleepboothulp en trager varen zou dit ook zeker uitvoerbaar zijn. Door de gemaakte keuze (rond 4 knoop varen), en het zicht op de simulator, werden sleepboten even op 75% gebruikt. Voldoende reserve: er is nog over... het machine. SIM225 zonder roer uitgevoerd
35	Voor het uitgaande schip viel dit zeer goed mee. Ook voor het inkomende schip was dit uitvoerbaar. Voor beide schepen is er nog reserve.
36	Nagaan of kruisen mogelijk is tussen VisartOost en Verbindingsdok tussen een grote 265x40 en 162.2x25.2. Zeer hoge concentratie van het begin tot het eind.
37	Ingaand schip, naar de sluis, oplijnen naar de sluis was zelfs nog ok maar toch wel de limiet. Kruisen best niet tussen Z10 en de sluis. Als er geen schip afgemeerd licht zou passeren dichter kunnen waarschijnlijk.
38	Goed doenbaar, weinig verschil met huidige toestand.
39	Doorsteek met groot (265) en klein (162) schip getest. Doenbaar met twee sleepboten voor en achter. Klein schip met één sleepboot.
40	Uitvarende sleepboot gooide snel de sleepboten los, vermoedelijk een beetje uit gewoonte. Het schip dat naar binnen voer moest op het afgemeerd cruiseschip sturen en dit is een vreemd / onaardig gevoel. Het cruiseschip zal het niet fijn vinden want het inkomende schip vaart er recht op af! Afgemeerd schip niet dicht bij de sluis afmeren.
41	Snelheid liep bij de start op tot ongeveer 6 knoop, nadien gevraagd voor half om af te remmen. Sleepboot vooraan even gebruikt.
42	Alternatief is ok, loods had een beetje moeite met het zicht en botste daardoor op de sluis. Vlak voor de sluis vroeg de loods nog naar stuurboord te trekken vooraan en later bakboord achteraan waardoor het voorschip naar stuurboord kwam.
43	Zeer lang geconcentreerd blijven is noodzakelijk. Bocht nemen is doenbaar.
44	Alternatief is goed uitvoerbaar. Zicht op simulator was voor loods niet evident.
45	Sleepboten hebben stevig moeten werken. Afstanden tot kaai zijn klein. Keuze om stuurboord zicht te gebruiken. Bocht naar Visart van 90° is lastig maar doenbaar.
46	Volgens de loods was er voldoende ruimte aan rechteroever voor de sluis (bij 5 Bft). Sleepboten even intensief gebruikt tot 3/4, dit is geen probleem.
47	Reserve: weinig omdat sleepboten het schip rond eerste bocht moeten helpen draaien. Schip moet eerst volledig uit de sluis alvorens het kan beginnen bochten.
48	Goed doenbaar. Sleepboothulp niet overdreven gebruikt.
49	Goed doenbaar met ZW5 maar volgens de loods lastiger met NO wind.
50	Lastig manoeuvre, voor loods niet doenbaar in werkelijkheid.
51	De loods vond dit een zeer moeilijke bocht.
52	Redelijk korte afstand voorbij de sluis. In de sluis machine vooruit gegeven zodat er nadien, net voorbij de sluis, de machine op achteruit gebruikt wordt. Reserve: BS veel gebruikt, sleepboten niet zo veel. Machine sterk achteruit gebruikt.

Bijlage 3: Grafieken

CONCEPT

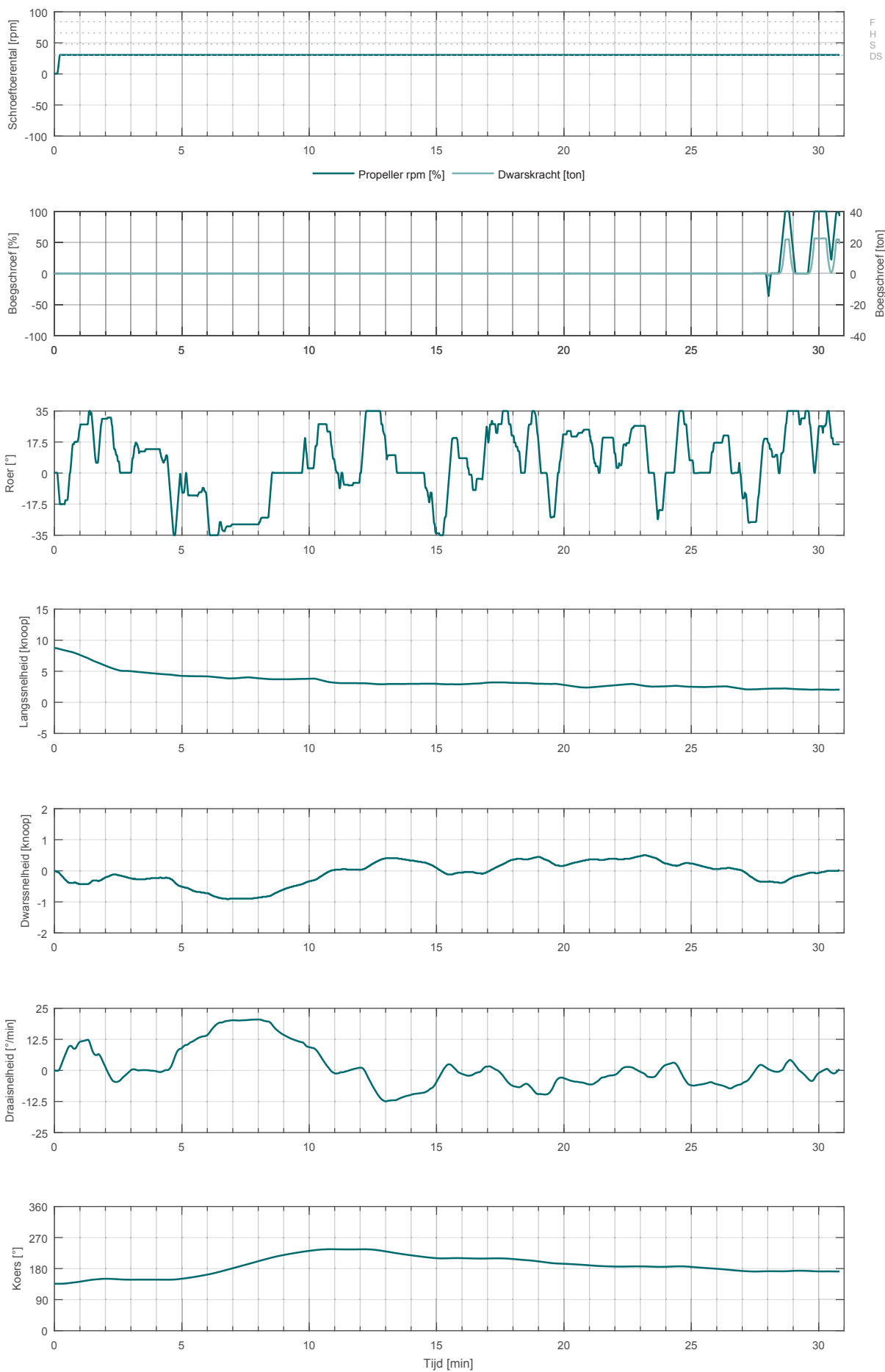
Visart_001

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

30.8 min



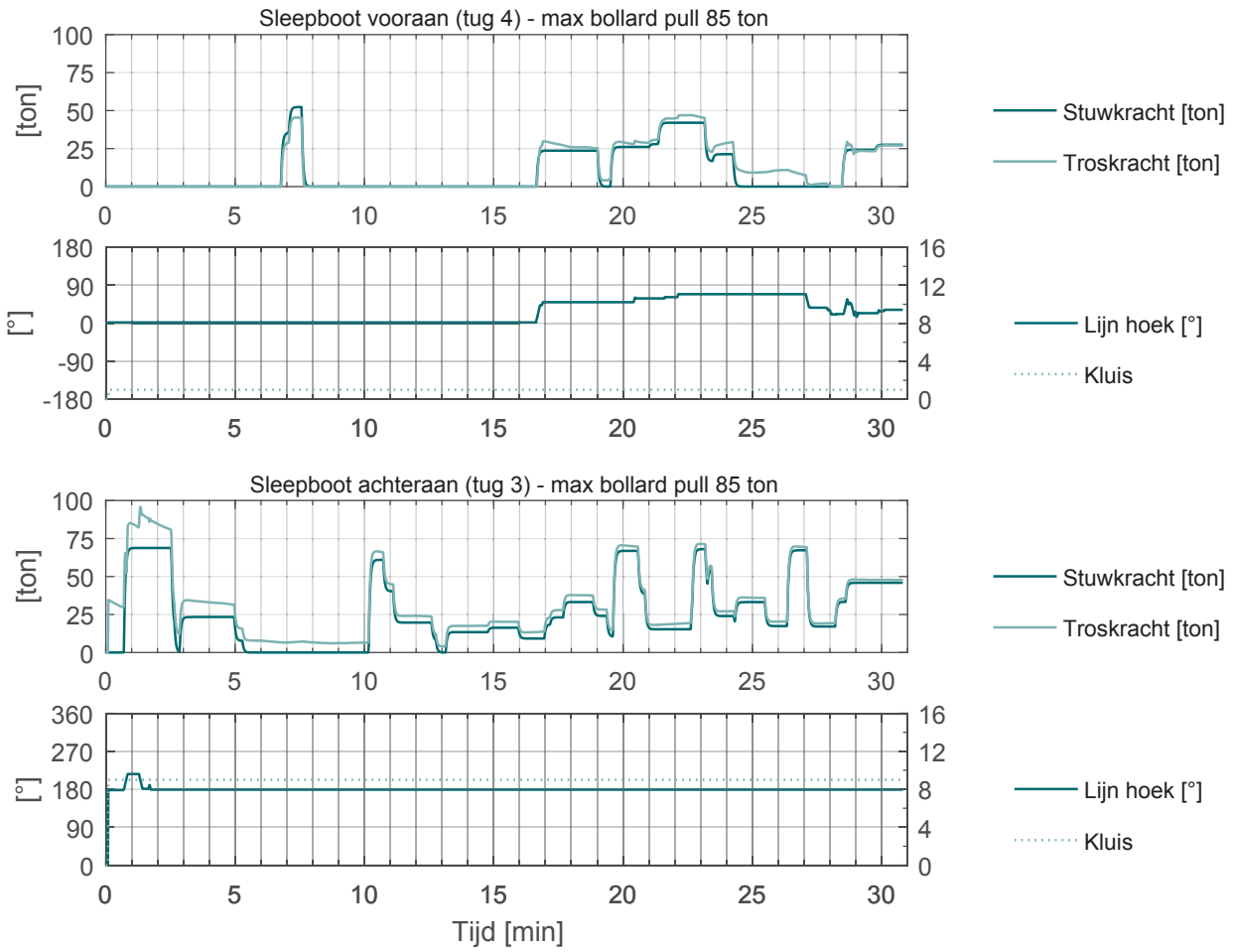
Visart_001

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

30.8 min



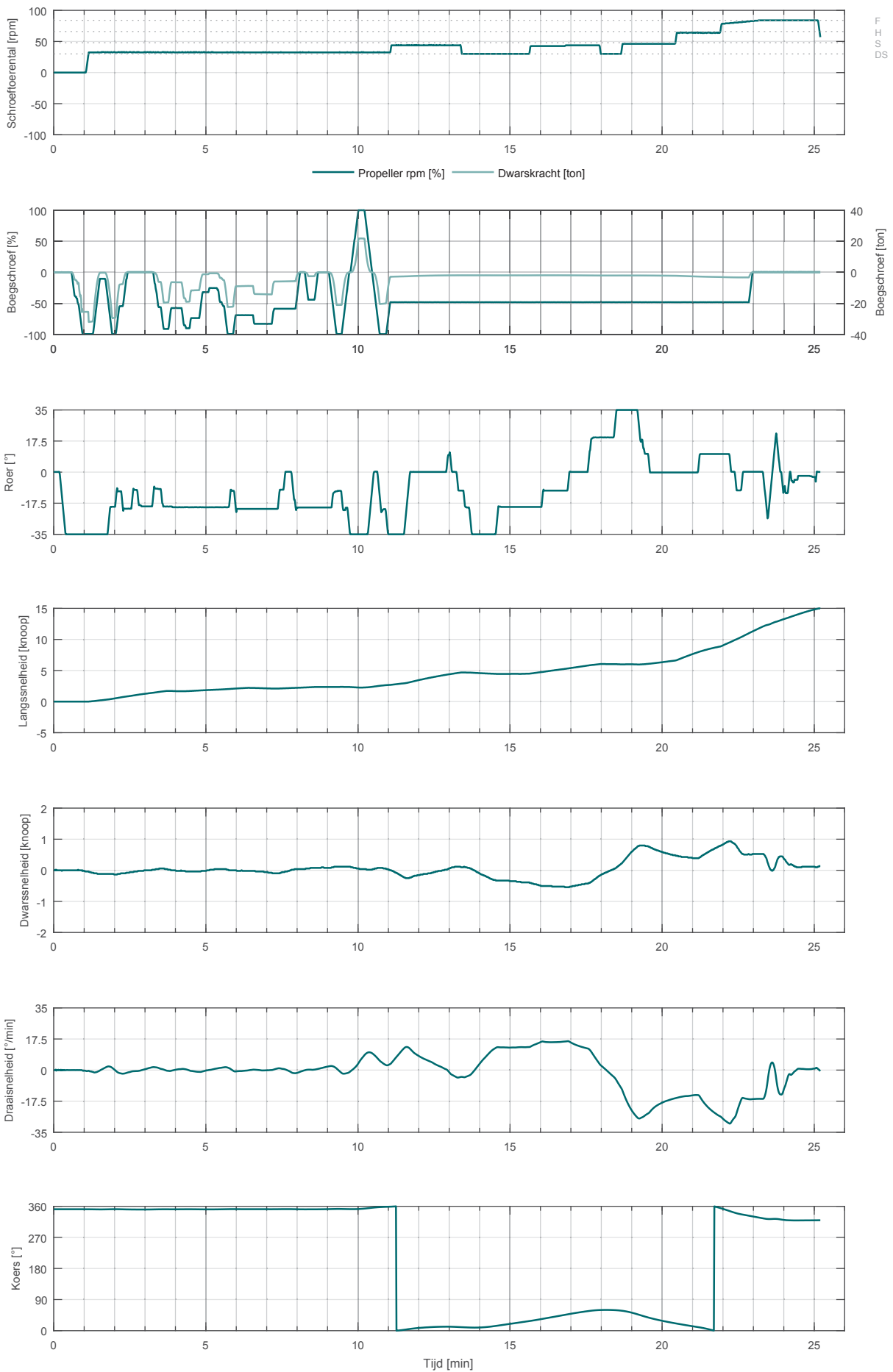
Visart_002

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW5

25.2 min



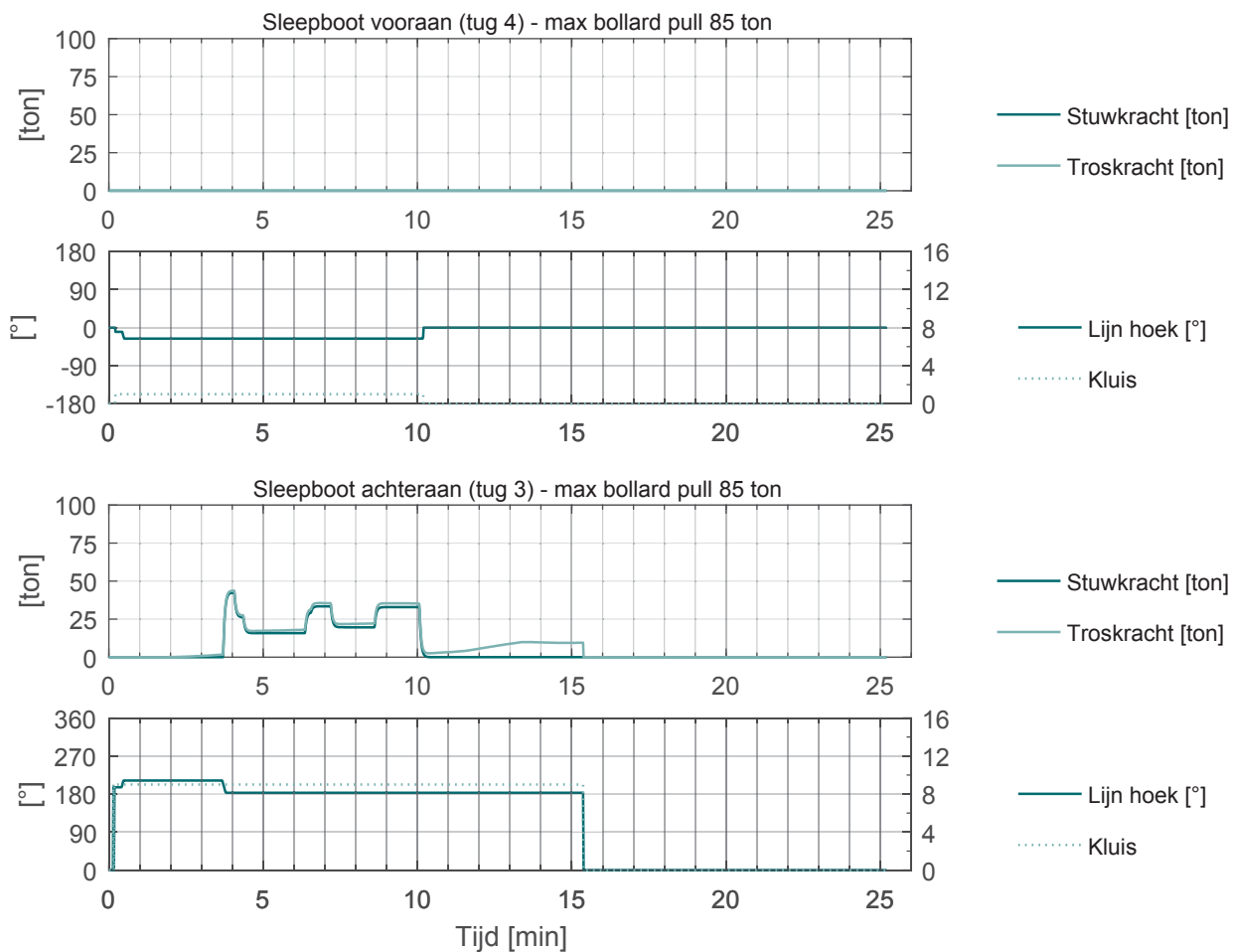
Visart_002

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW5

25.2 min



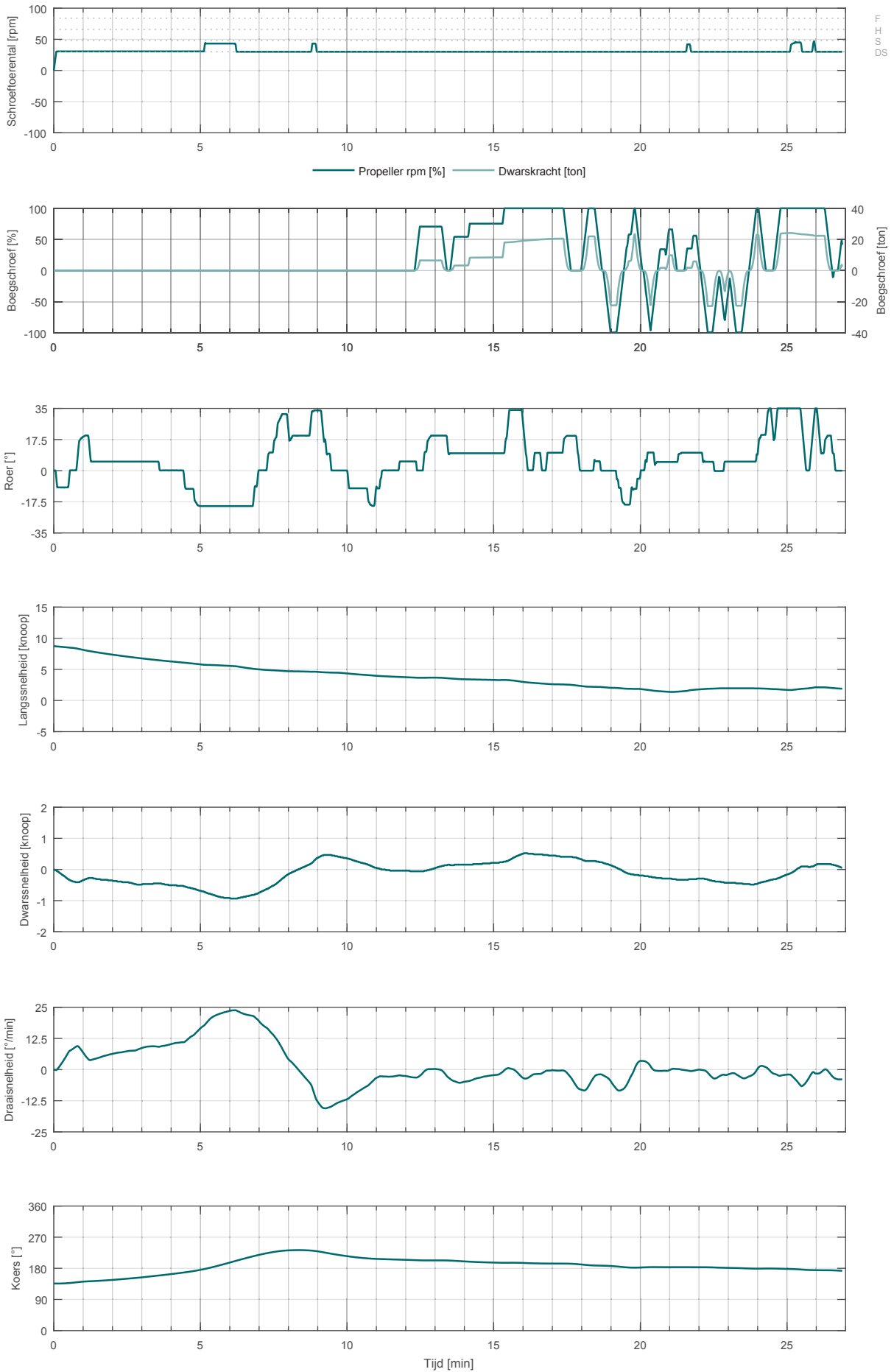
Visart_003

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

26.9 min



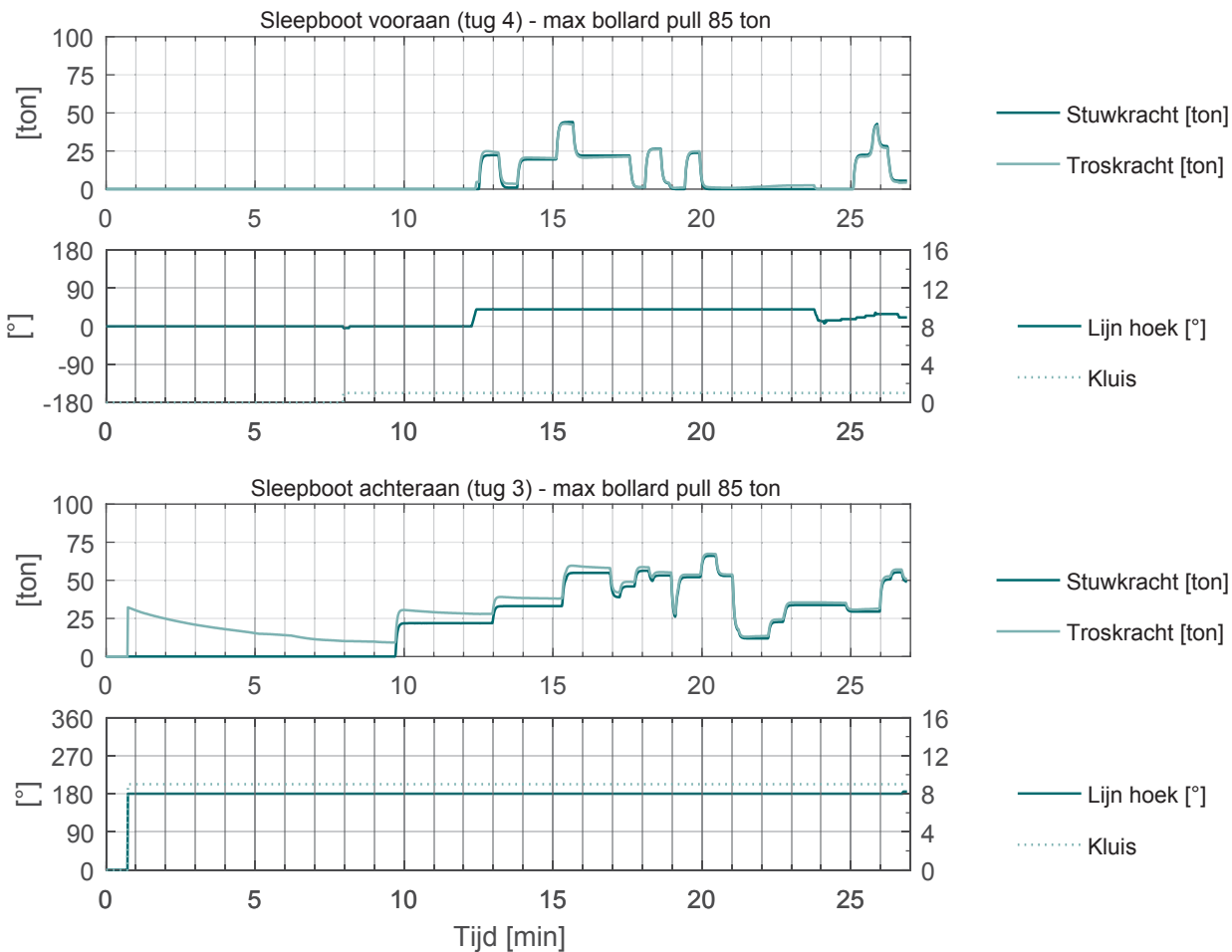
Visart_003

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

26.9 min



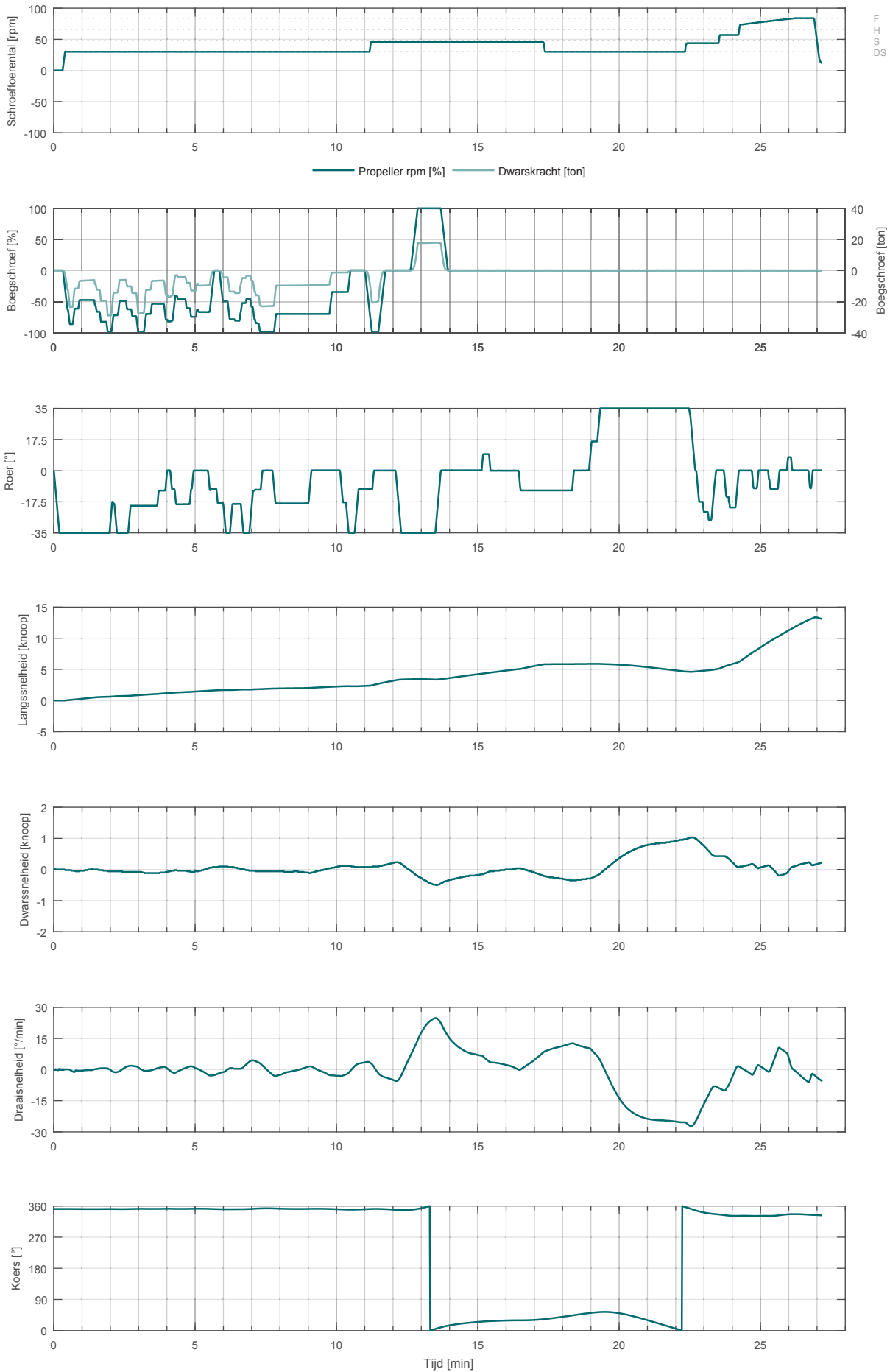
Visart_004

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW5

27.2 min



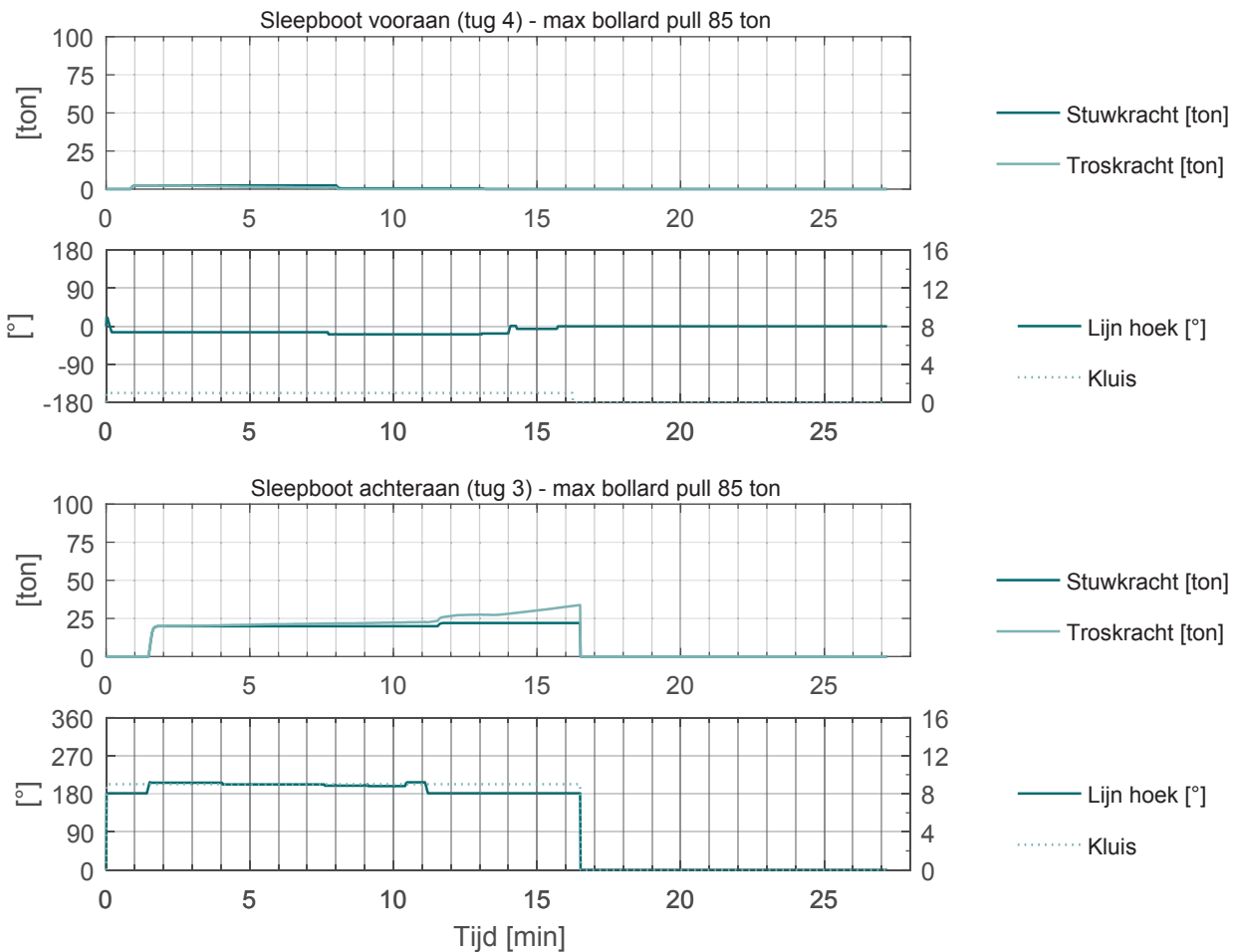
Visart_004

SIM225 carCar_265_400_NSZ

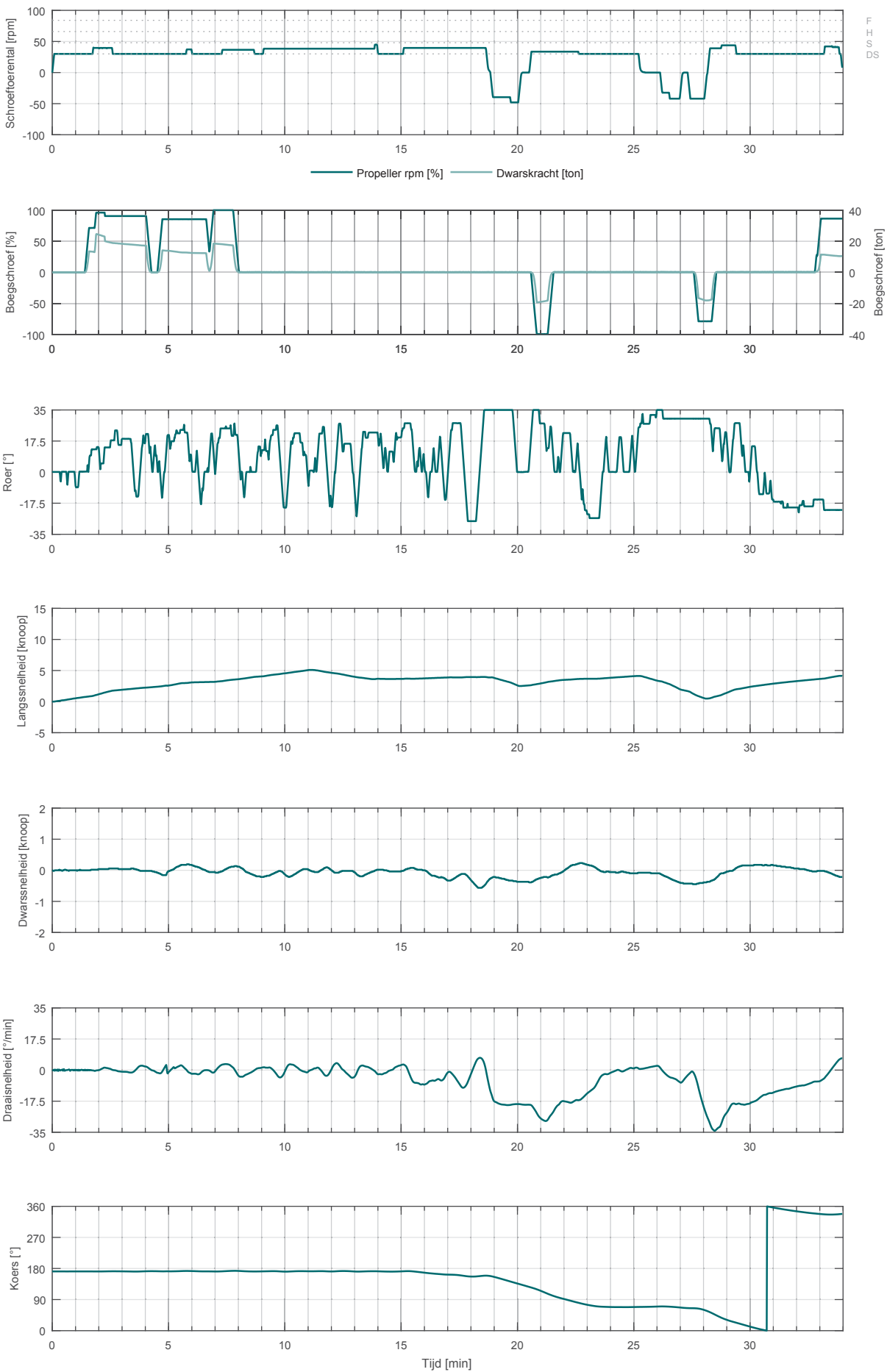
Voorhaven: afvaart

ZW5

27.2 min



Visart_005 SIM225 carCar_265_400_NSZ Achterhaven: opvaart ZW5 34 min



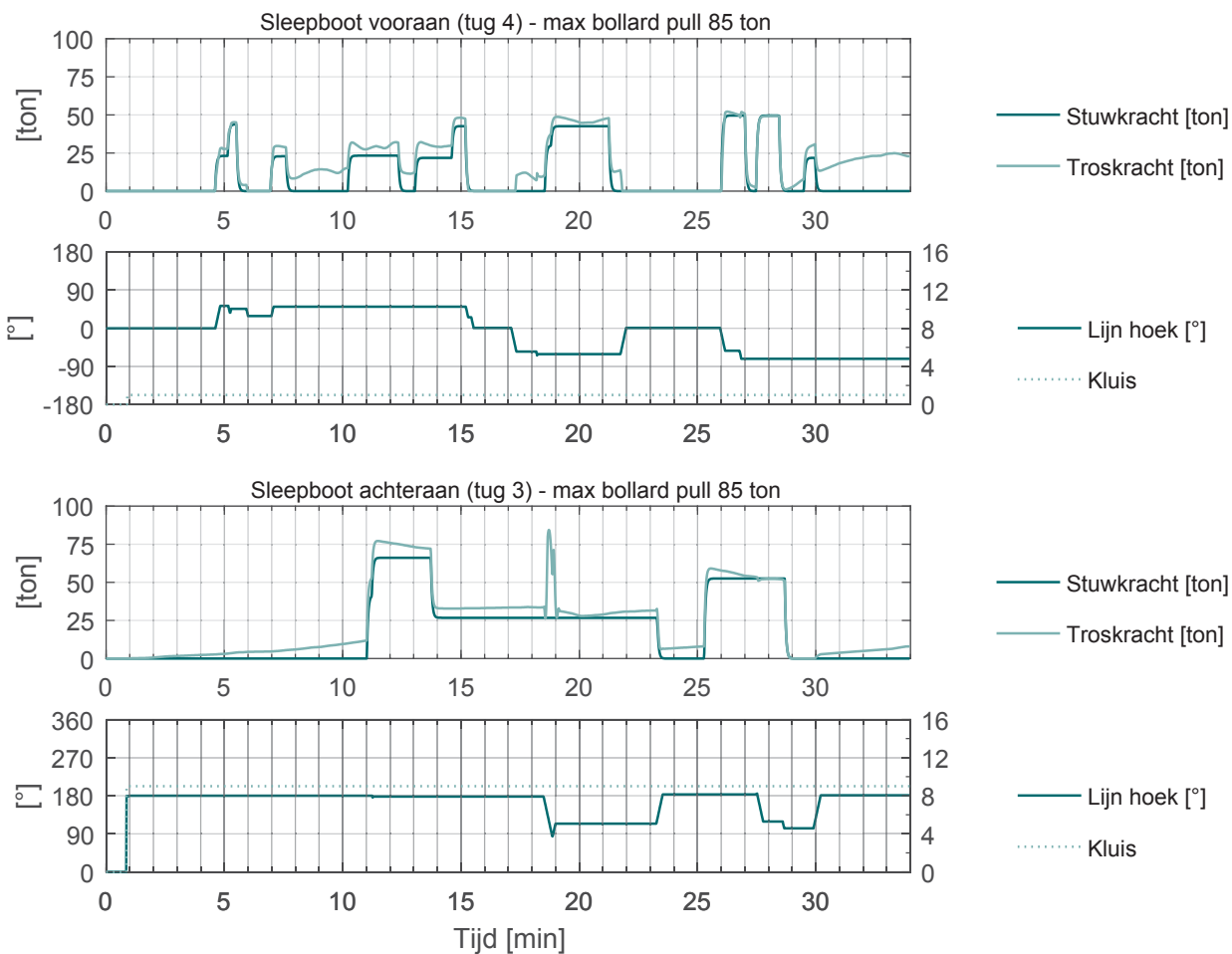
Visart_005

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

34 min



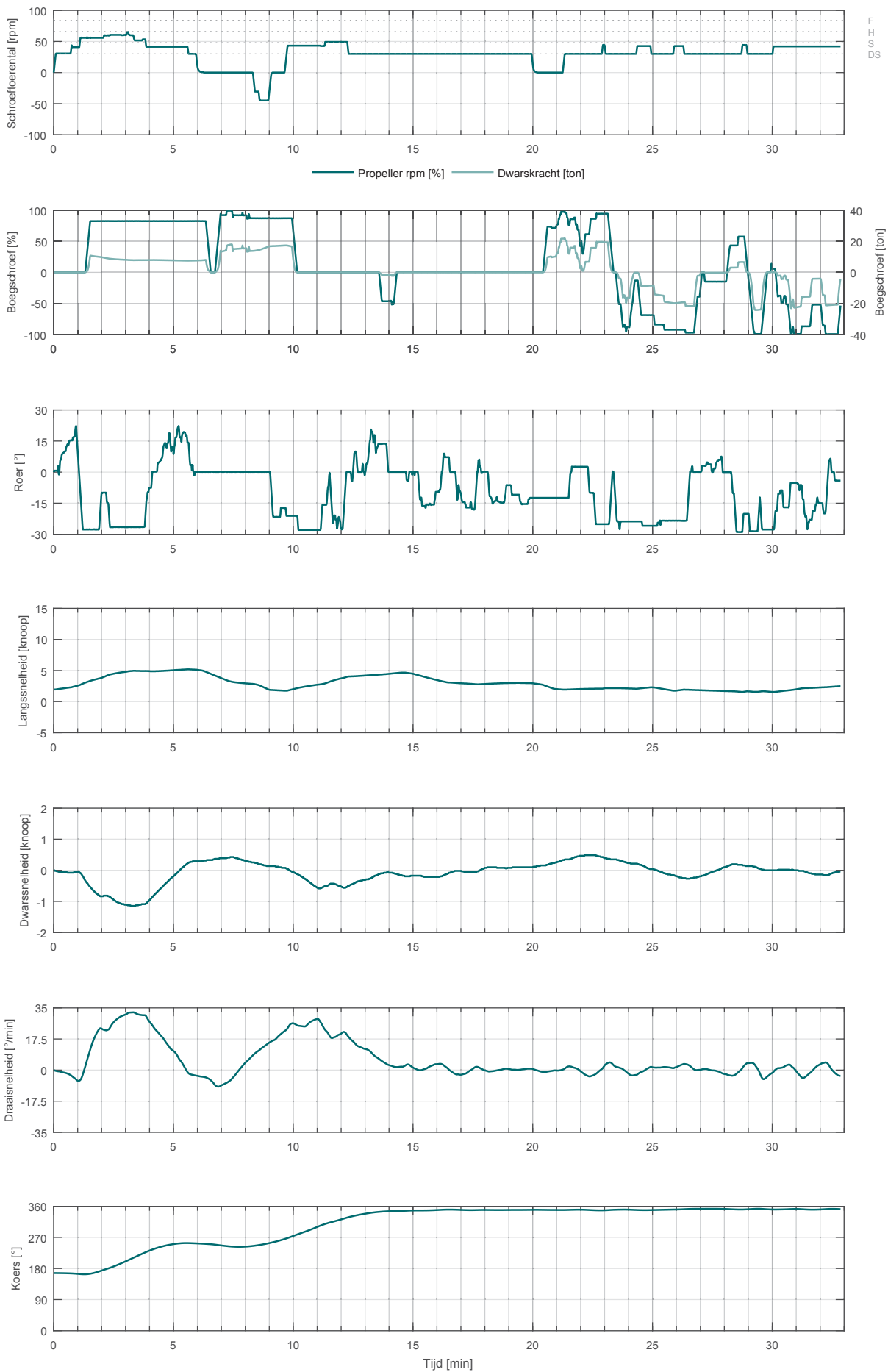
Visart_006

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

32.9 min



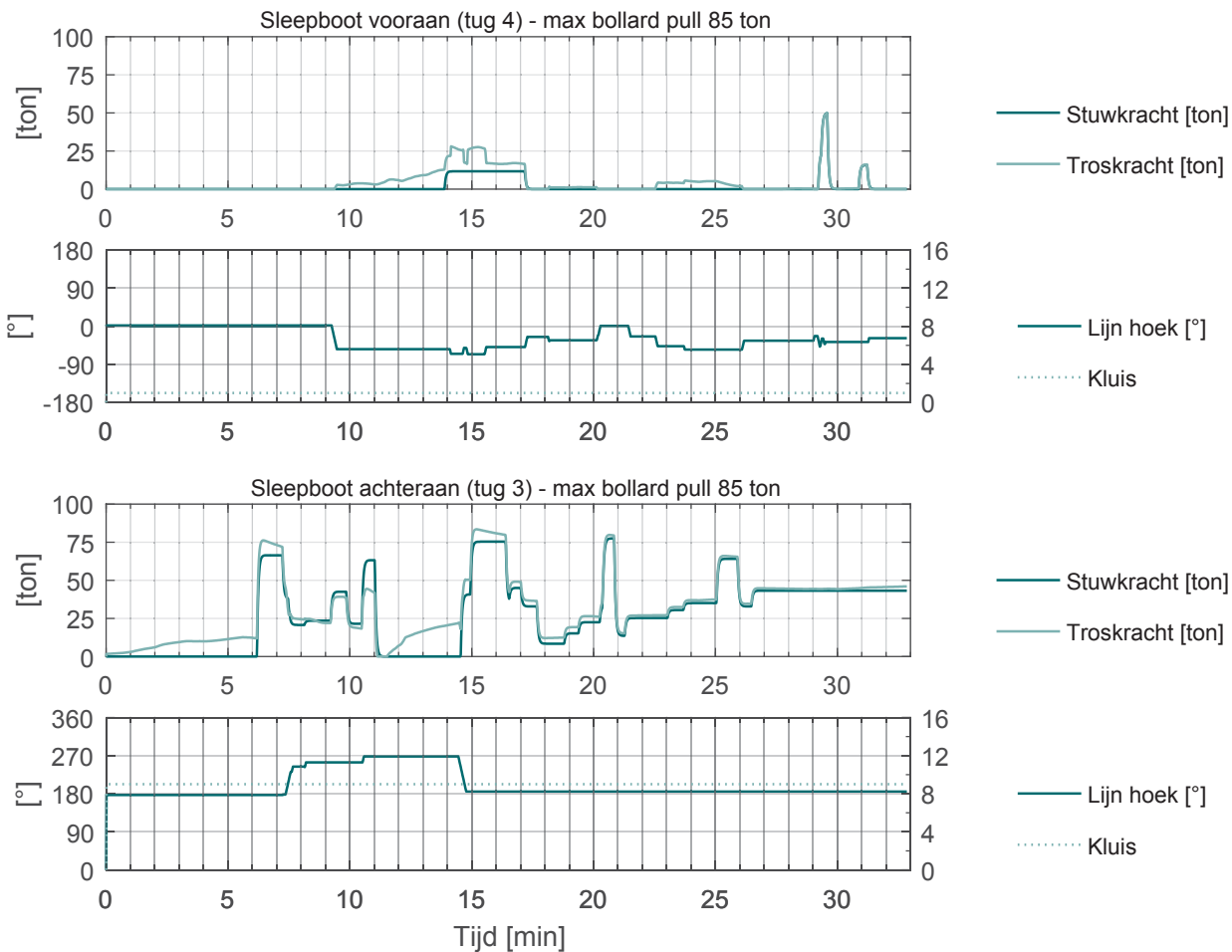
Visart_006

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

32.9 min



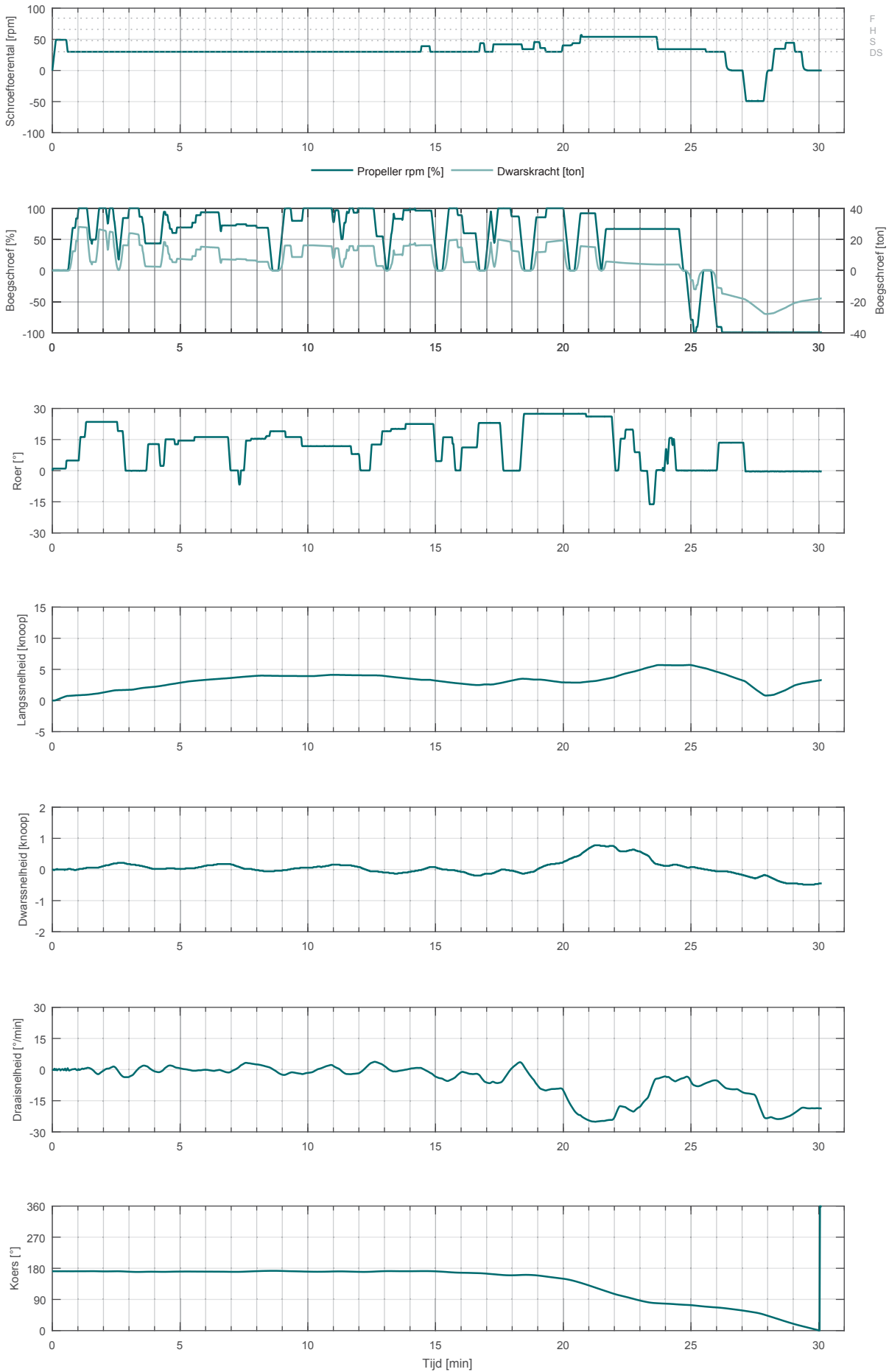
Visart_007

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

30.1 min



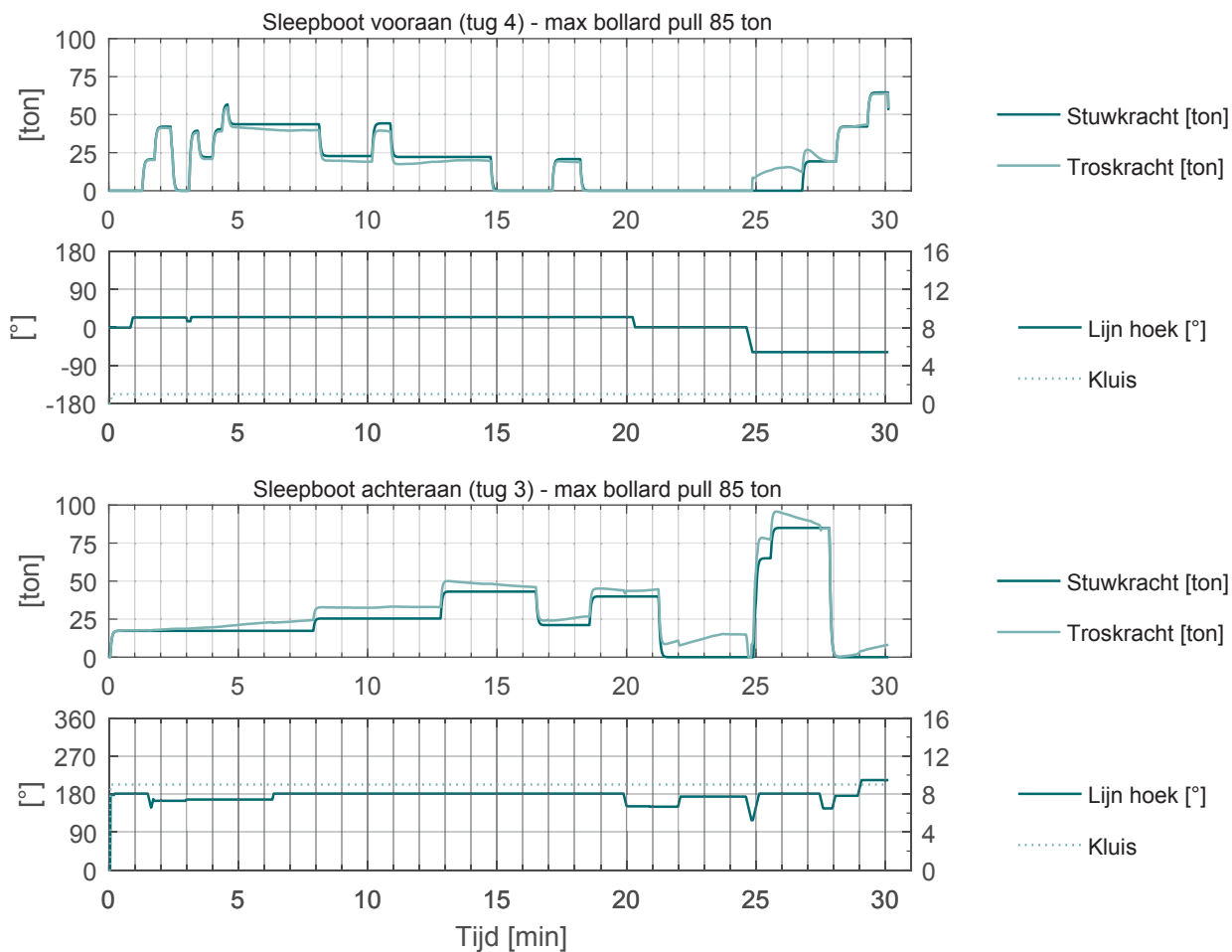
Visart_007

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

30.1 min



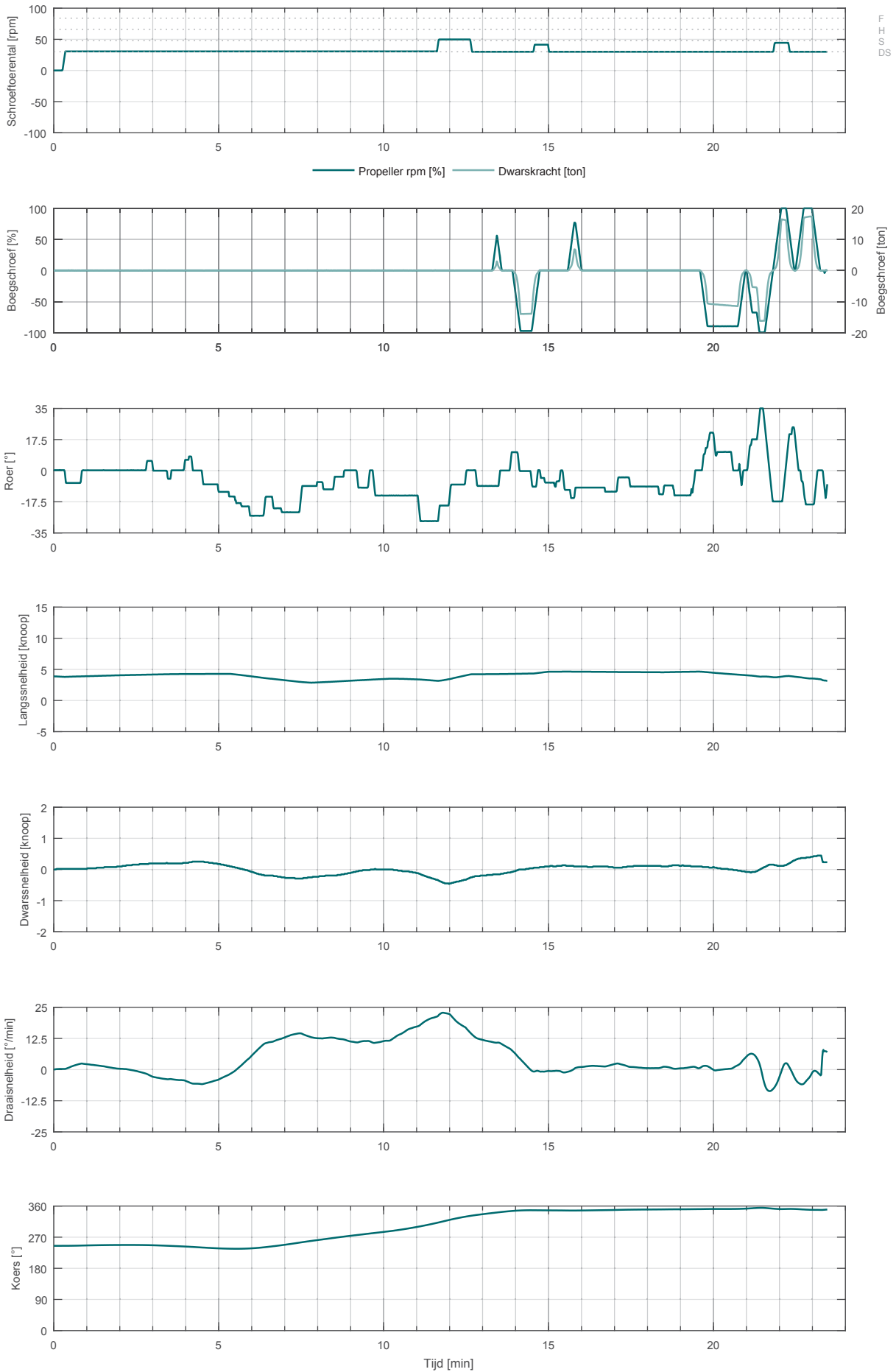
Visart_008

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

23.5 min



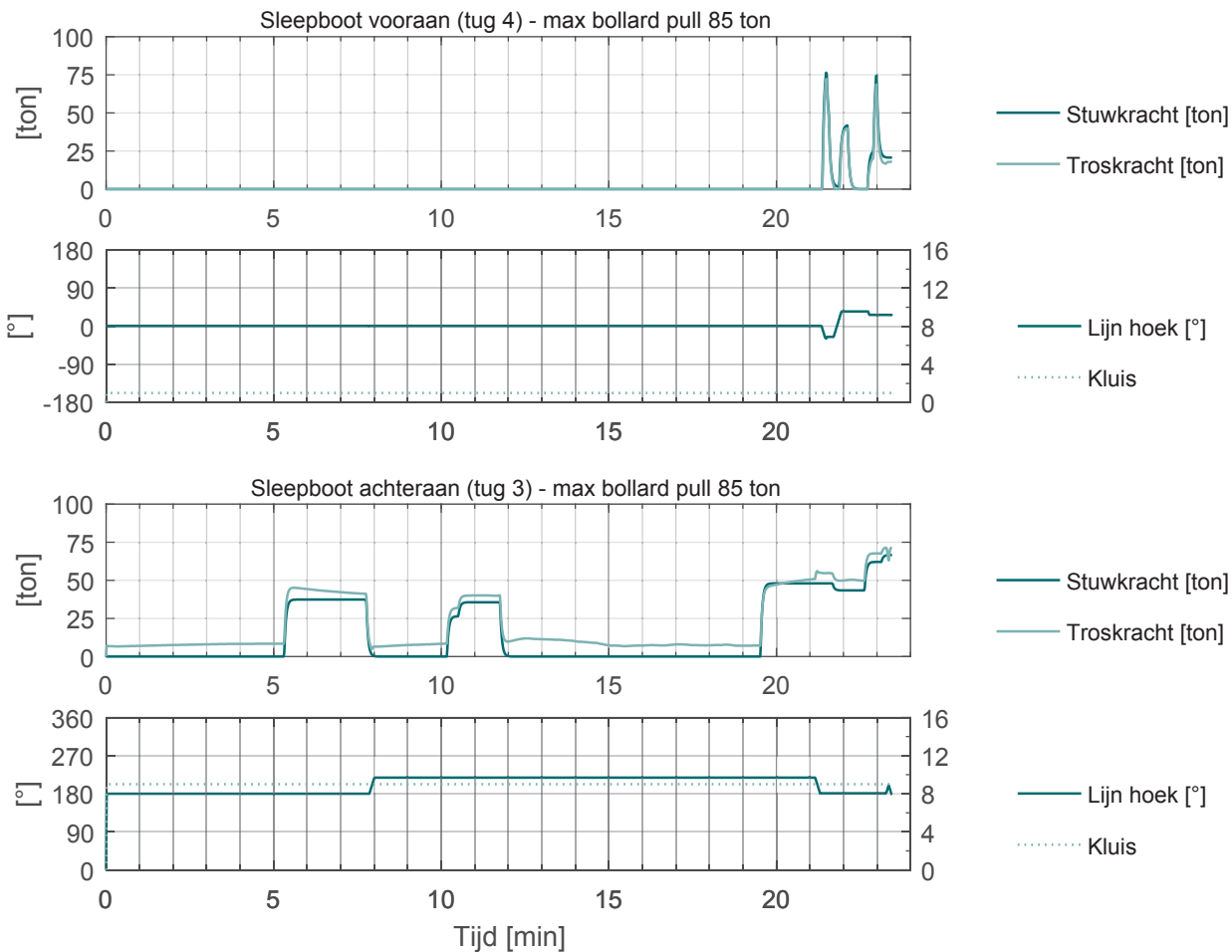
Visart_008

SIM225 carCar_265_400_NSZ

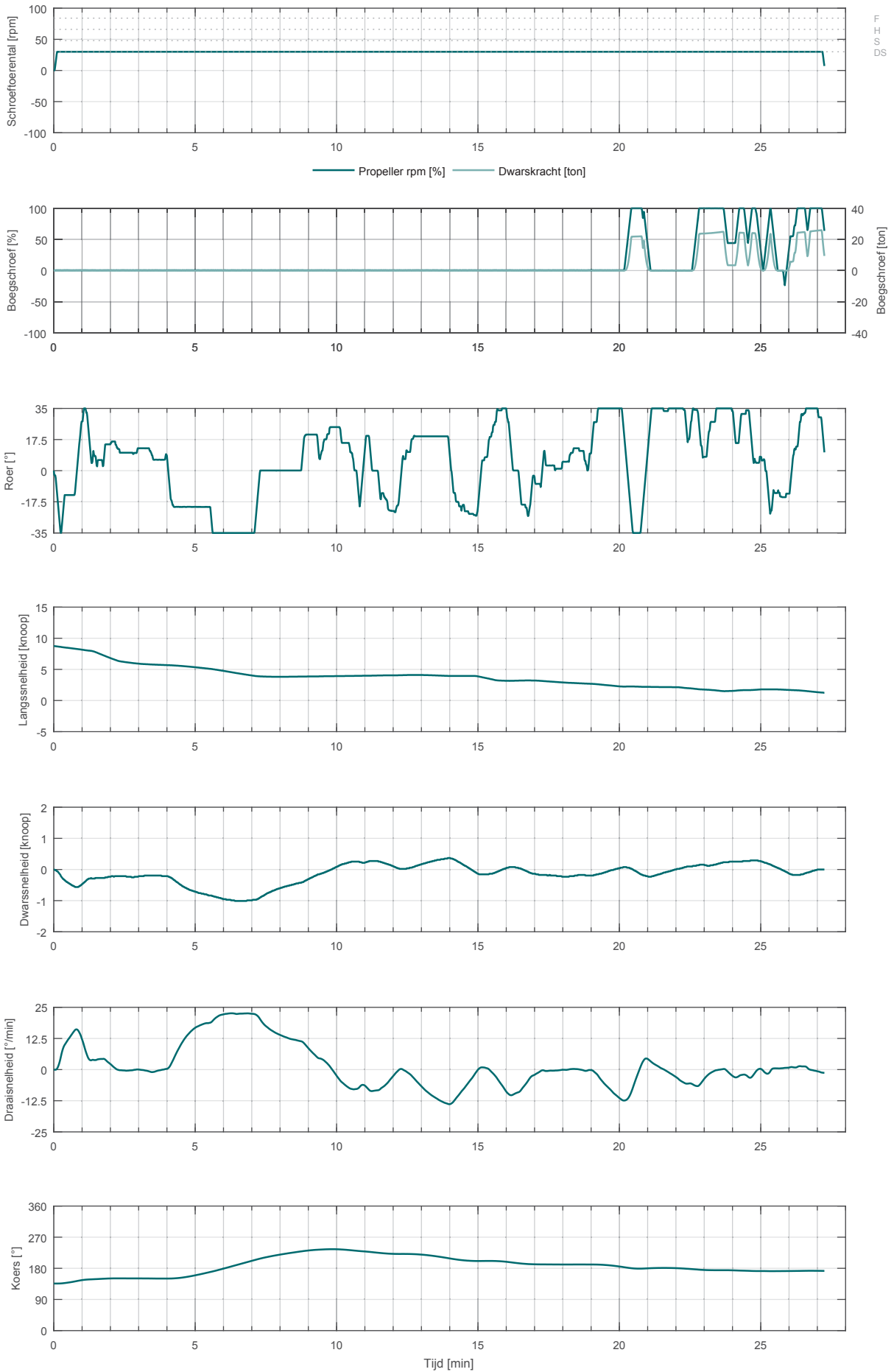
Achterhaven: afvaart

ZW5

23.5 min



VisartOost_001 SIM225 carCar_265_400_NSZ Voorhaven: opvaart ZW5 27.3 min



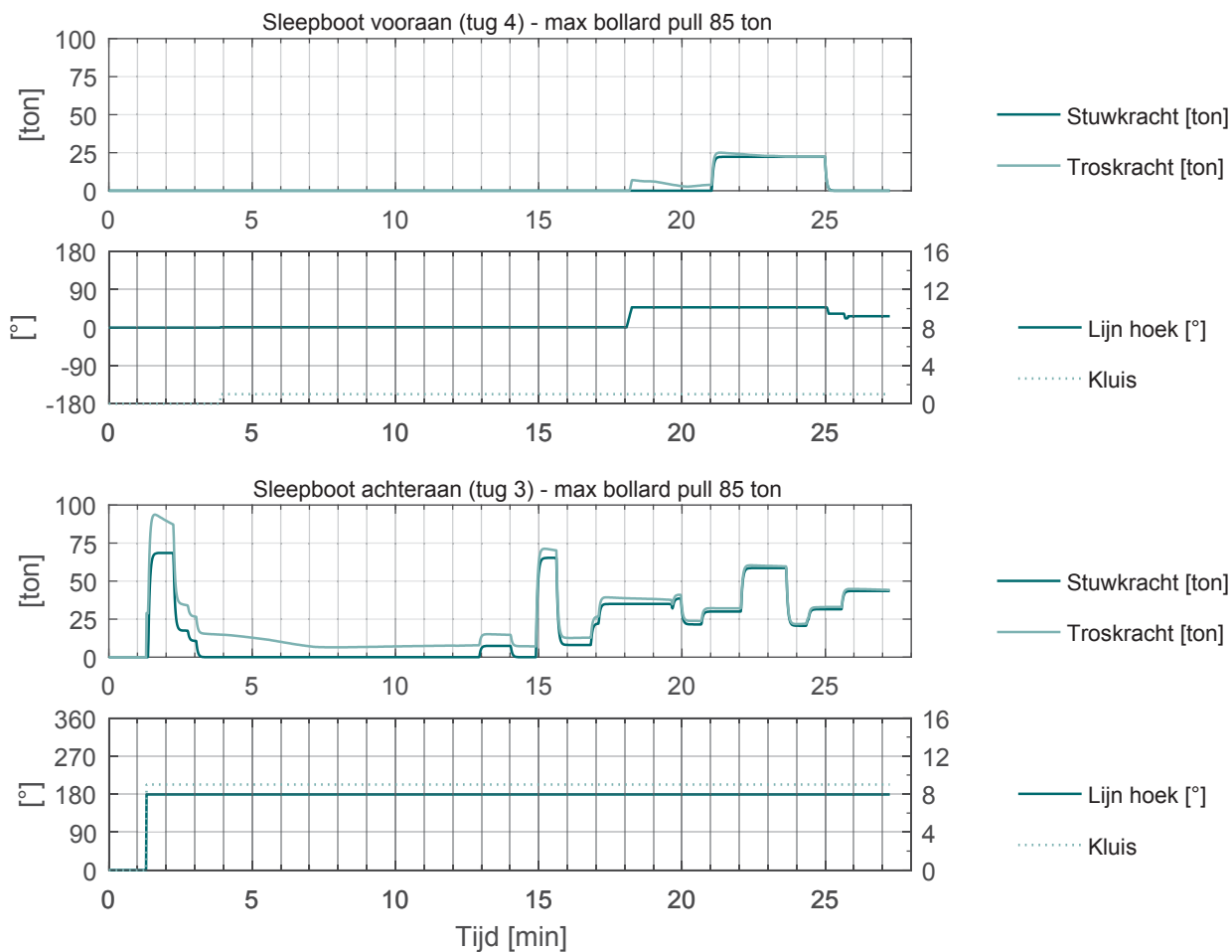
VisartOost_001

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

27.3 min



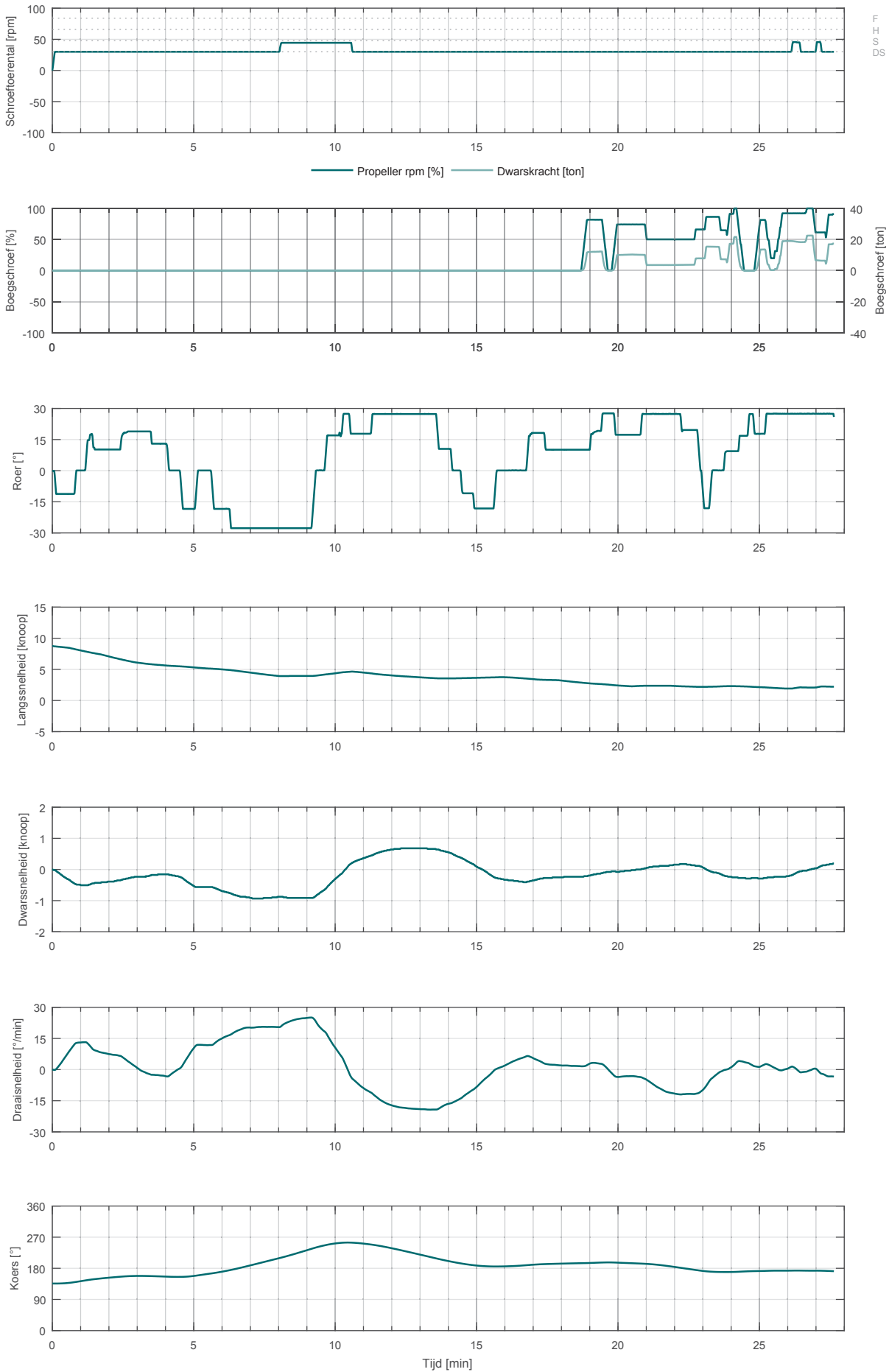
VisartOost_002

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

27.6 min



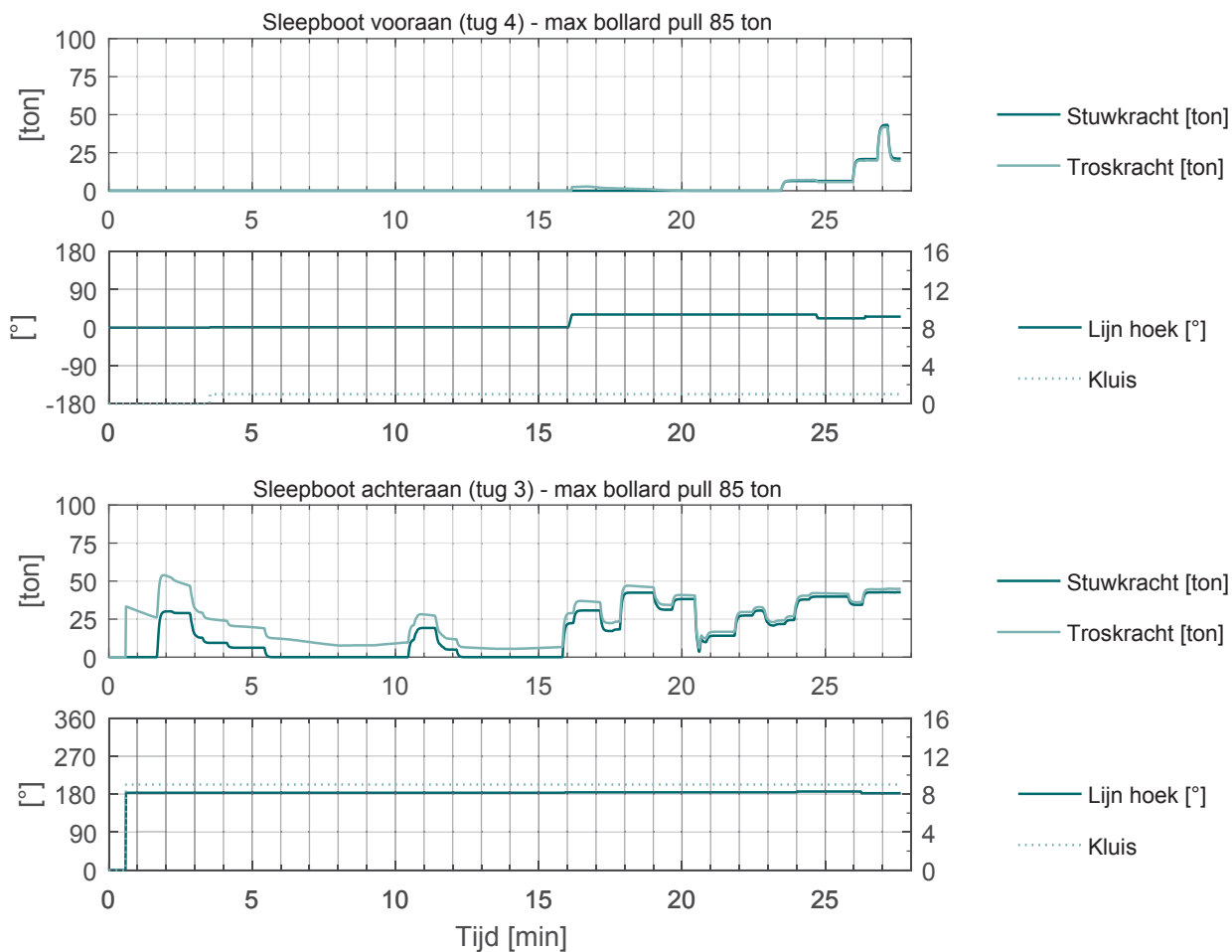
VisartOost_002

SIM225 carCar_265_400_NSZ

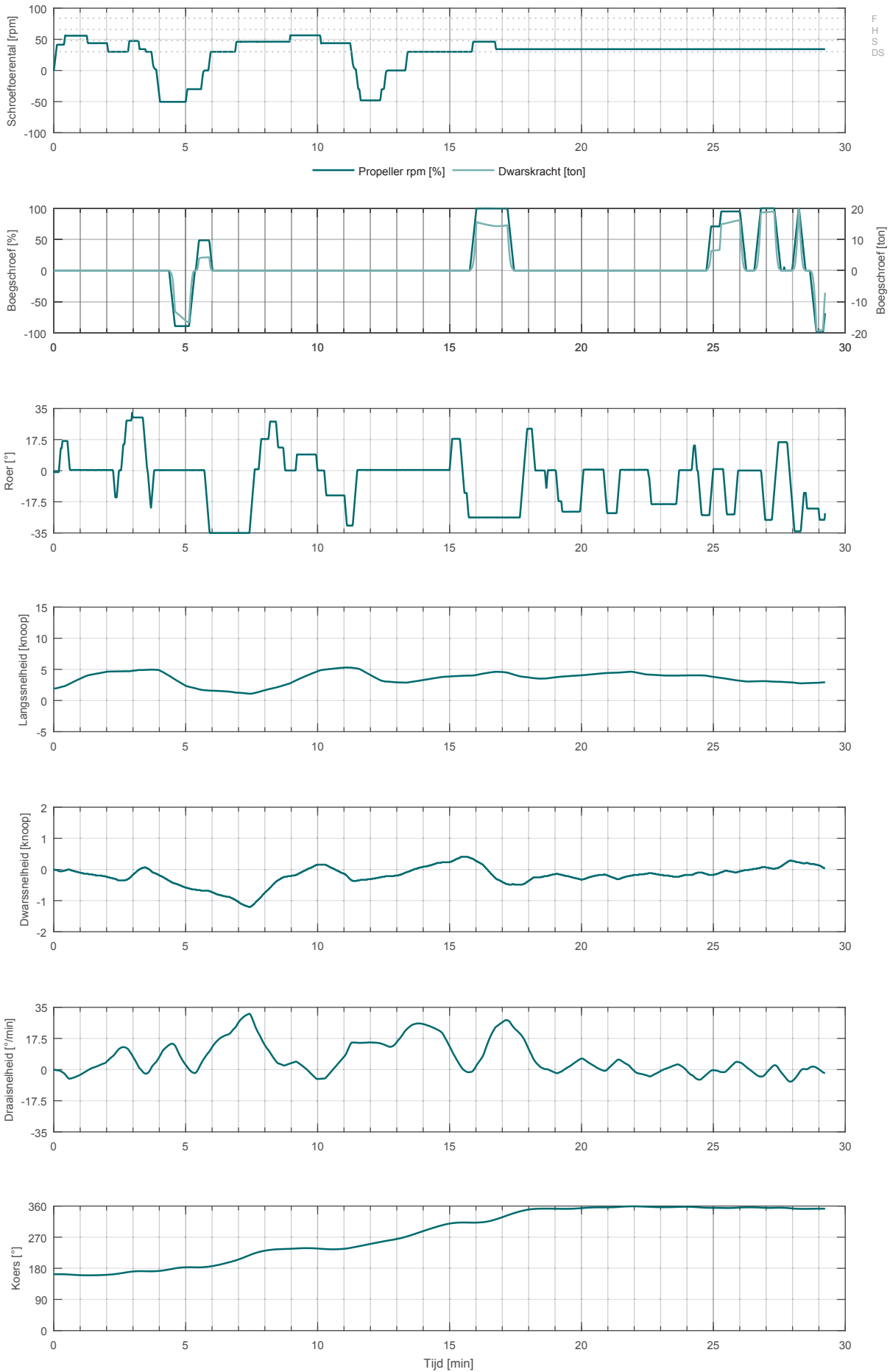
Voorhaven: opvaart

ZW5

27.6 min



VisartOost_003 SIM225 carCar_265_400_NSZ Achterhaven: afvaart ZW5 29.2 min



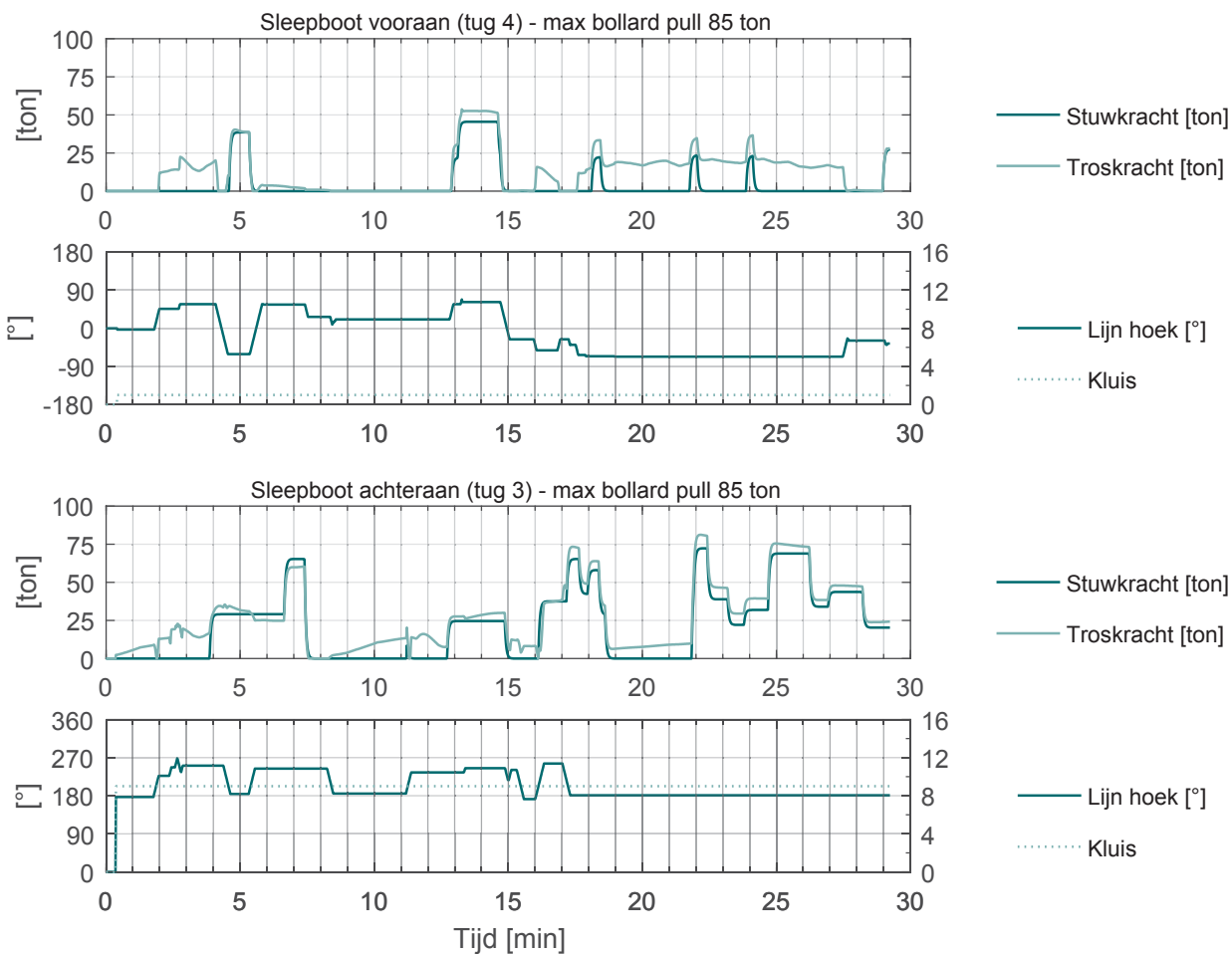
VisartOost_003

SIM225 carCar_265_400_NSZ

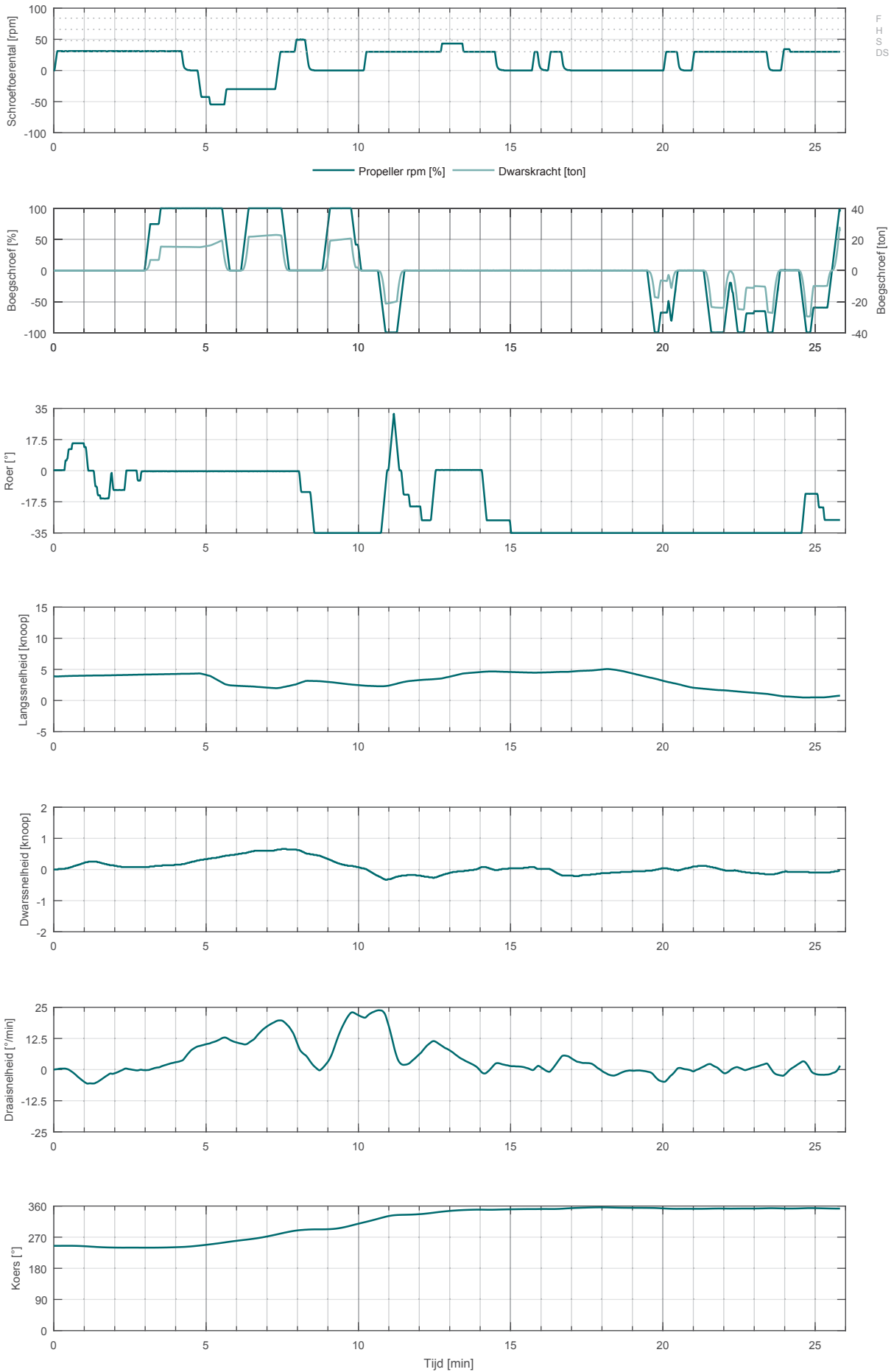
Achterhaven: afvaart

ZW5

29.2 min



VisartOost_004 SIM225 carCar_265_400_NSZ Achterhaven: afvaart ZW5 25.8 min



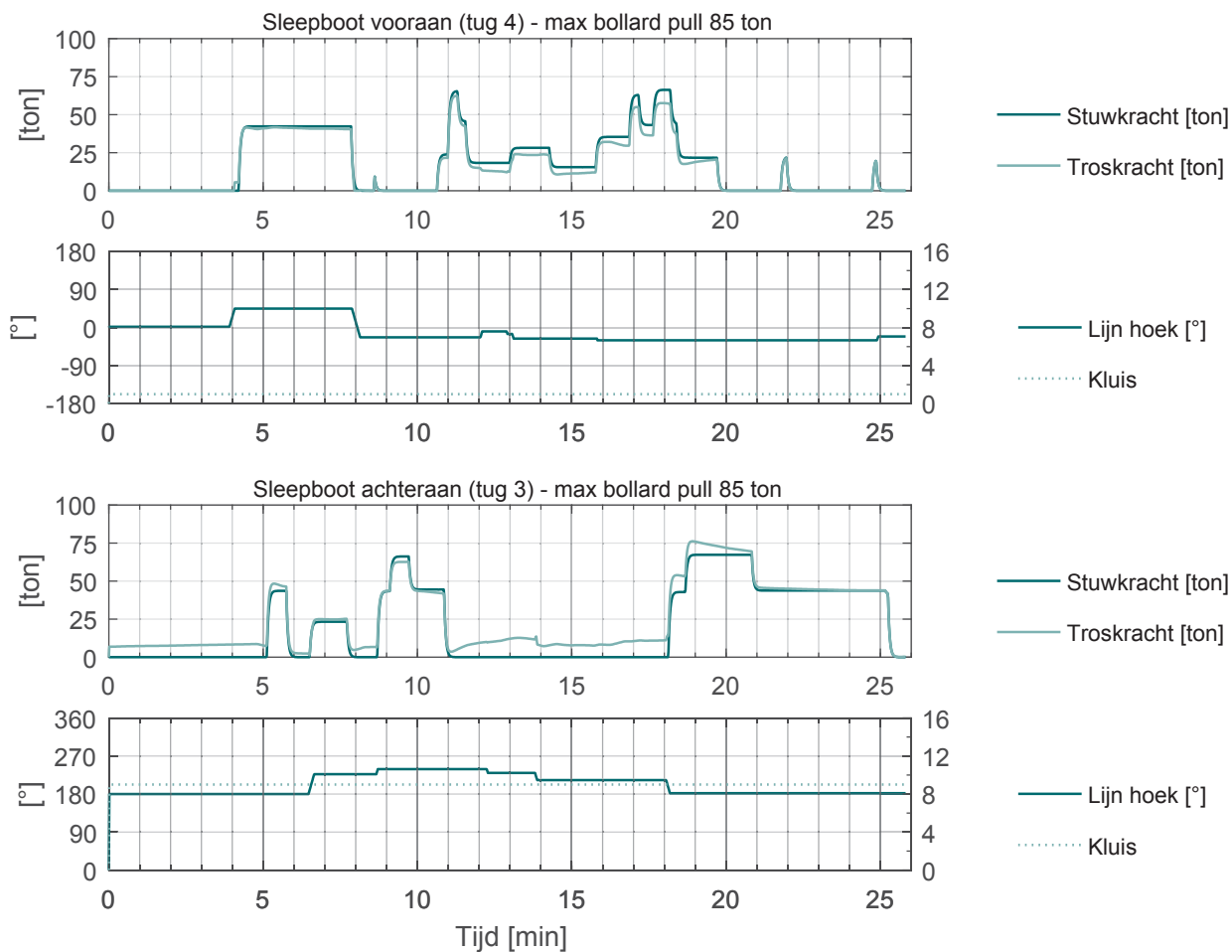
VisartOost_004

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

25.8 min



Carcookesite_001

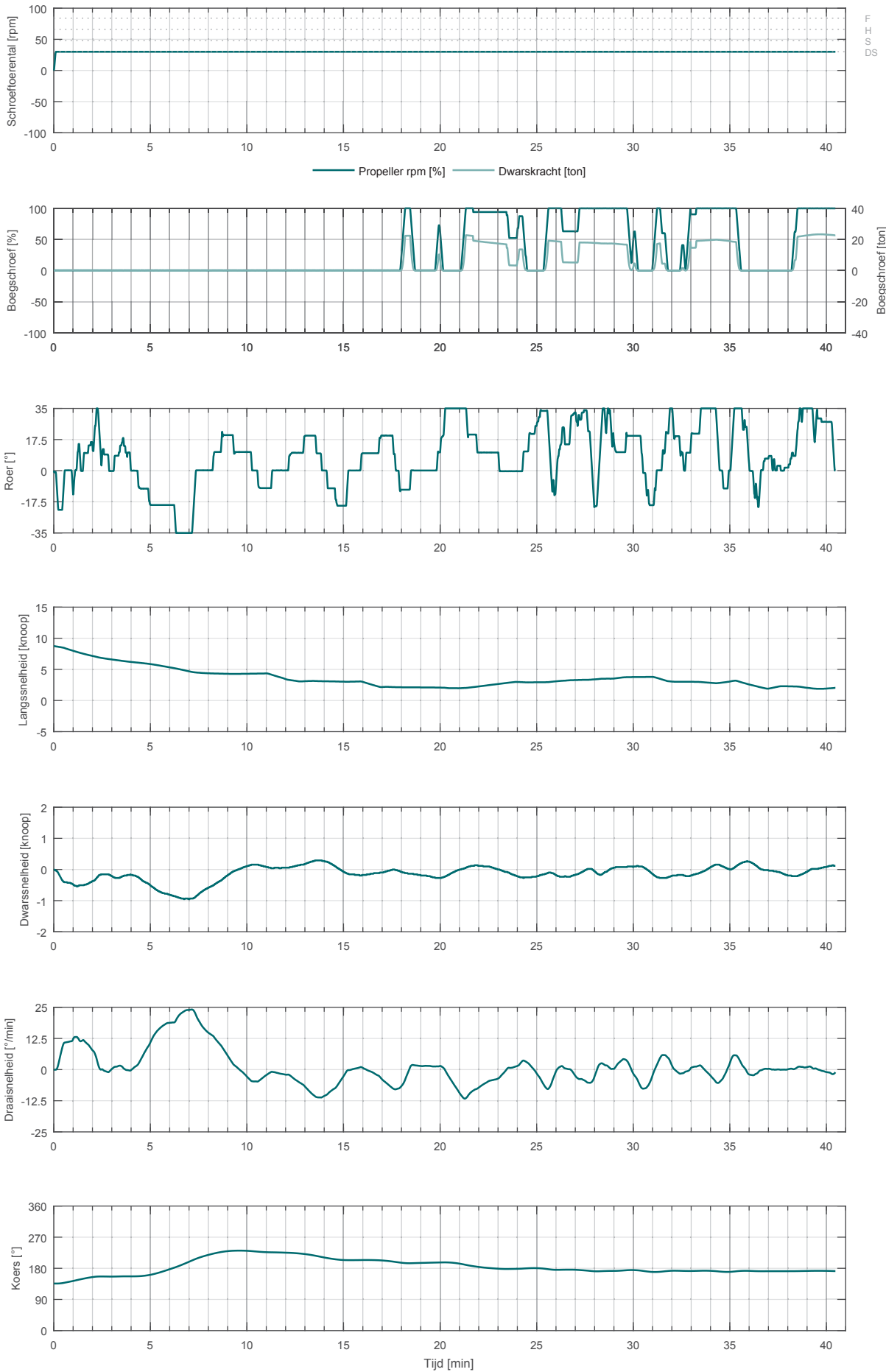
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

40.5 min



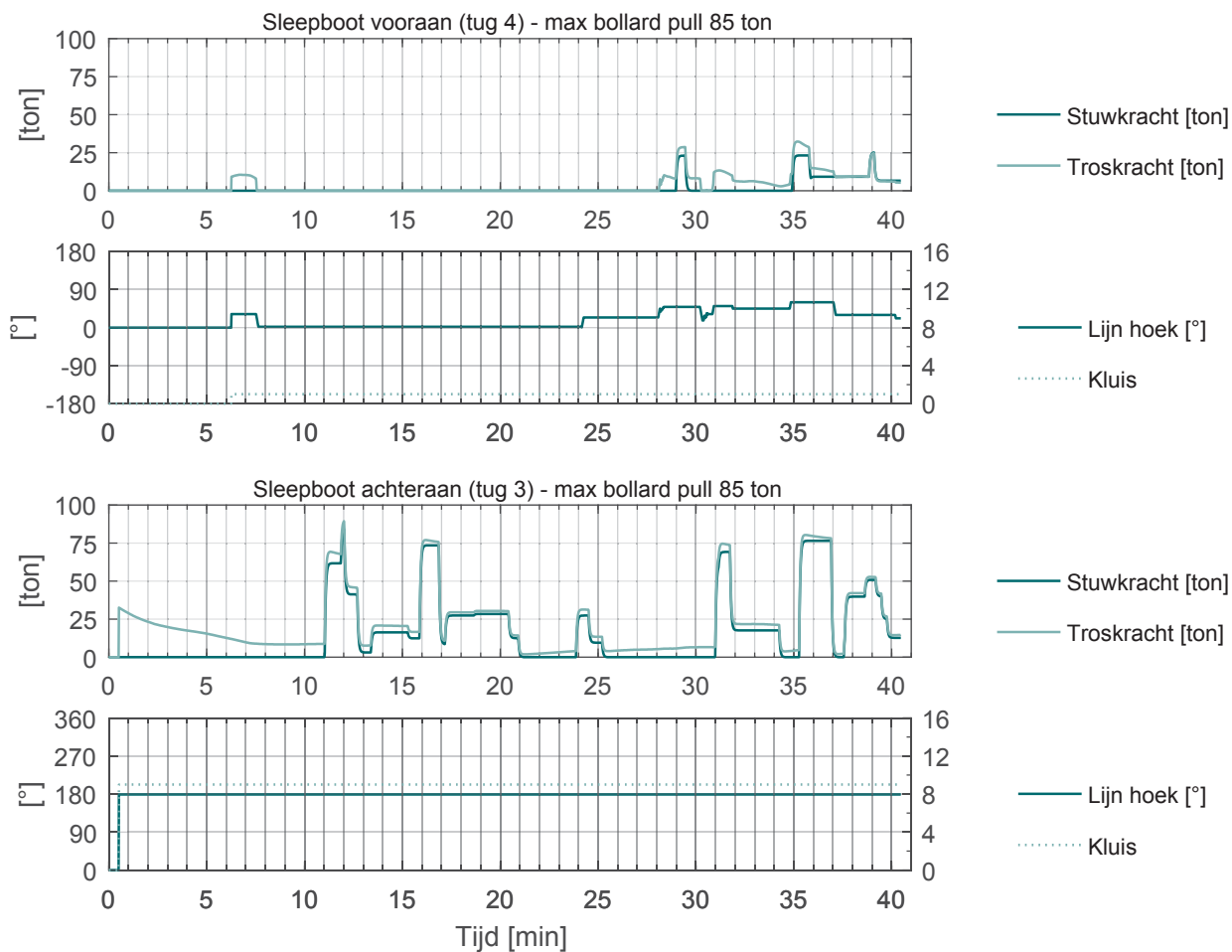
Carcookesite_001

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

40.5 min



Carcookesite_002

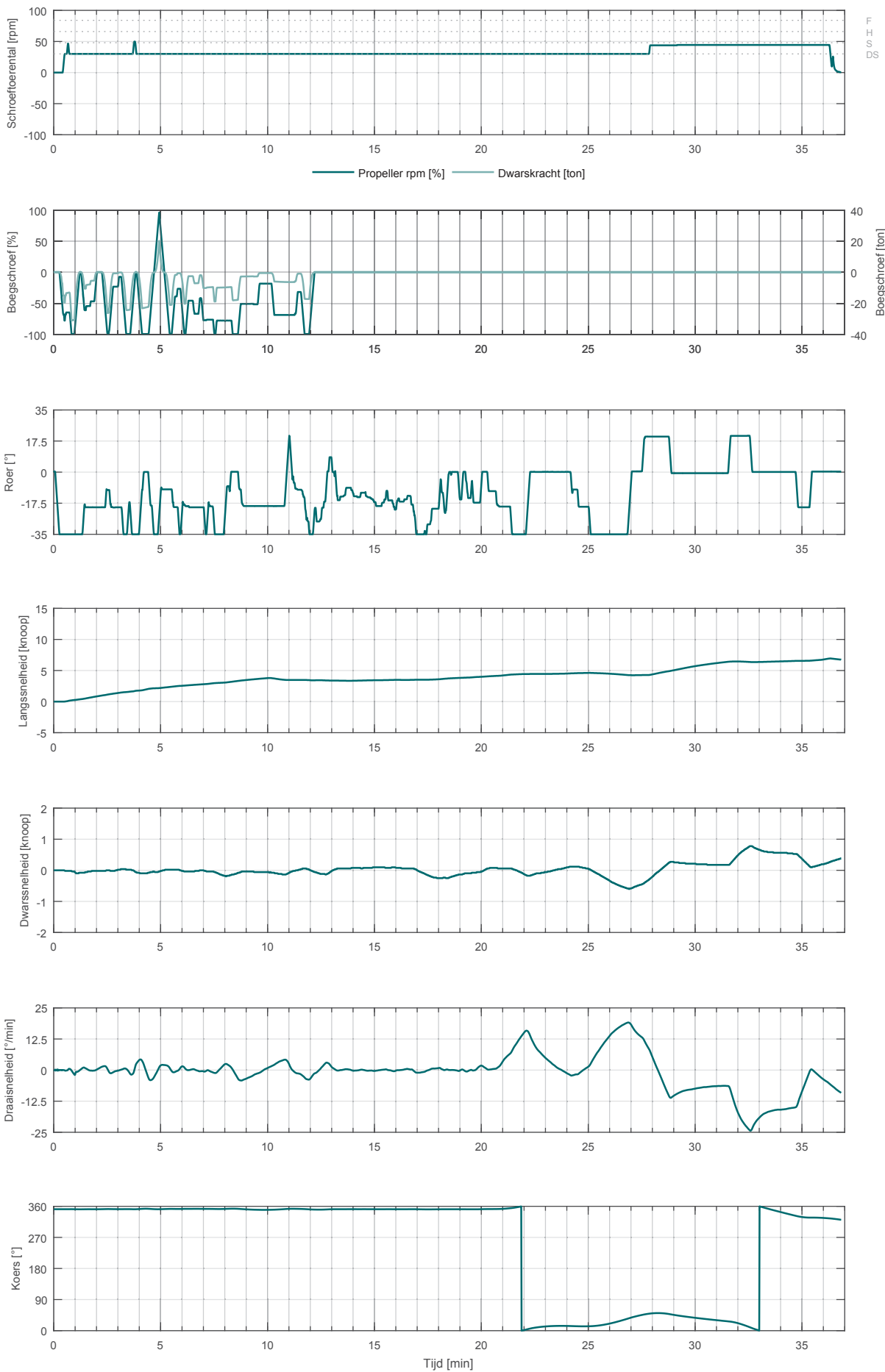
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW5

36.8 min



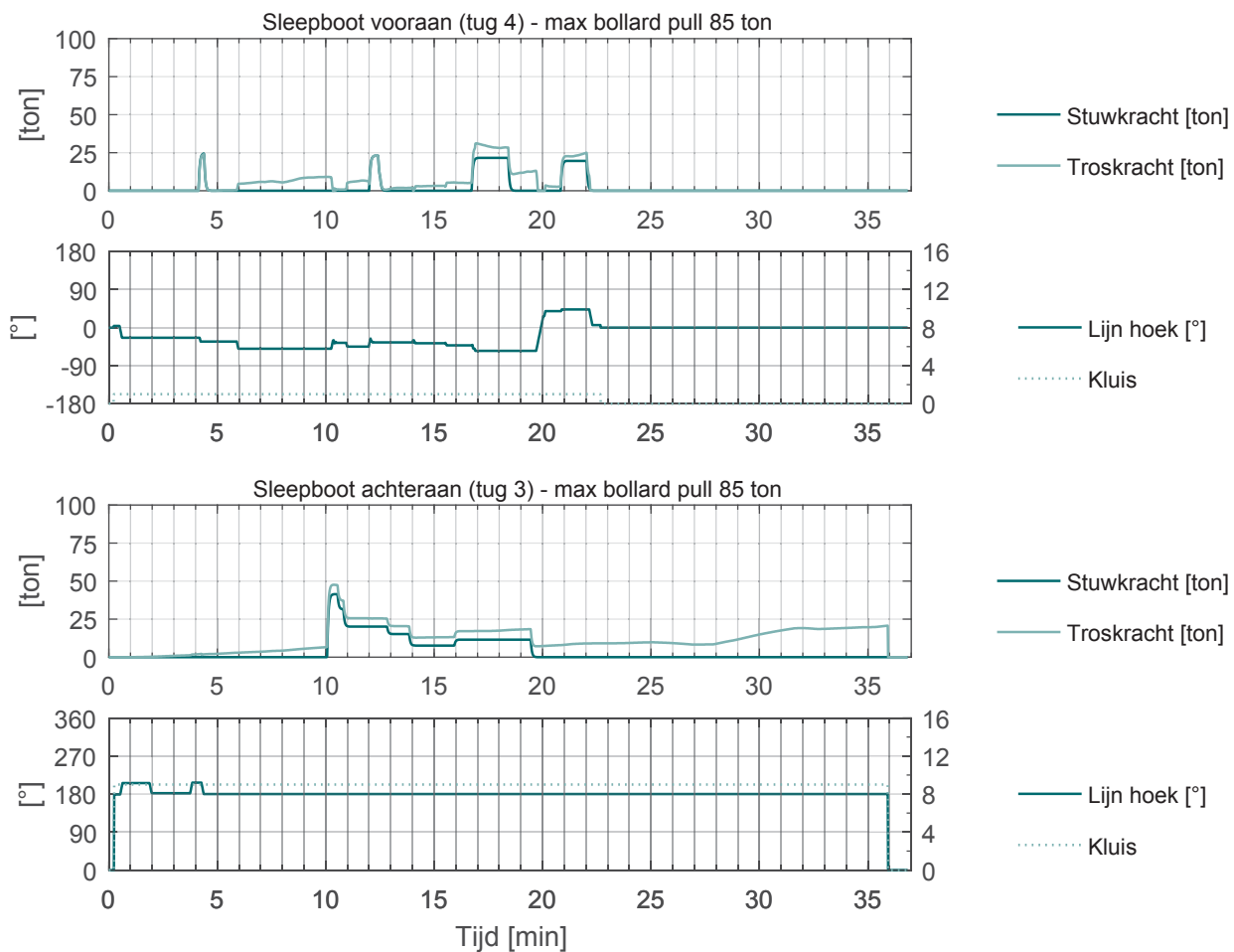
Carcocksite_002

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW5

36.8 min



Carcookesite_003

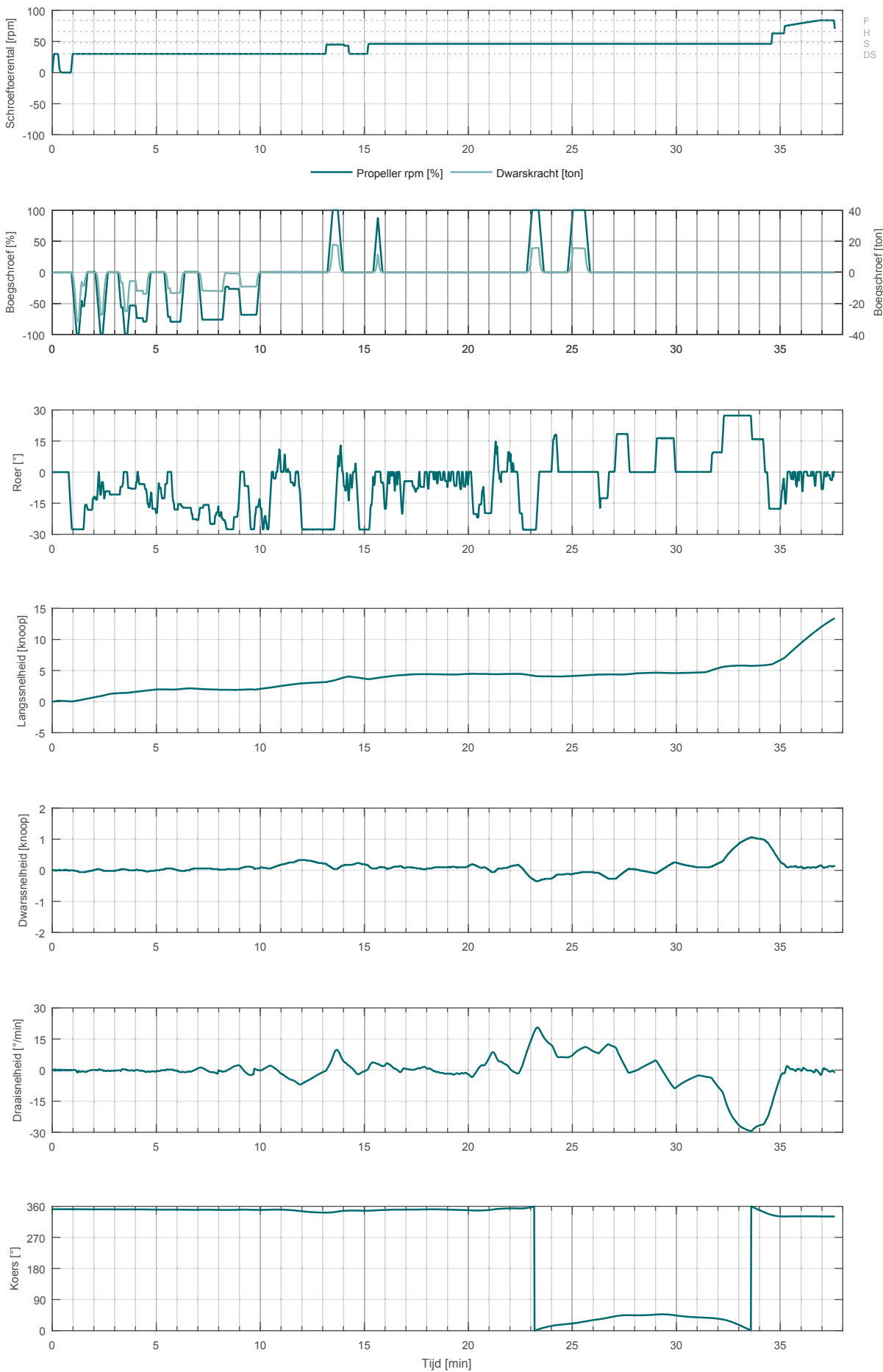
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW5

37.6 min



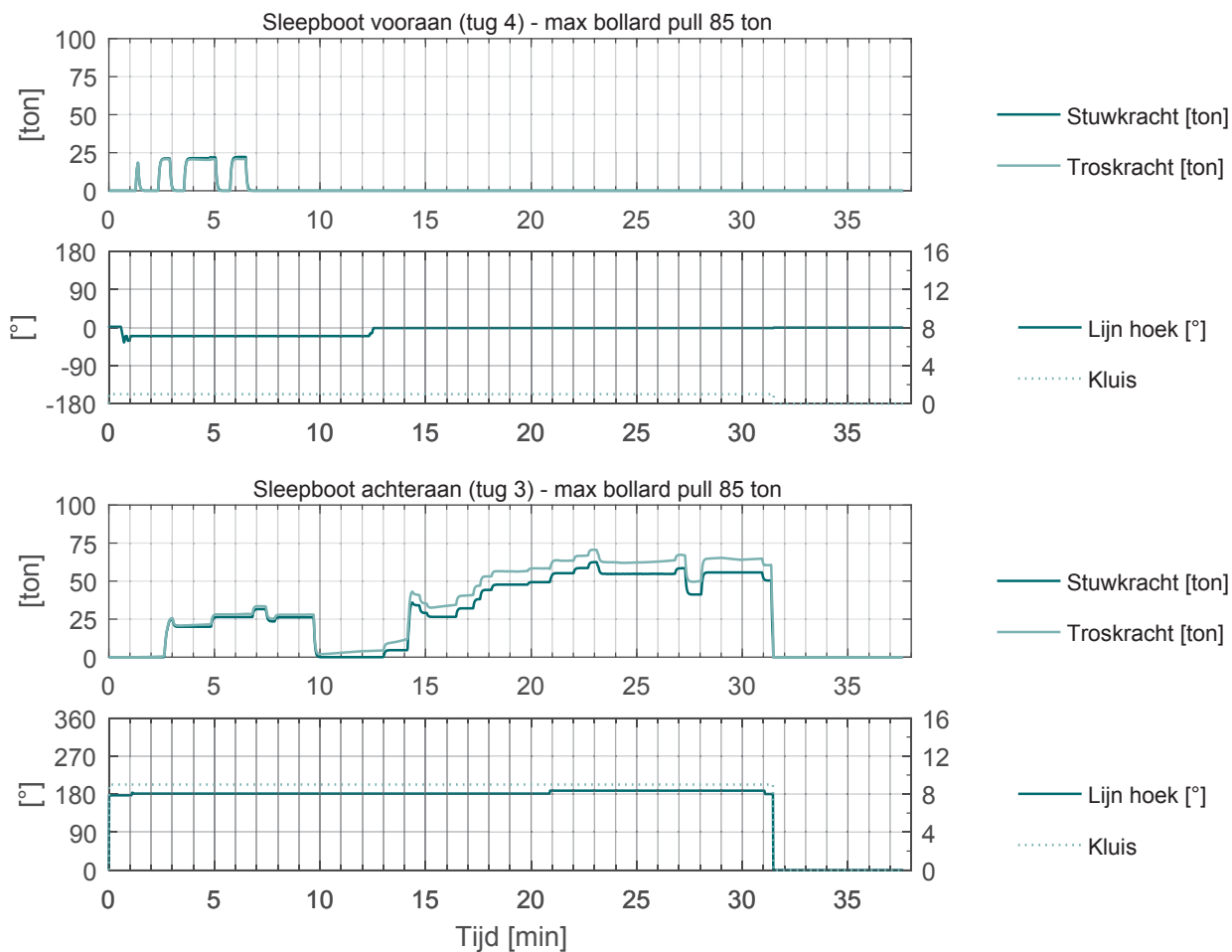
Carcockesite_003

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW5

37.6 min



Carcookesite_004

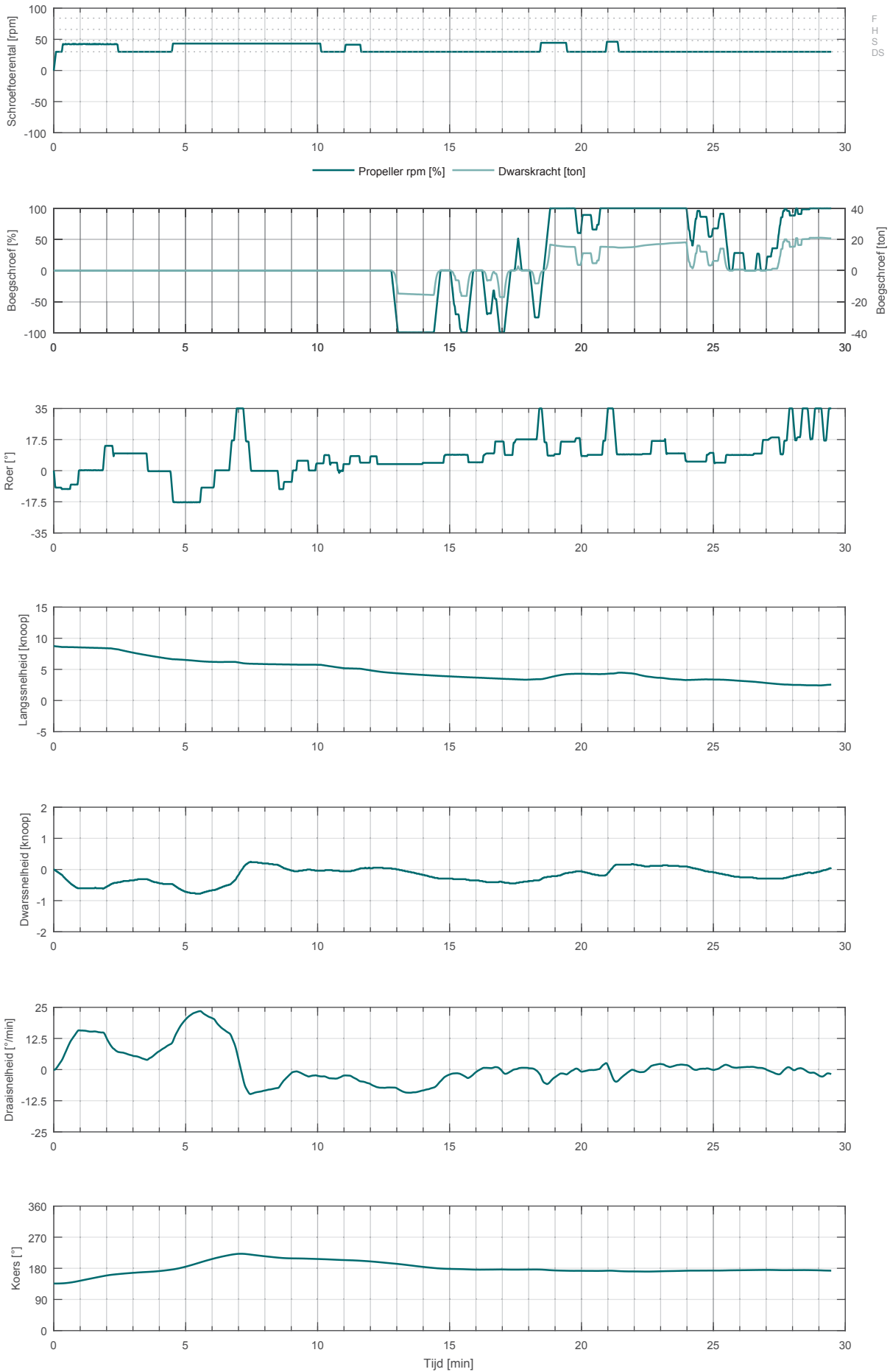
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

29.5 min



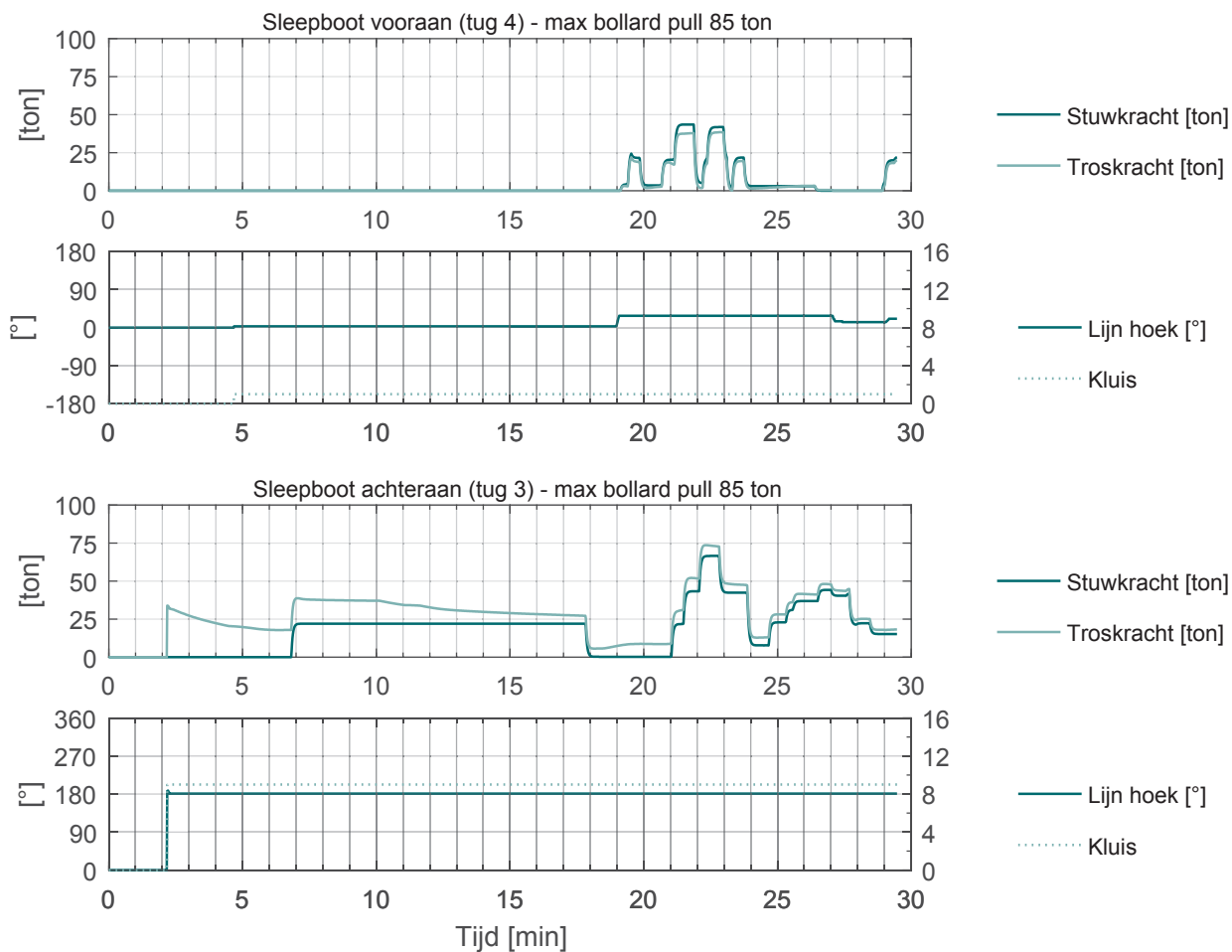
Carcocksite_004

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

29.5 min



Carcookesite_005

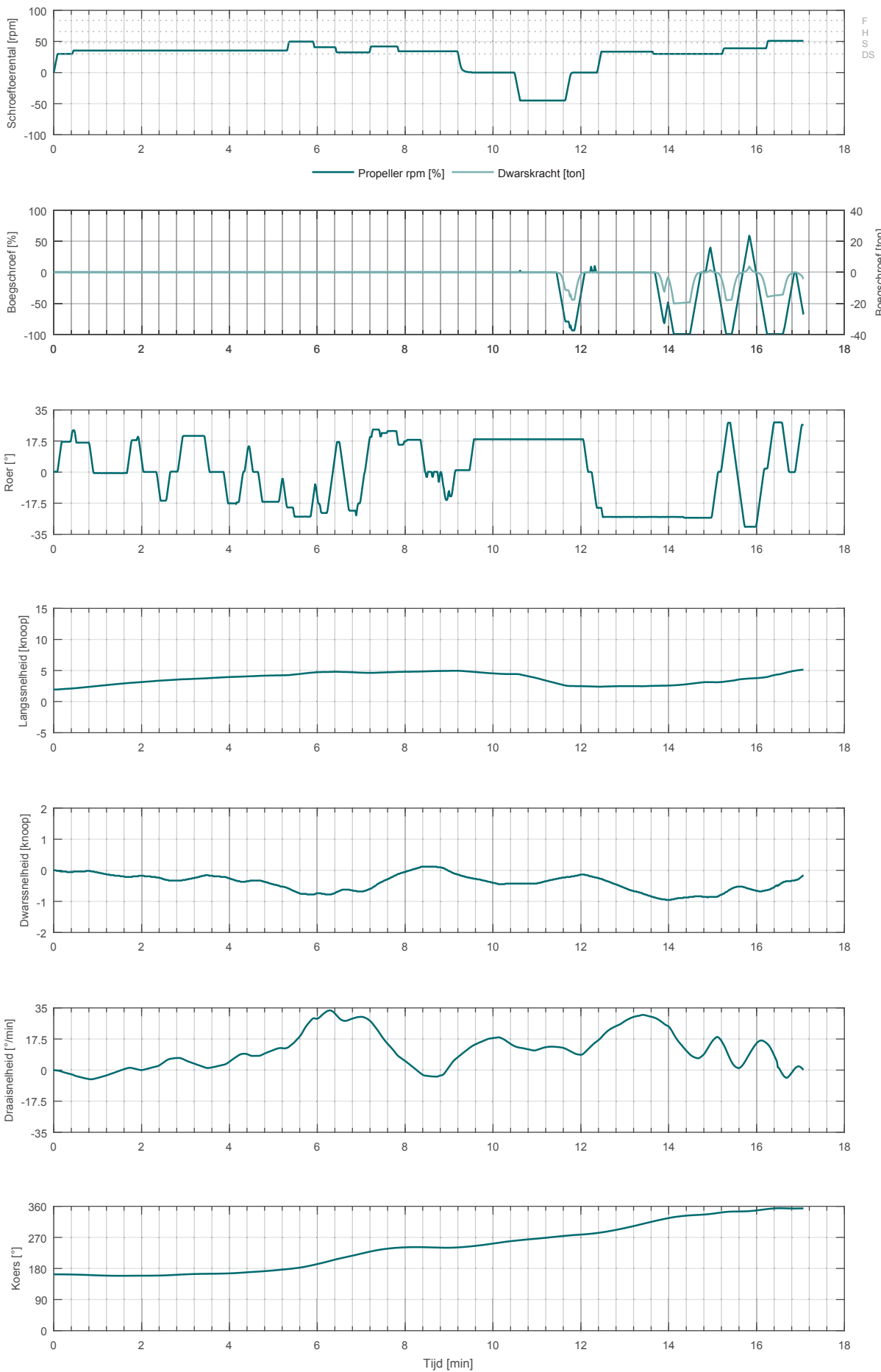
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

17.1 min



Carcocksite_005

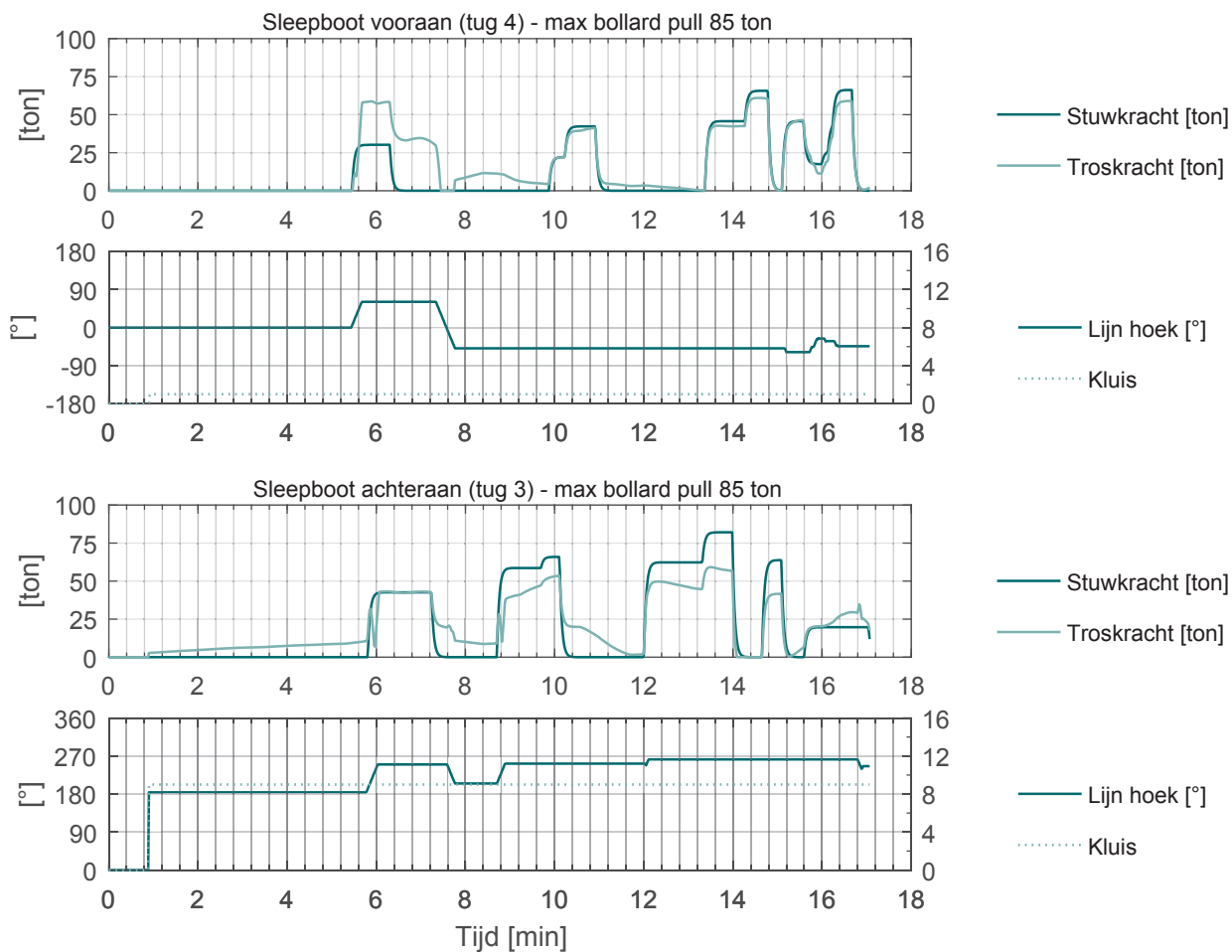
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

17.1 min



Carcookesite_006

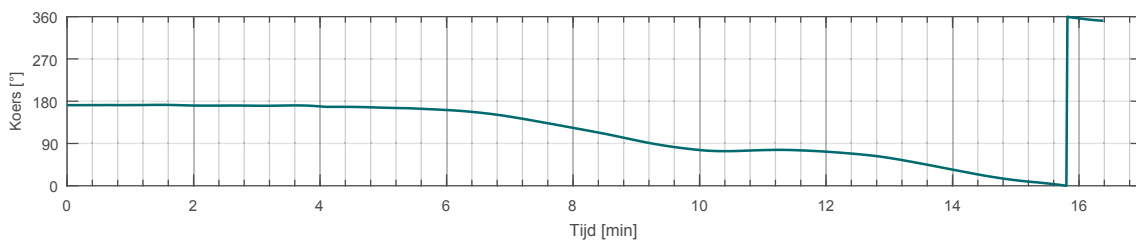
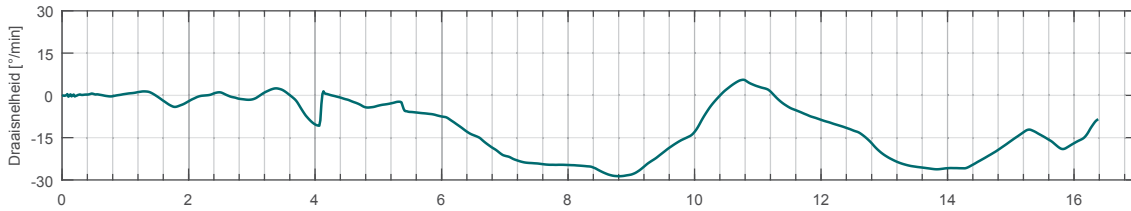
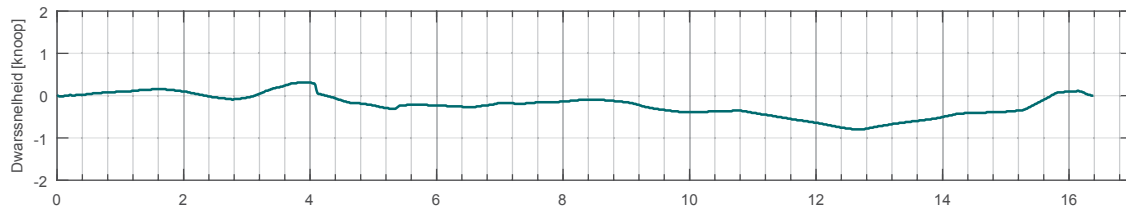
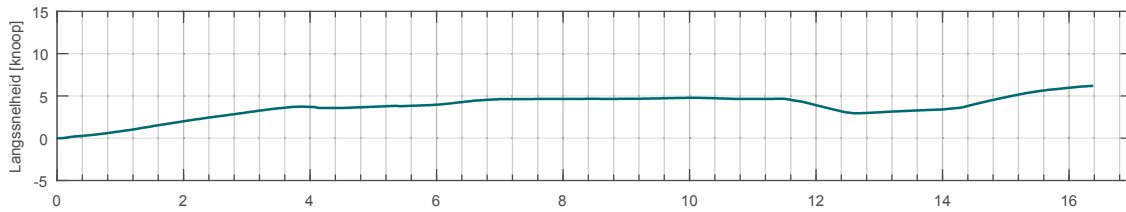
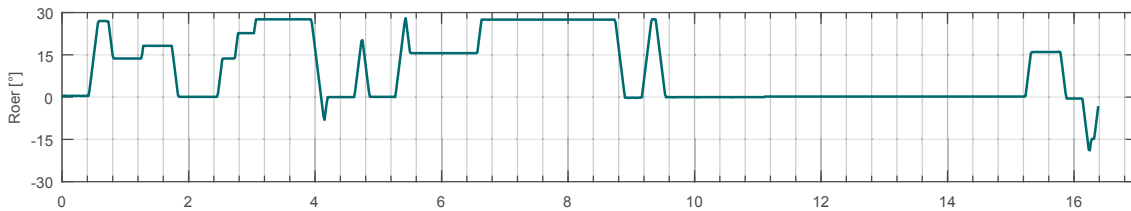
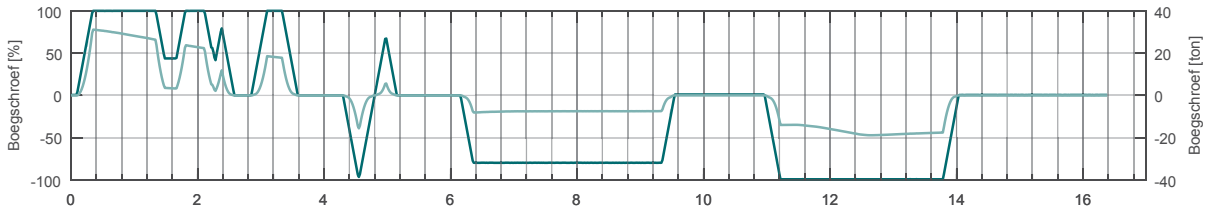
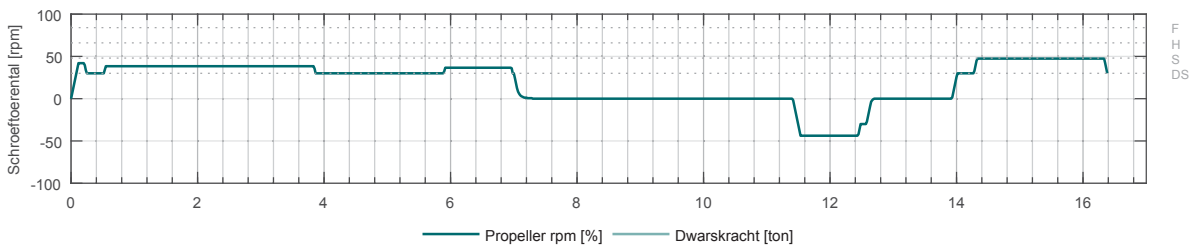
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

16.4 min



Carcocksite_006

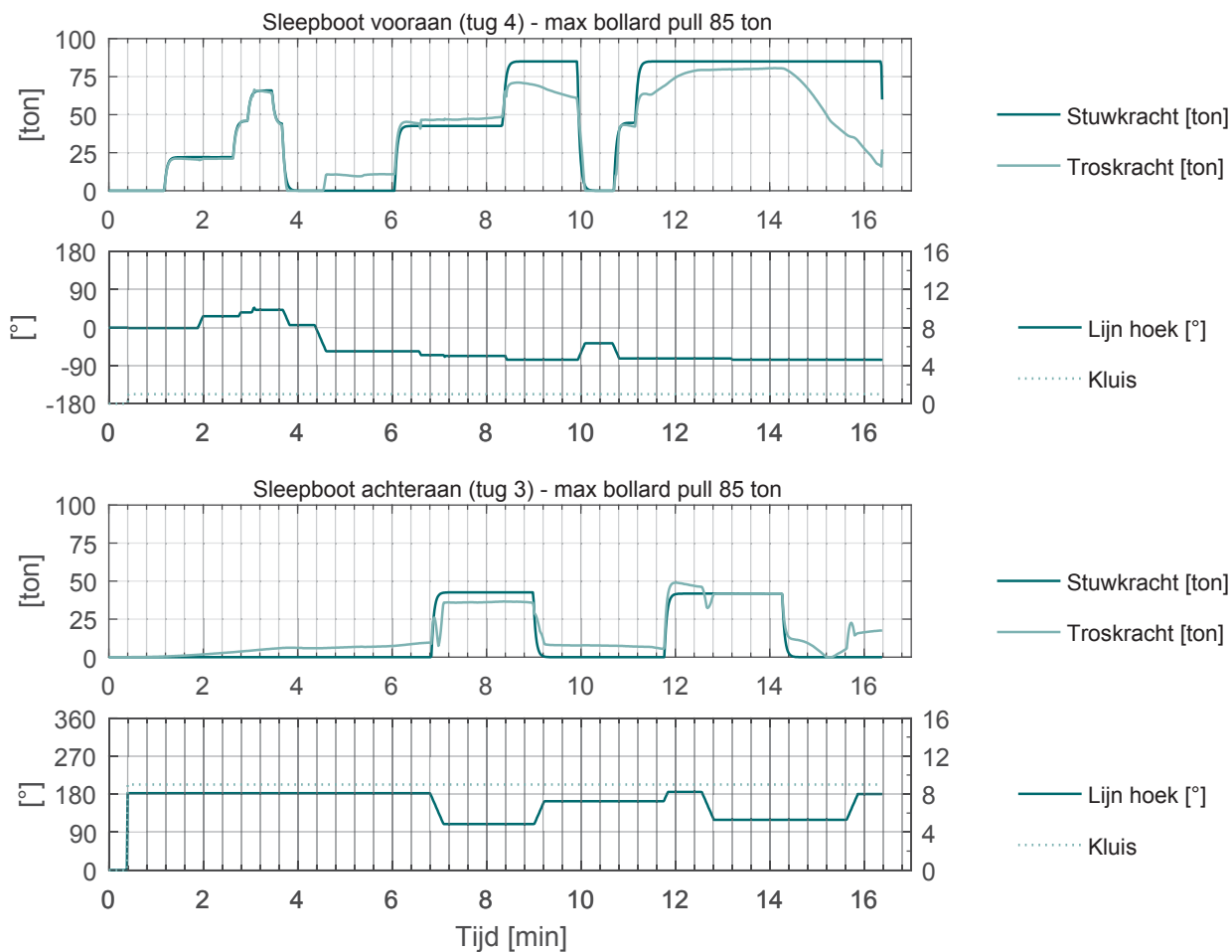
SIM225

carCar_265_400_NSZ

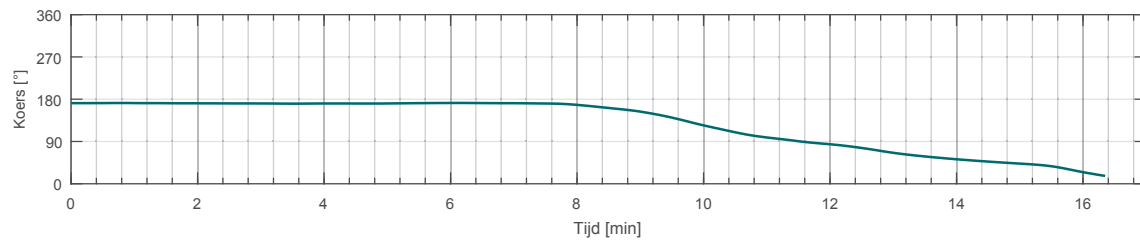
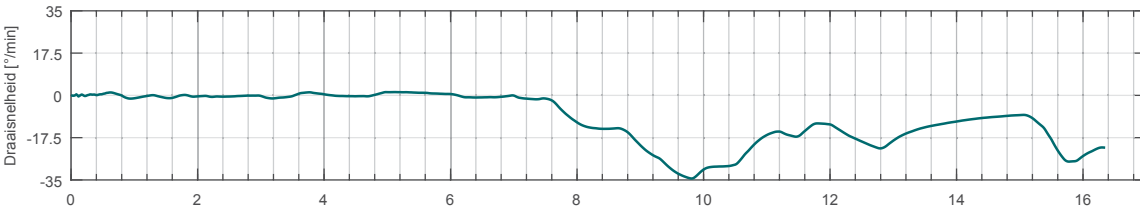
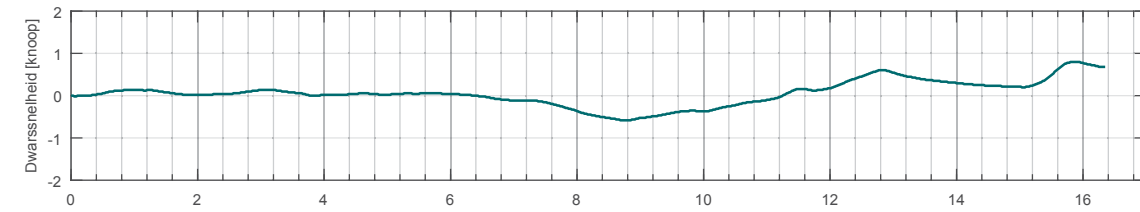
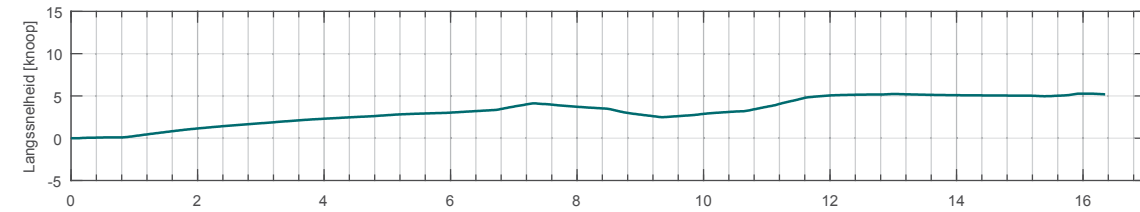
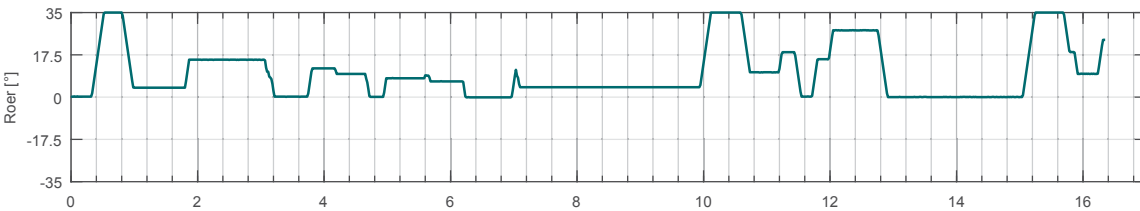
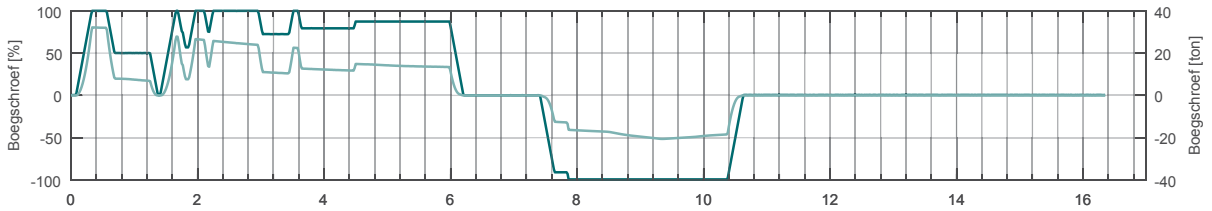
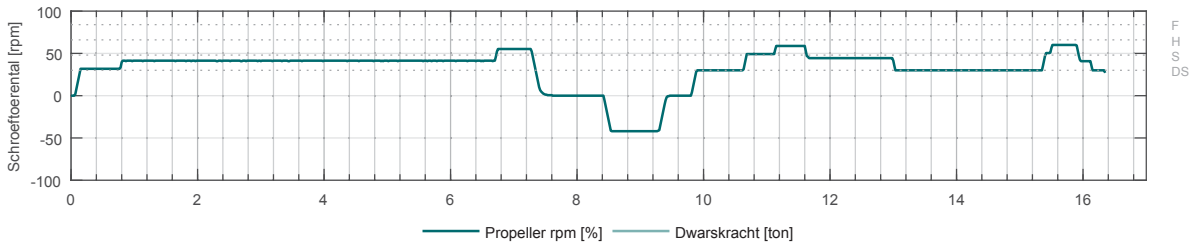
Achterhaven: opvaart

ZW5

16.4 min



Carcookesite_007 SIM225 carCar_265_400_NSZ Achterhaven: opvaart ZW5 16.4 min



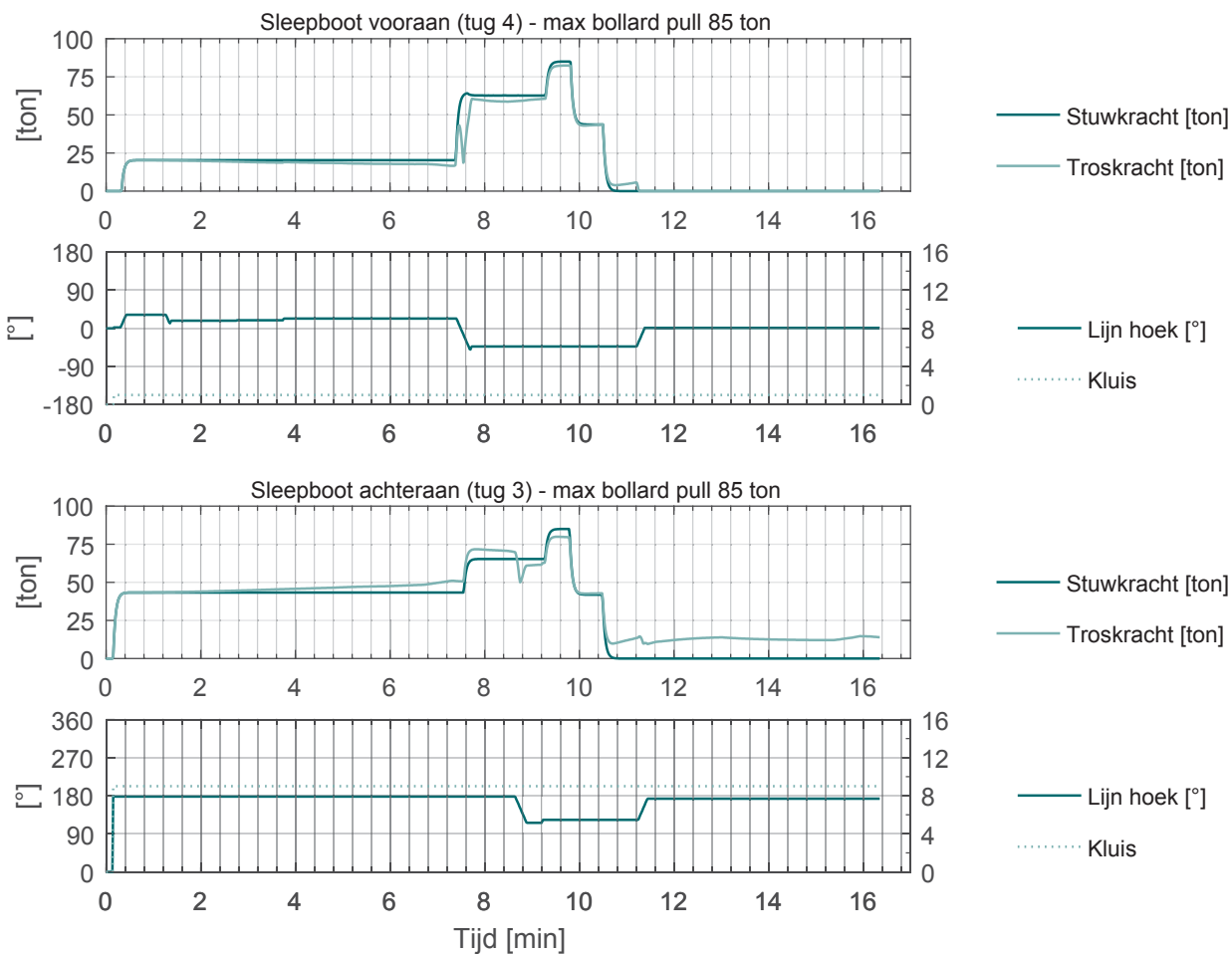
Carcocksite_007

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

16.4 min



Carcookesite_008

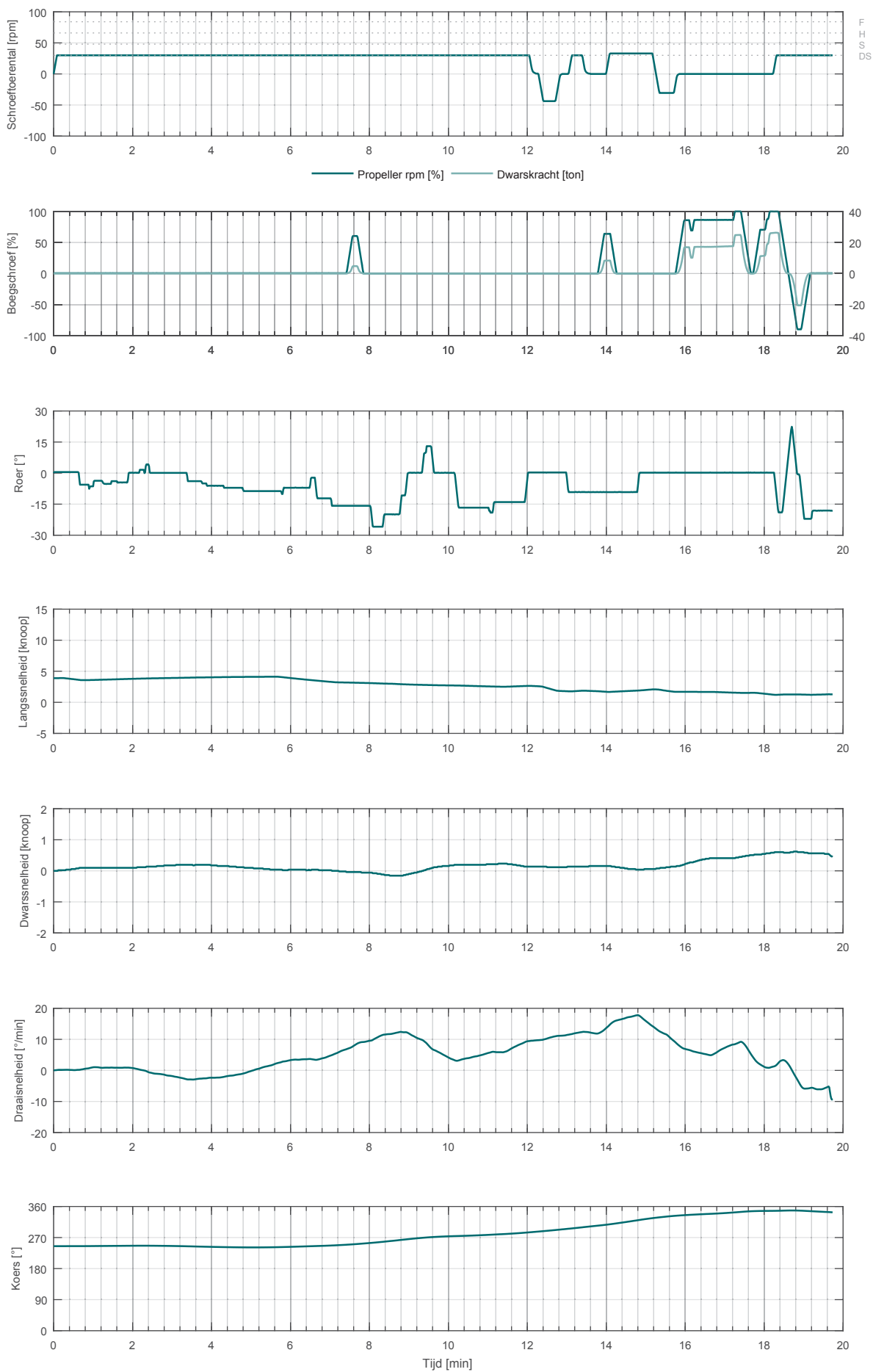
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

19.7 min



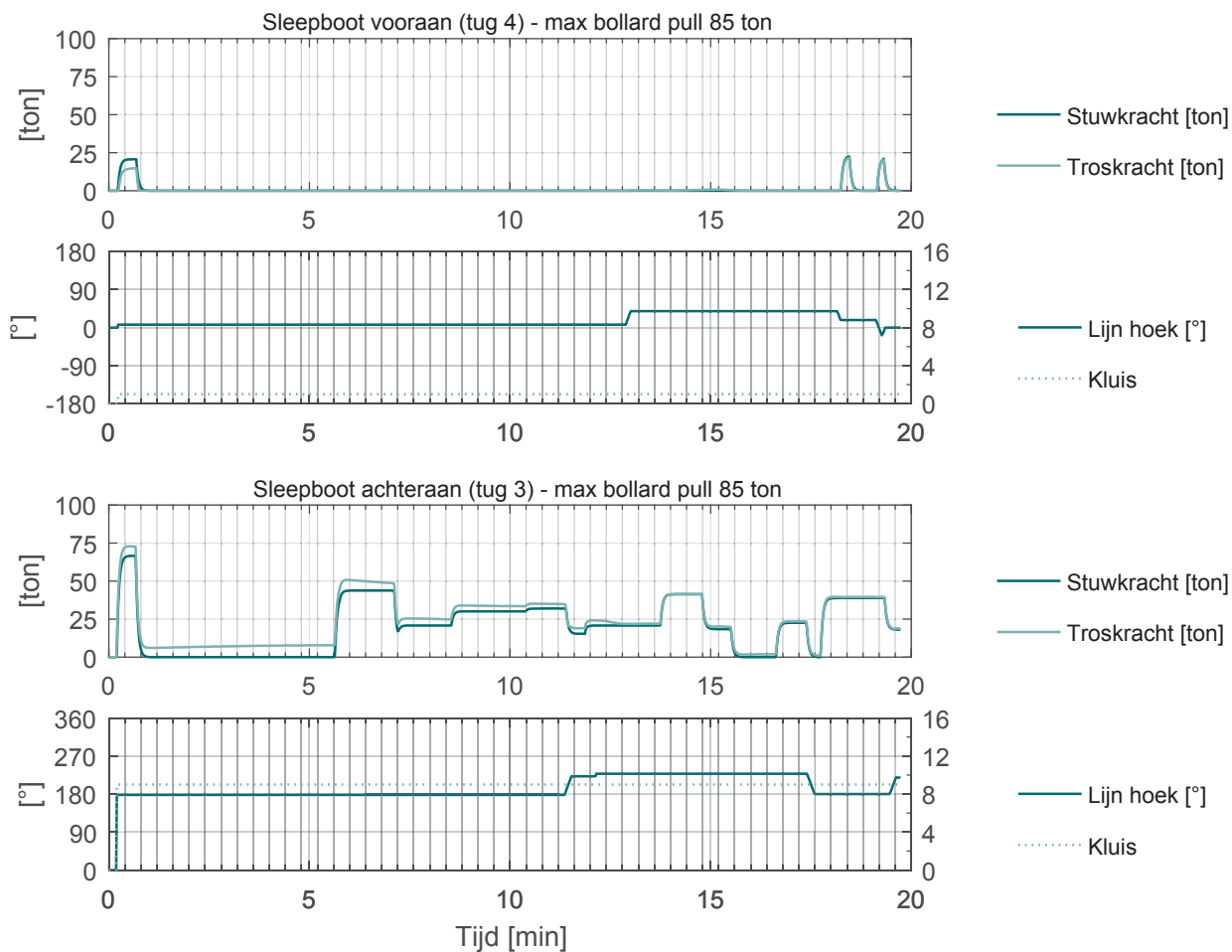
Carcockesite_008

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

19.7 min



VandammeOost_001

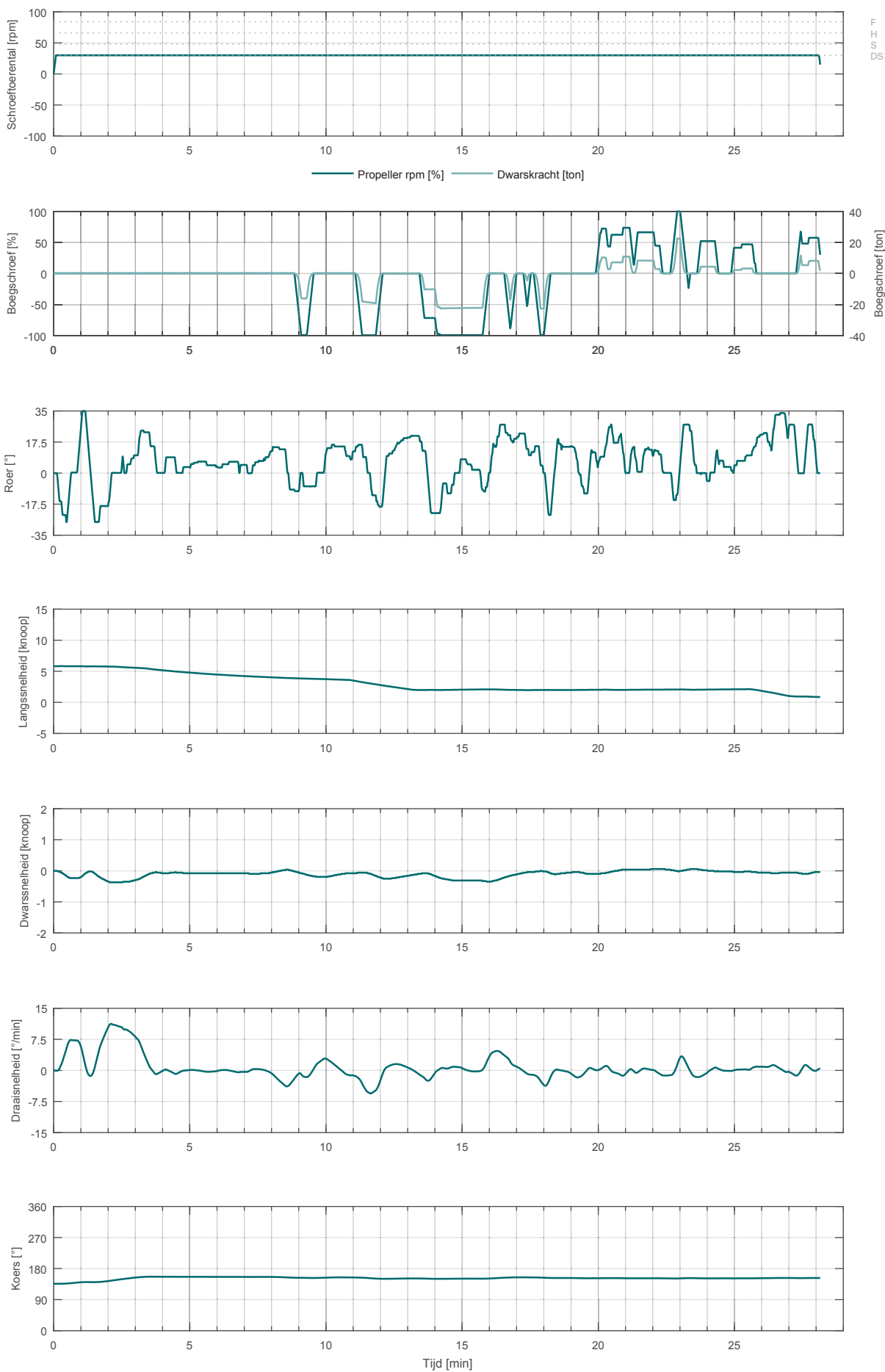
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW3

28.2 min



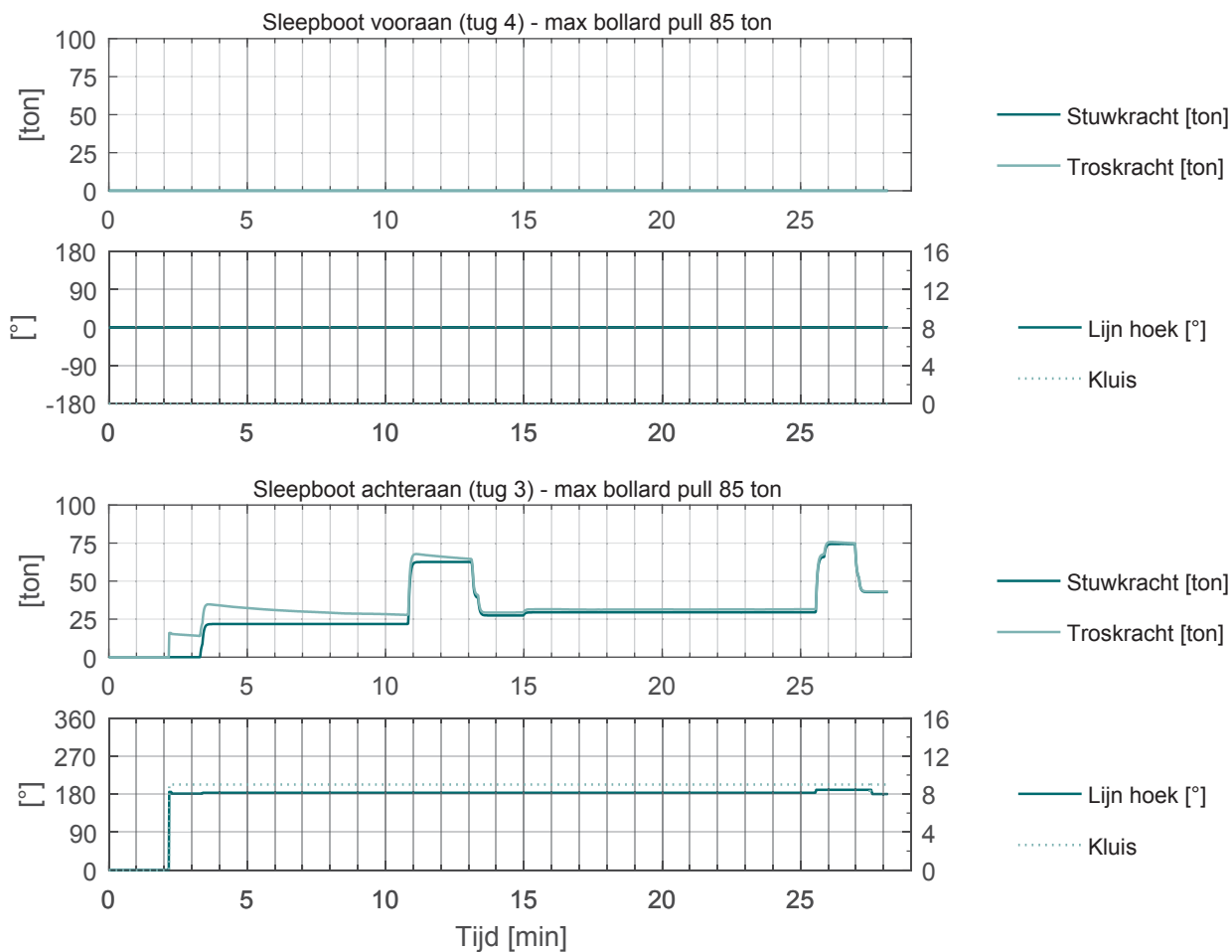
VandammeOost_001

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW3

28.2 min



VandammeOost_002

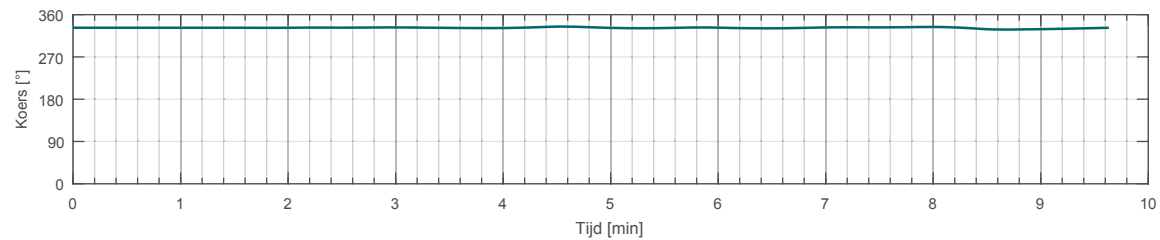
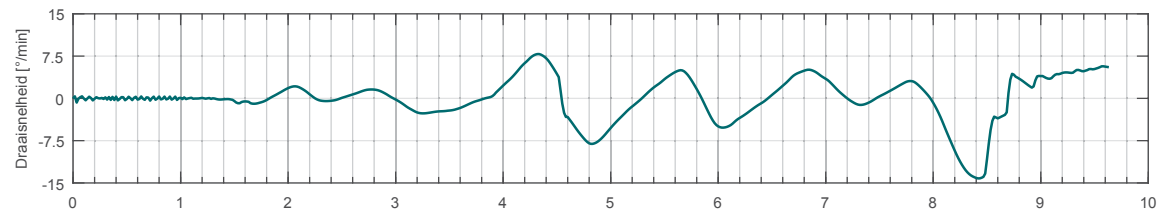
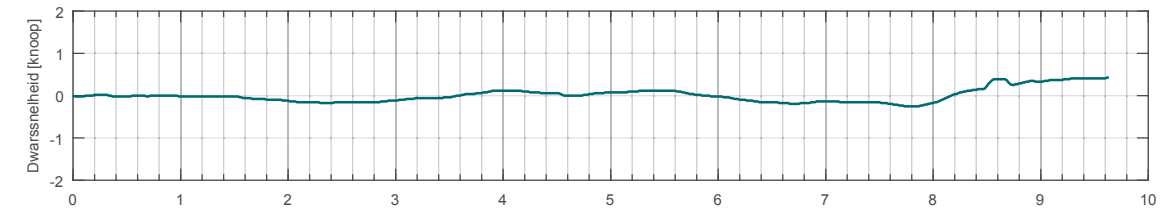
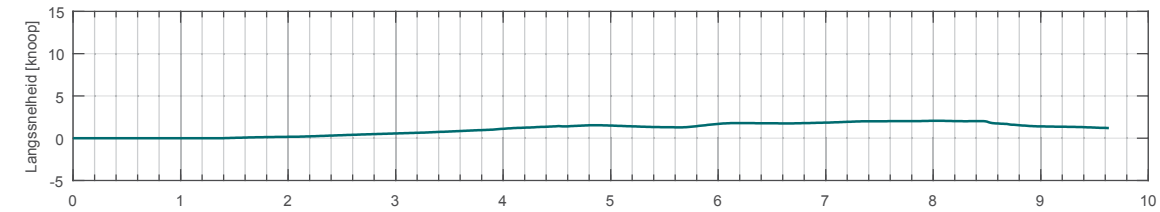
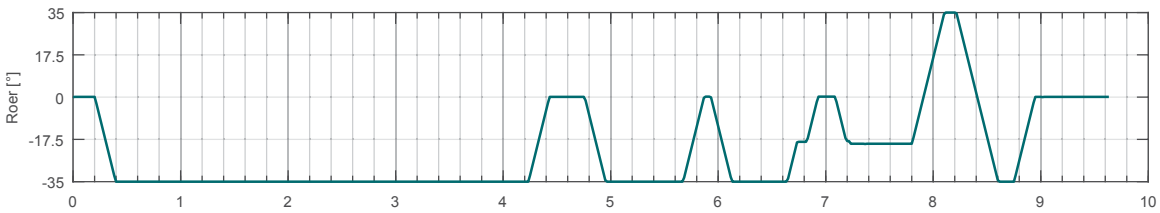
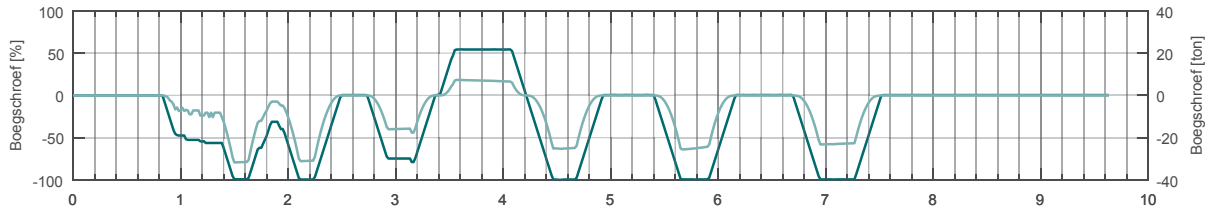
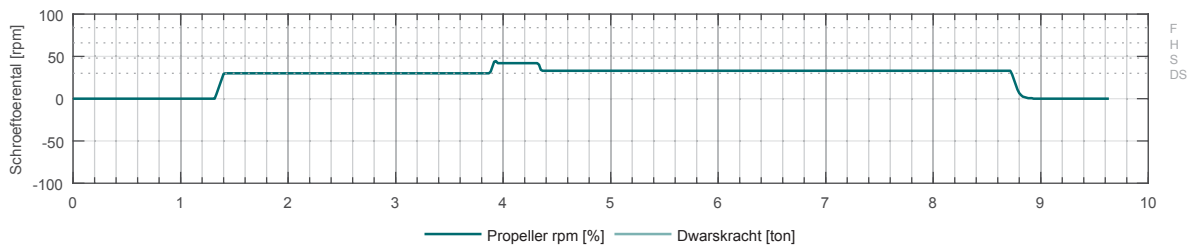
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW6

9.6 min



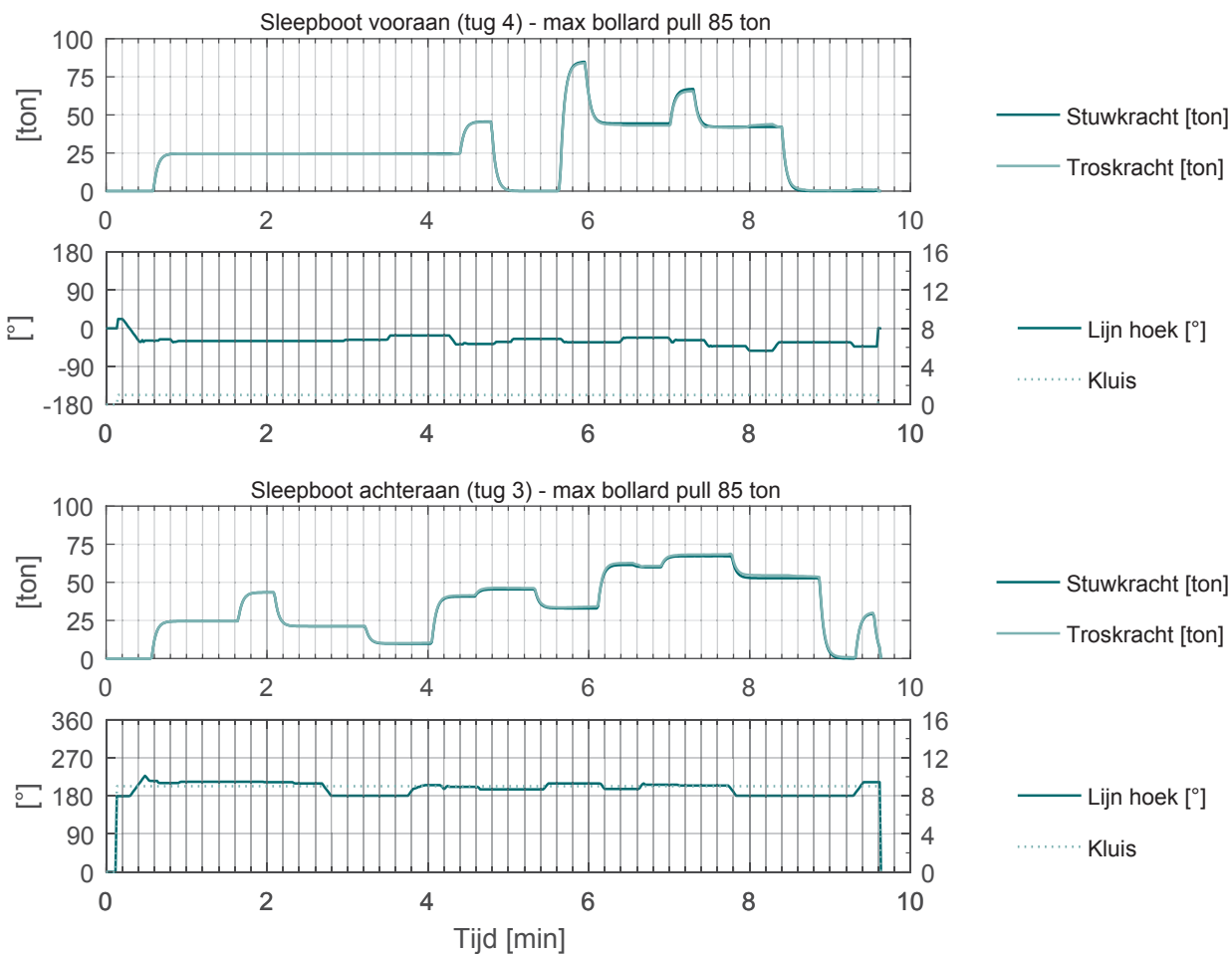
VandammeOost_002

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW6

9.6 min



VandammeOost_003

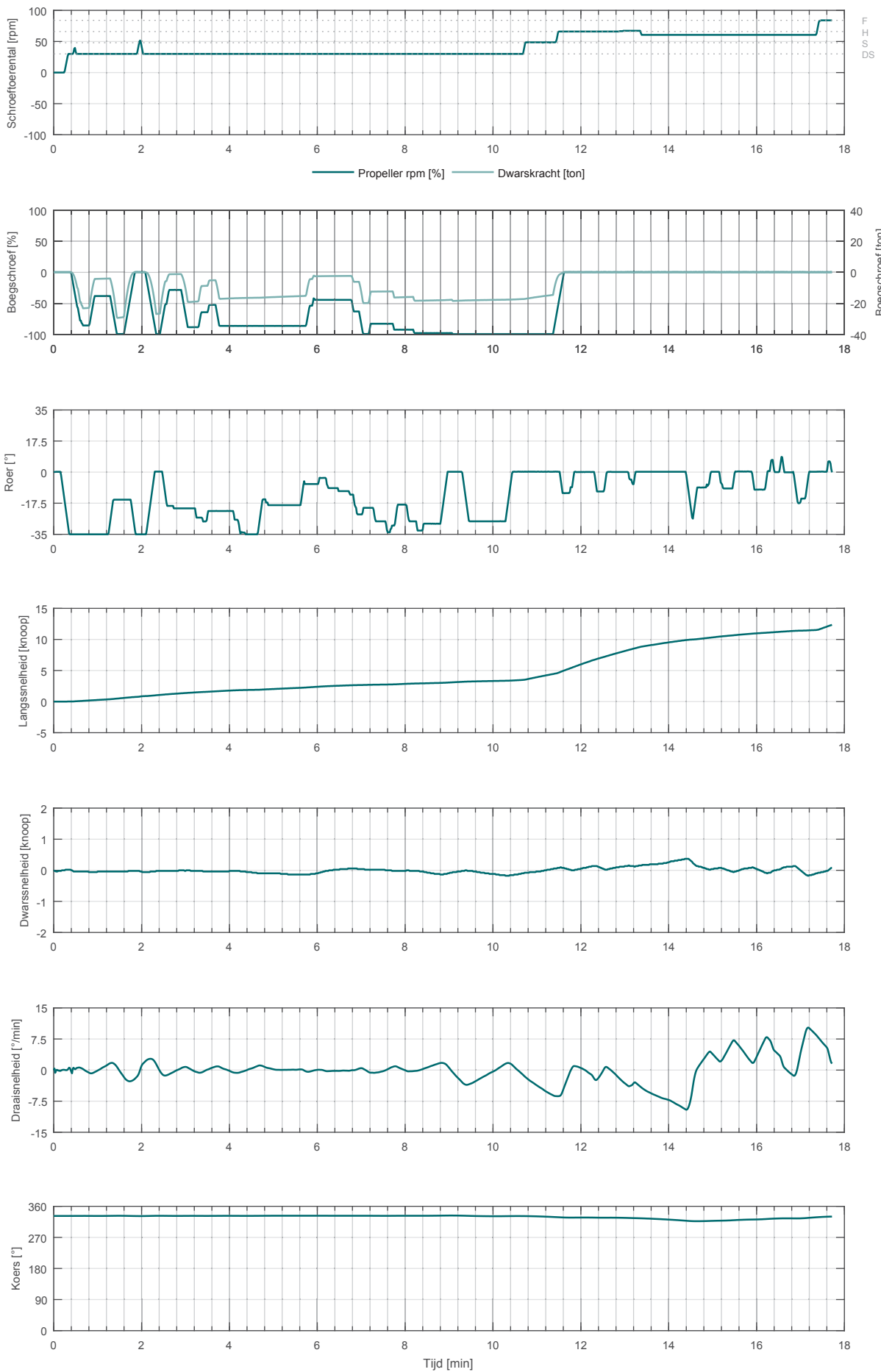
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW5

17.7 min



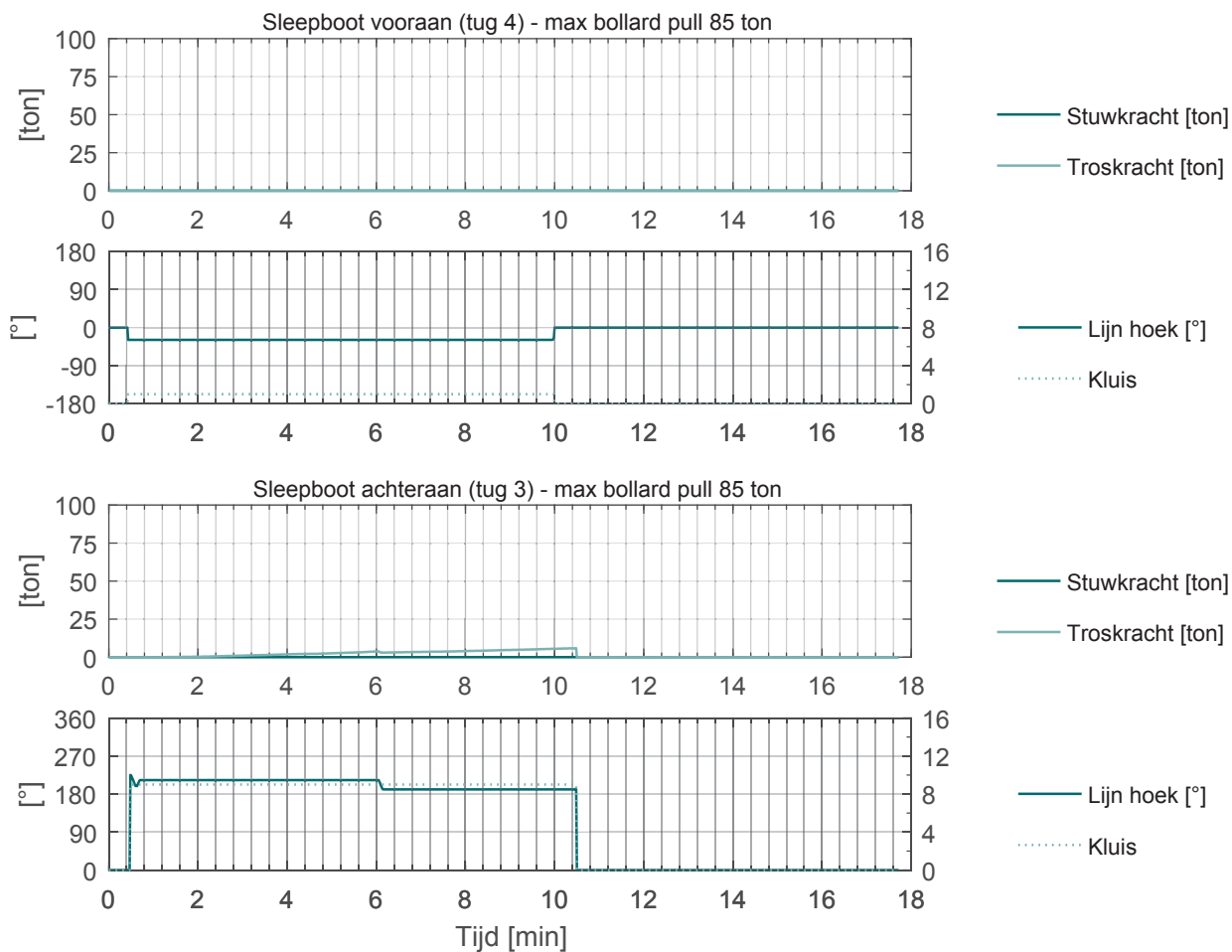
VandammeOost_003

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW5

17.7 min



VandammeOost_004

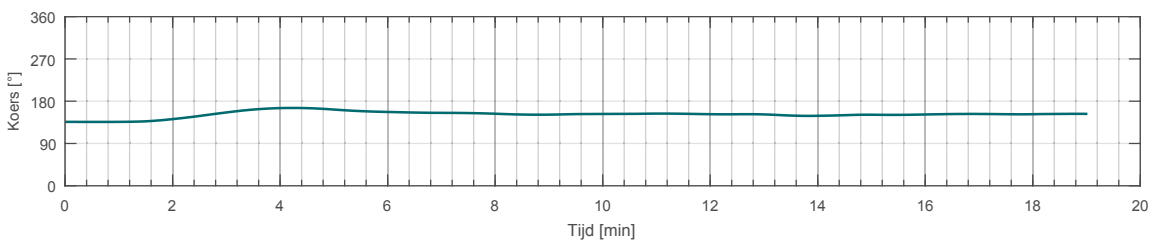
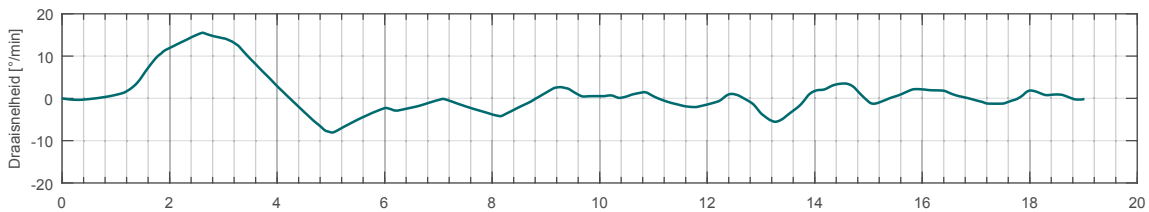
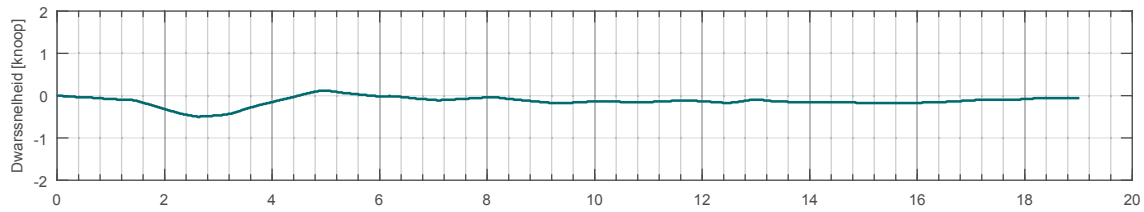
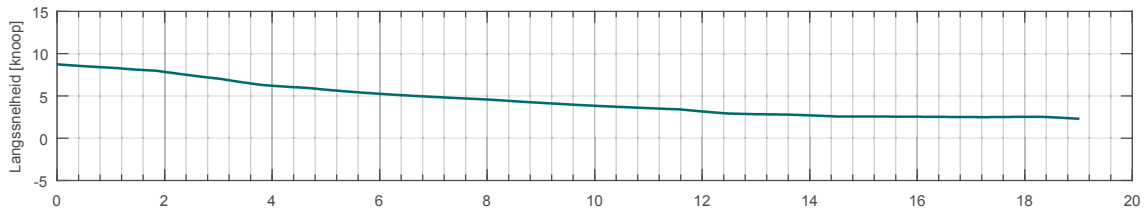
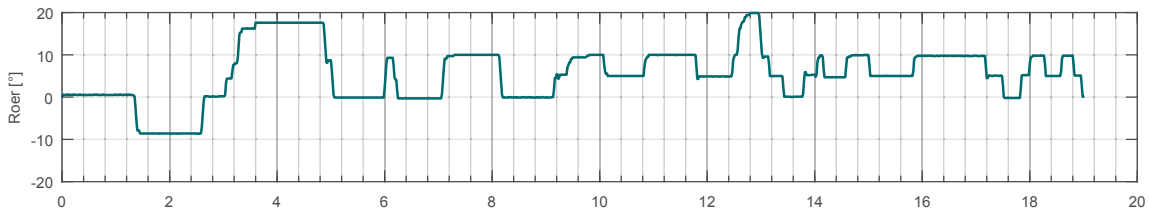
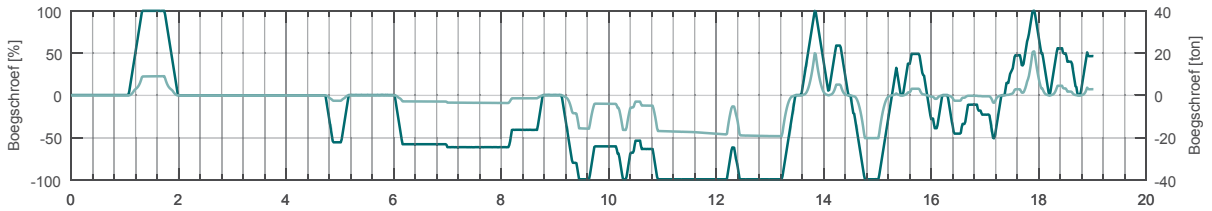
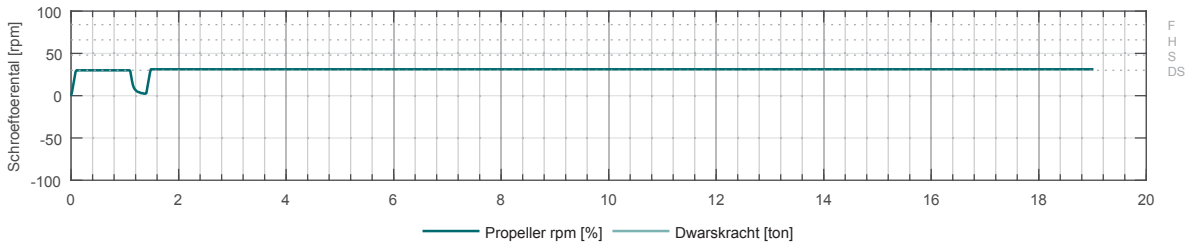
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW3

19 min



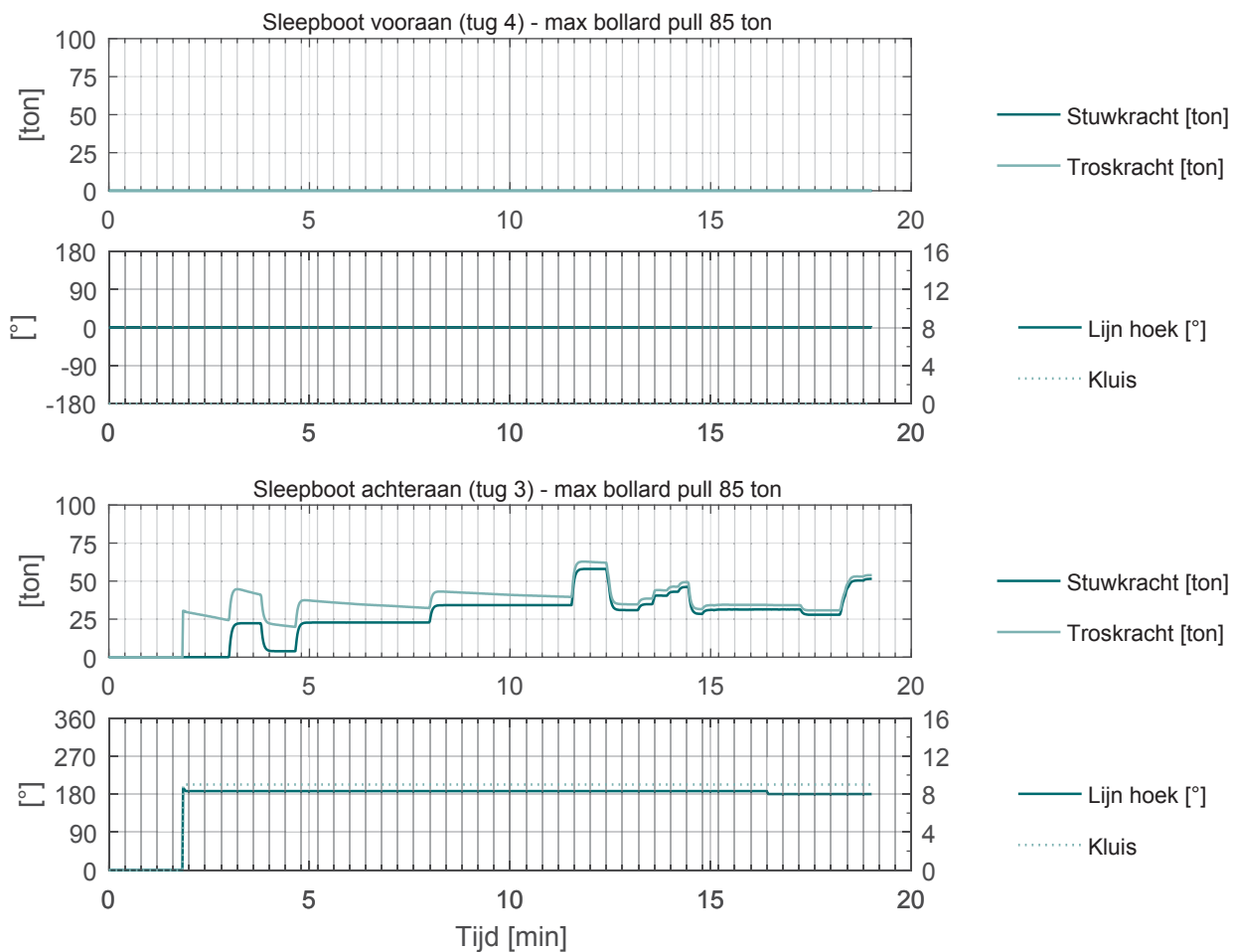
VandammeOost_004

SIM225 carCar_265_400_NSZ

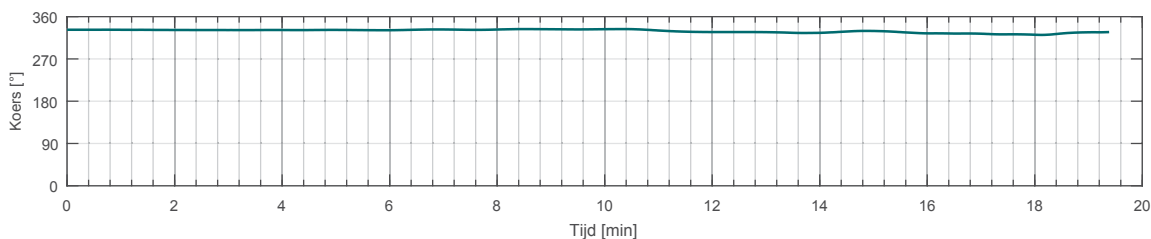
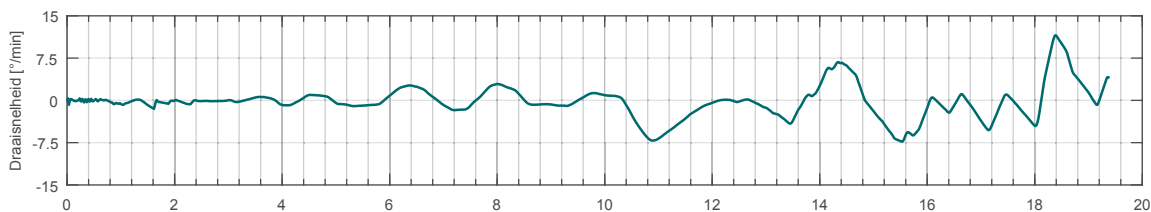
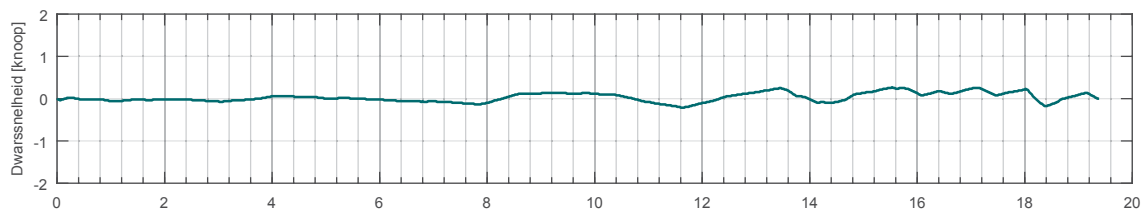
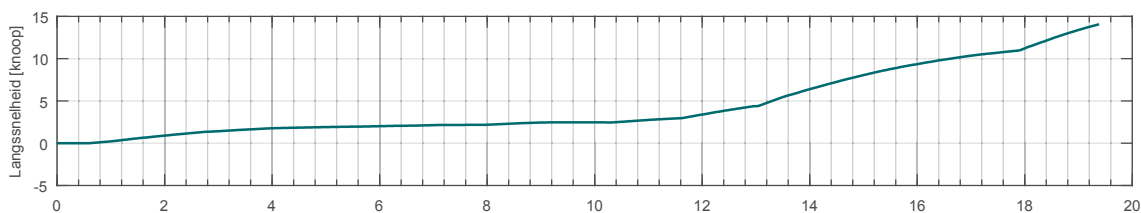
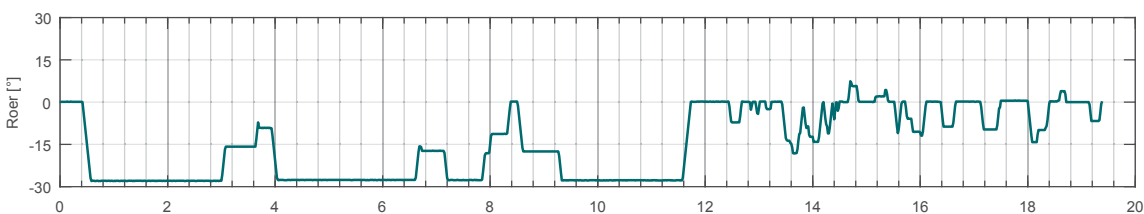
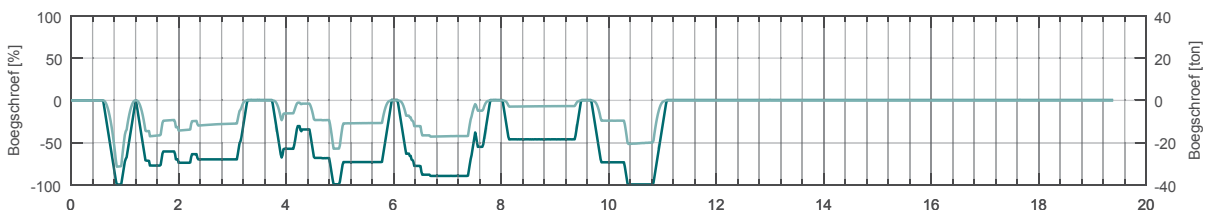
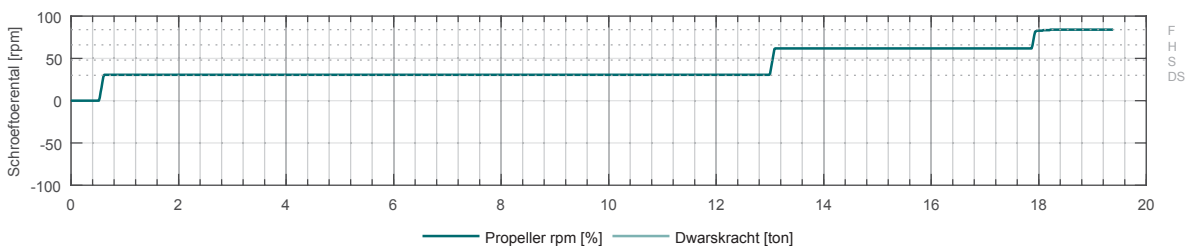
Voorhaven: opvaart

ZW3

19 min



VandammeOost_005 SIM225 carCar_265_400_NSZ Voorhaven: afvaart ZW5 19.4 min



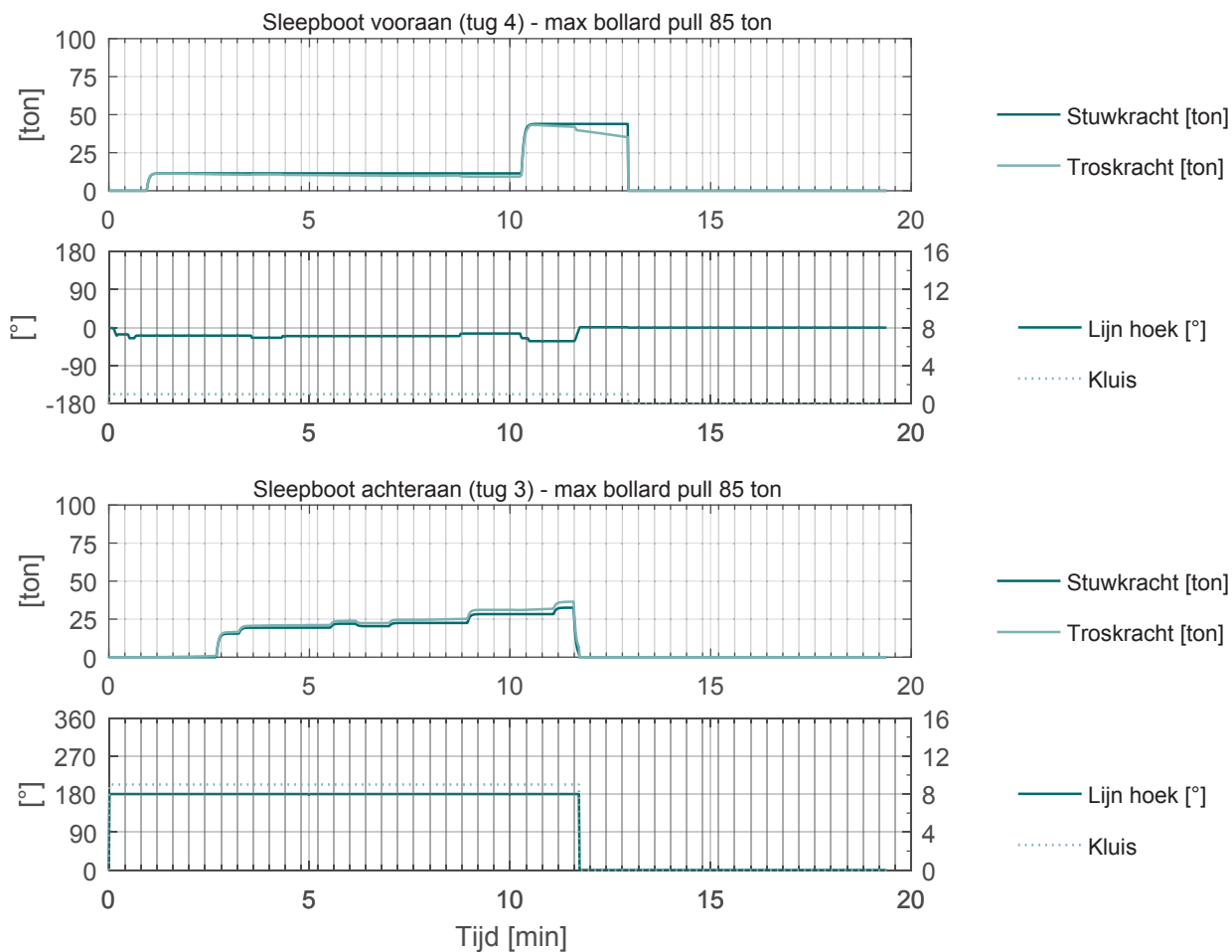
VandammeOost_005

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW5

19.4 min



VandammeOost_006

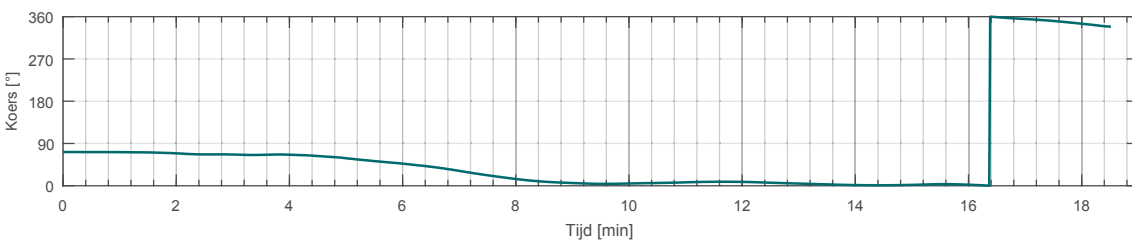
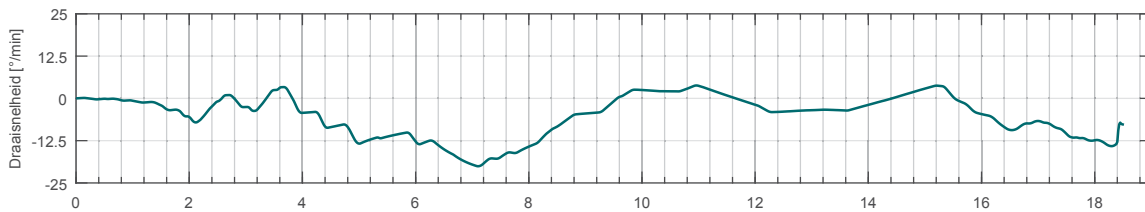
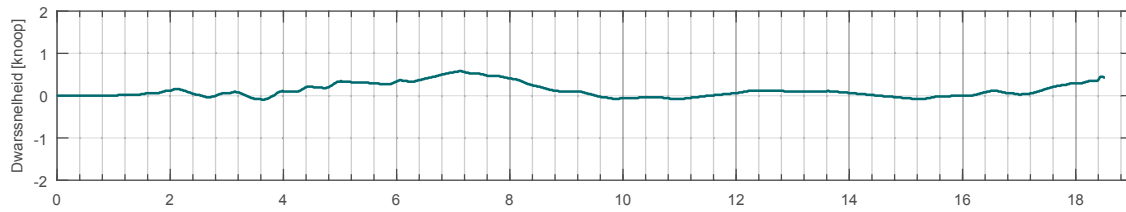
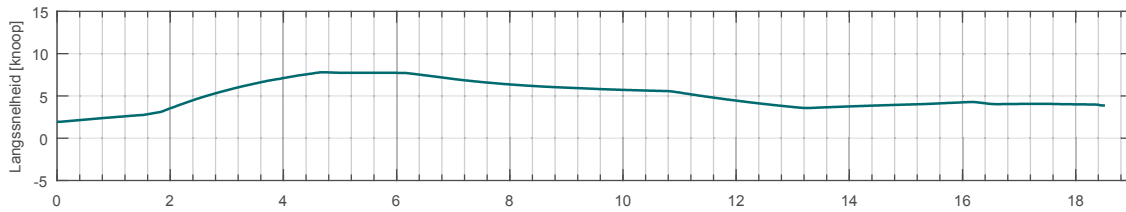
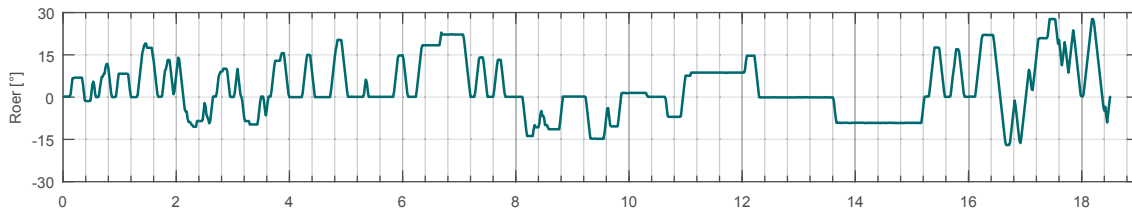
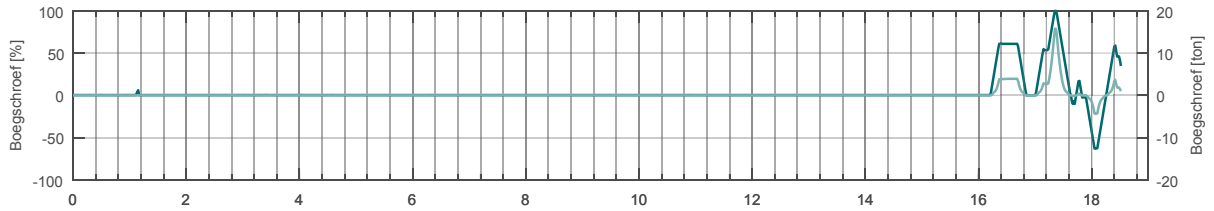
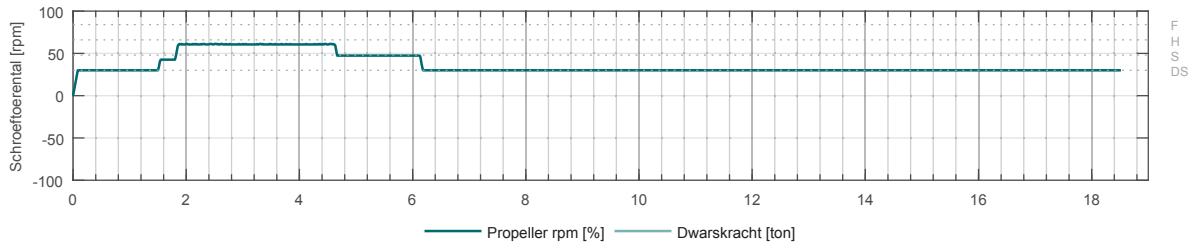
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW3

18.5 min



VandammeOost_006

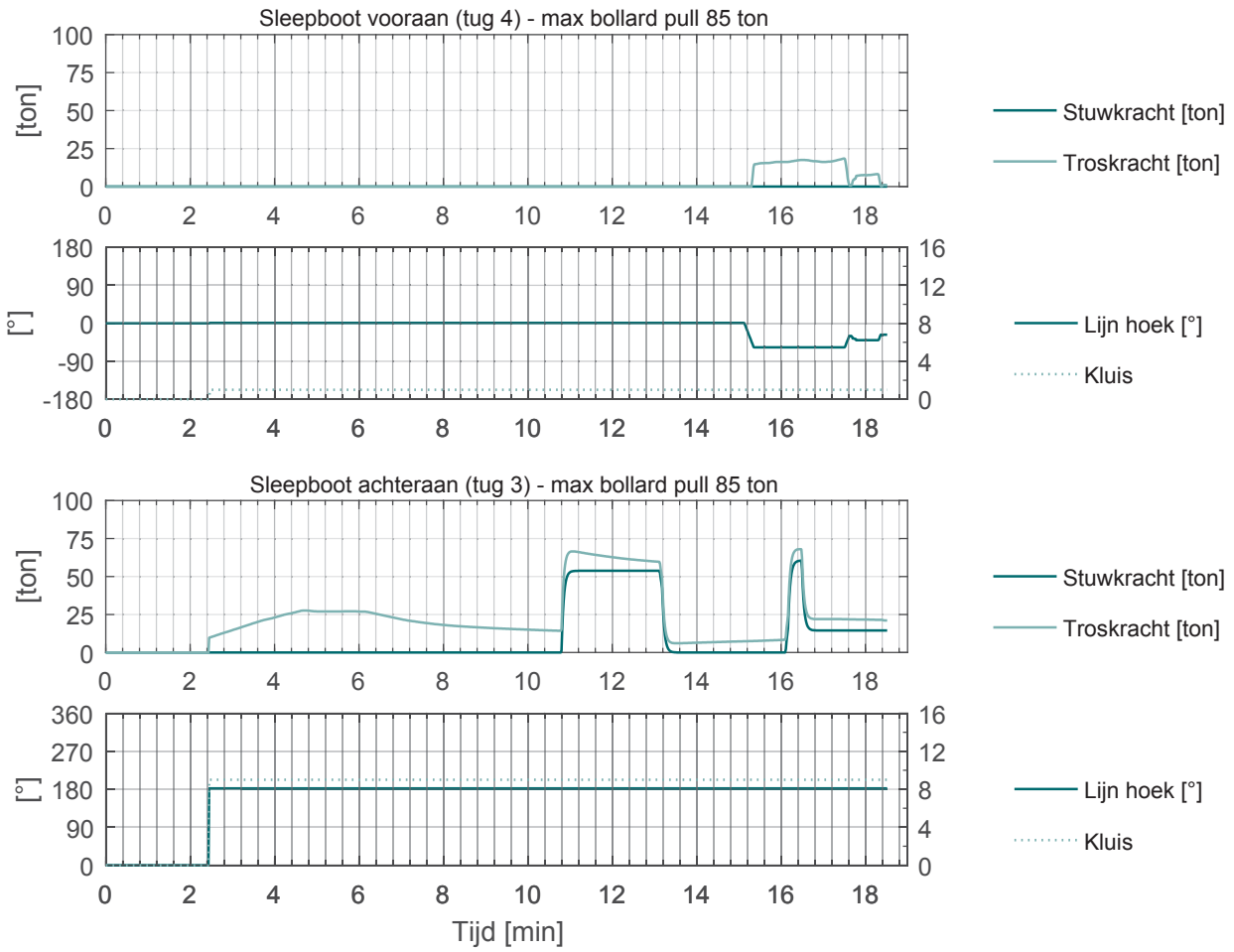
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW3

18.5 min



VandammeOost_007

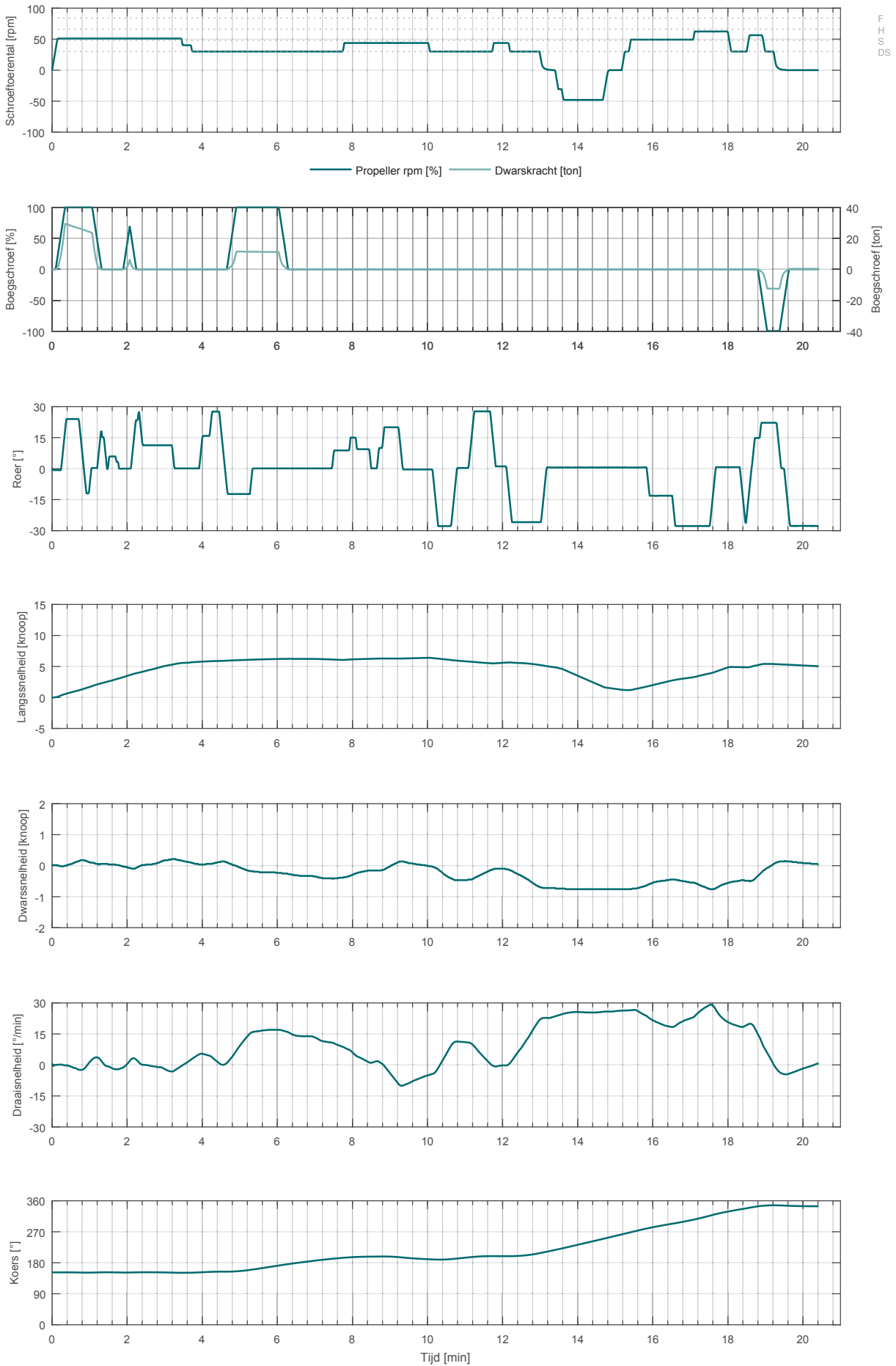
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

20.4 min



VandammeOost_007

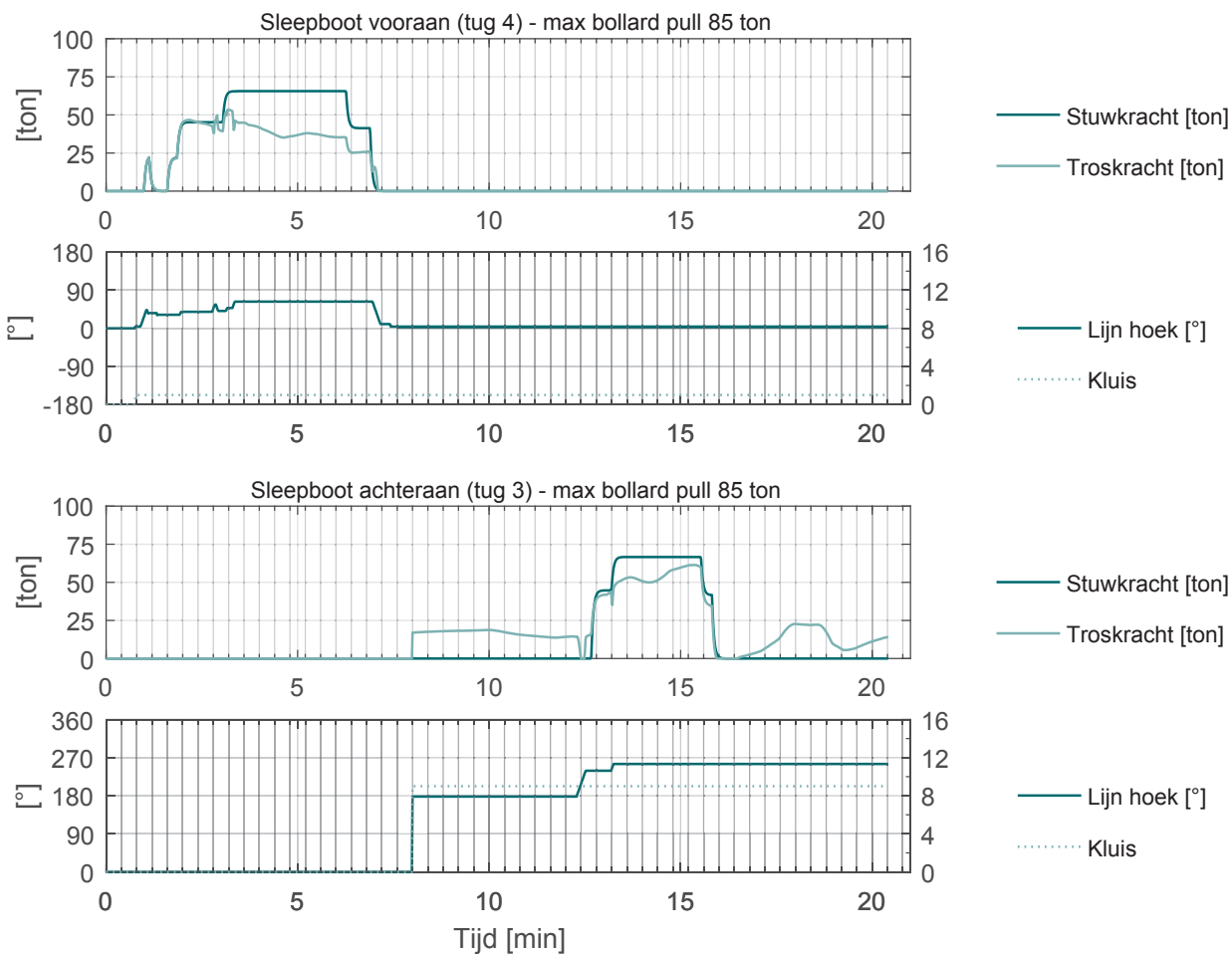
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

20.4 min



VandammeOost_008

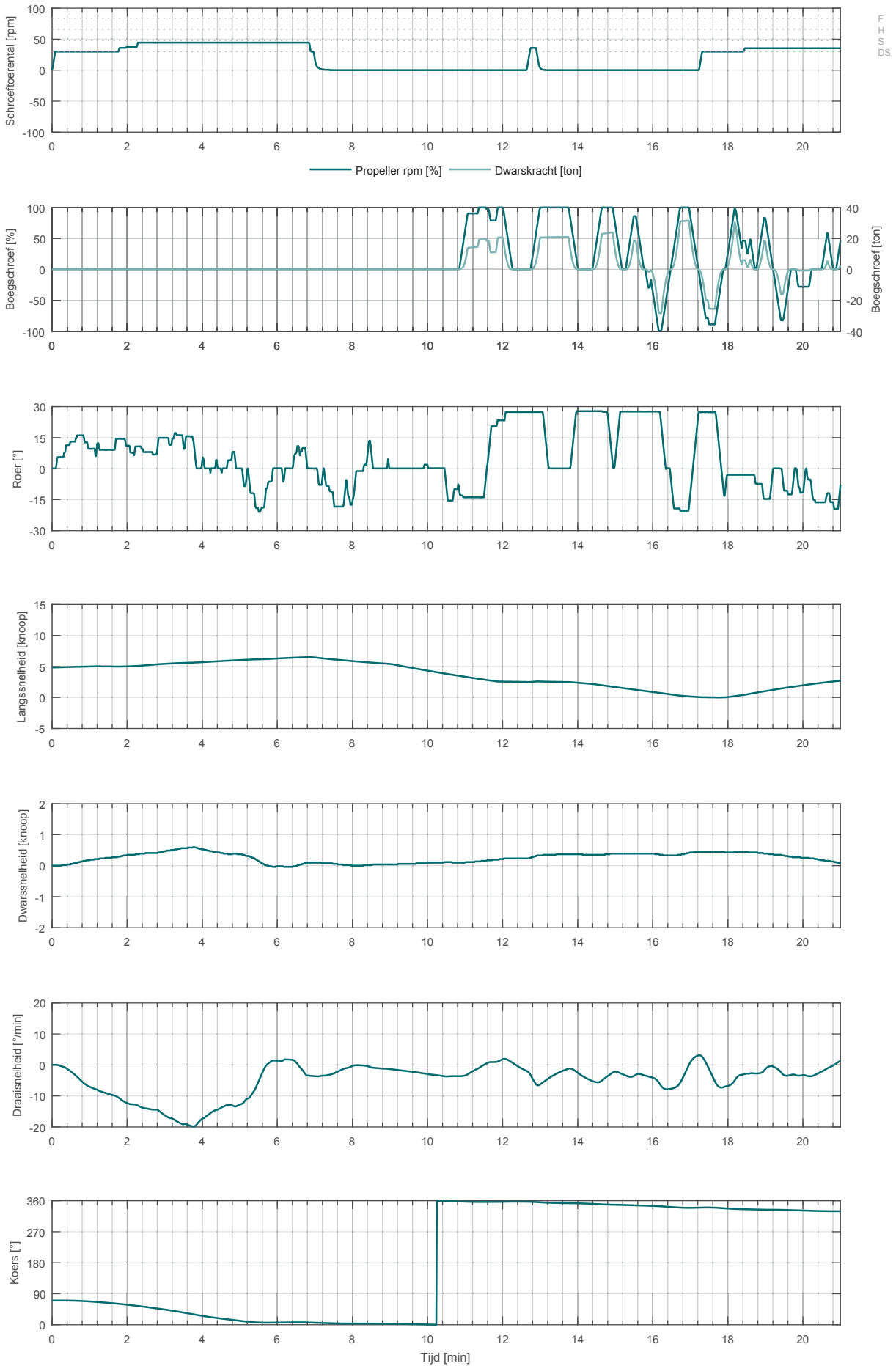
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW3

21 min



VandammeOost_008

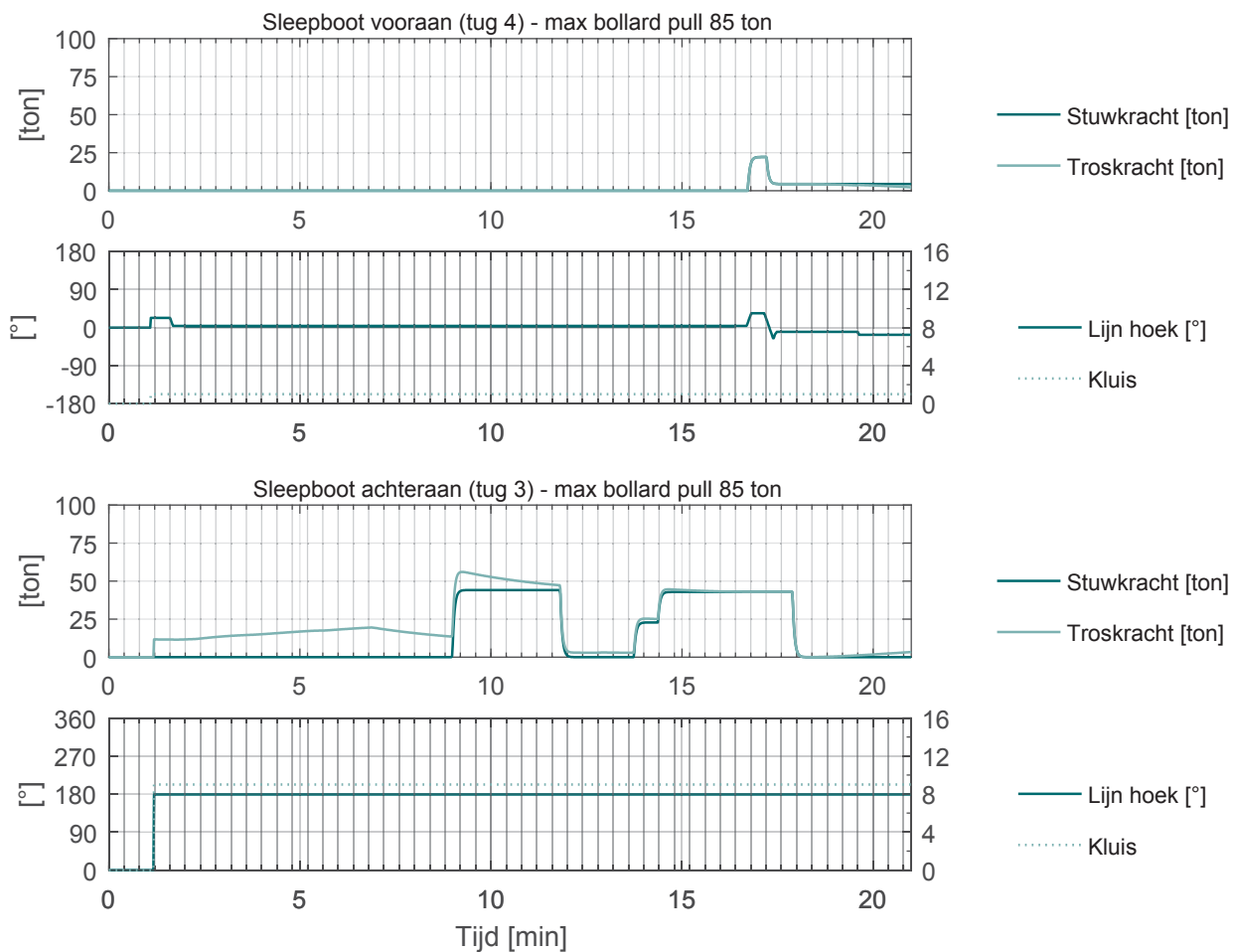
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW3

21 min



VandammeOost_009

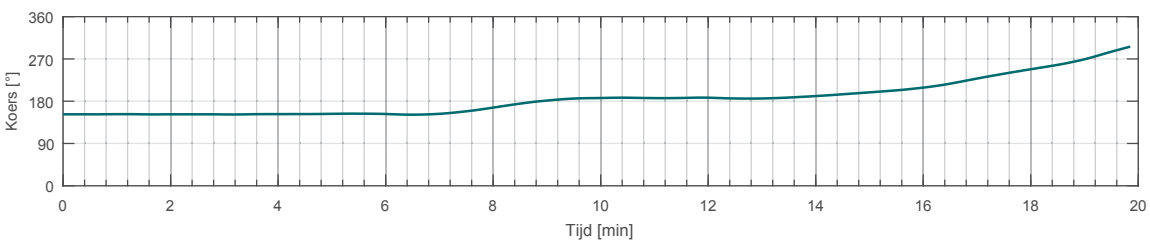
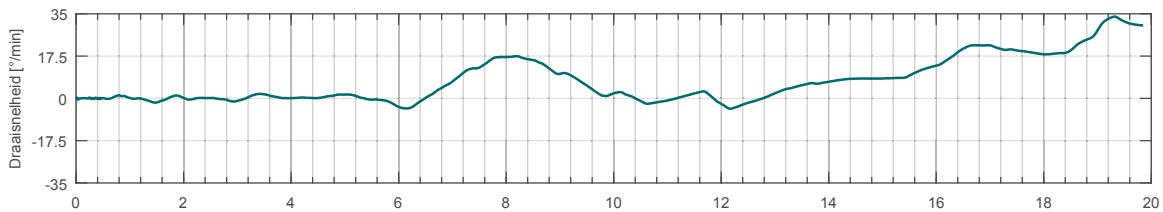
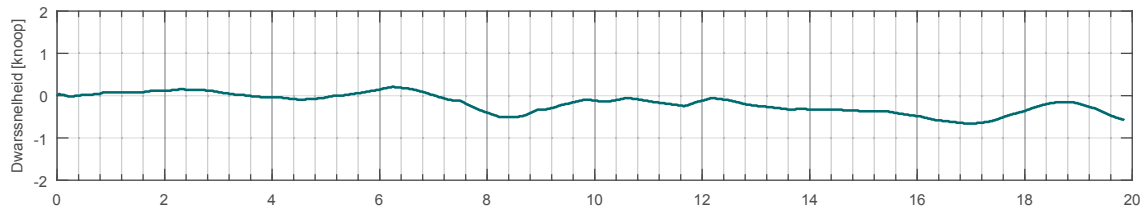
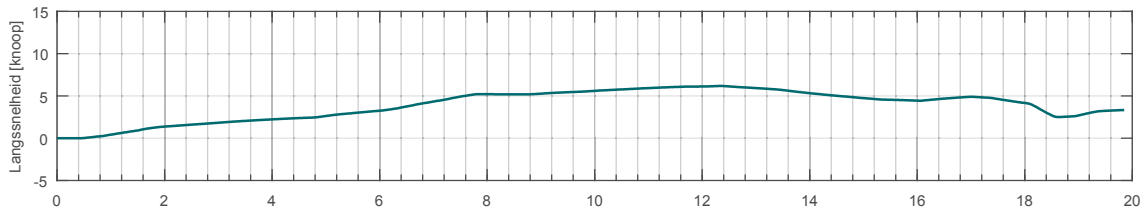
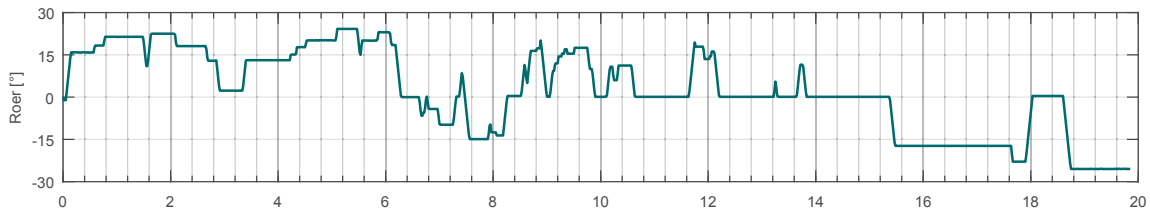
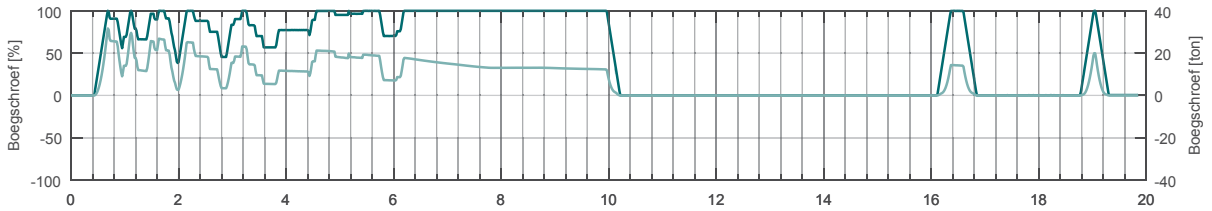
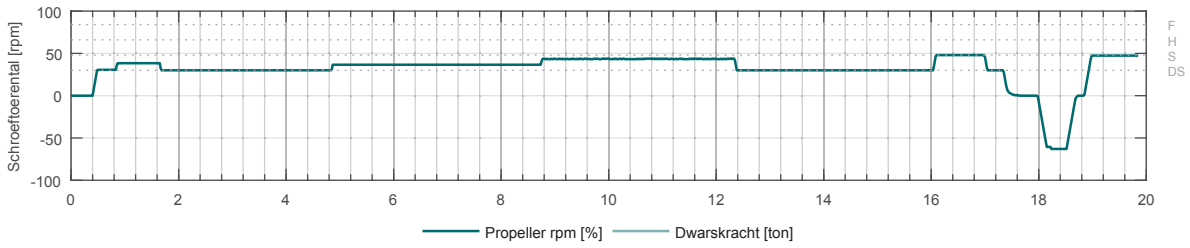
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

19.9 min



VandammeOost_009

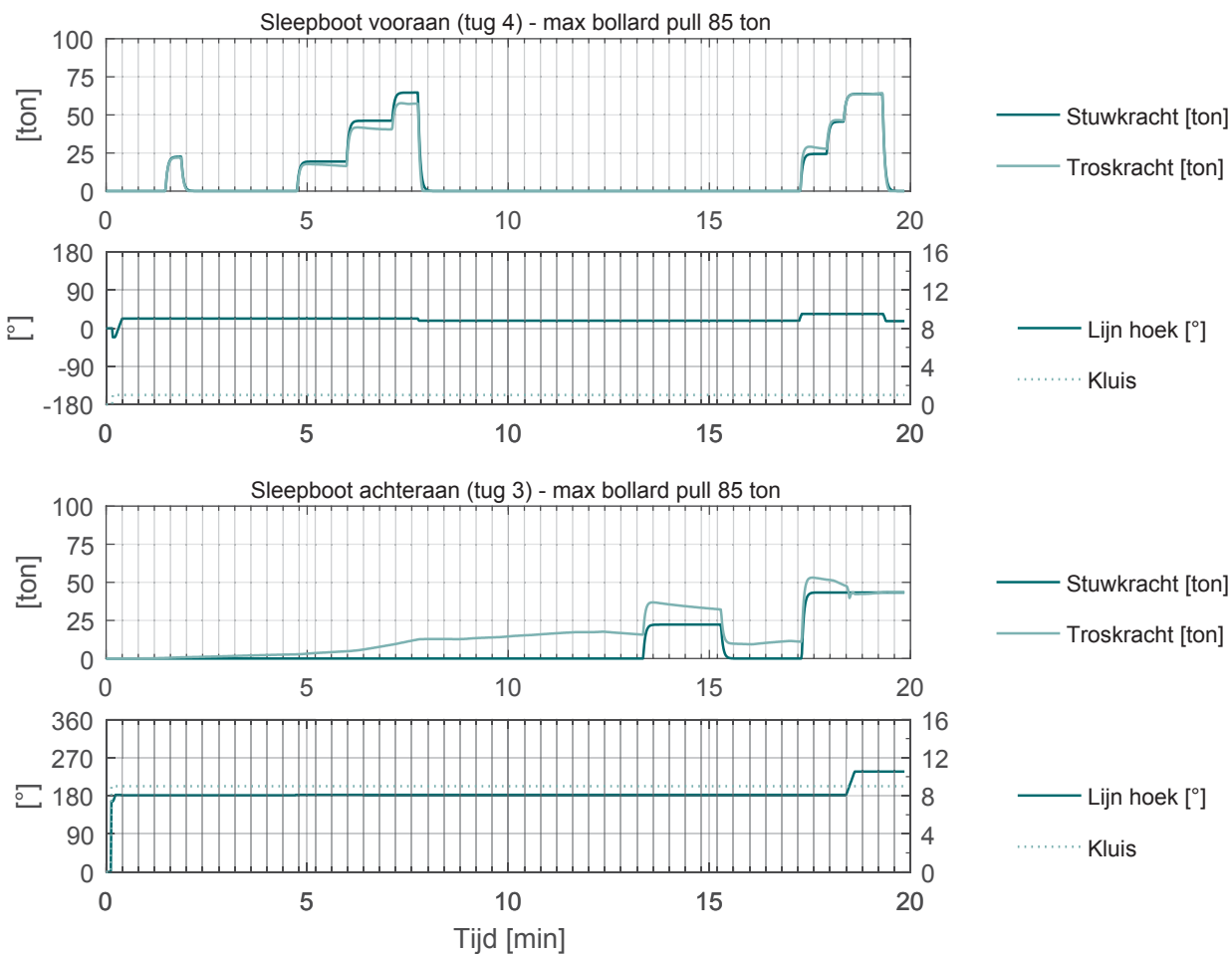
SIM225

carCar_265_400_NSZ

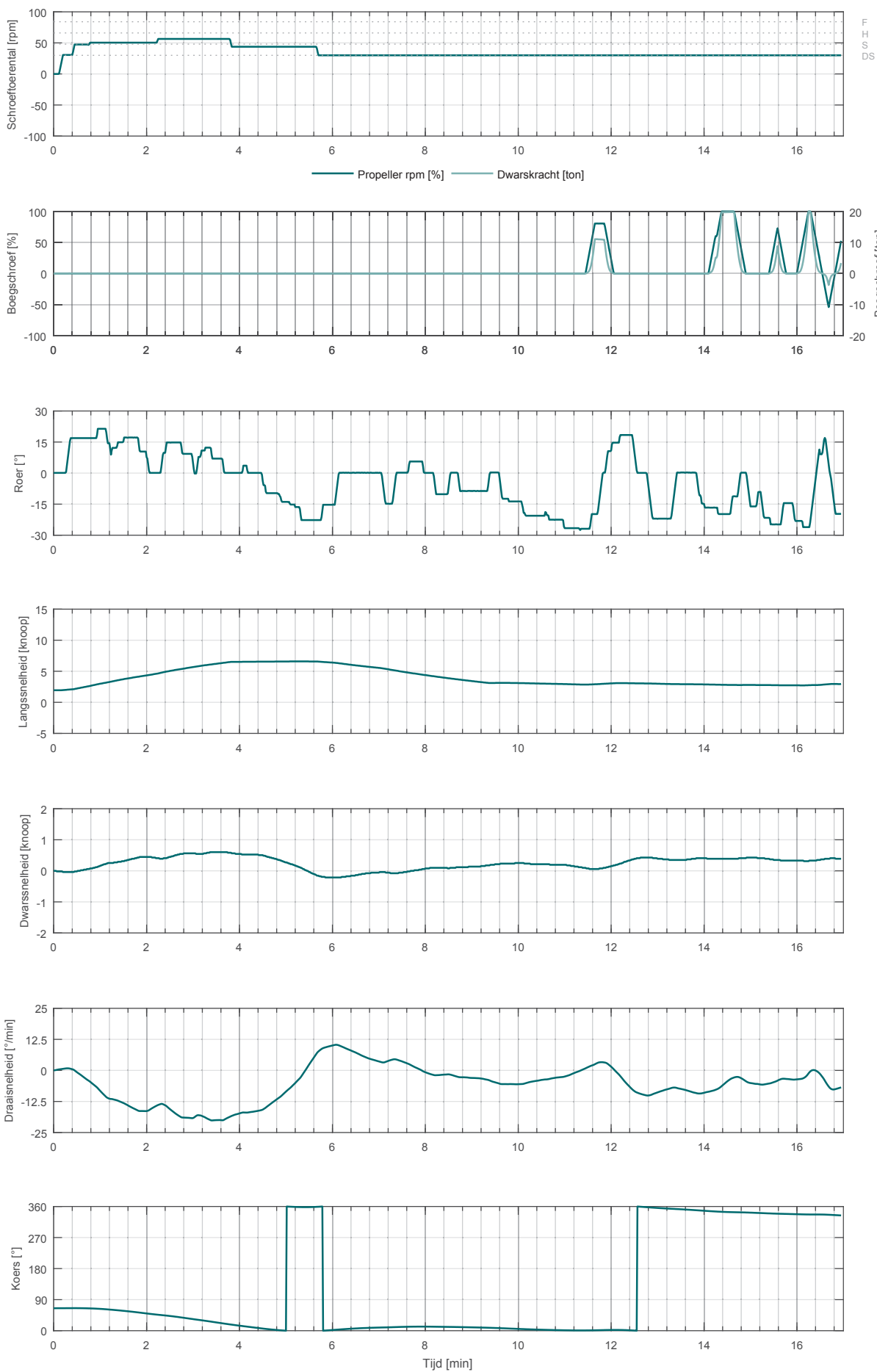
Achterhaven: opvaart

ZW5

19.9 min



VandammeOost_010 SIM225 carCar_265_400_NSZ Achterhaven: afvaart ZW5 17 min



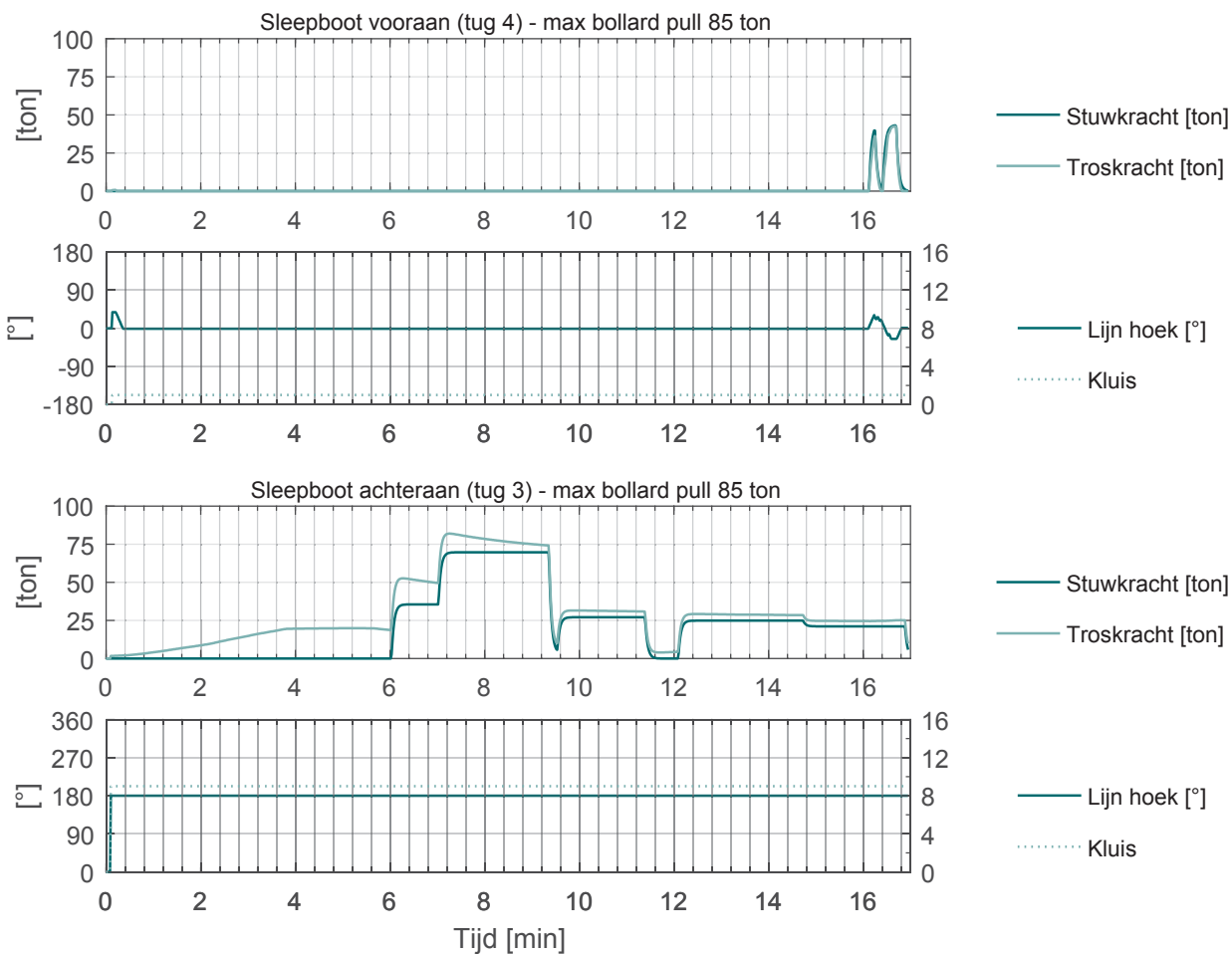
VandammeOost_010

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

17 min



VandammeWest_001

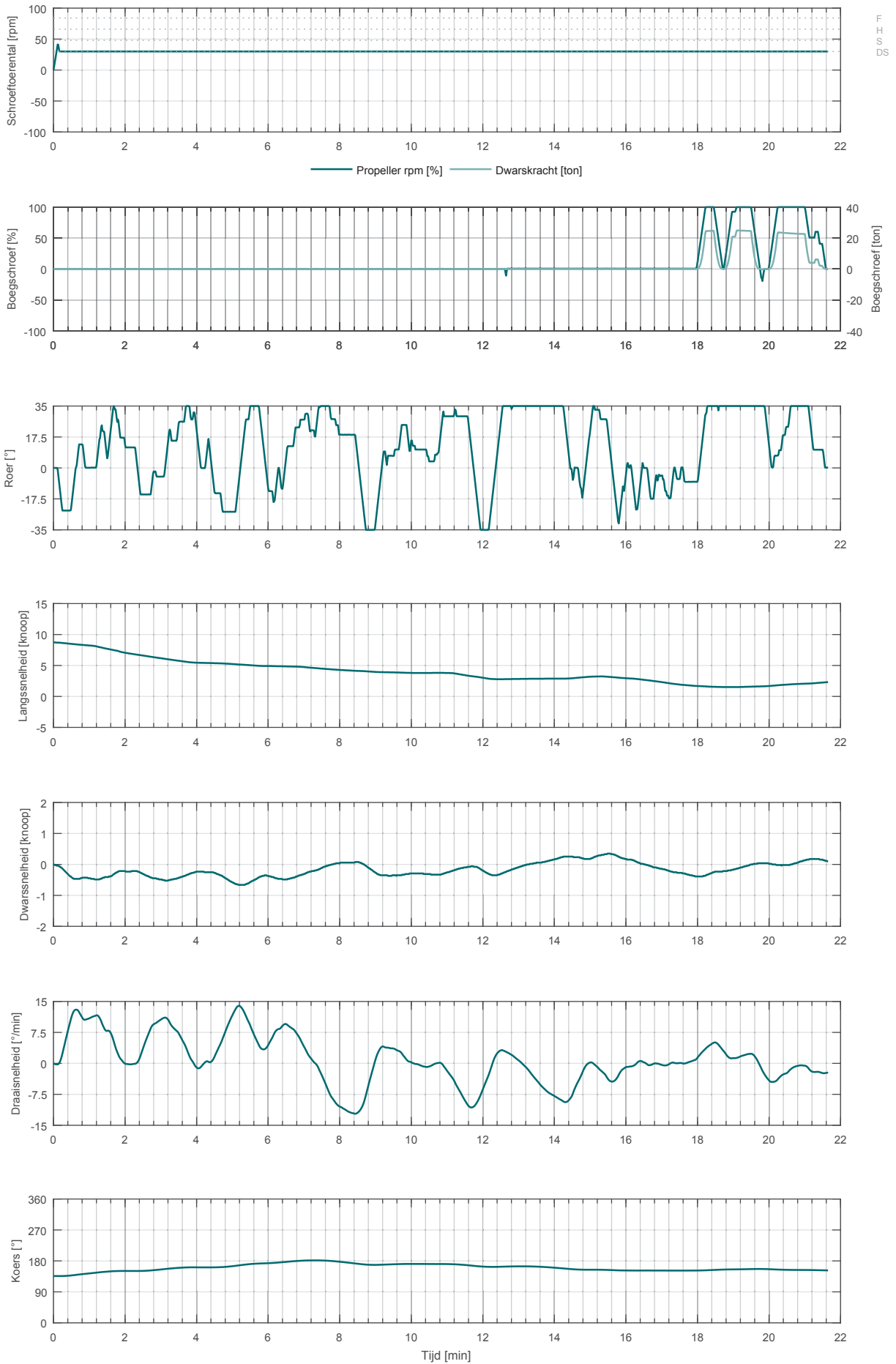
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

21.7 min



VandammeWest_001

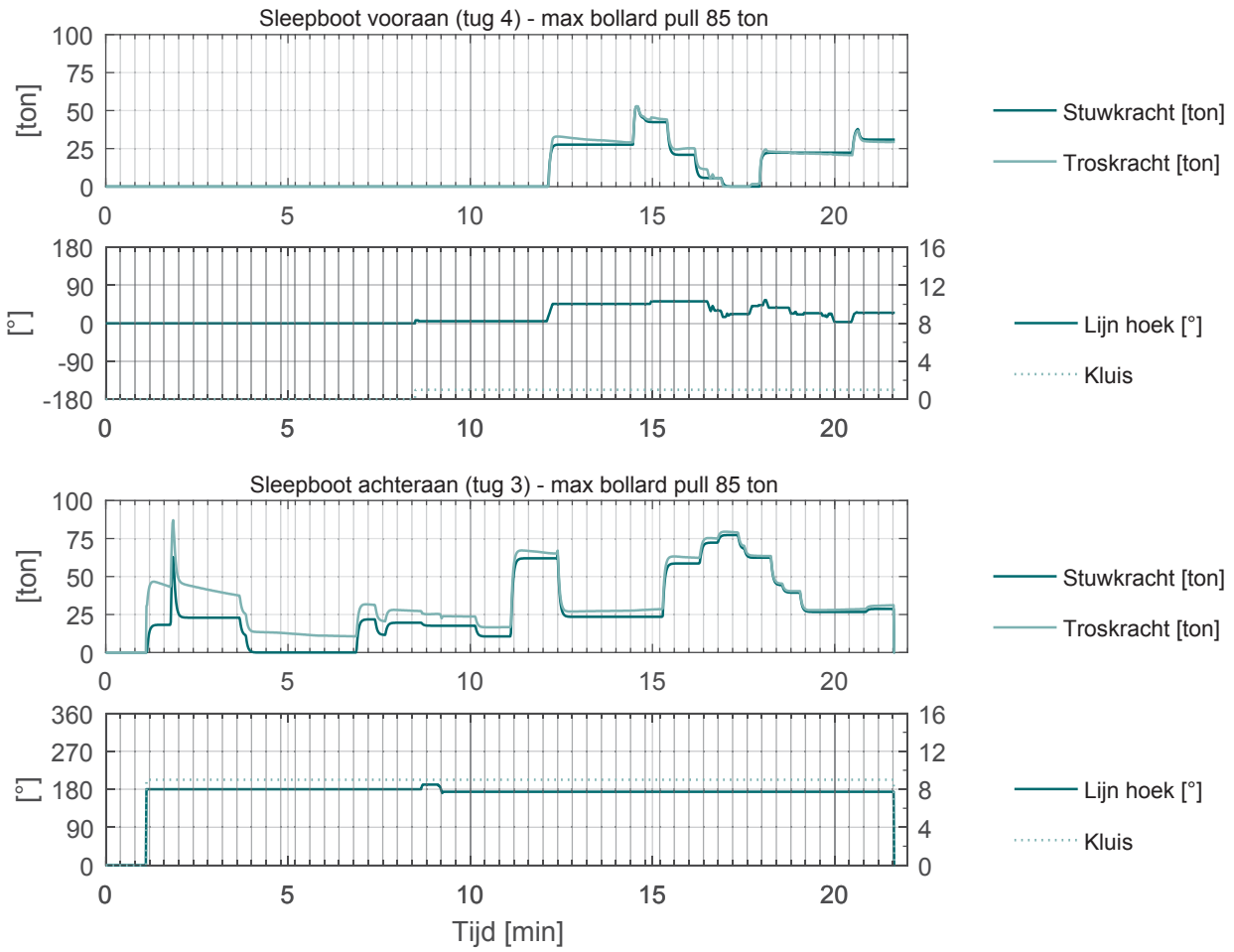
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

21.7 min



VandammeWest_002

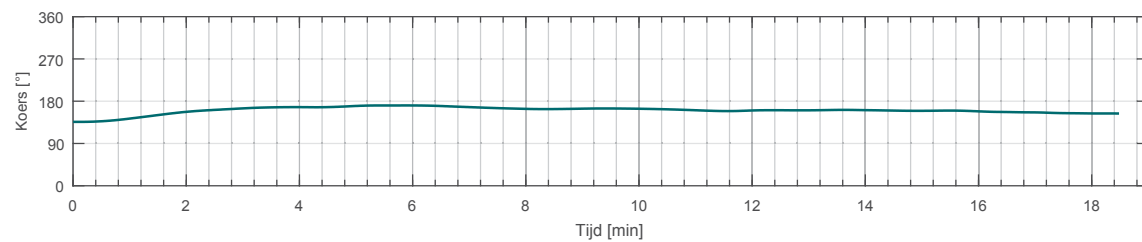
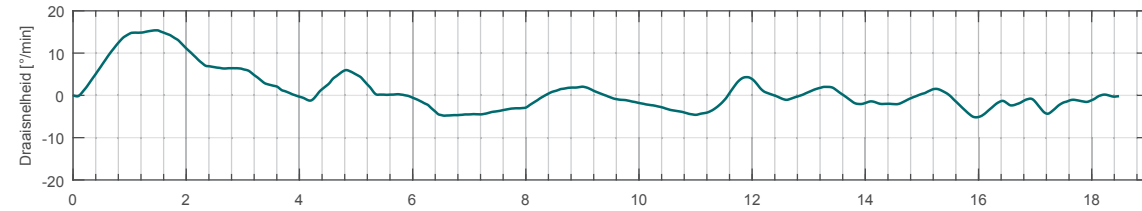
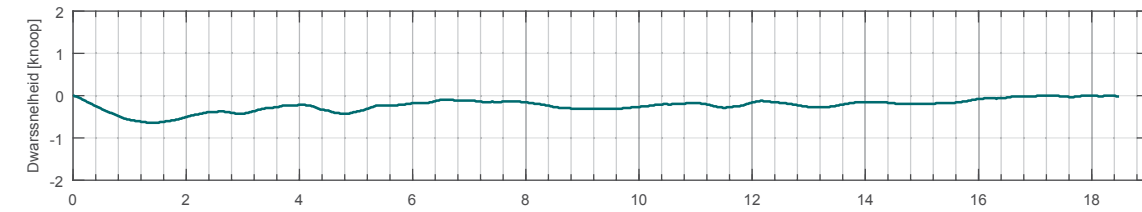
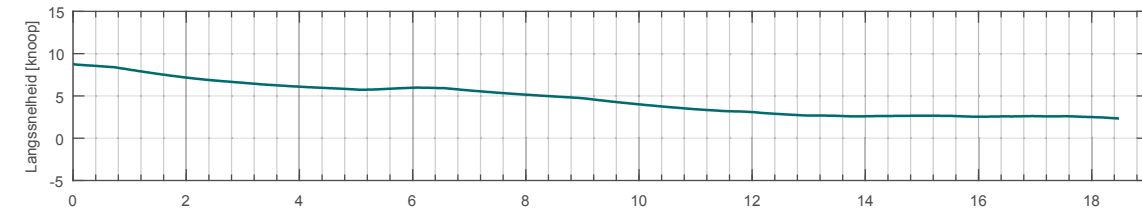
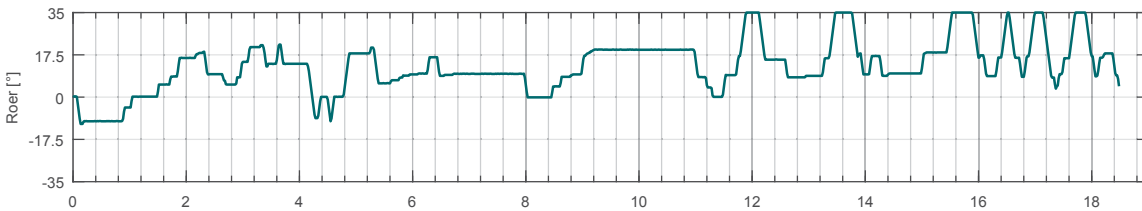
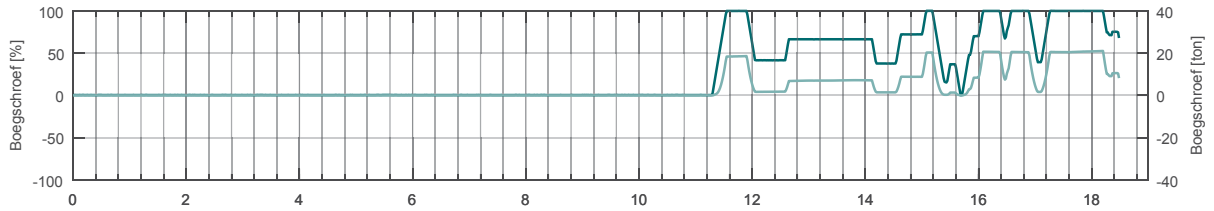
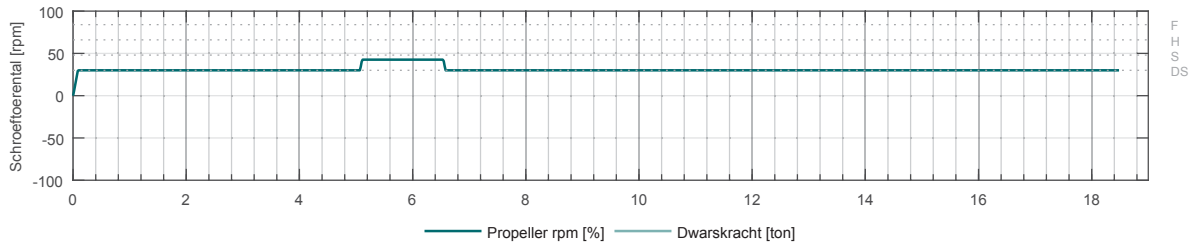
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

18.5 min



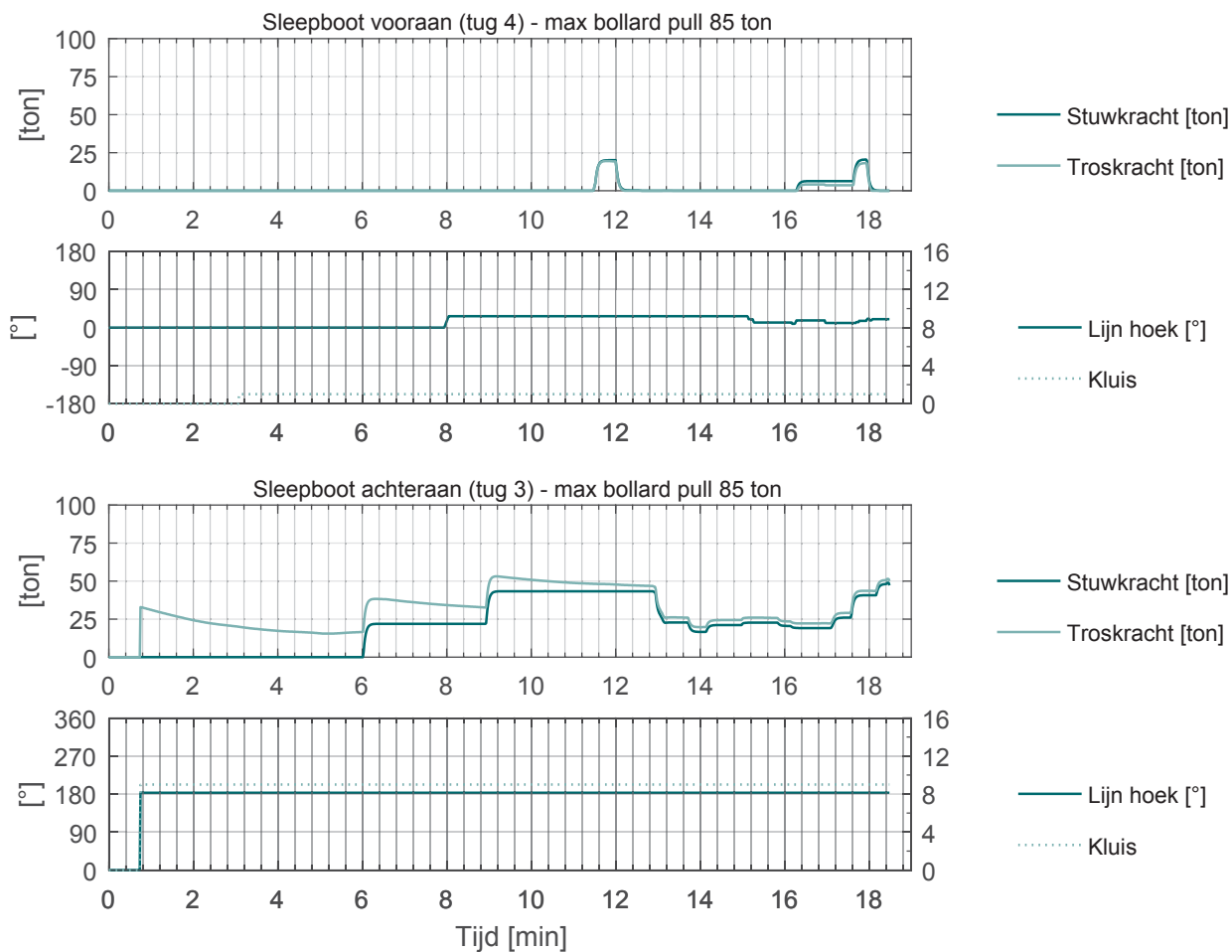
VandammeWest_002

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

18.5 min



VandammeWest_003

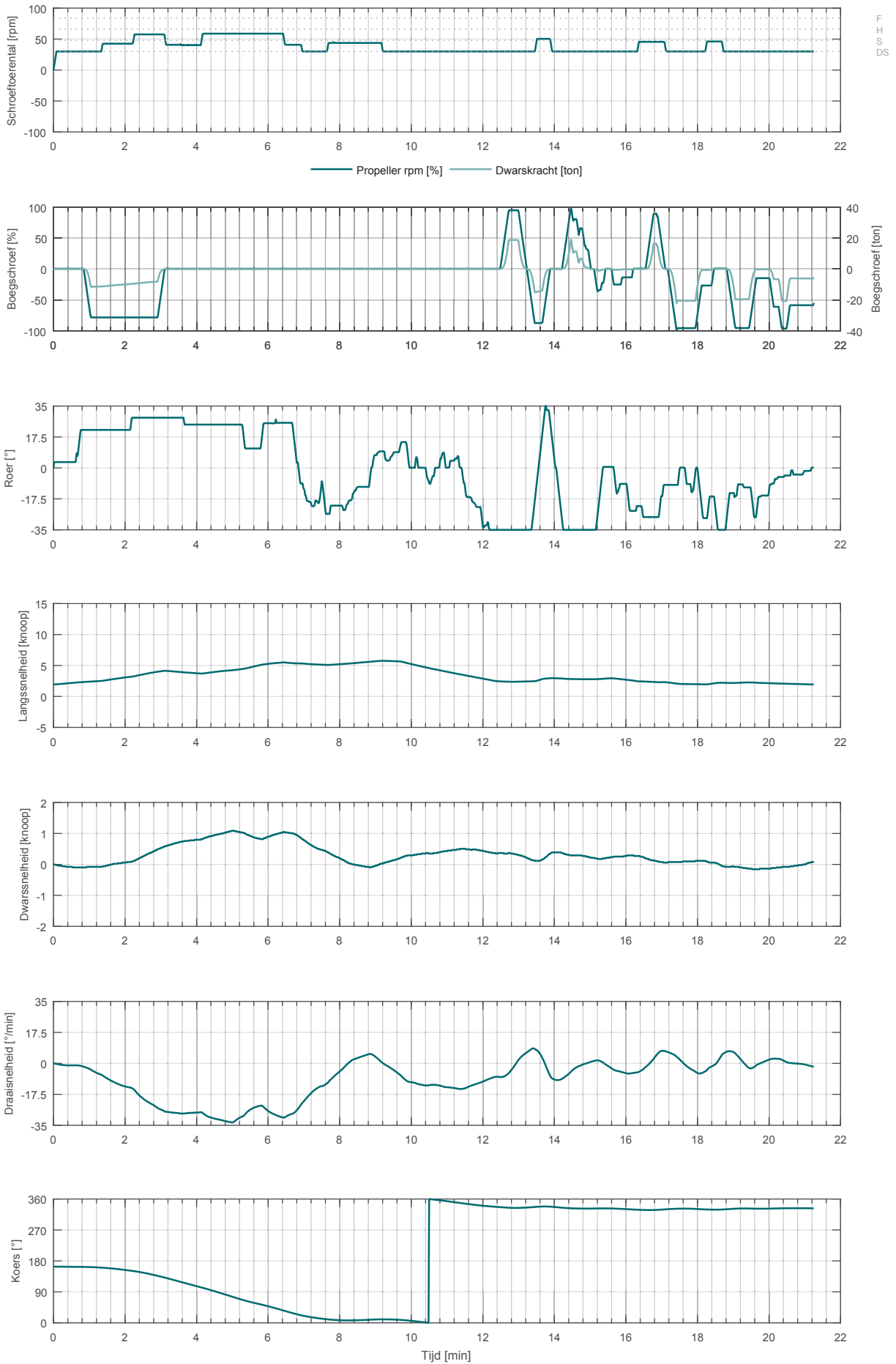
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

21.3 min



VandammeWest_003

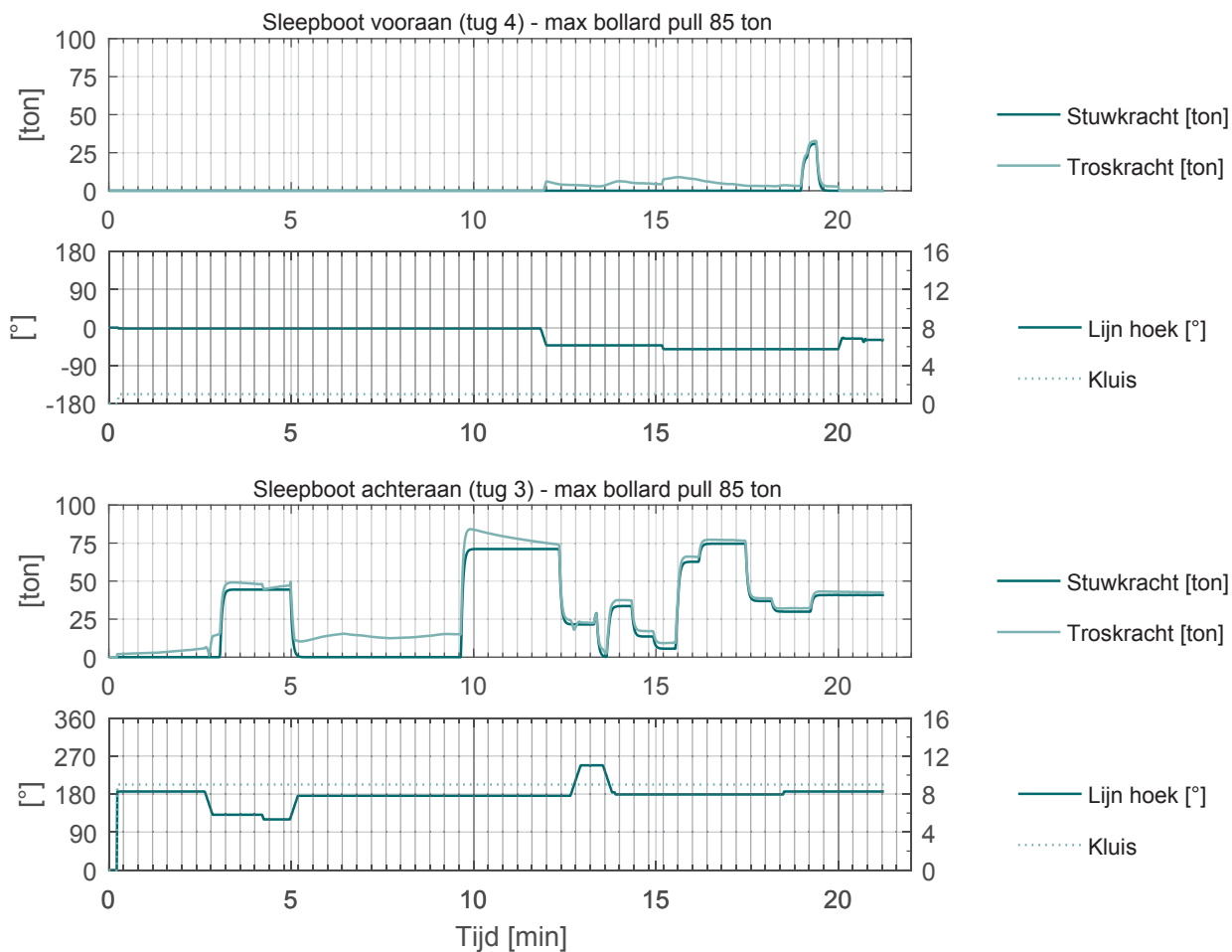
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

21.3 min



VandammeWest_004

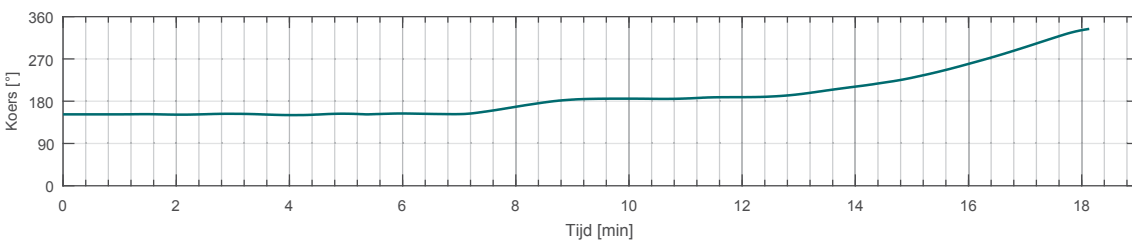
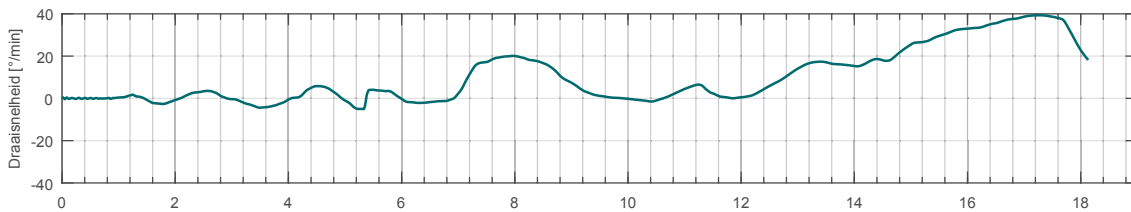
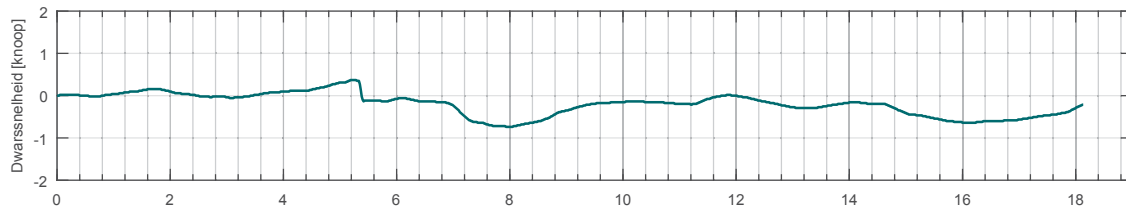
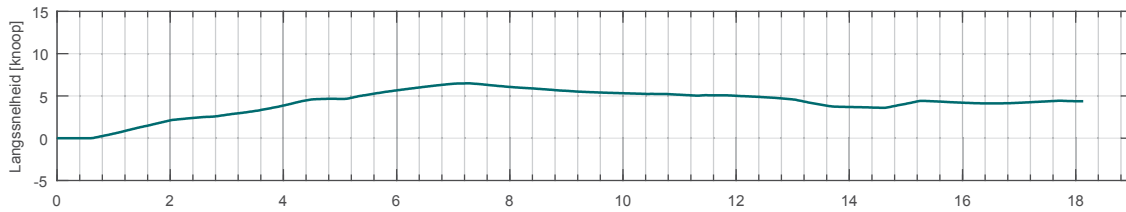
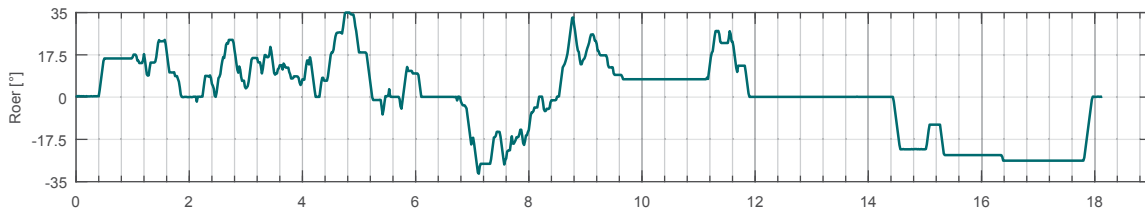
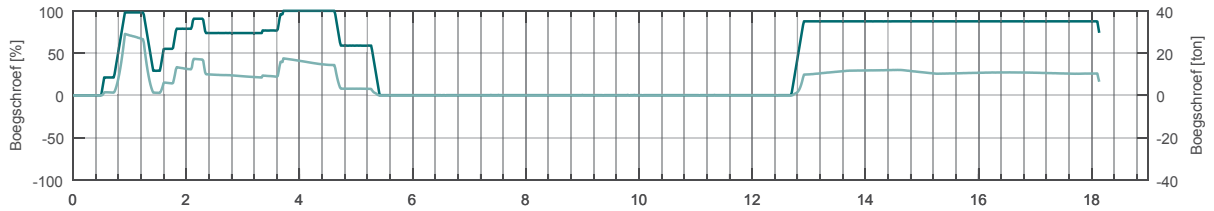
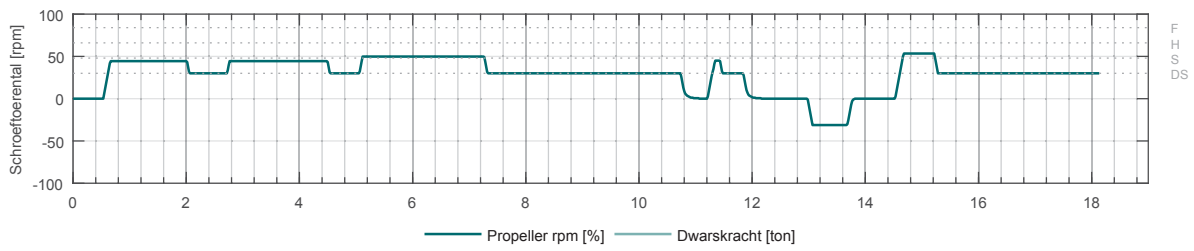
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

18.1 min



VandammeWest_004

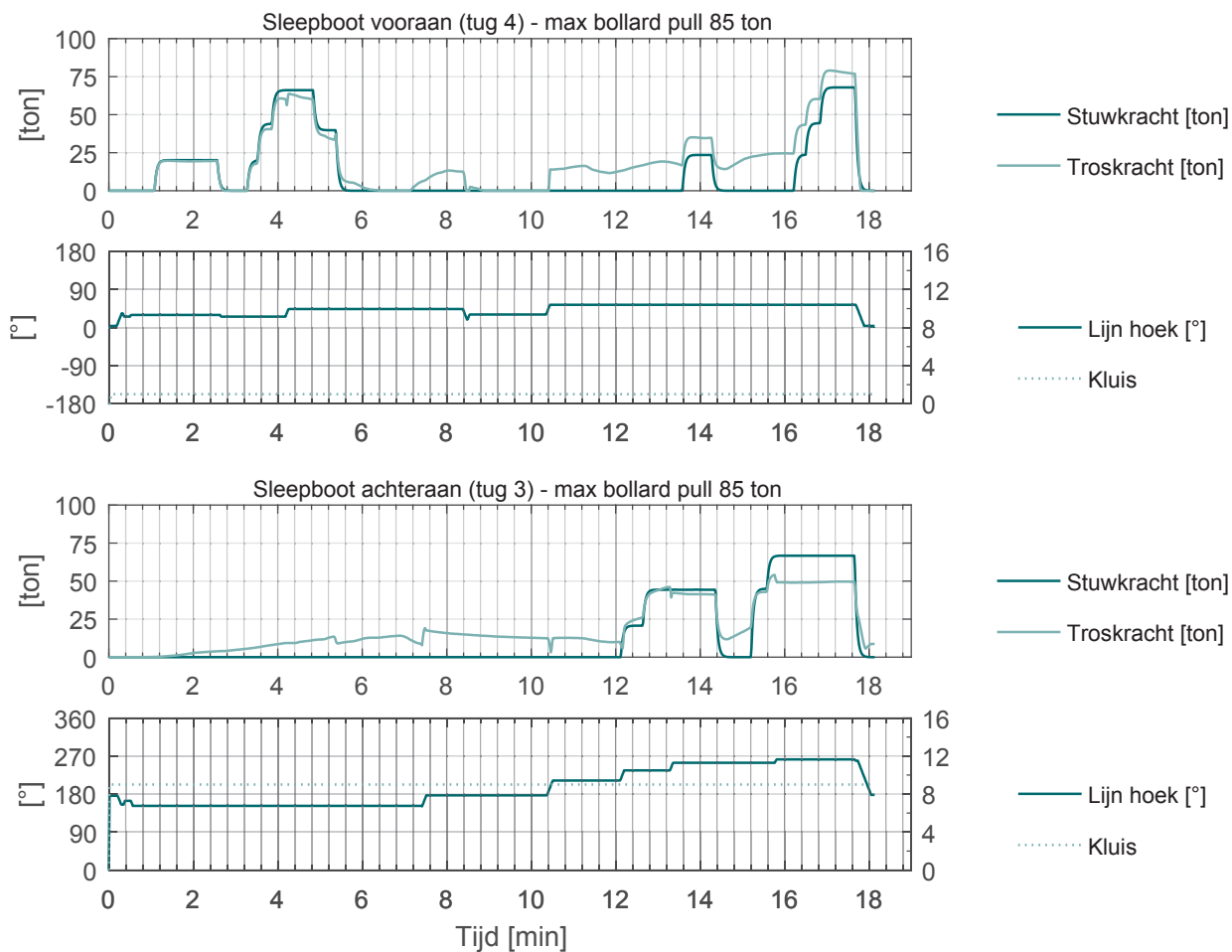
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

18.1 min



VandammeWest_005

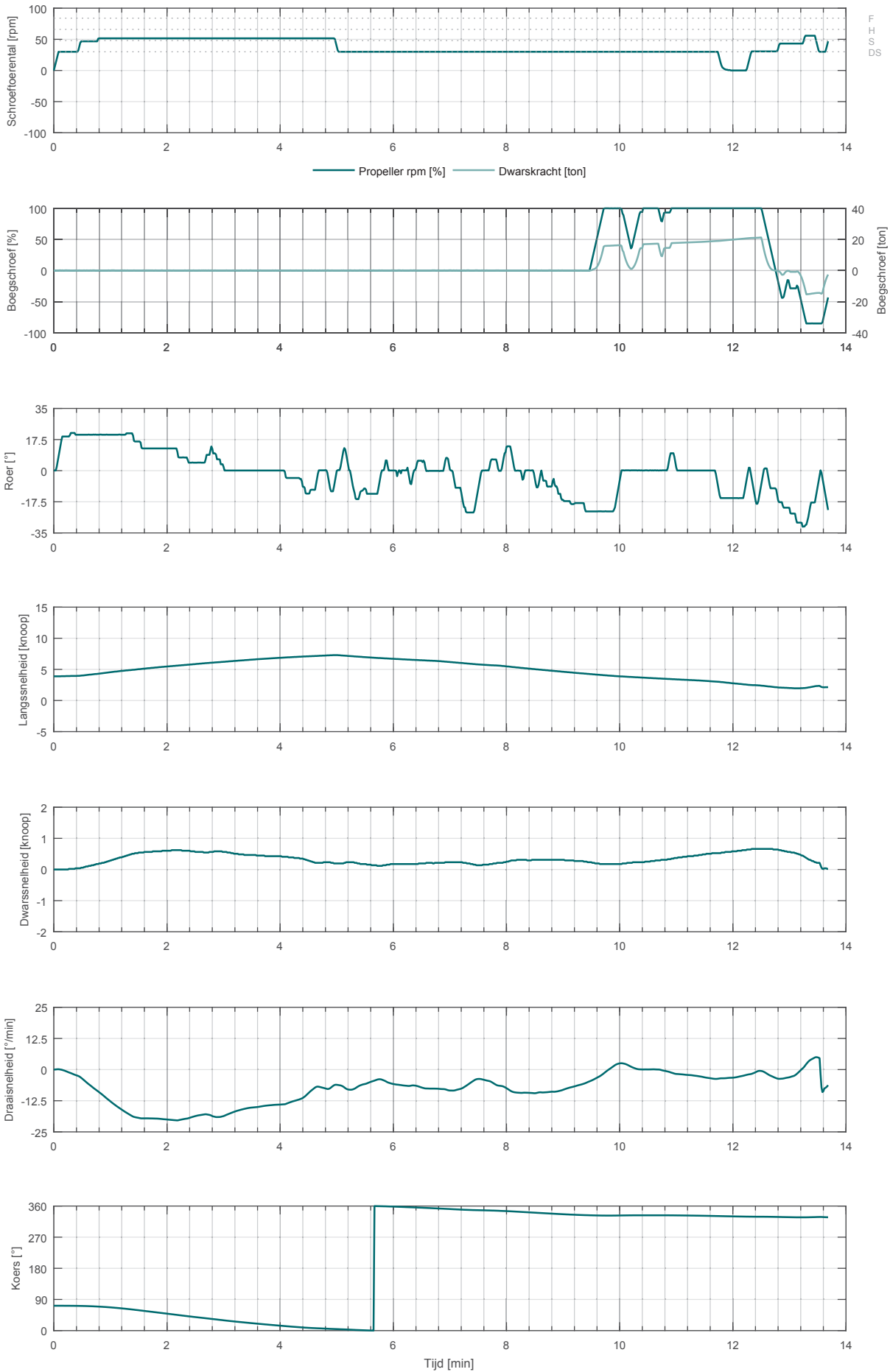
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

13.7 min



VandammeWest_005

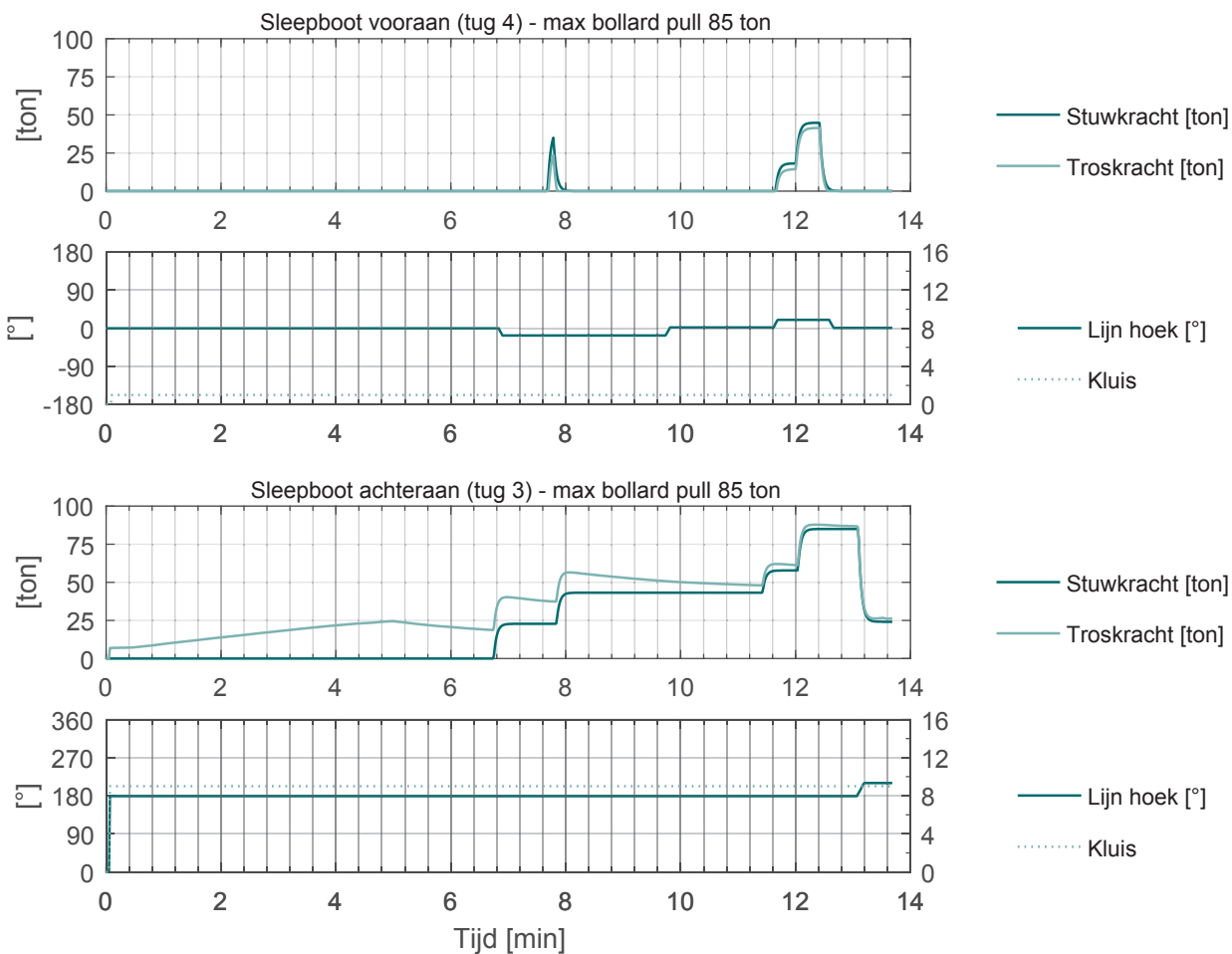
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

13.7 min



VandammeWest_006

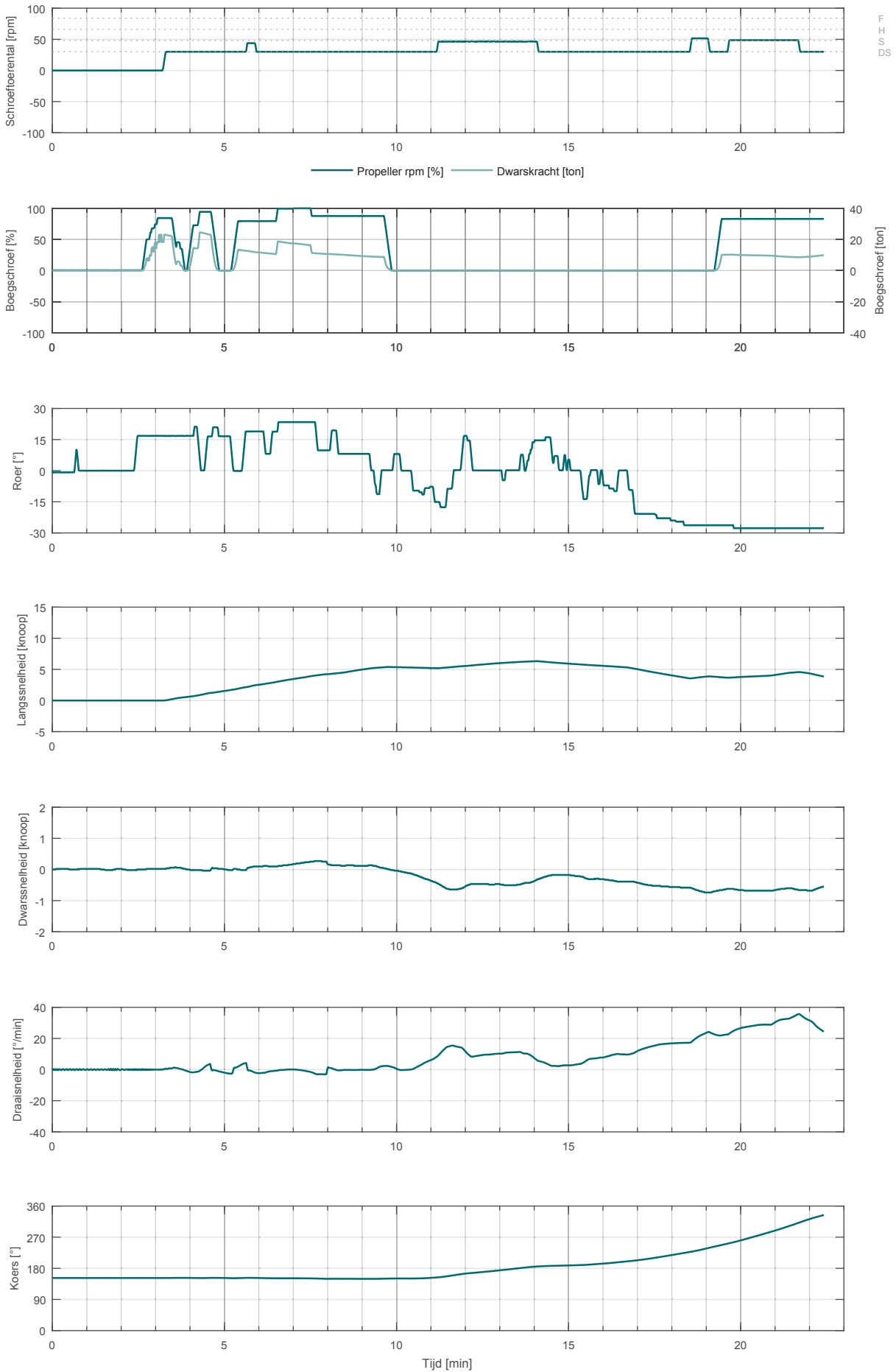
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

22.4 min



VandammeWest_006

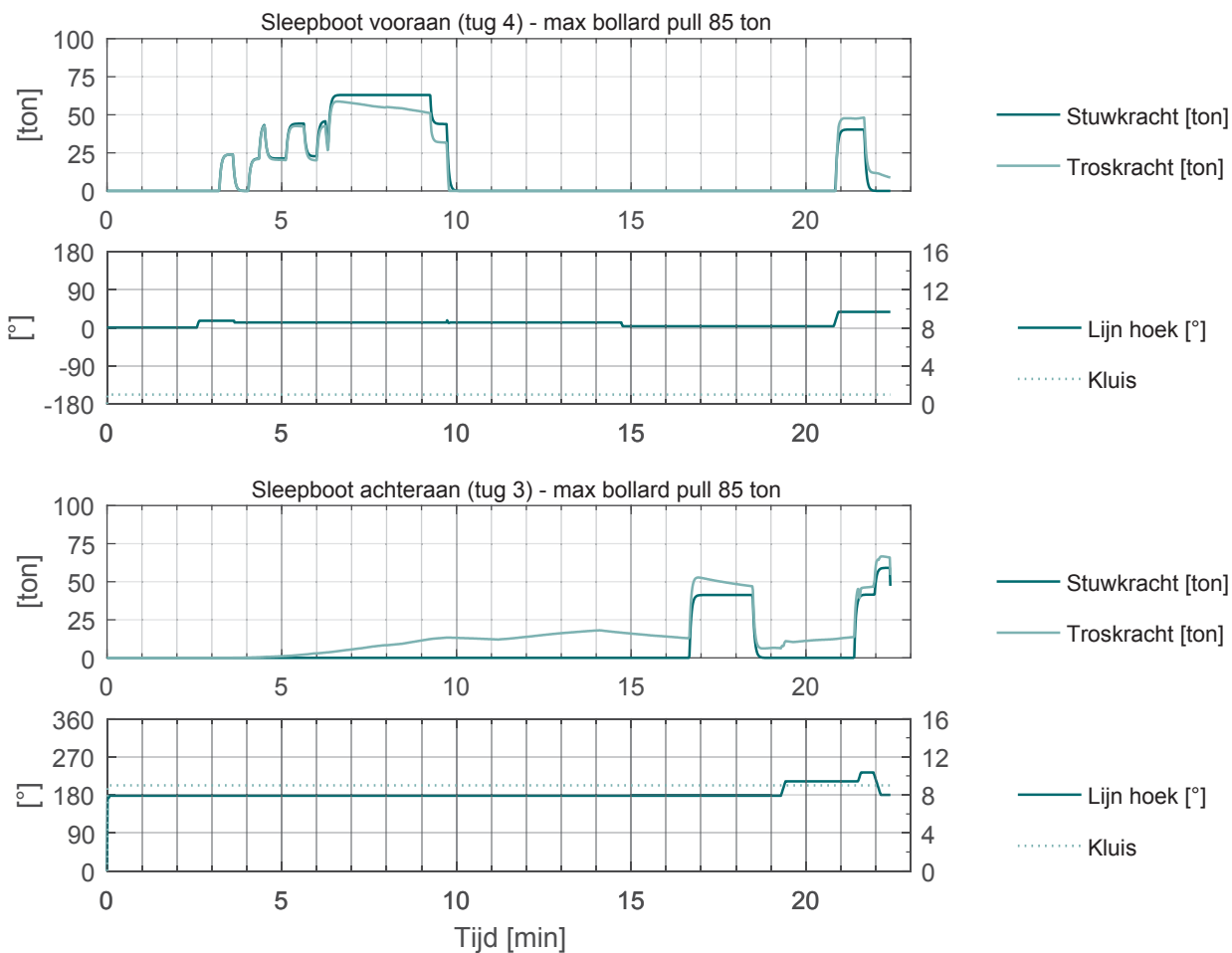
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

22.4 min



Verbindingsdok_001

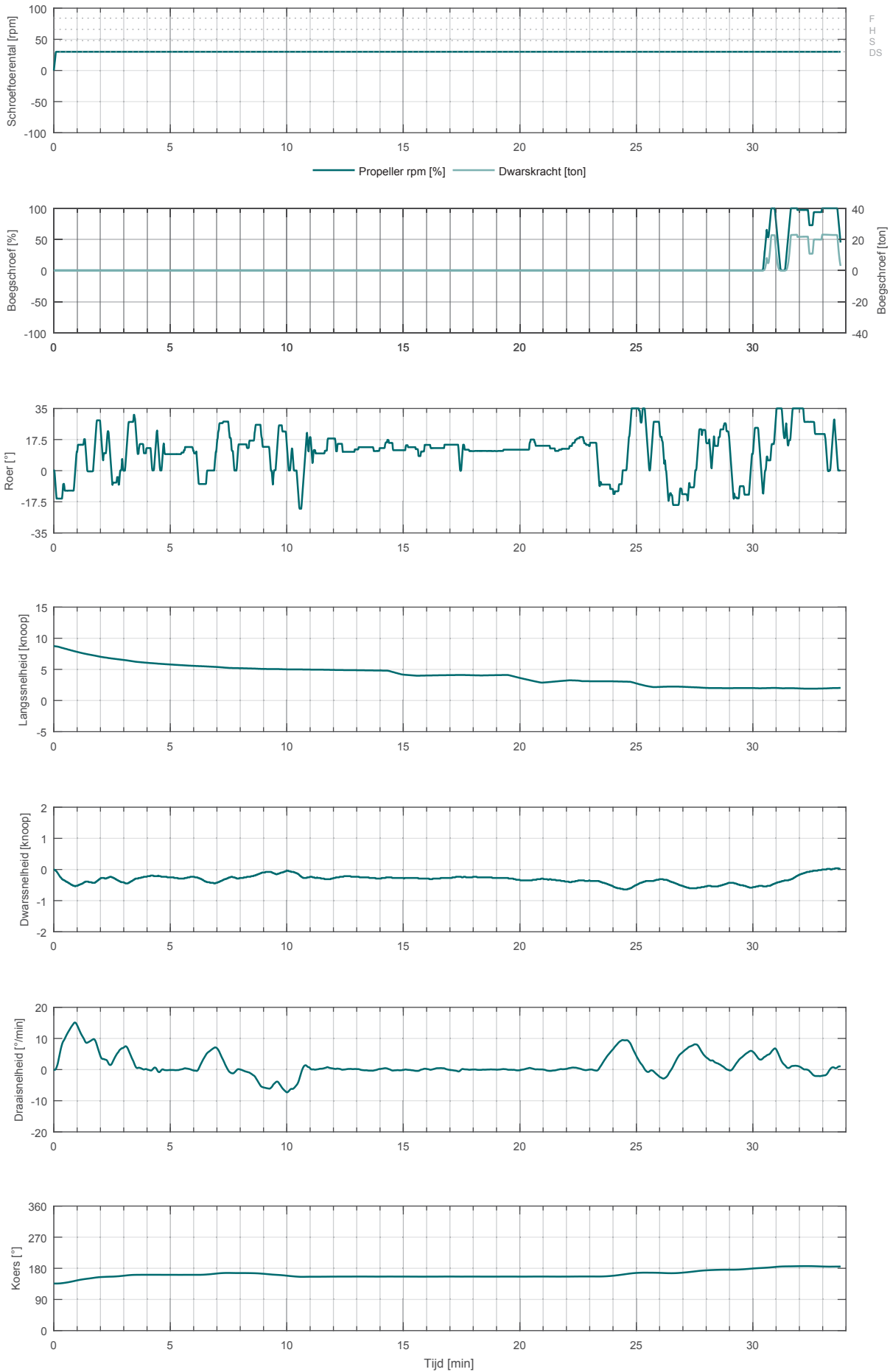
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

33.8 min



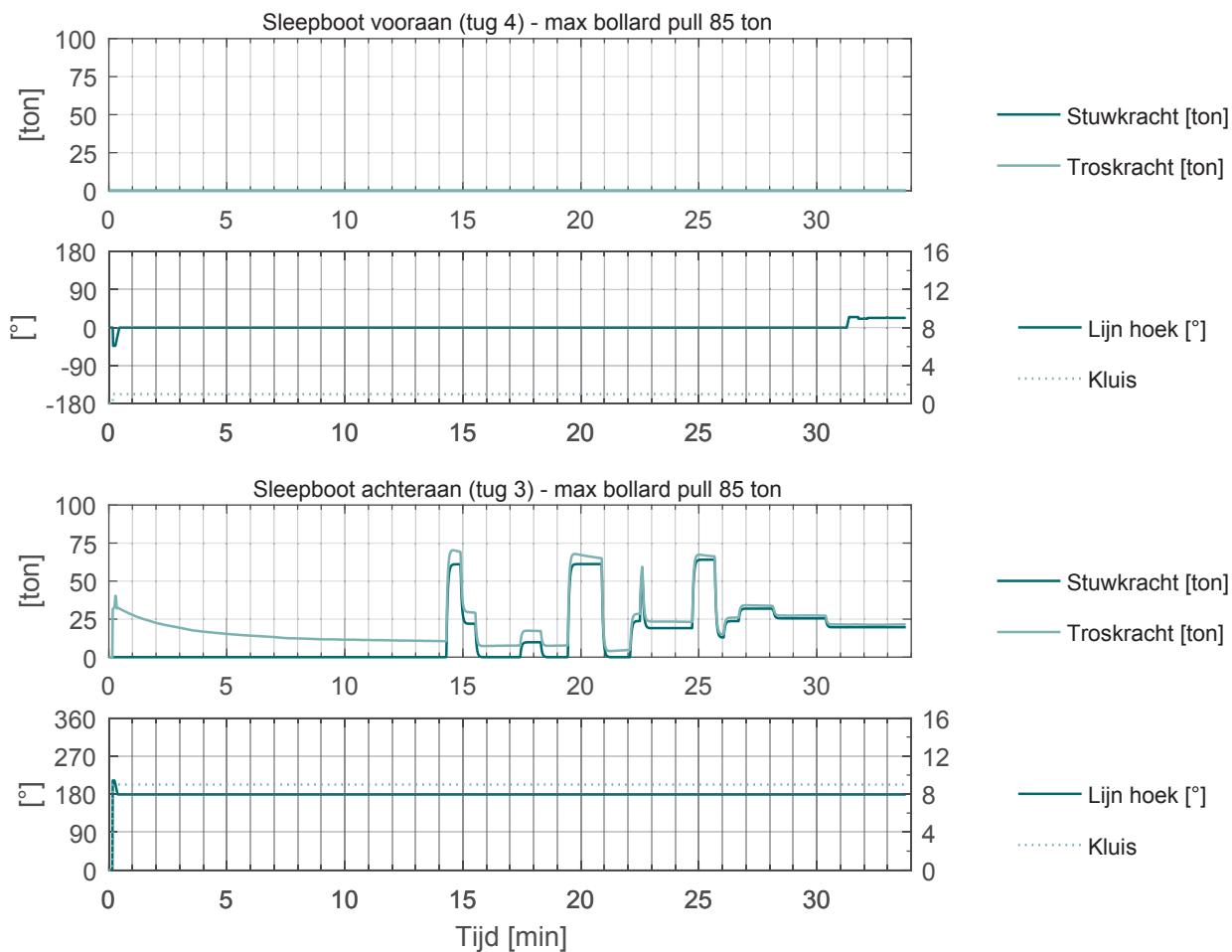
Verbindingsdok_001

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

33.8 min



Verbindingsdok_002

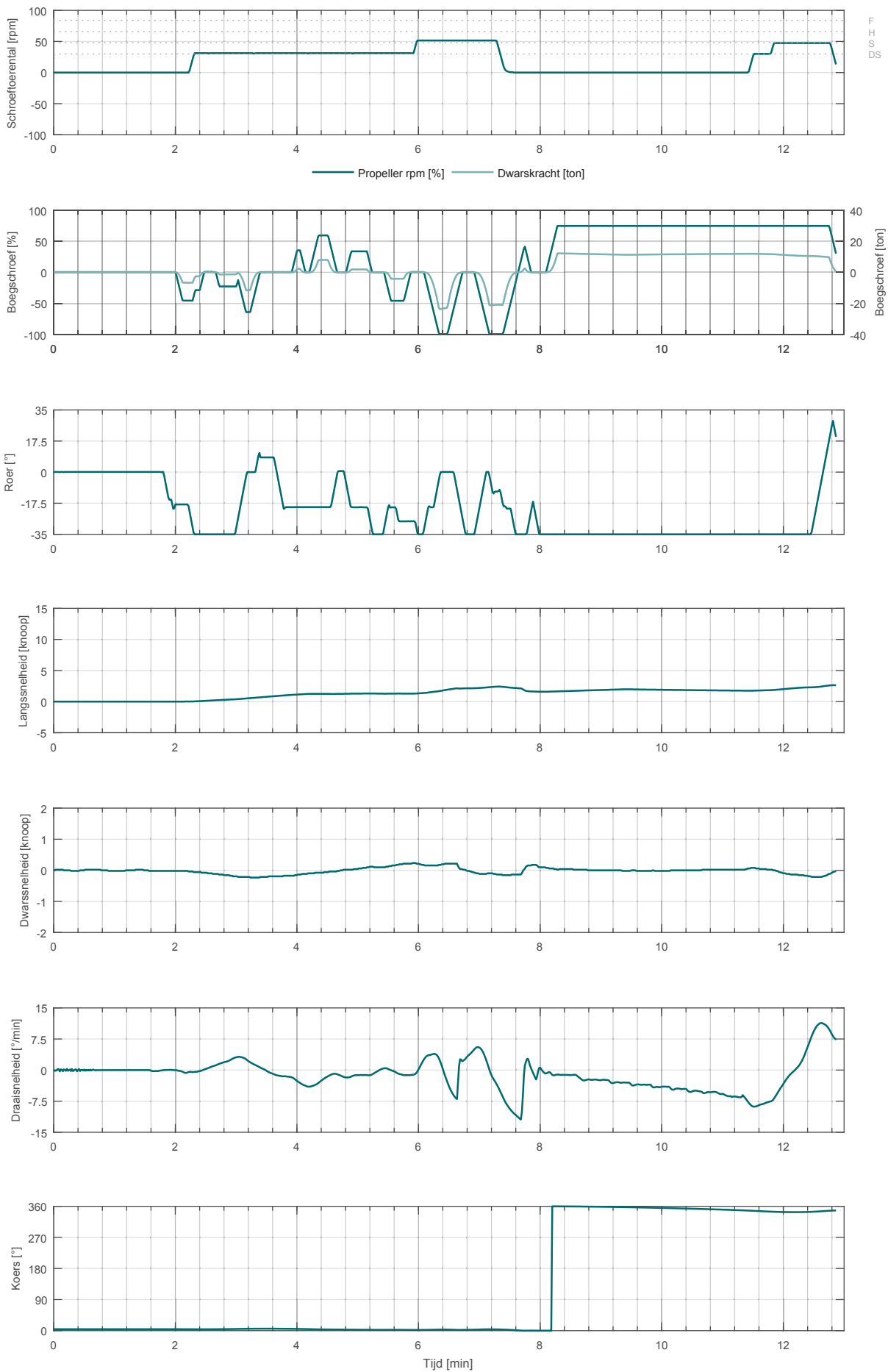
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW6

12.9 min



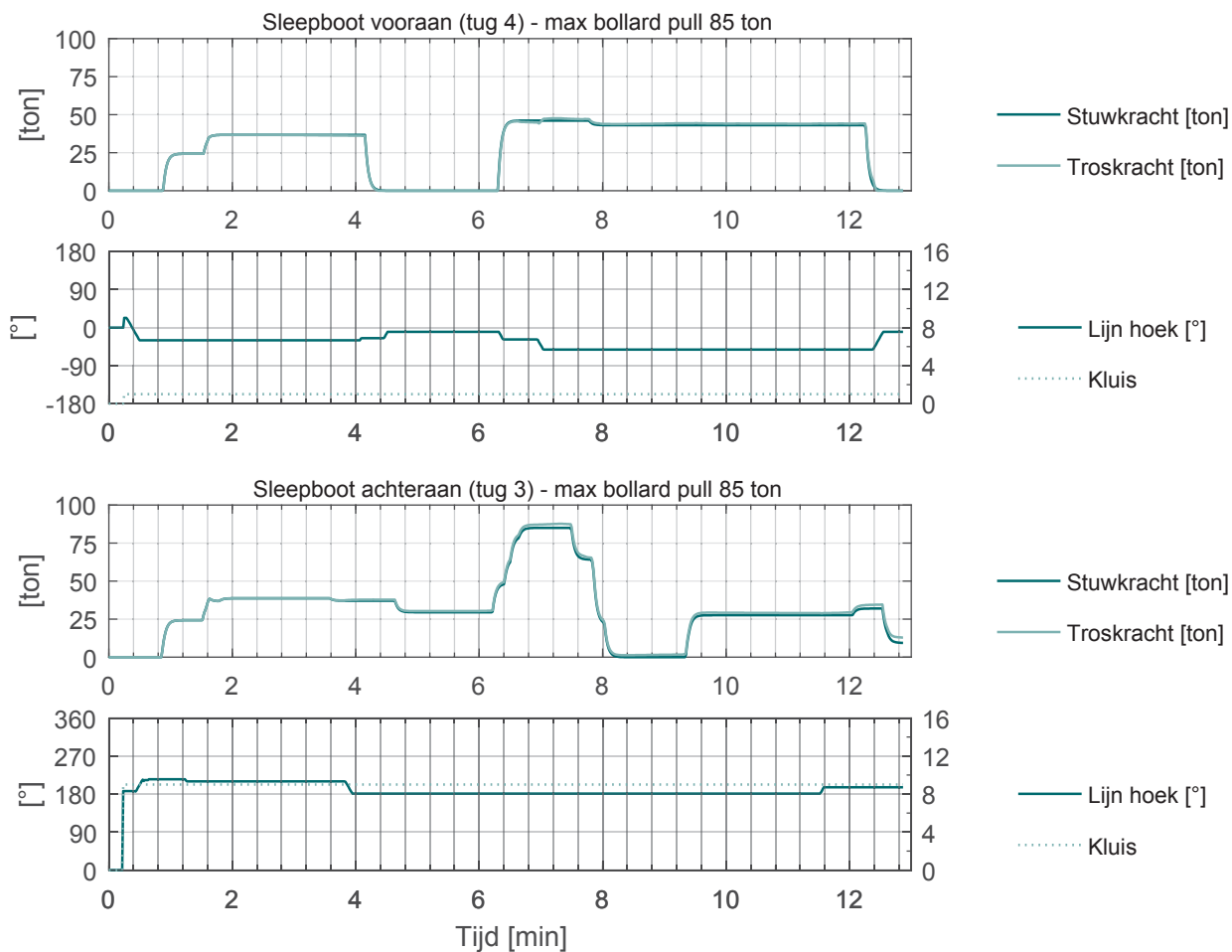
Verbindingsdok_002

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW6

12.9 min



Verbindingsdok_003

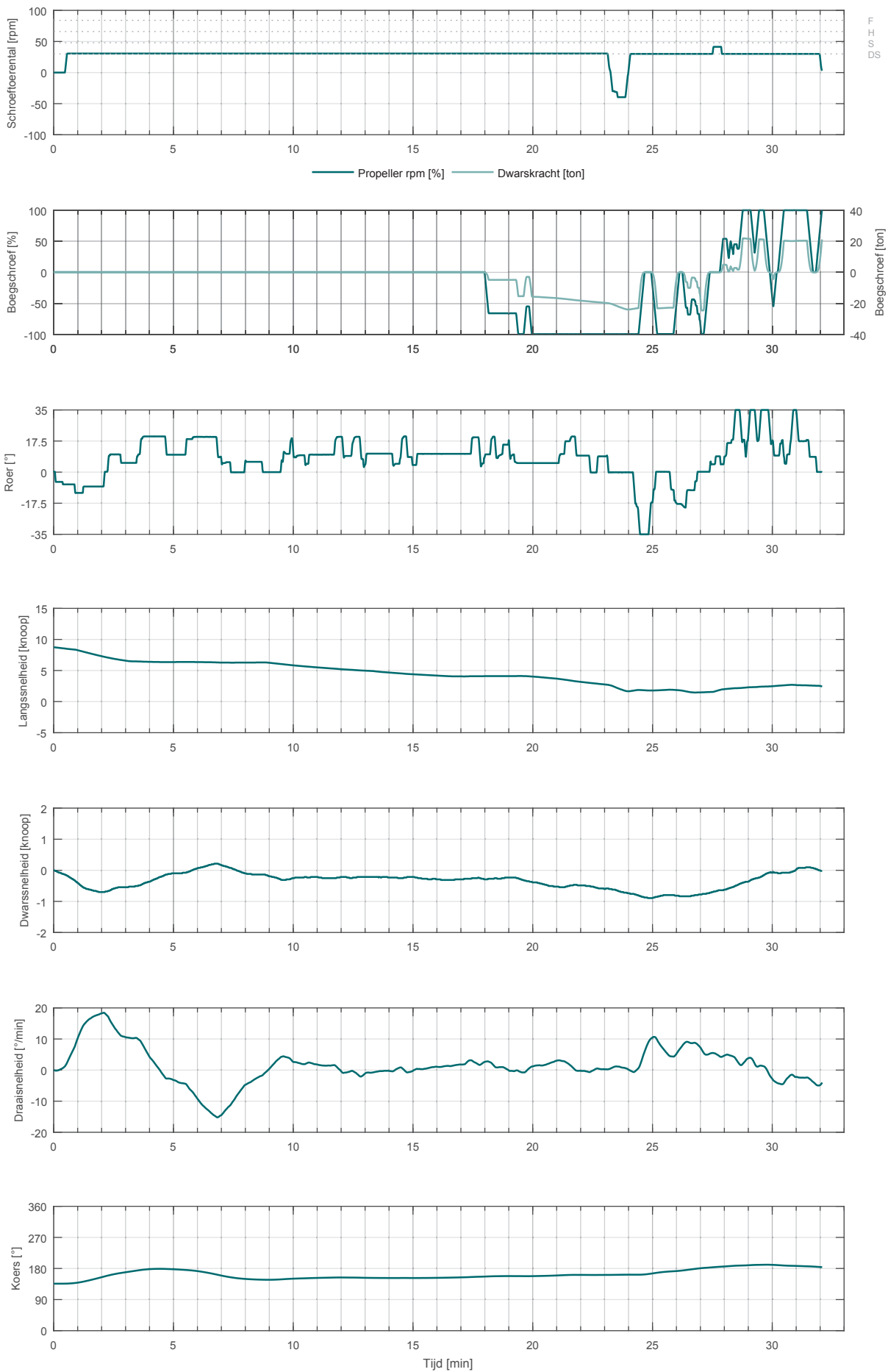
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

32.1 min



Verbindingsdok_003

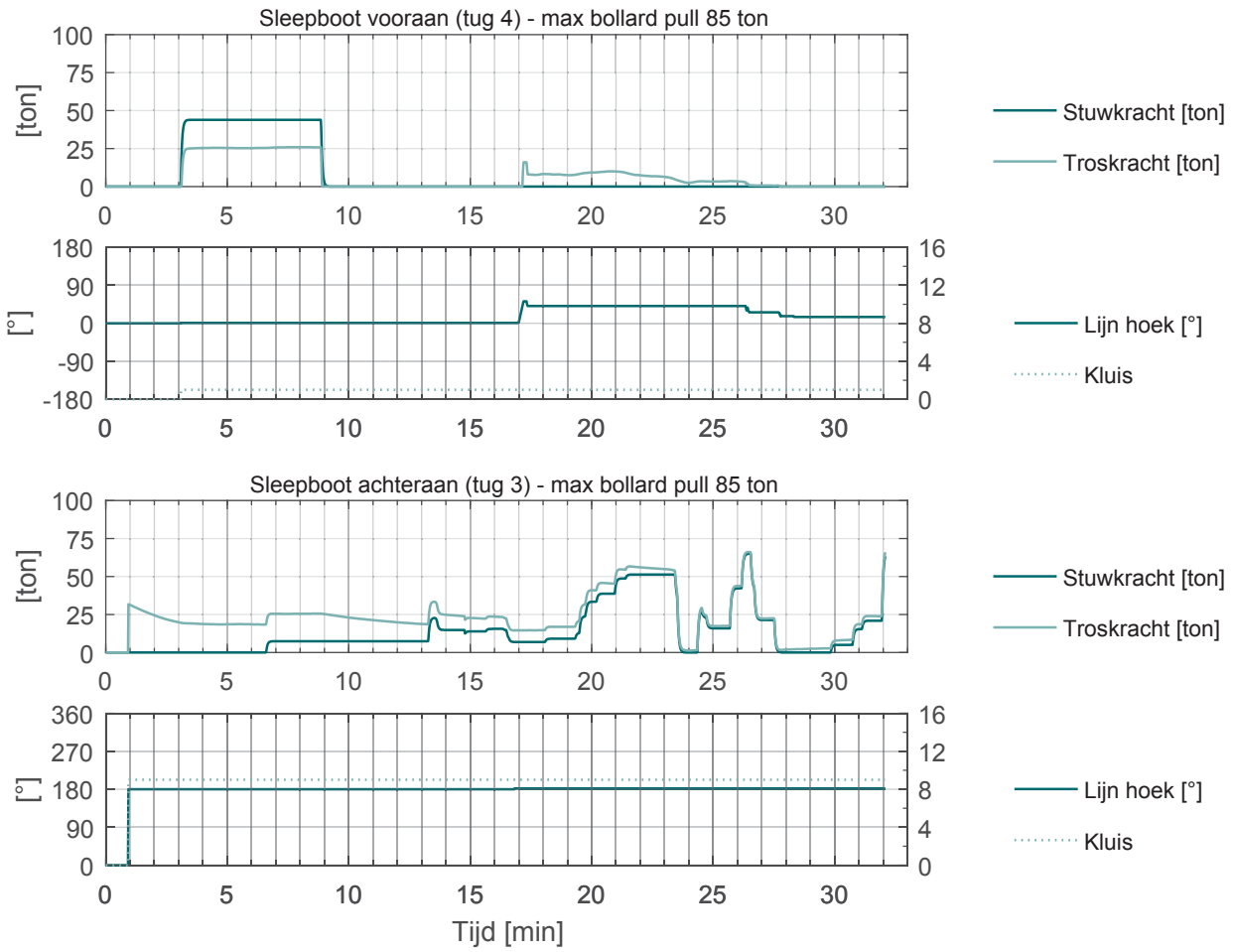
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

32.1 min



Verbindingsdok_004

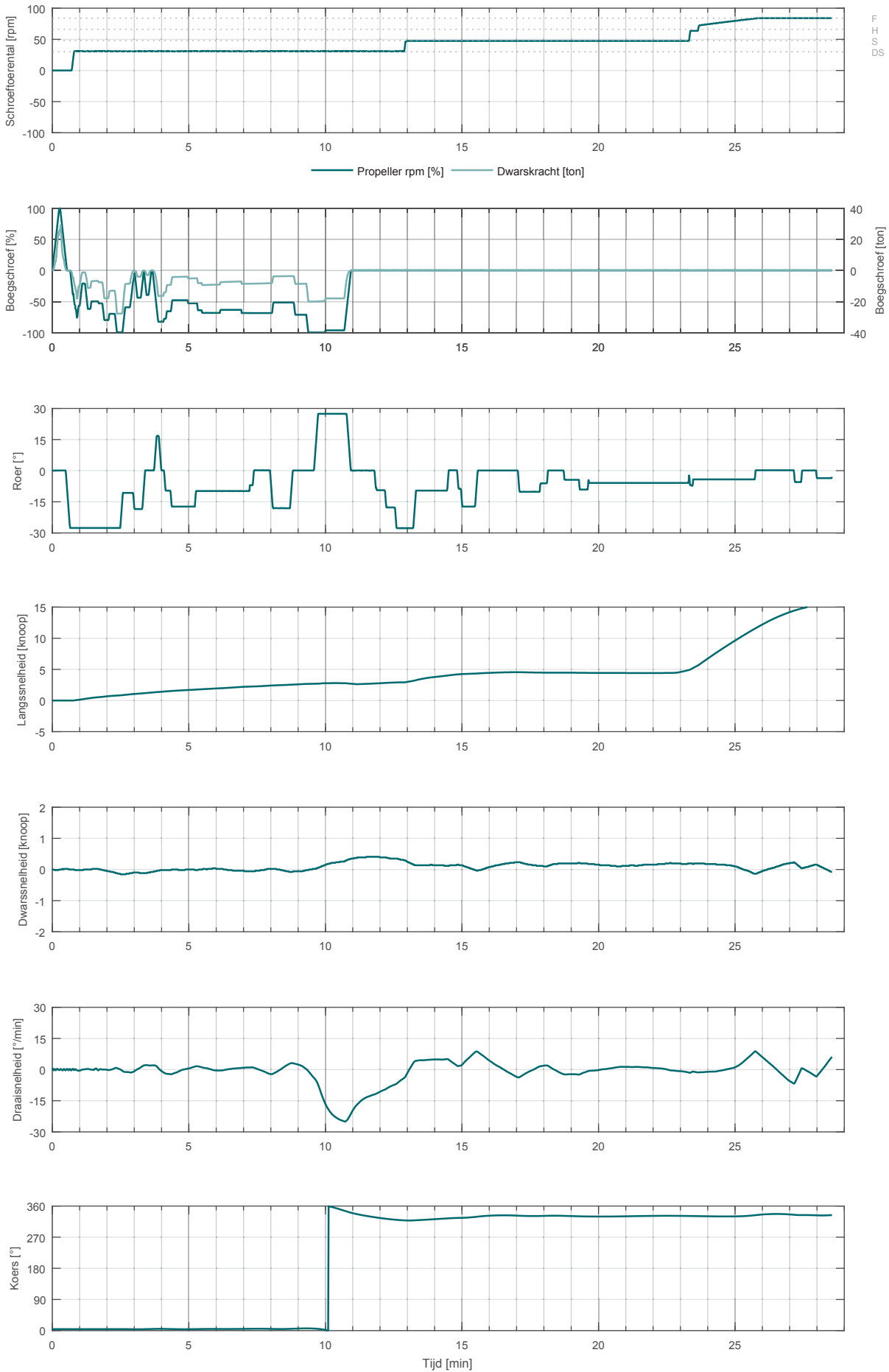
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: afvaart

ZW5

28.6 min



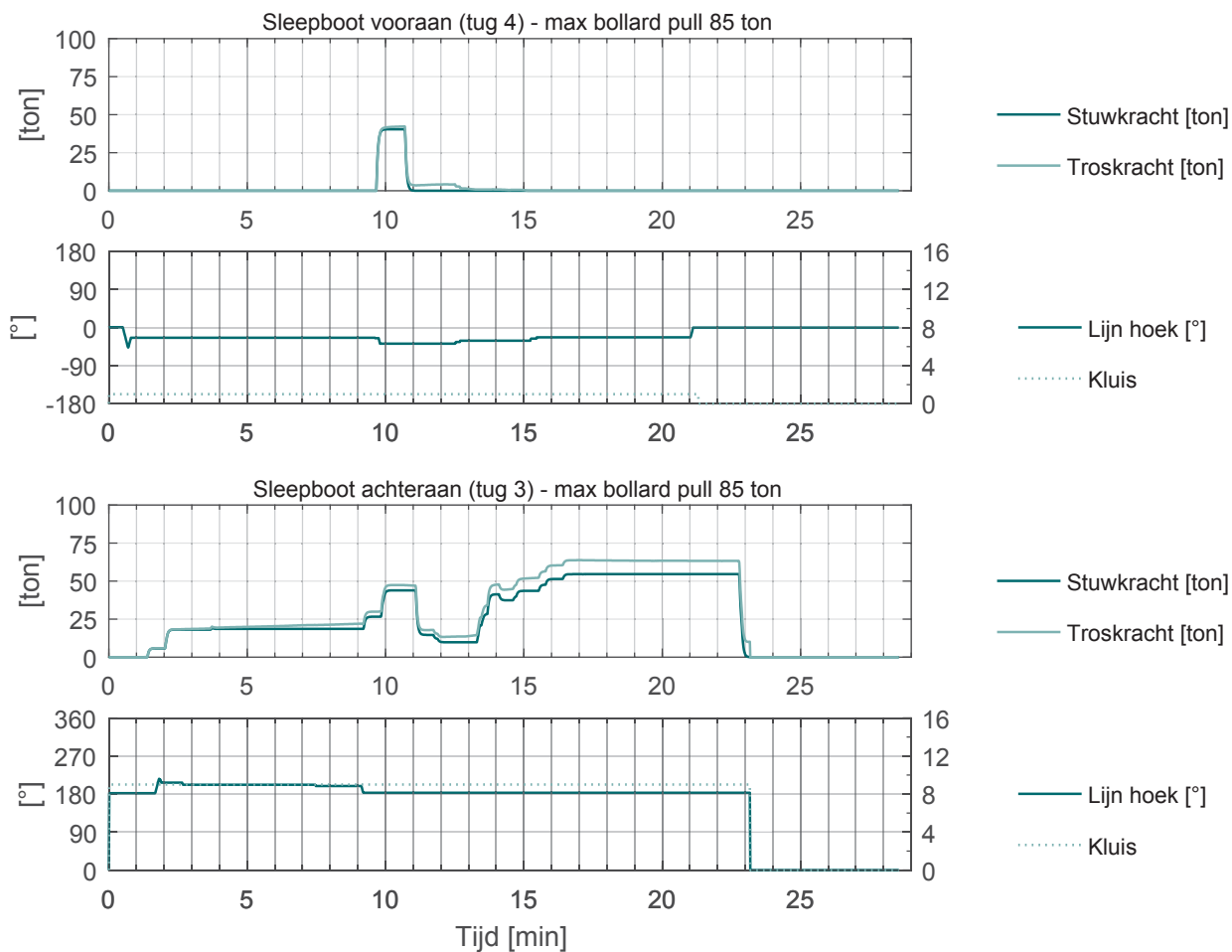
Verbindingsdok_004

SIM225 carCar_265_400_NSZ

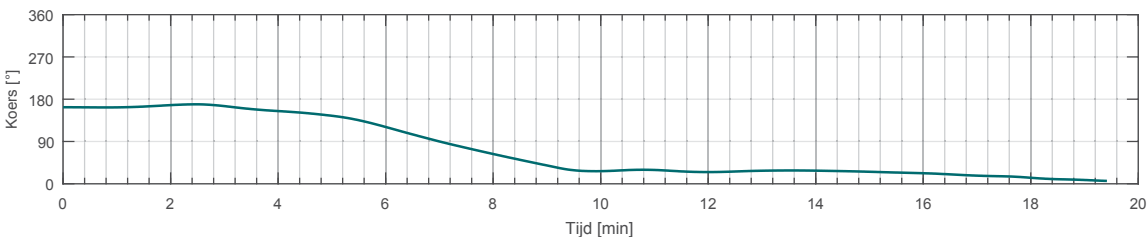
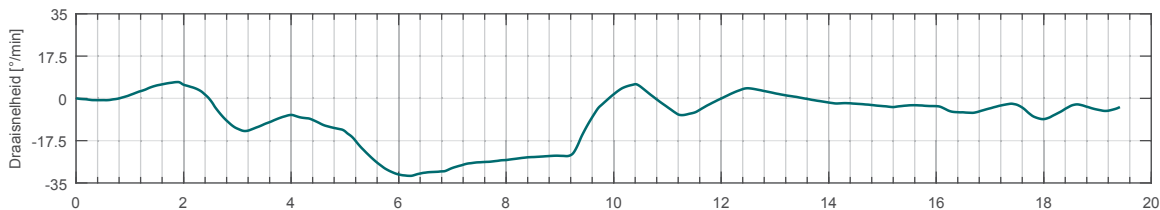
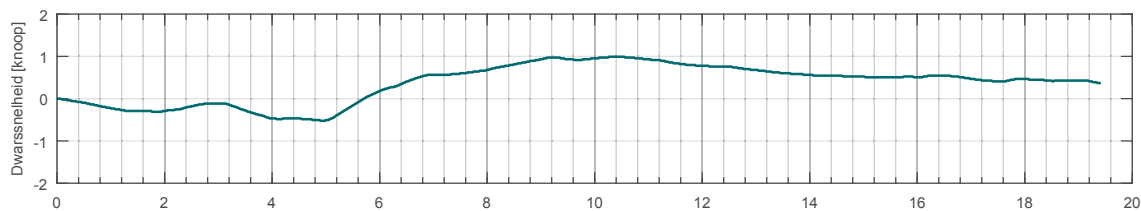
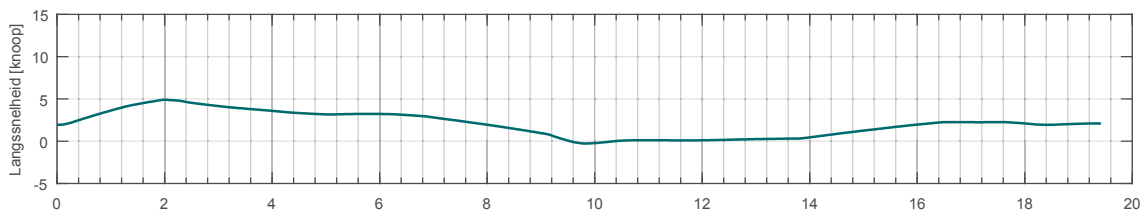
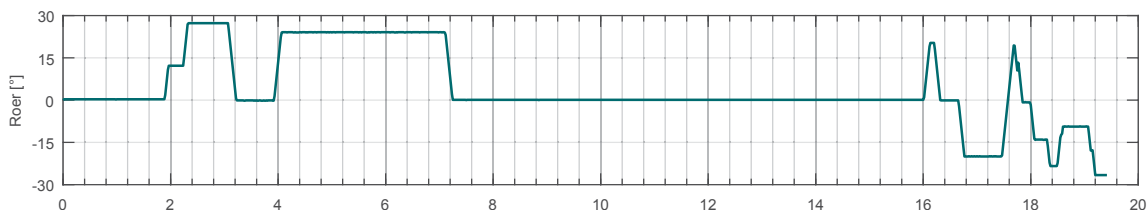
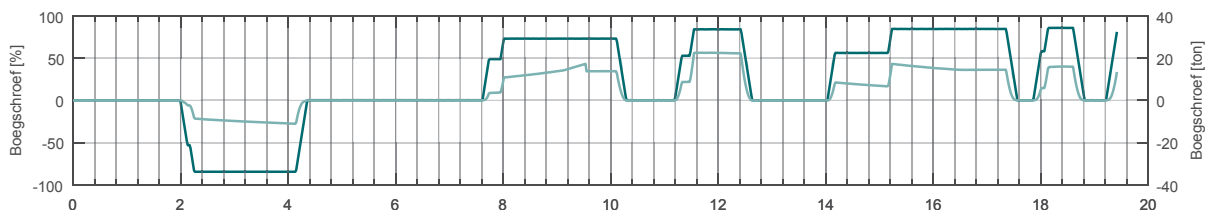
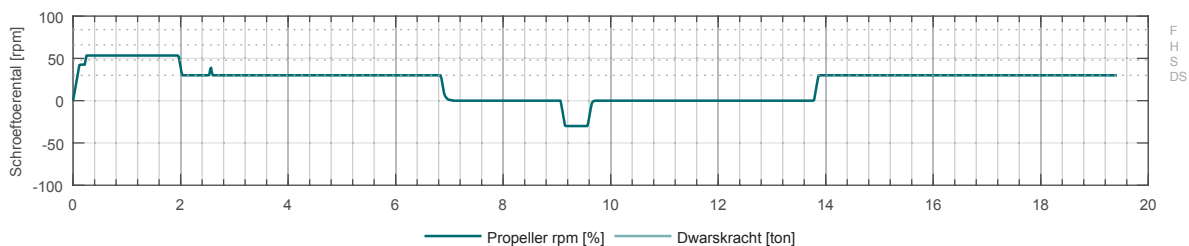
Voorhaven: afvaart

ZW5

28.6 min



Verbindingsdok_005 SIM225 carCar_265_400_NSZ Achterhaven: afvaart ZW5 19.4 min



Verbindingsdok_005

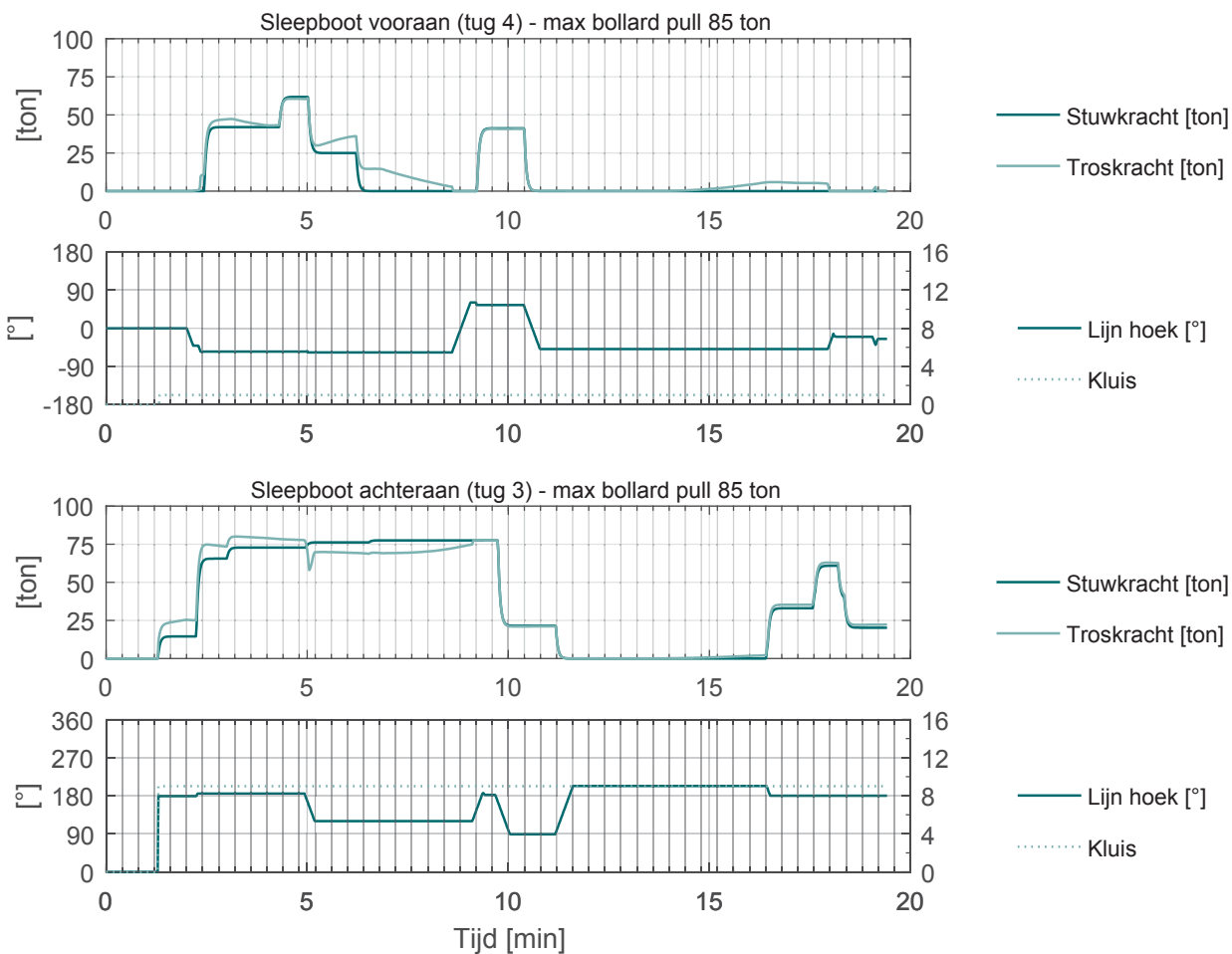
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

19.4 min



Verbindingsdok_006

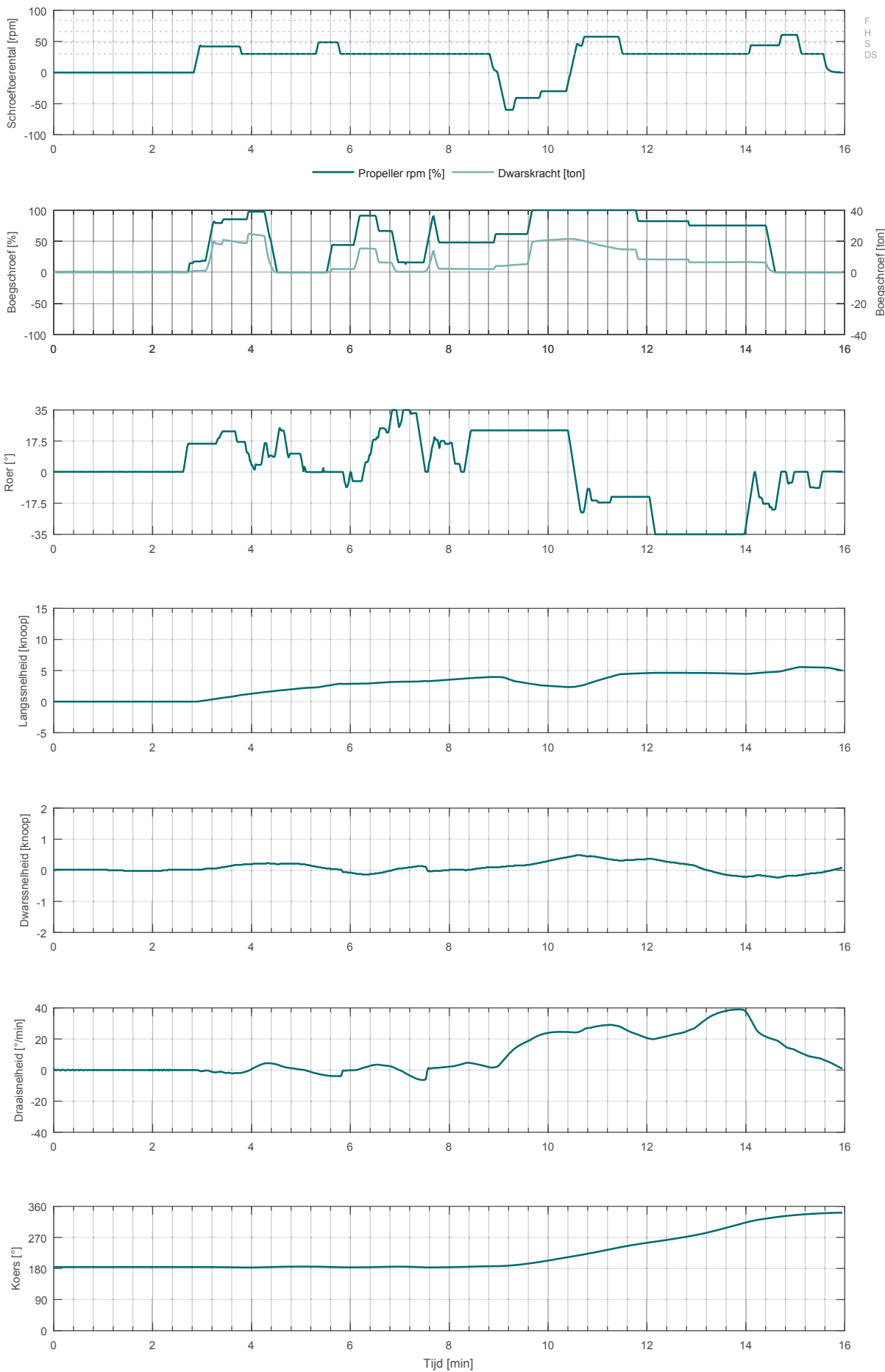
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

16 min



Verbindingsdok_006

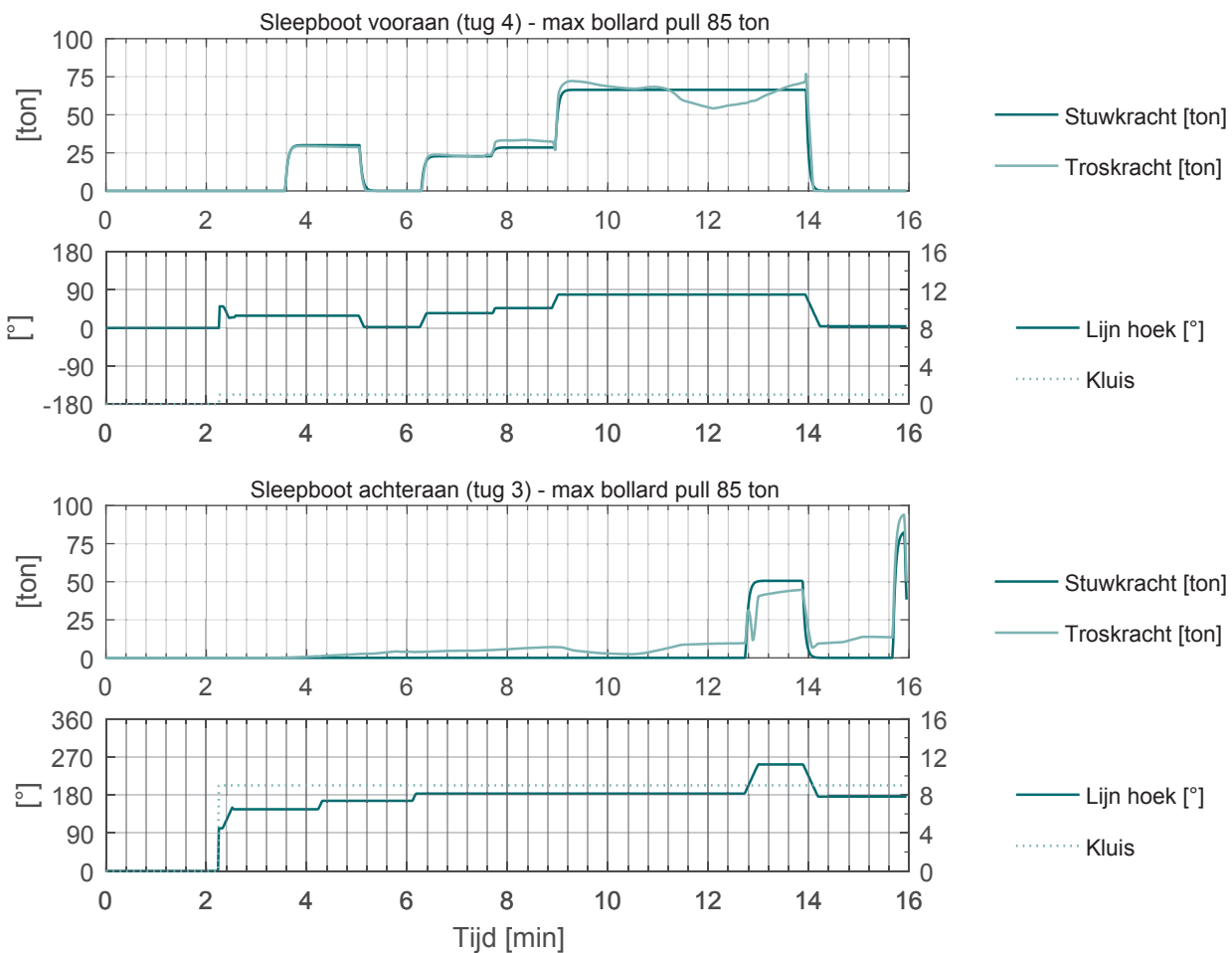
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

16 min



Verbindingsdok_007

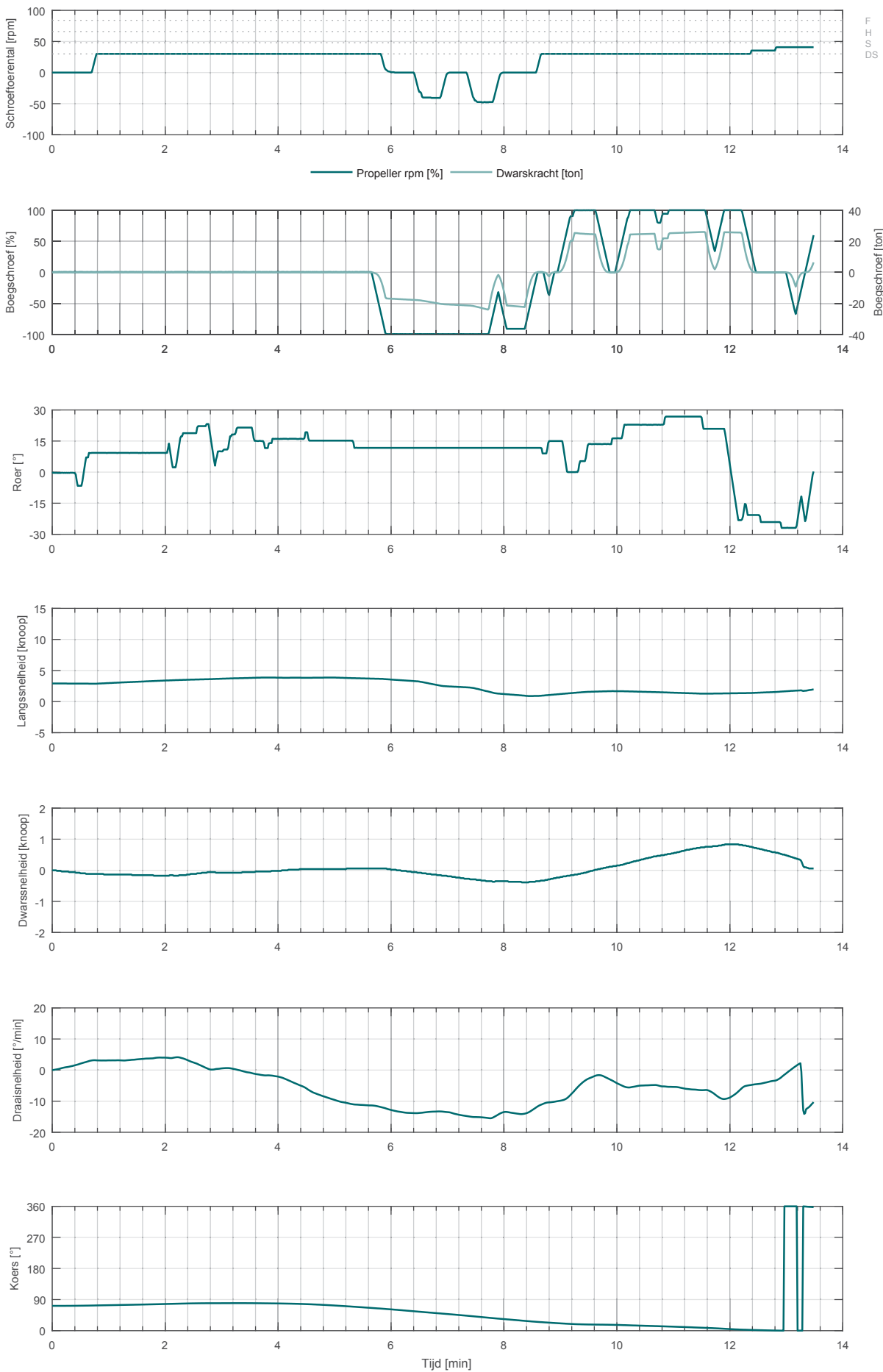
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

13.5 min



Verbindingsdok_007

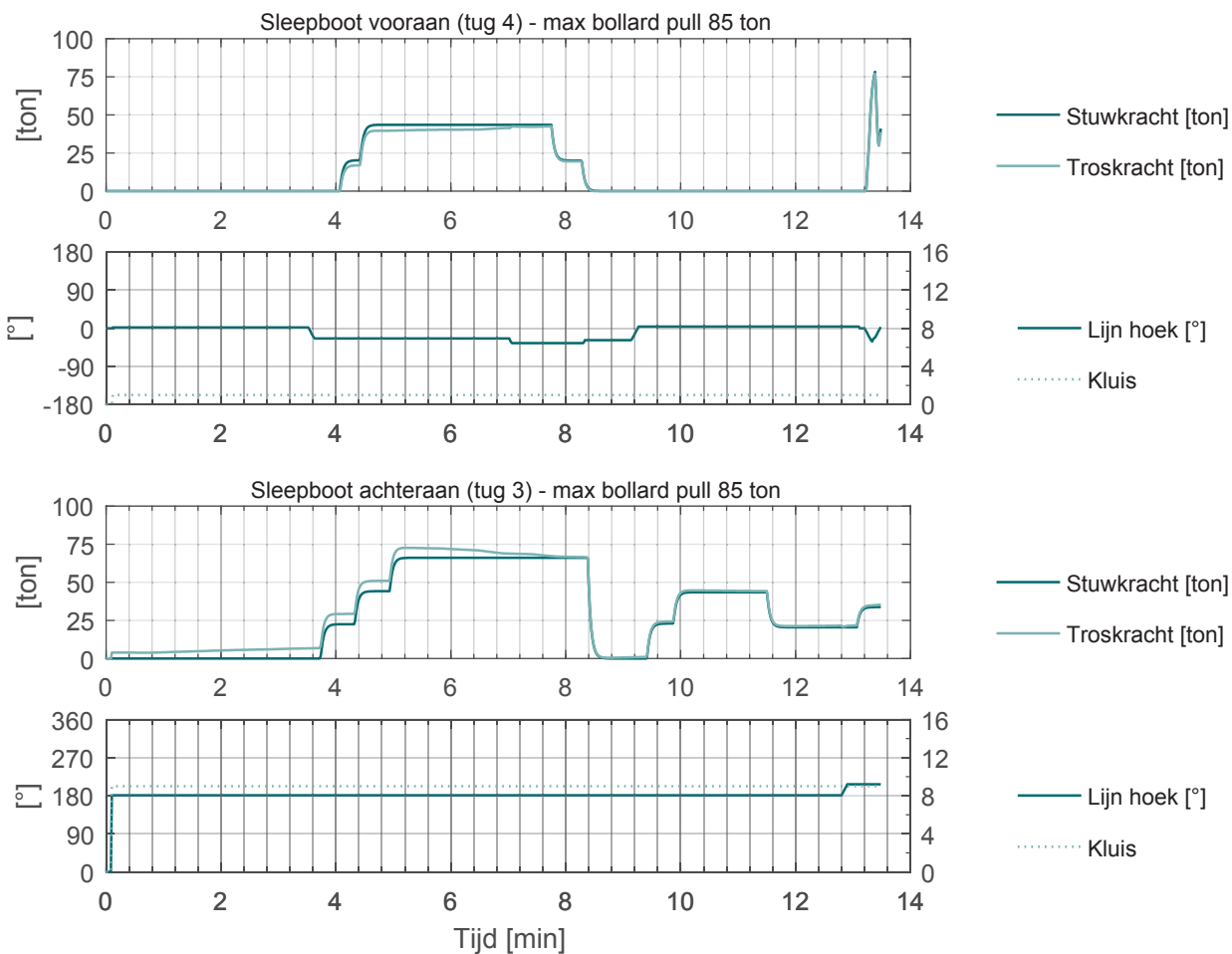
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW5

13.5 min



Verbindingsdok_008

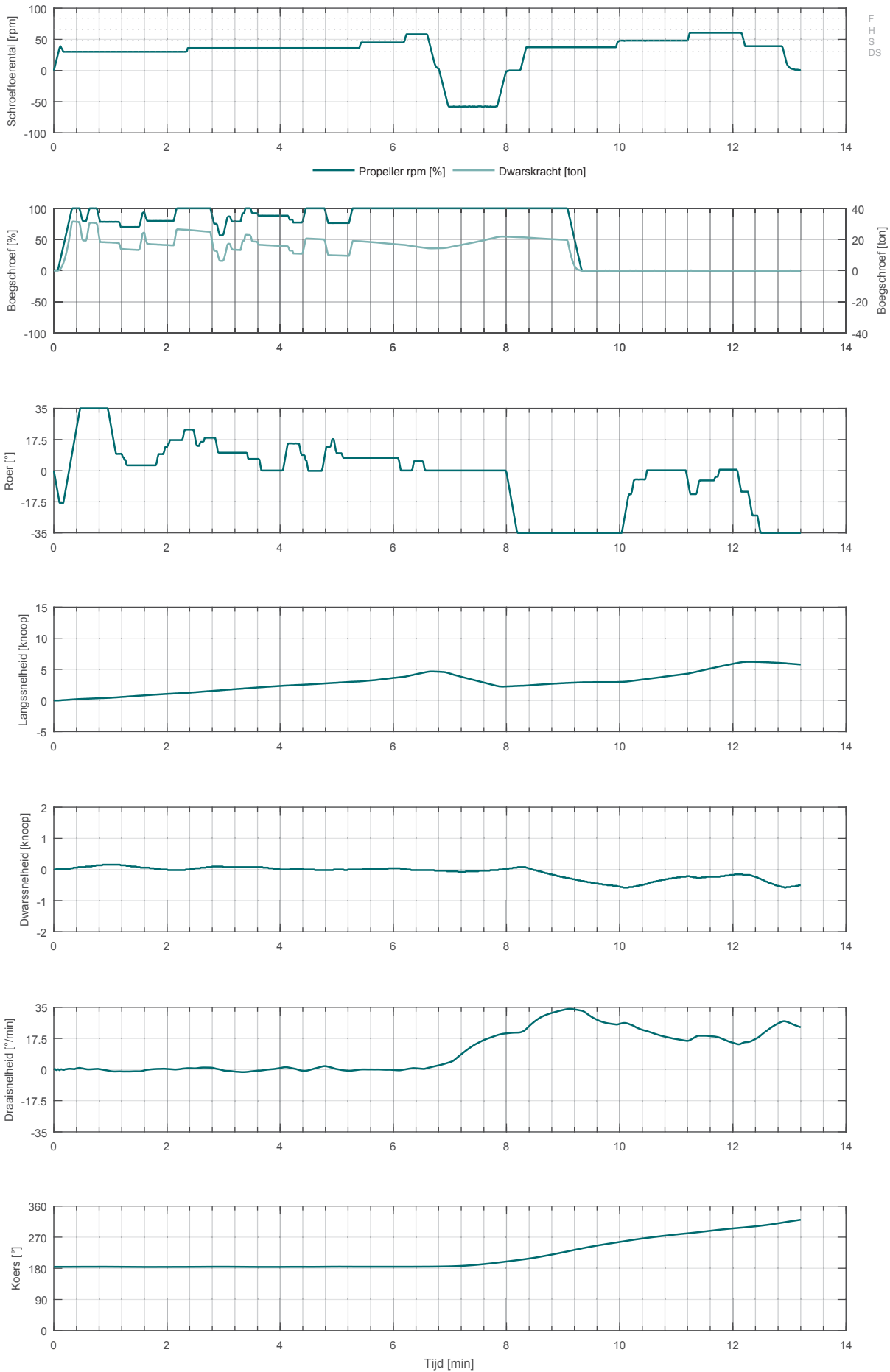
SIM225

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: opvaart

ZW5

13.2 min



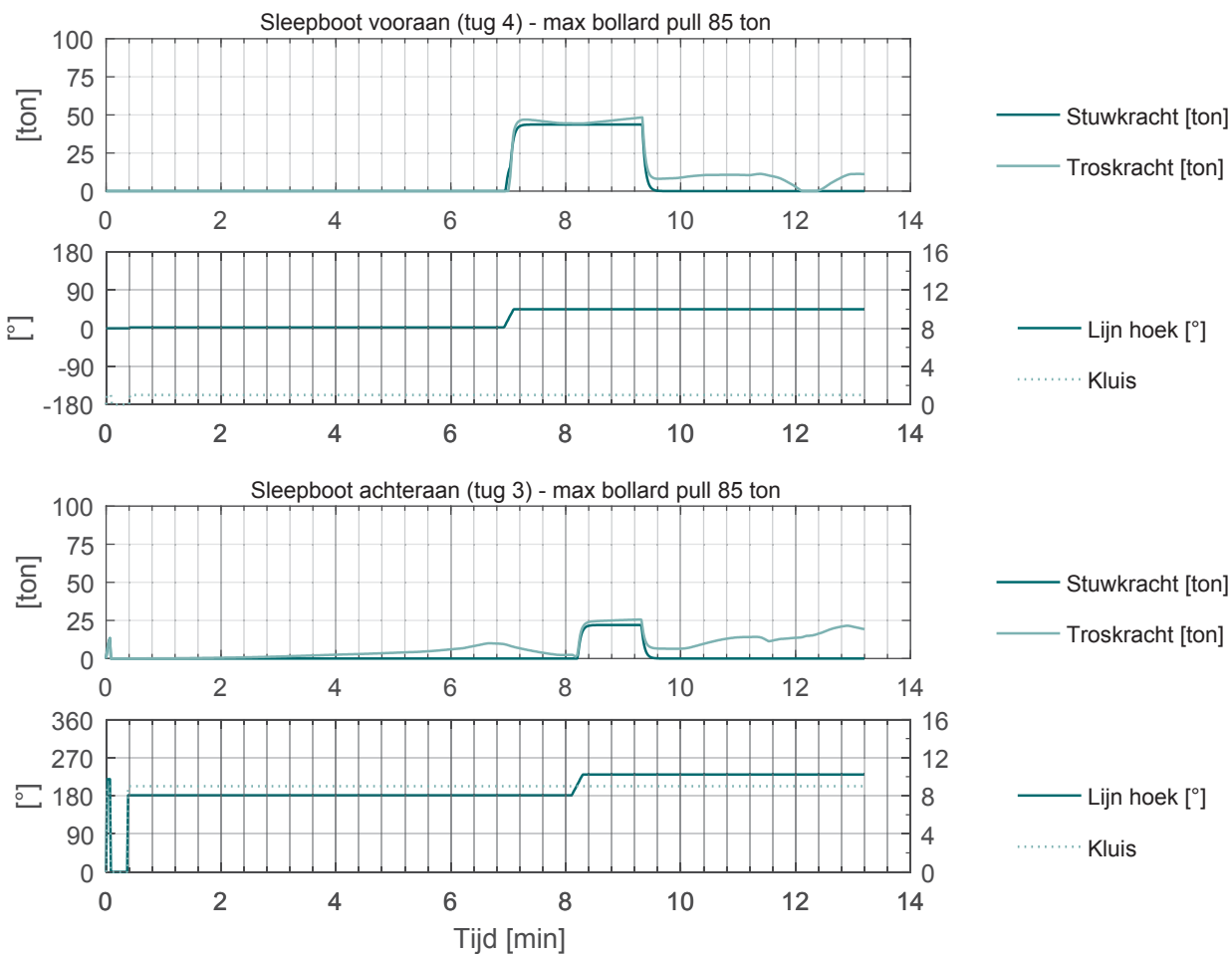
Verbindingsdok_008

SIM225 carCar_265_400_NSZ

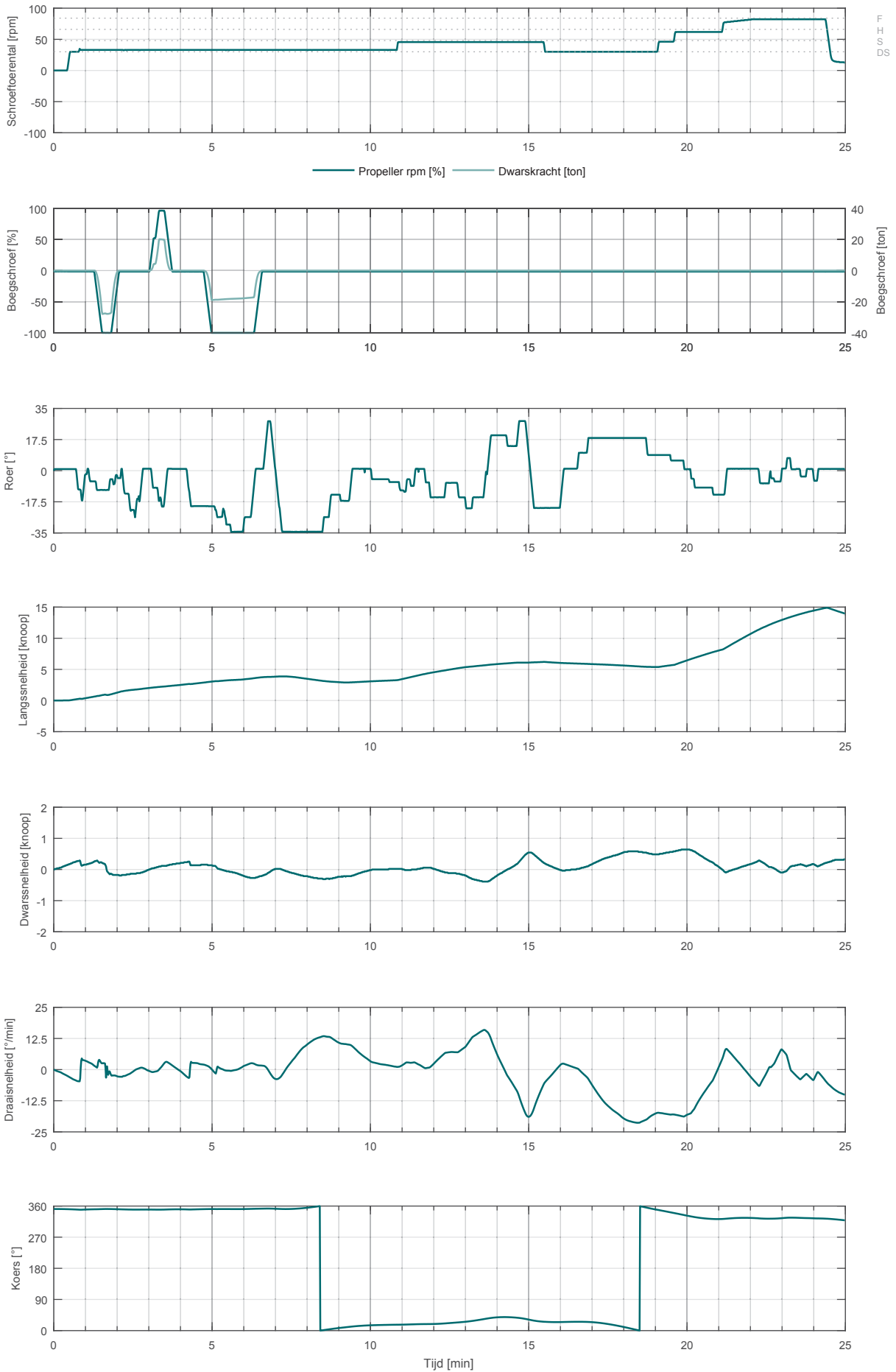
Achterhaven: opvaart

ZW5

13.2 min



Visart_gek_001 SIM360 carCar_265_400_NSZ Voorhaven: afvaart ZW5 25 min



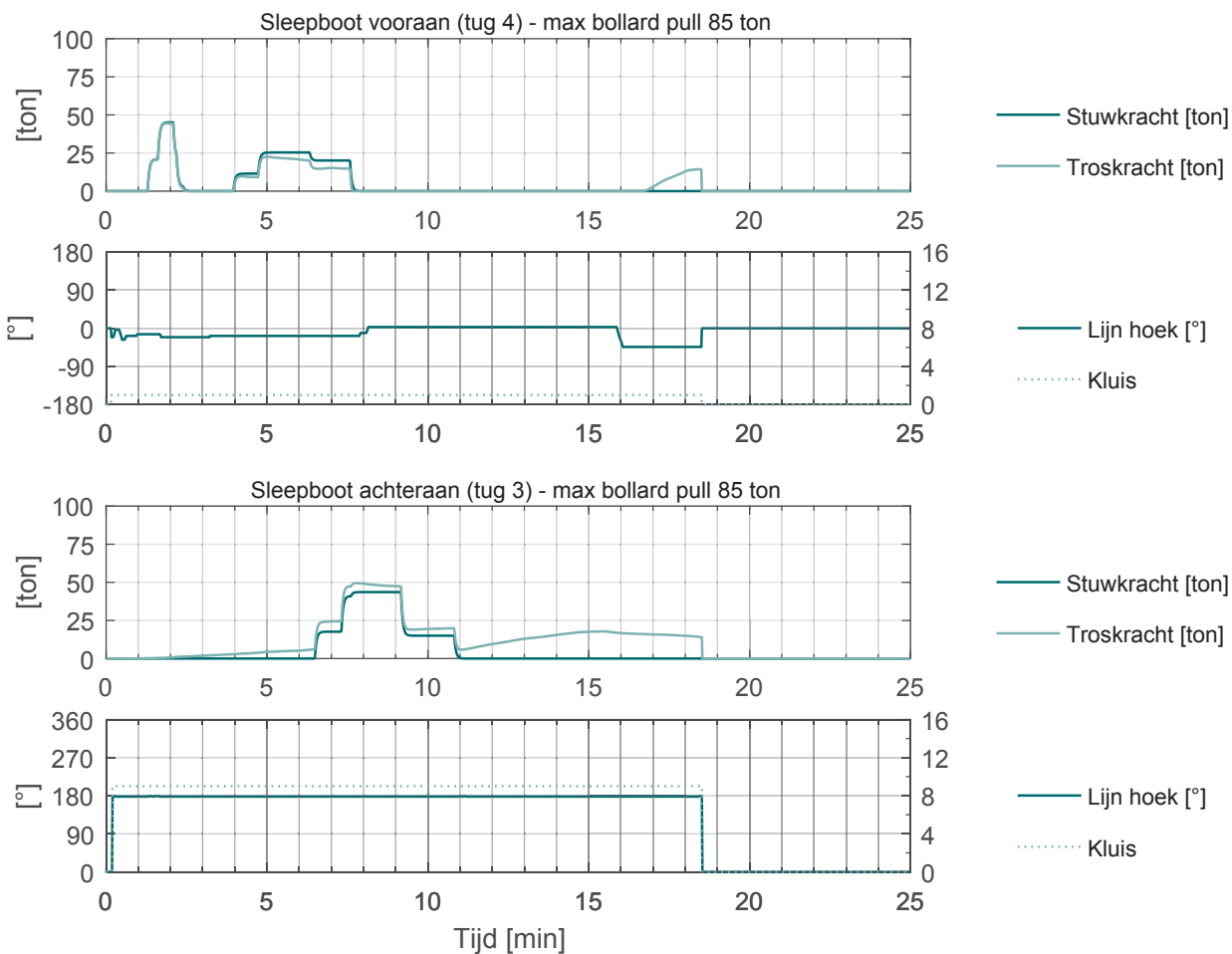
Visart_gek_001

SIM360 carCar_265_400_NSZ

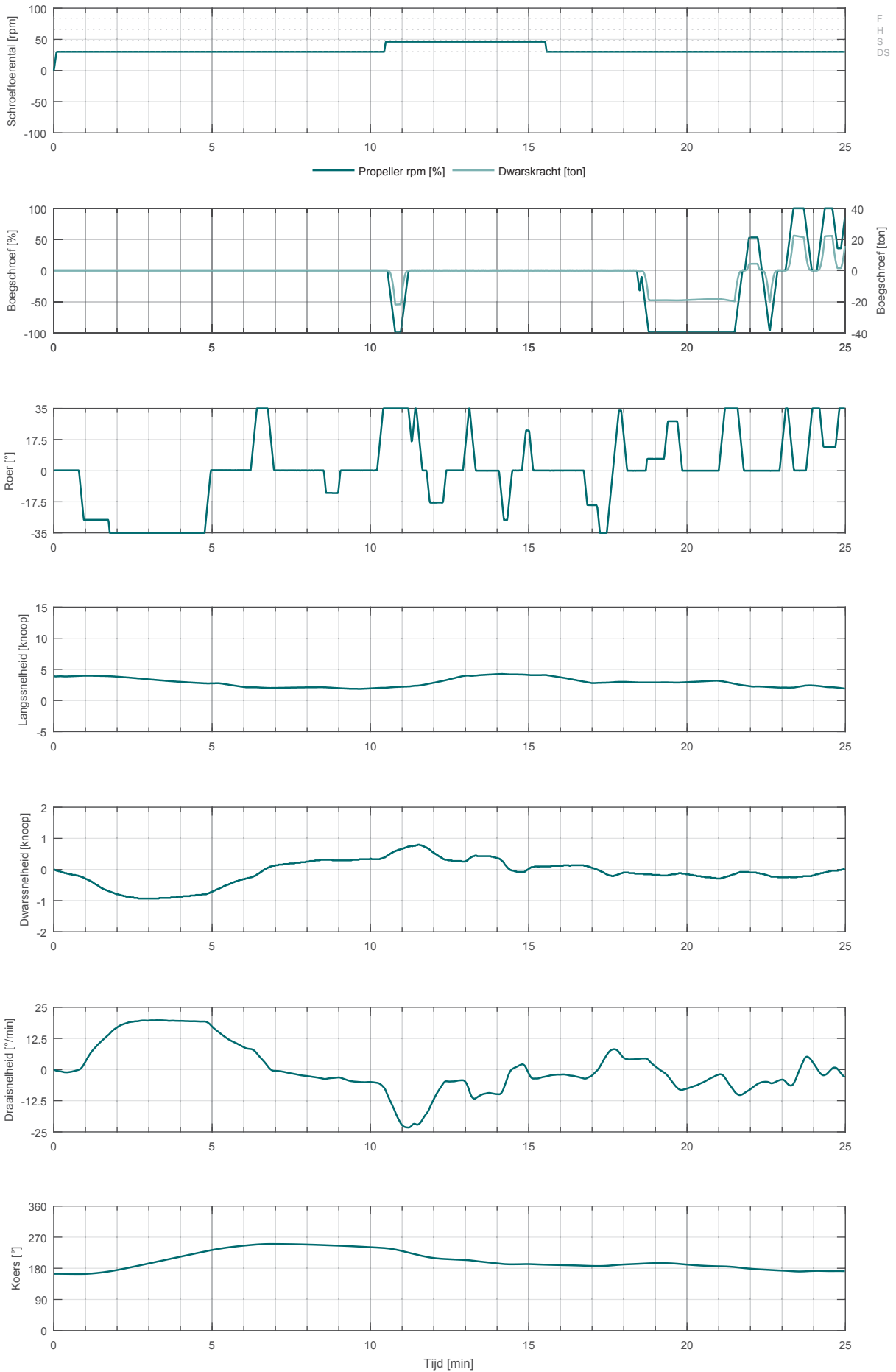
Voorhaven: afvaart

ZW5

25 min



Visart_gek_001 SIM225 carCar_265_400_NSZ Voorhaven: opvaart ZW5 25 min



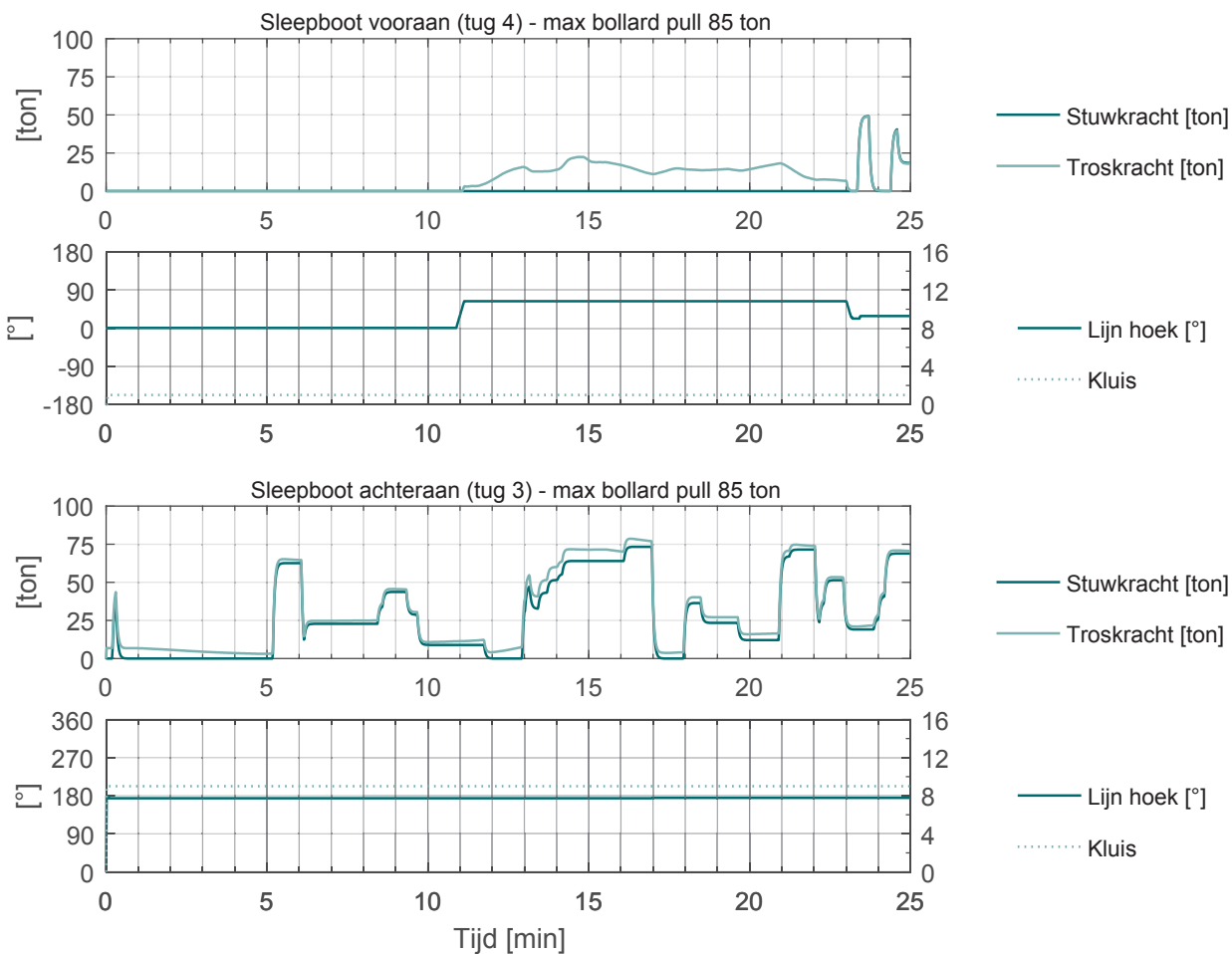
Visart_gek_001

SIM225 carCar_265_400_NSZ

Voorhaven: opvaart

ZW5

25 min



VisartOost_gek_001

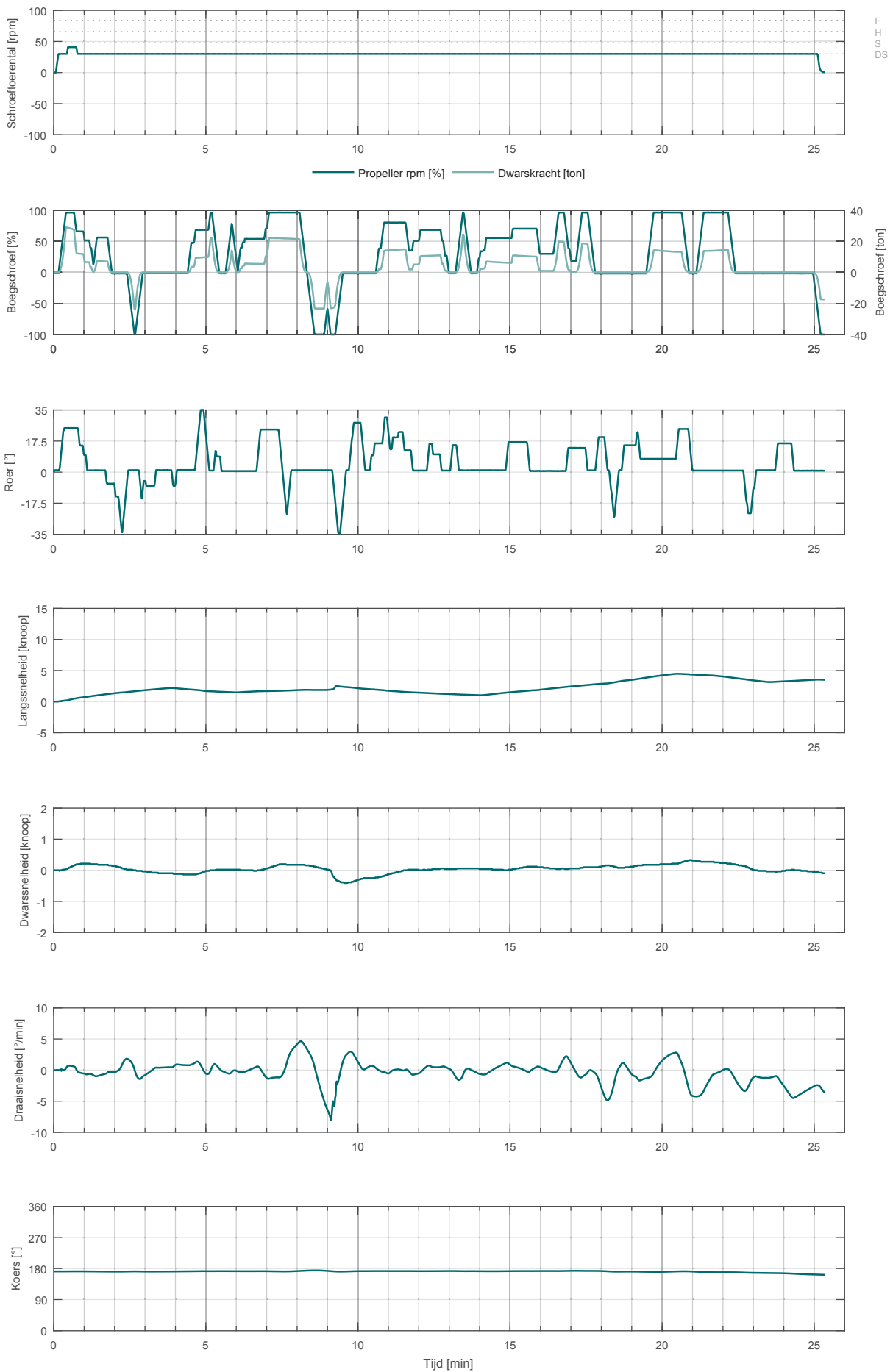
SIM360

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW3

25.4 min



VisartOost_gek_001

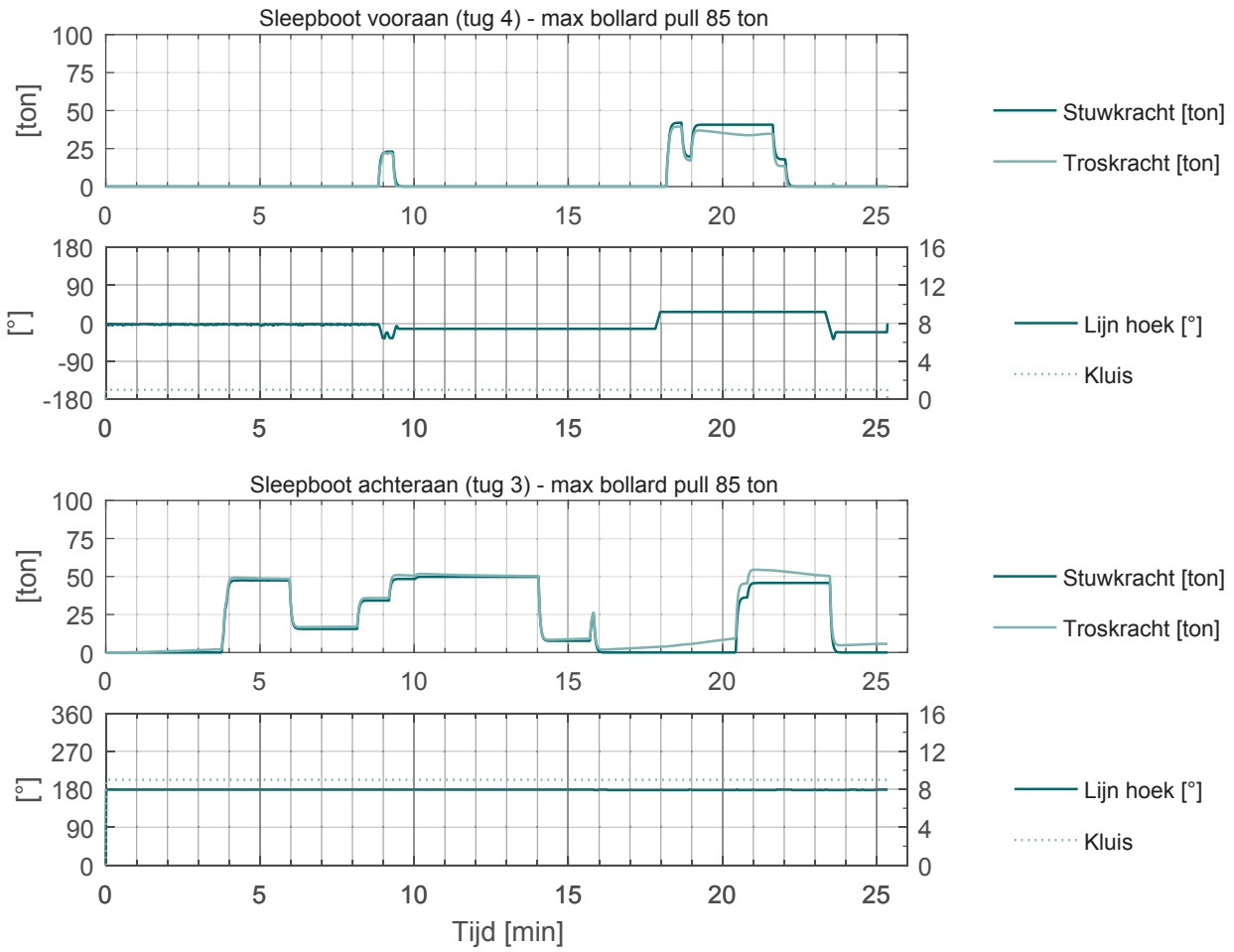
SIM360

carCar_265_400_NSZ

Achterhaven: afvaart

ZW3

25.4 min



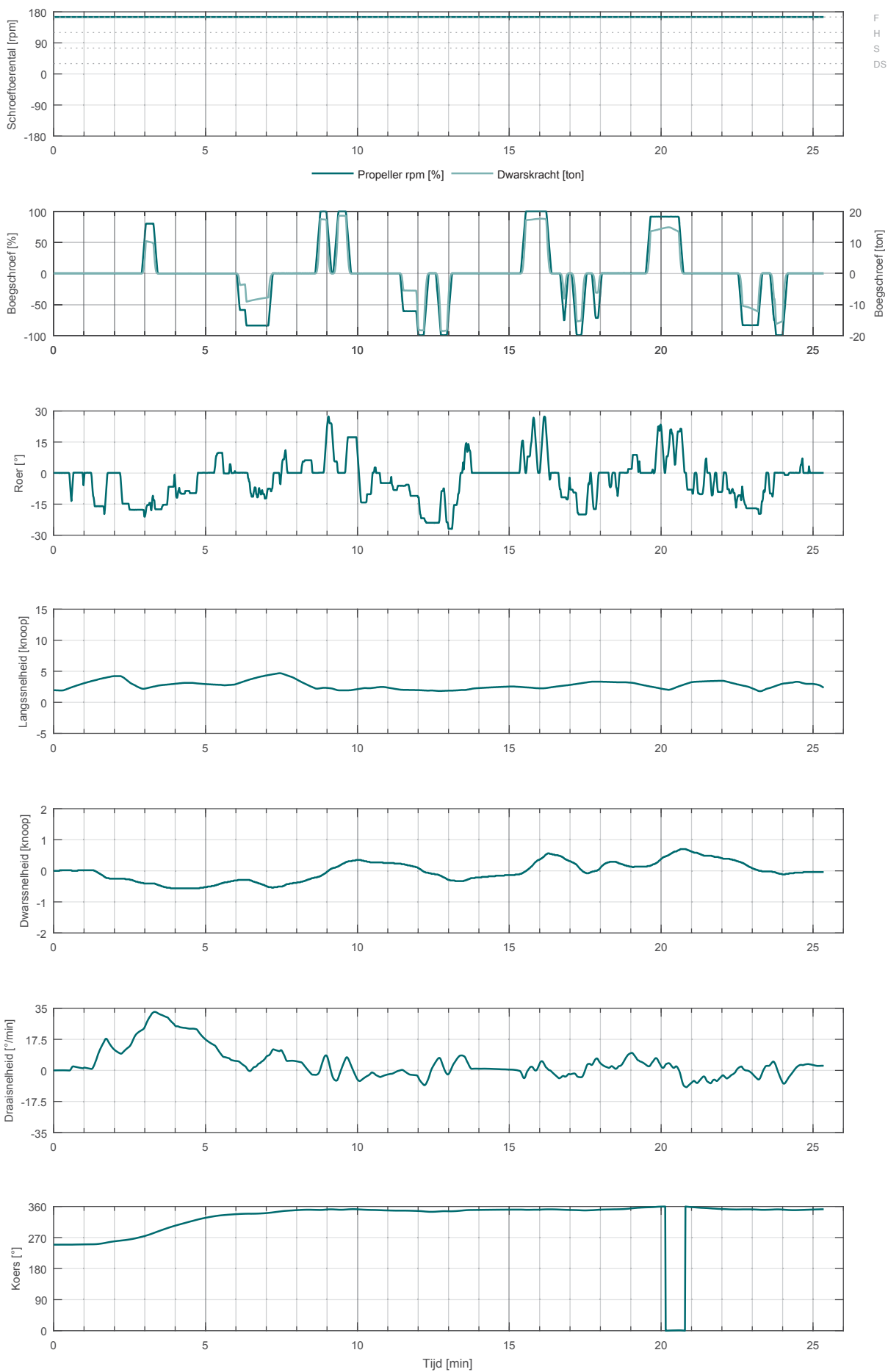
VisartOost_gek_001

SIM225 clementine

Achterhaven: opvaart

ZW3

25.4 min



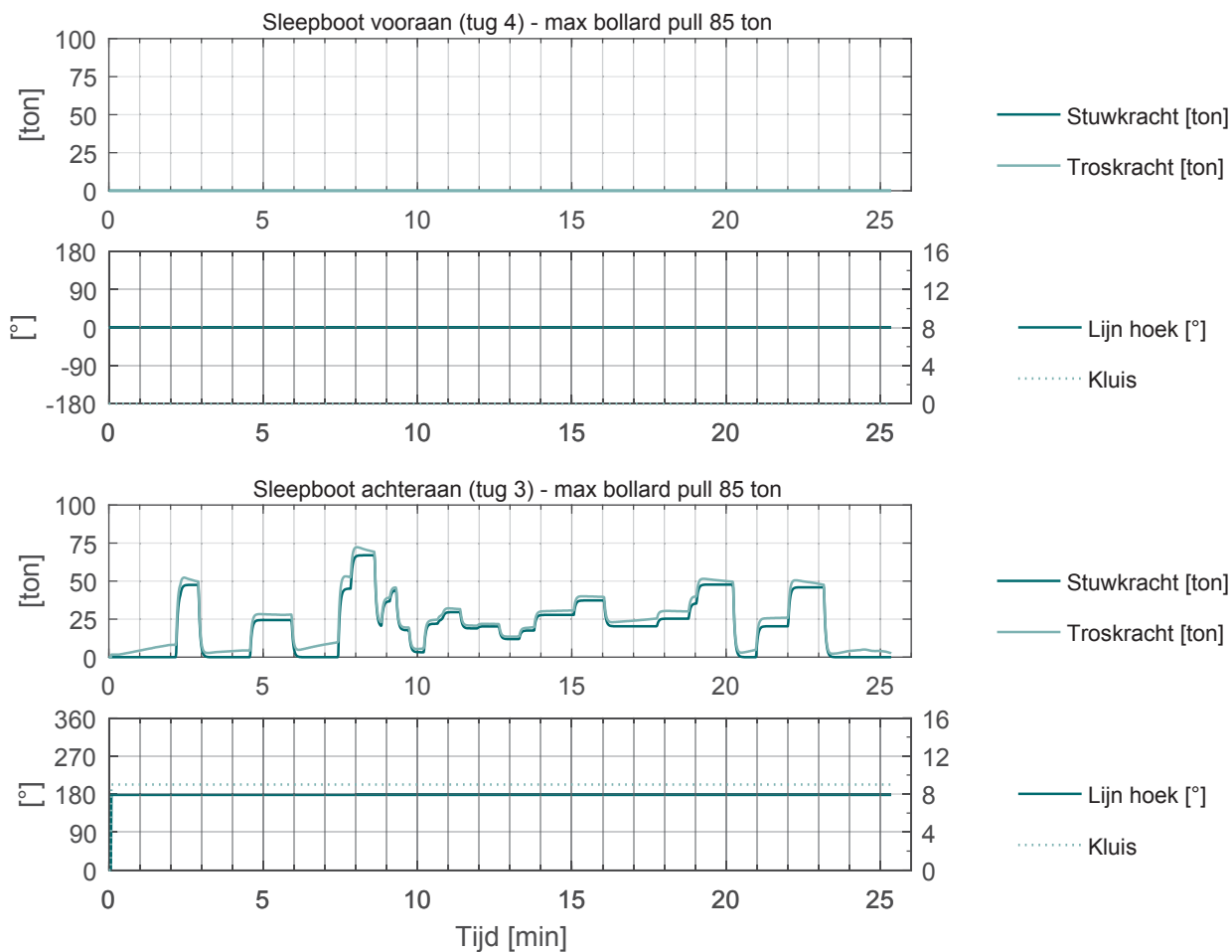
VisartOost_gek_001

SIM225 clementine

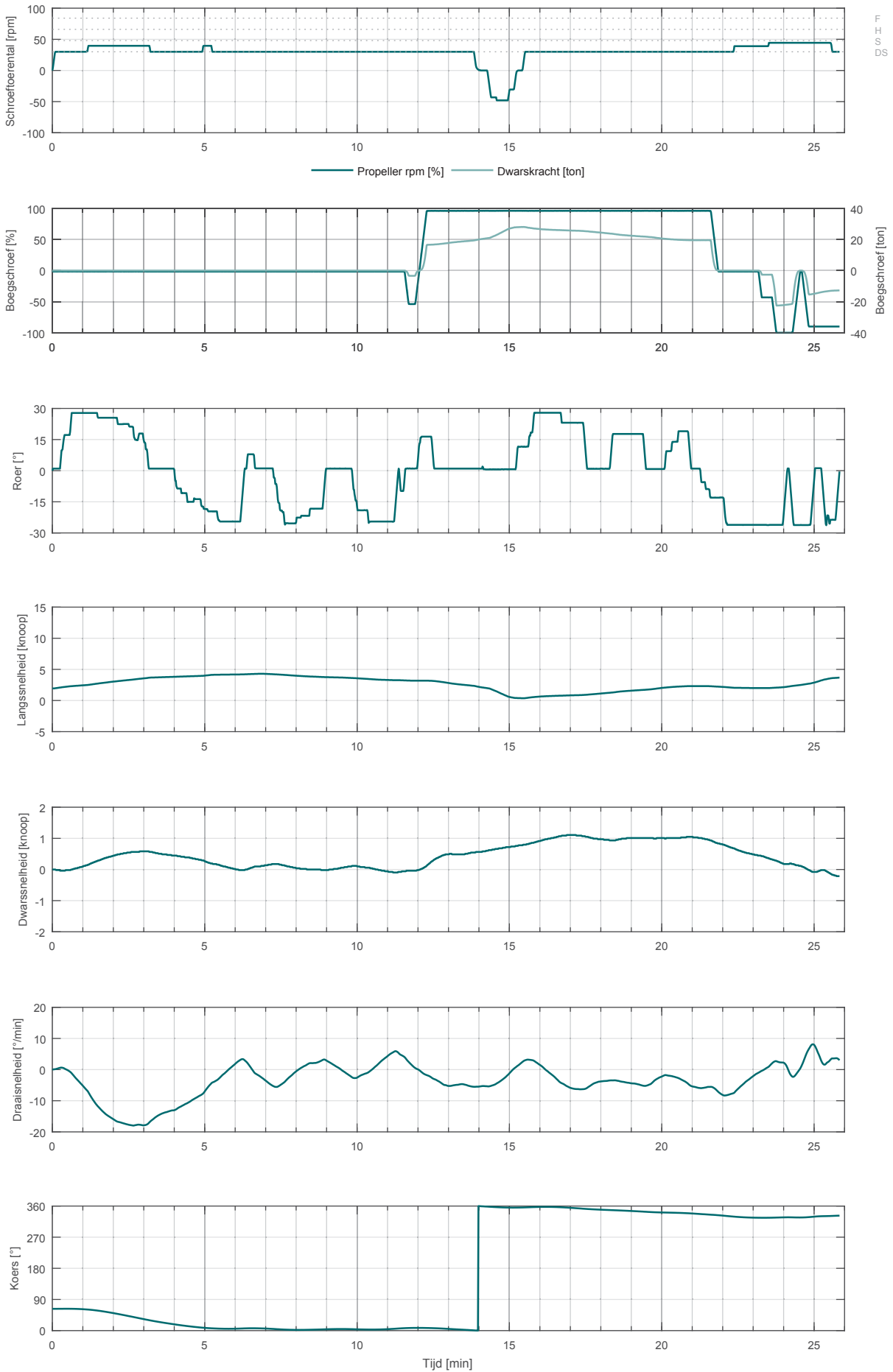
Achterhaven: opvaart

ZW3

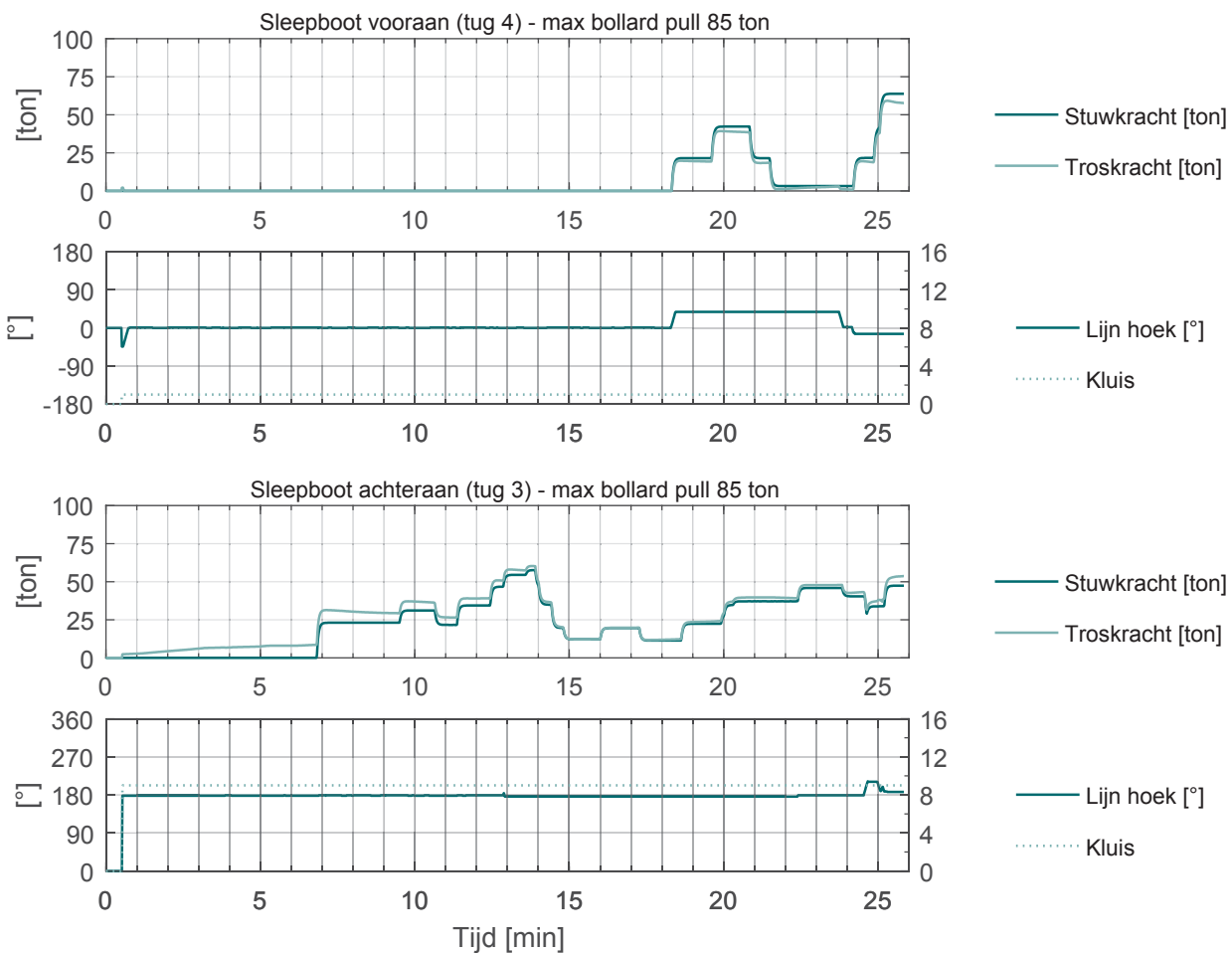
25.4 min



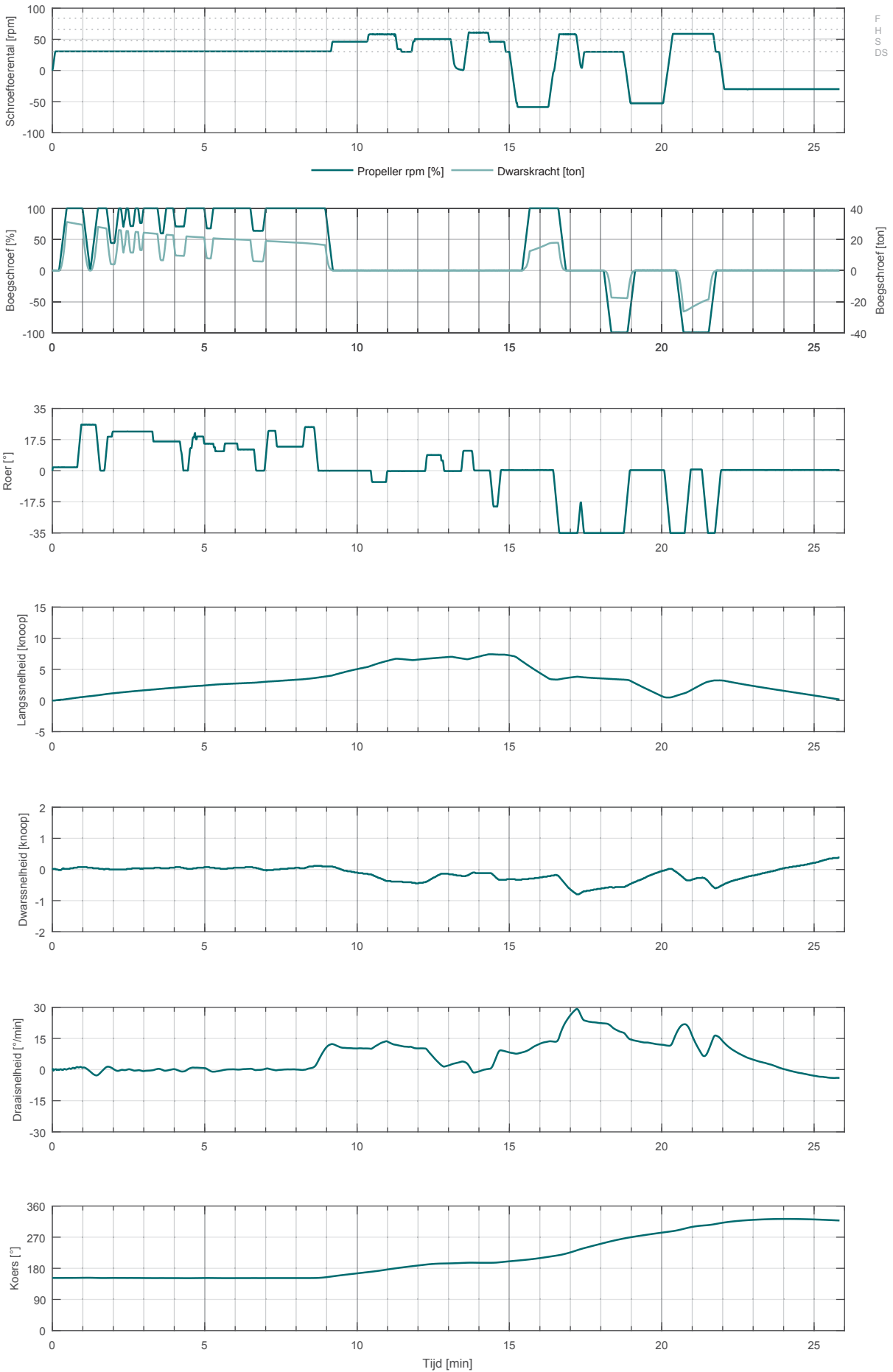
VandammeOost_gek_001 SIM360 carCar_265_400_NSZ Achterhaven: afvaart ZW5 25.8 min



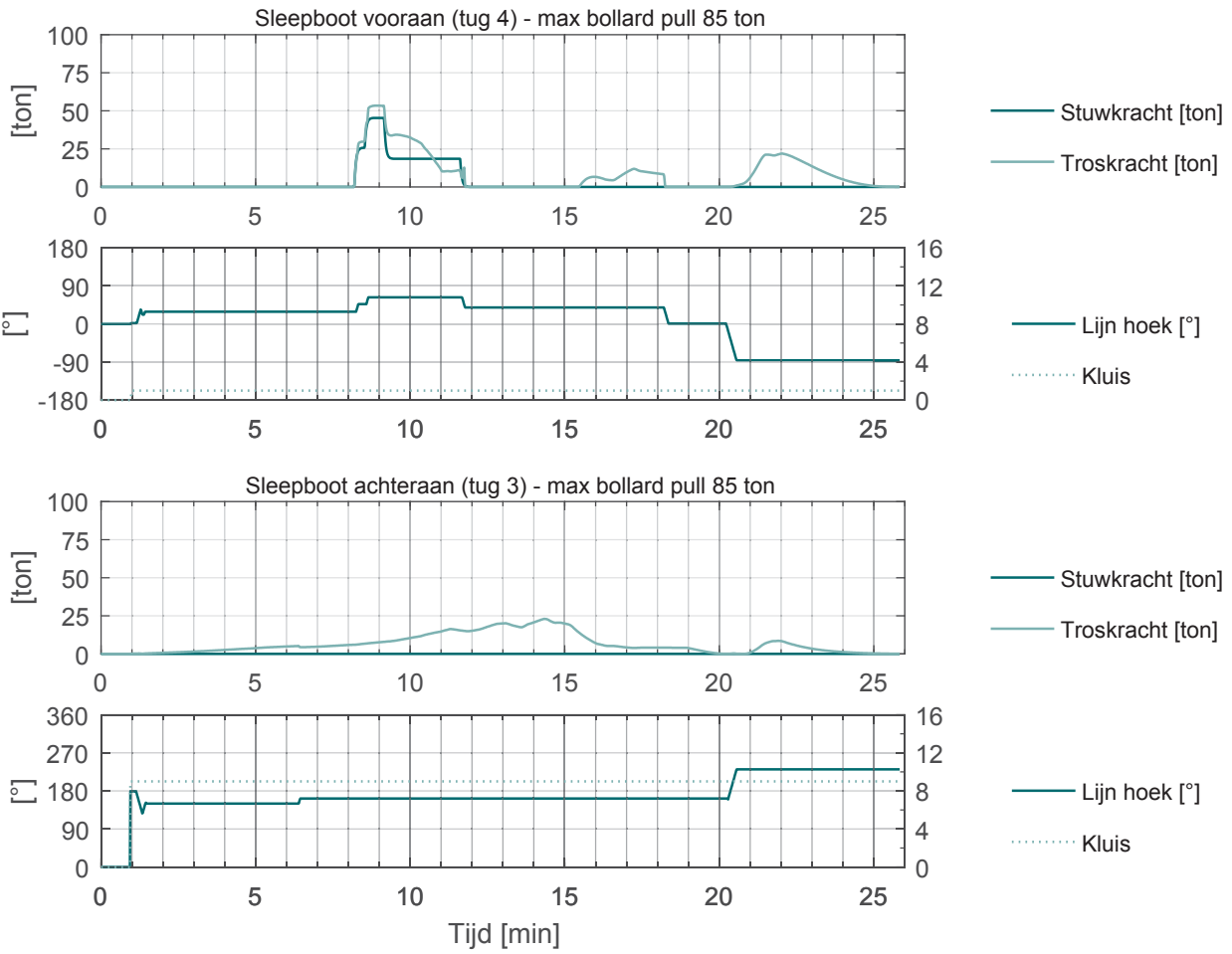
VandammeOost_gek_001 SIM360 carCar_265_400_NSZ Achterhaven: afvaart ZW5 25.8 min



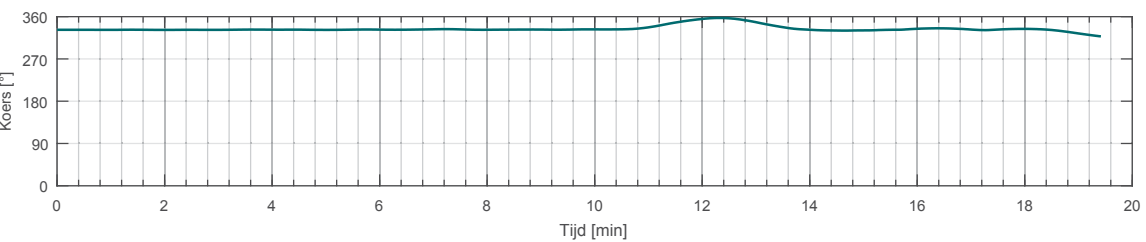
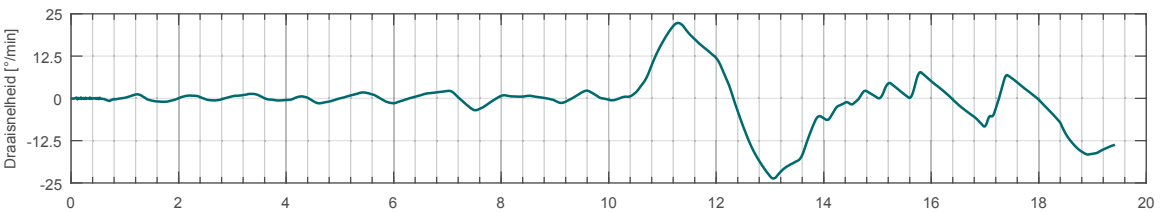
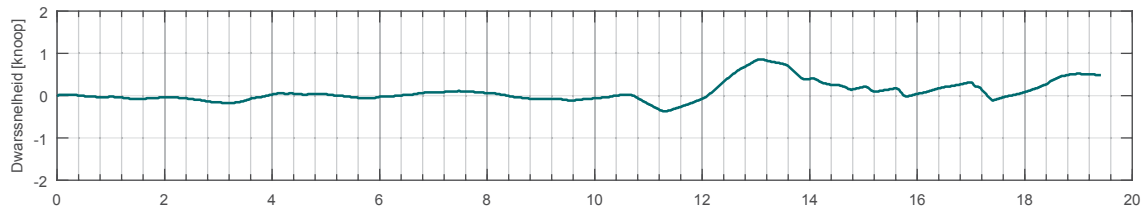
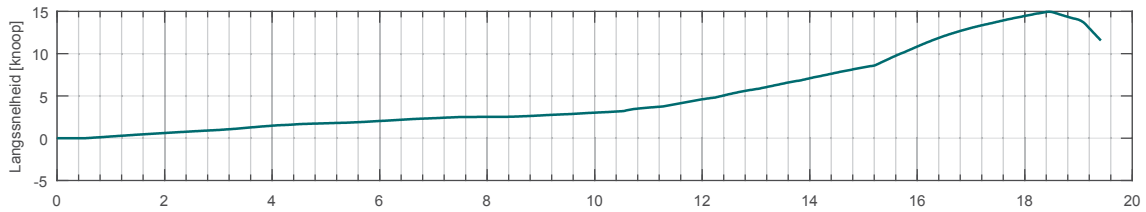
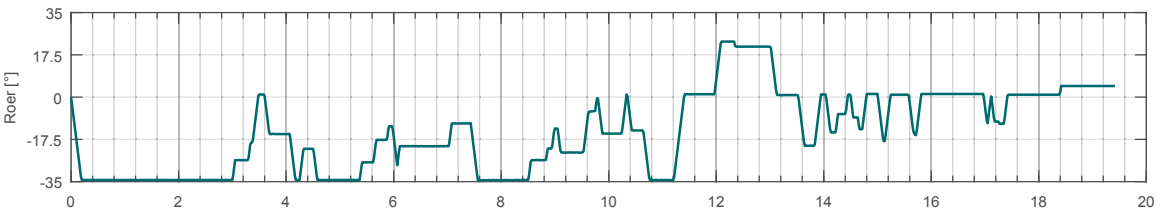
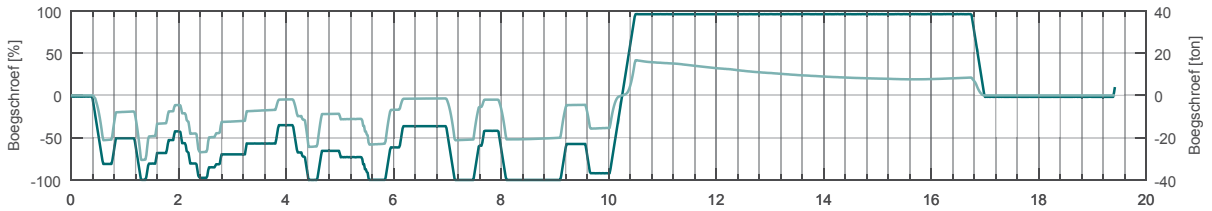
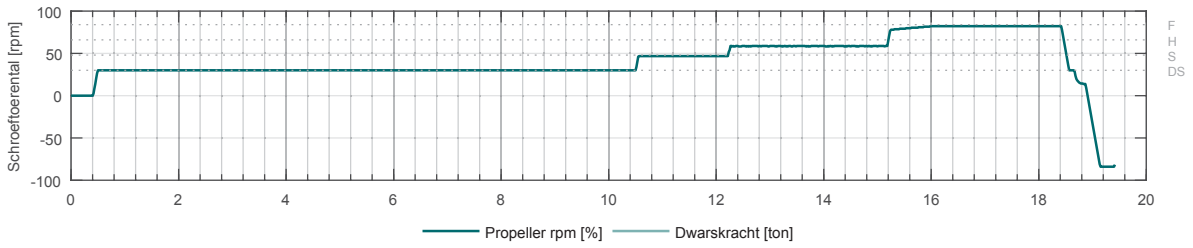
VandammeOost_gek_001 SIM225 carCar_265_400_NSZ Achterhaven: opvaart ZW5 25.8 min

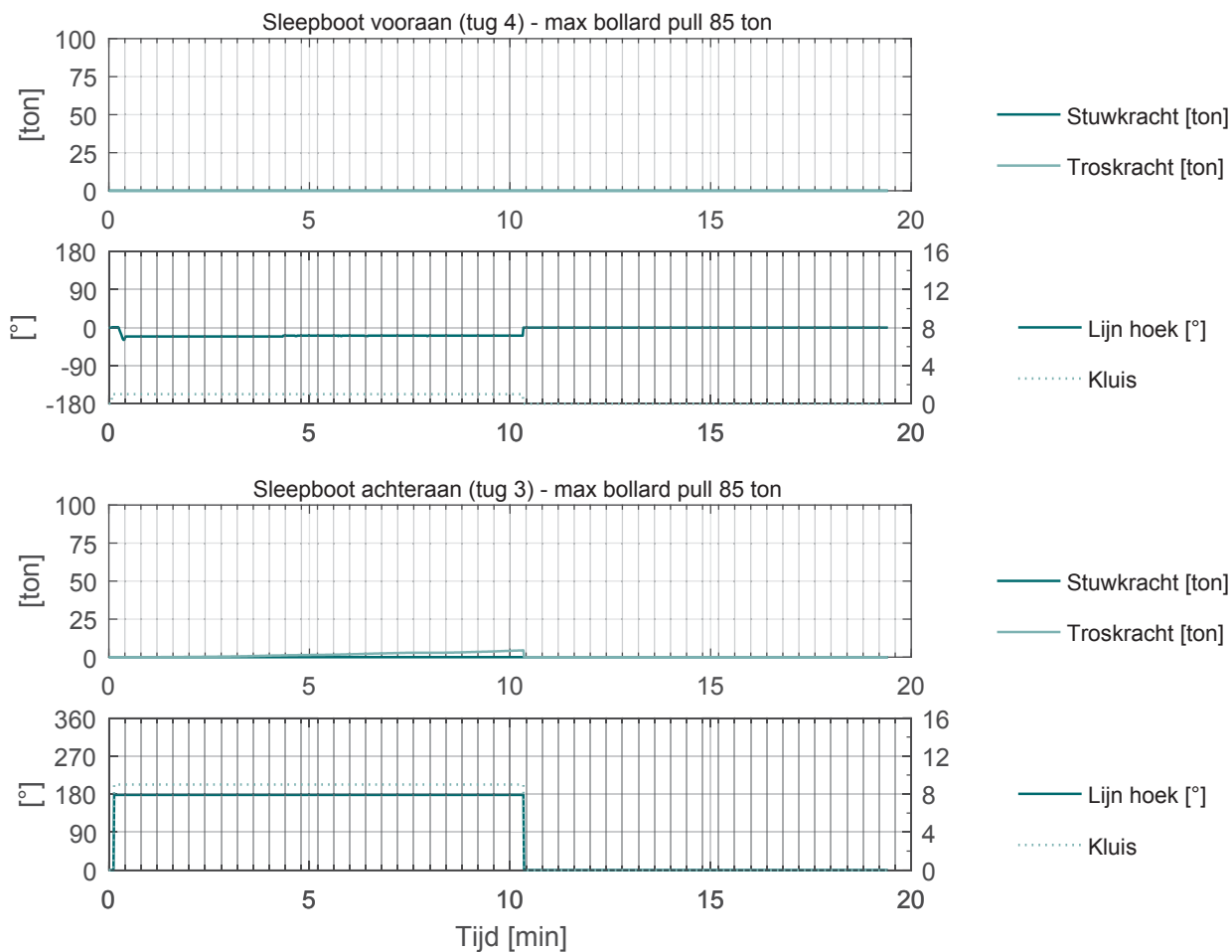


VandammeOost_gek_001 SIM225 carCar_265_400_NSZ Achterhaven: opvaart ZW5 25.8 min

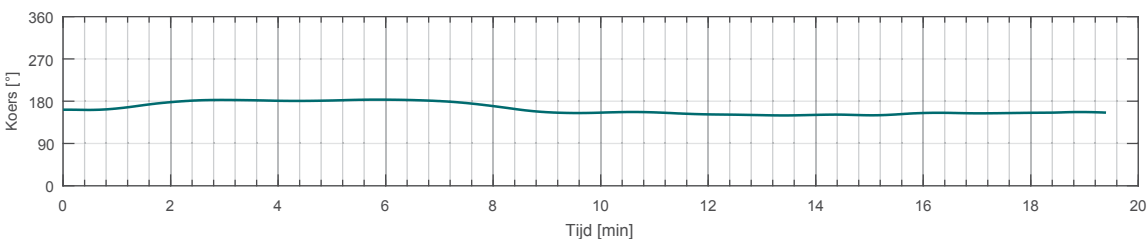
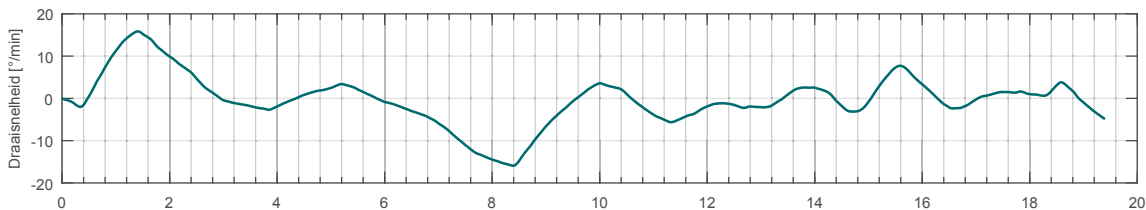
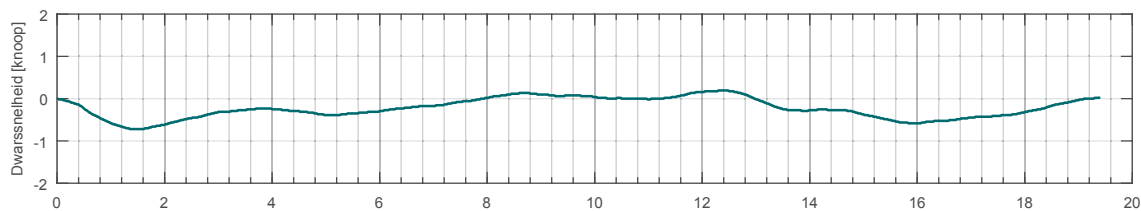
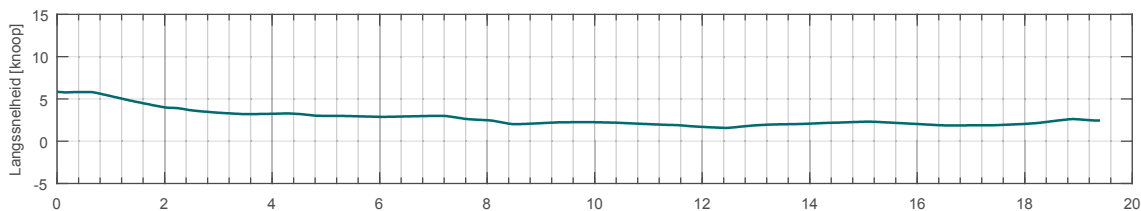
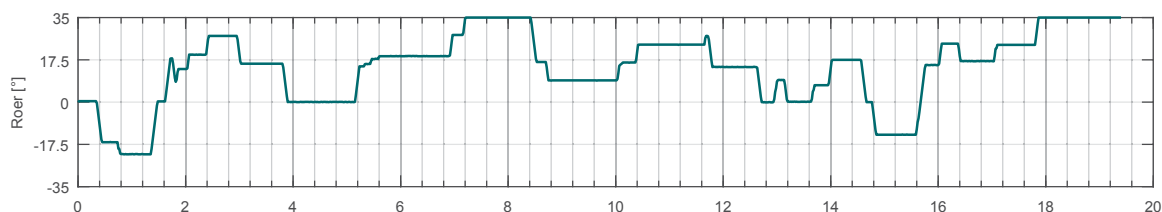
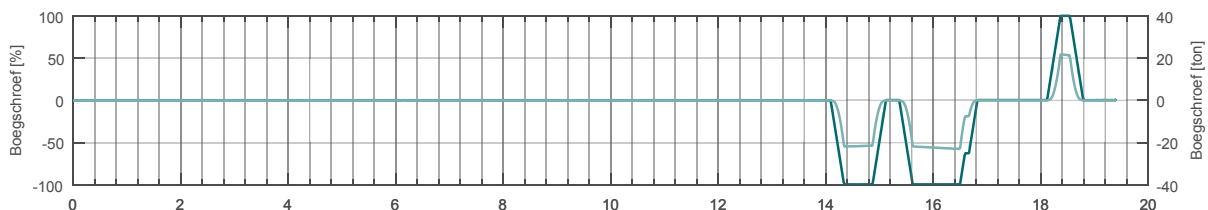
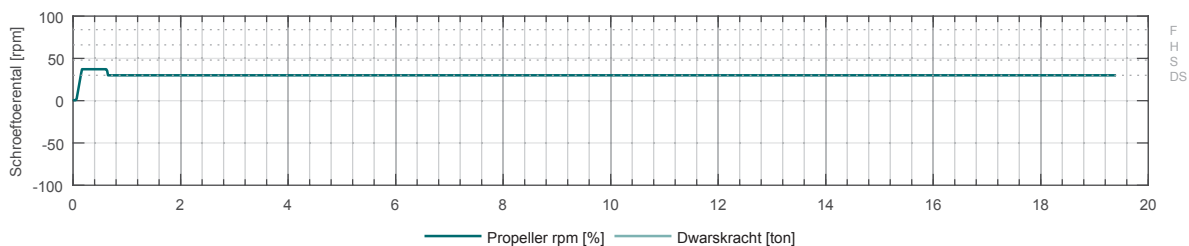


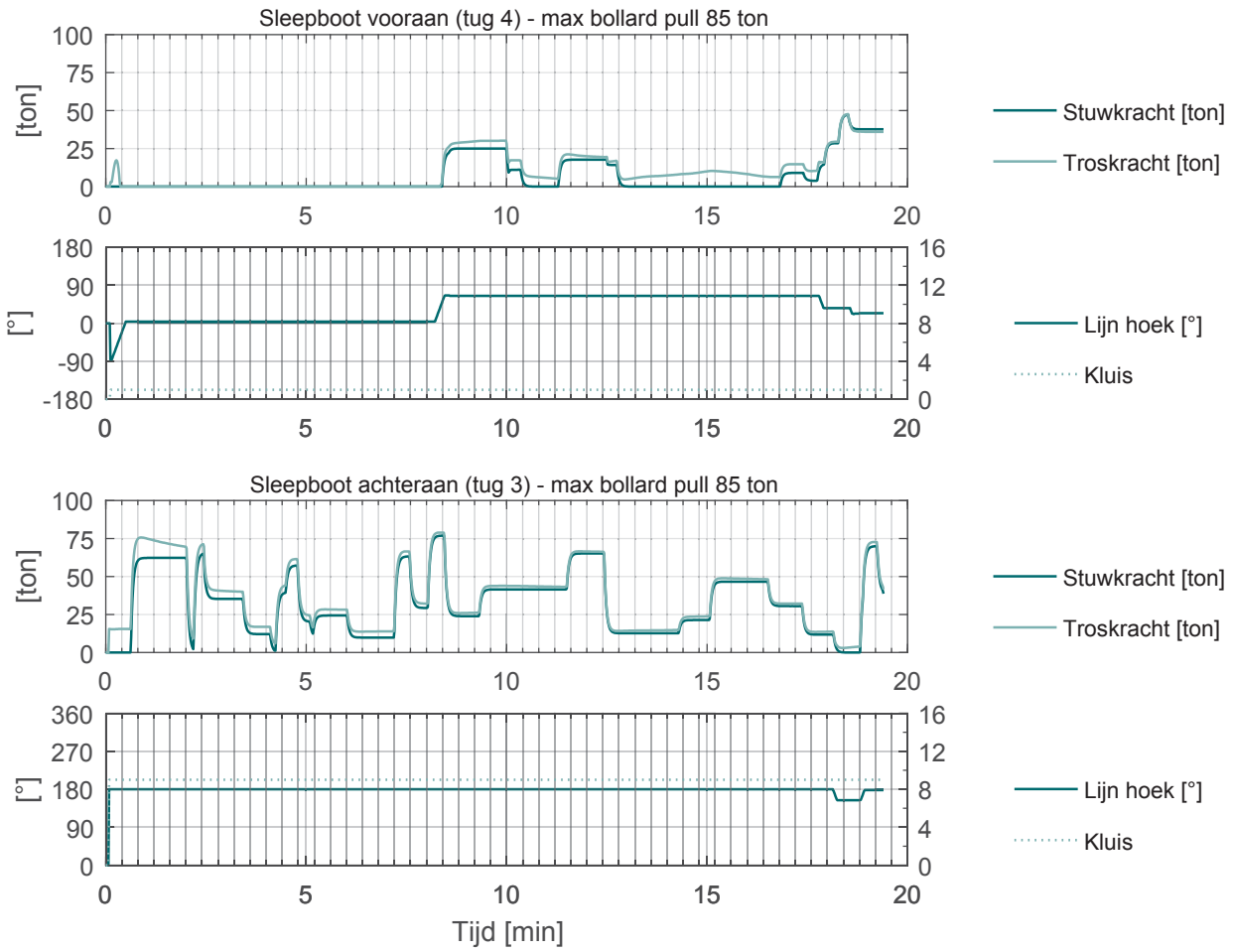
VandammeWest_gek_002 SIM360 carCar_265_400_NSZ Voorhaven: afvaart ZW5 19.4 min



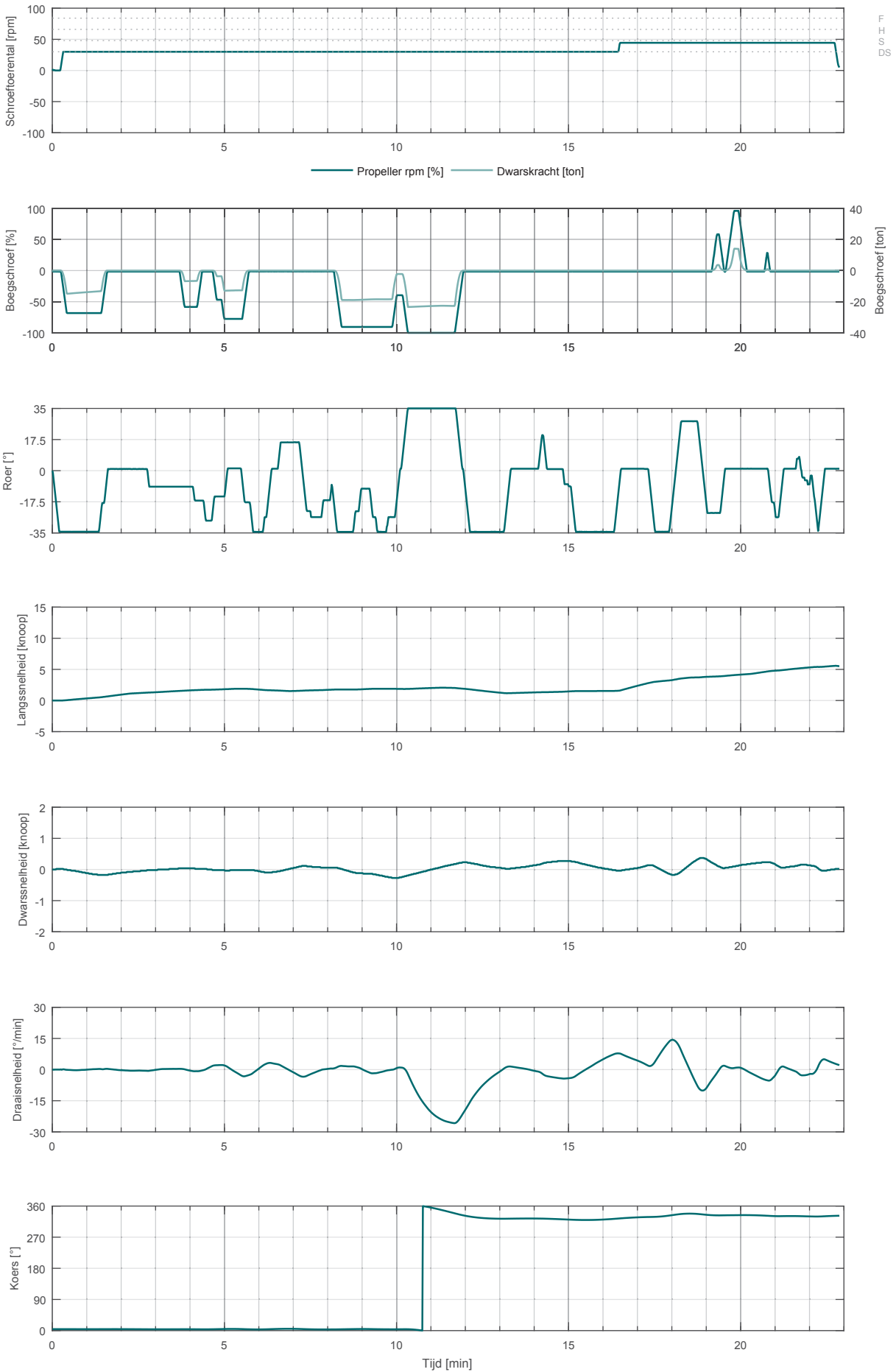


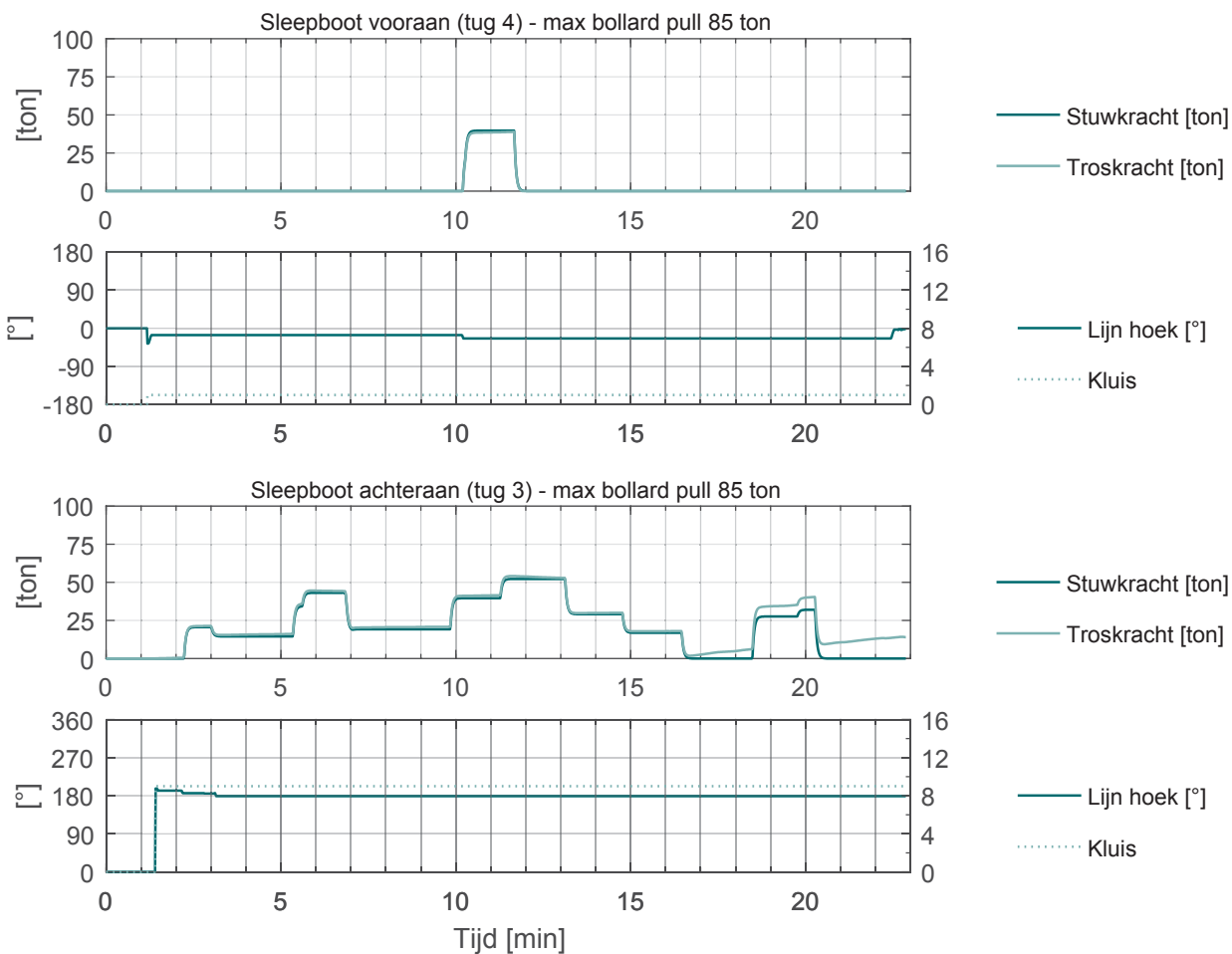
VandammeWest_gek_002 SIM225 carCar_265_400_NSZ Voorhaven: opvaart ZW5 19.4 min



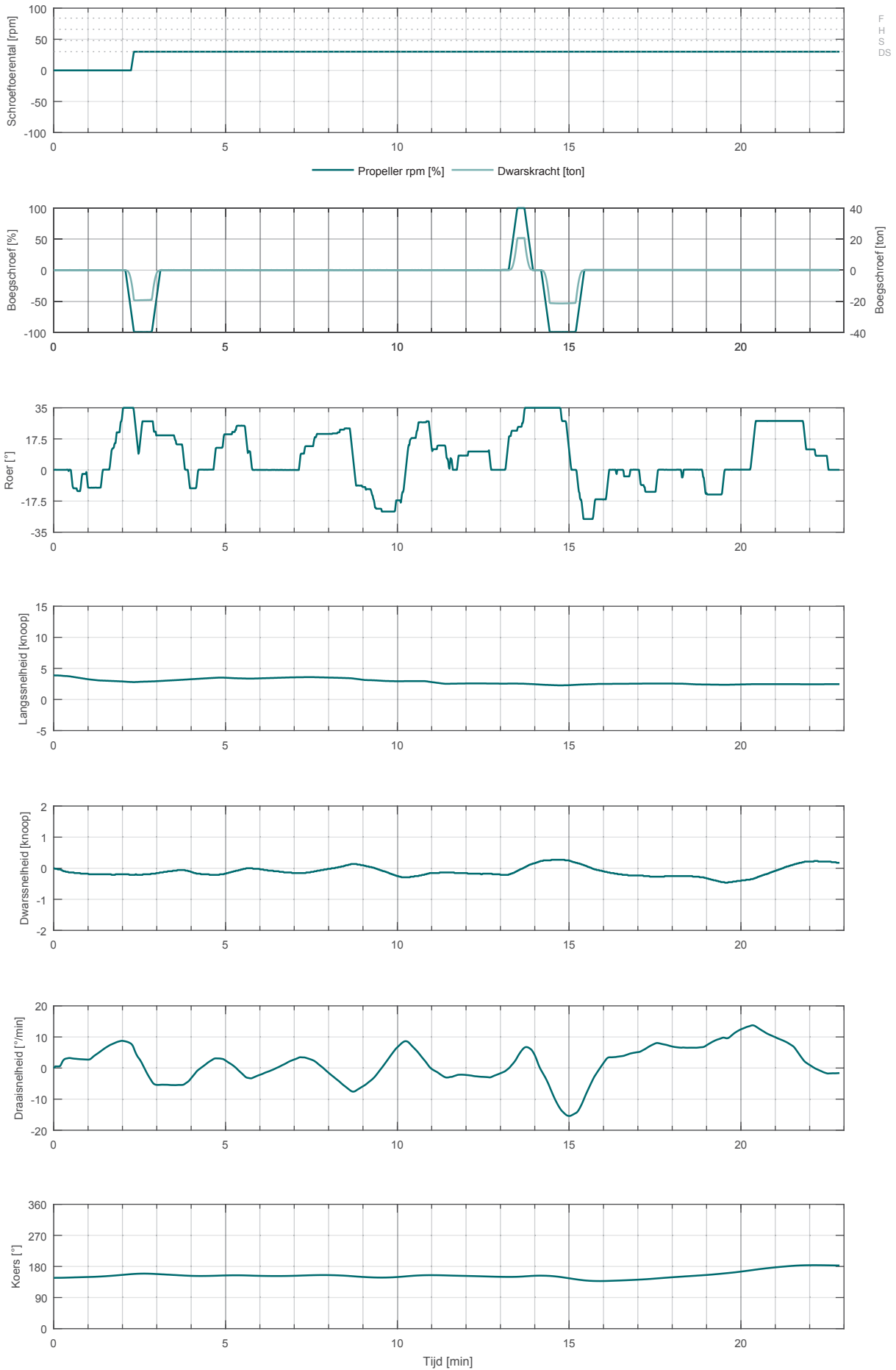


Verbindingsdok_gek_002 SIM360 carCar_265_400_NSZ Voorhaven: afvaart ZW4 22.9 min

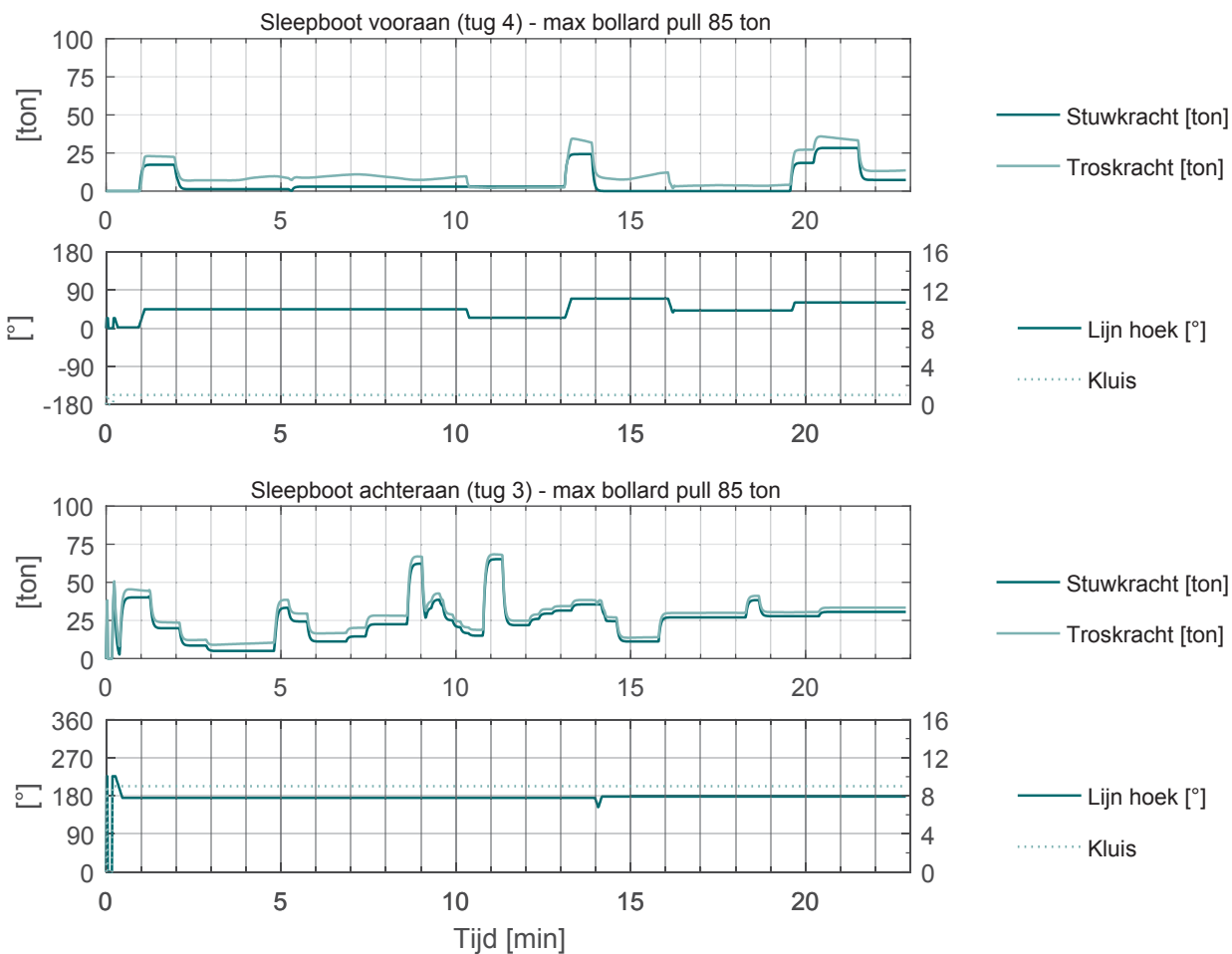




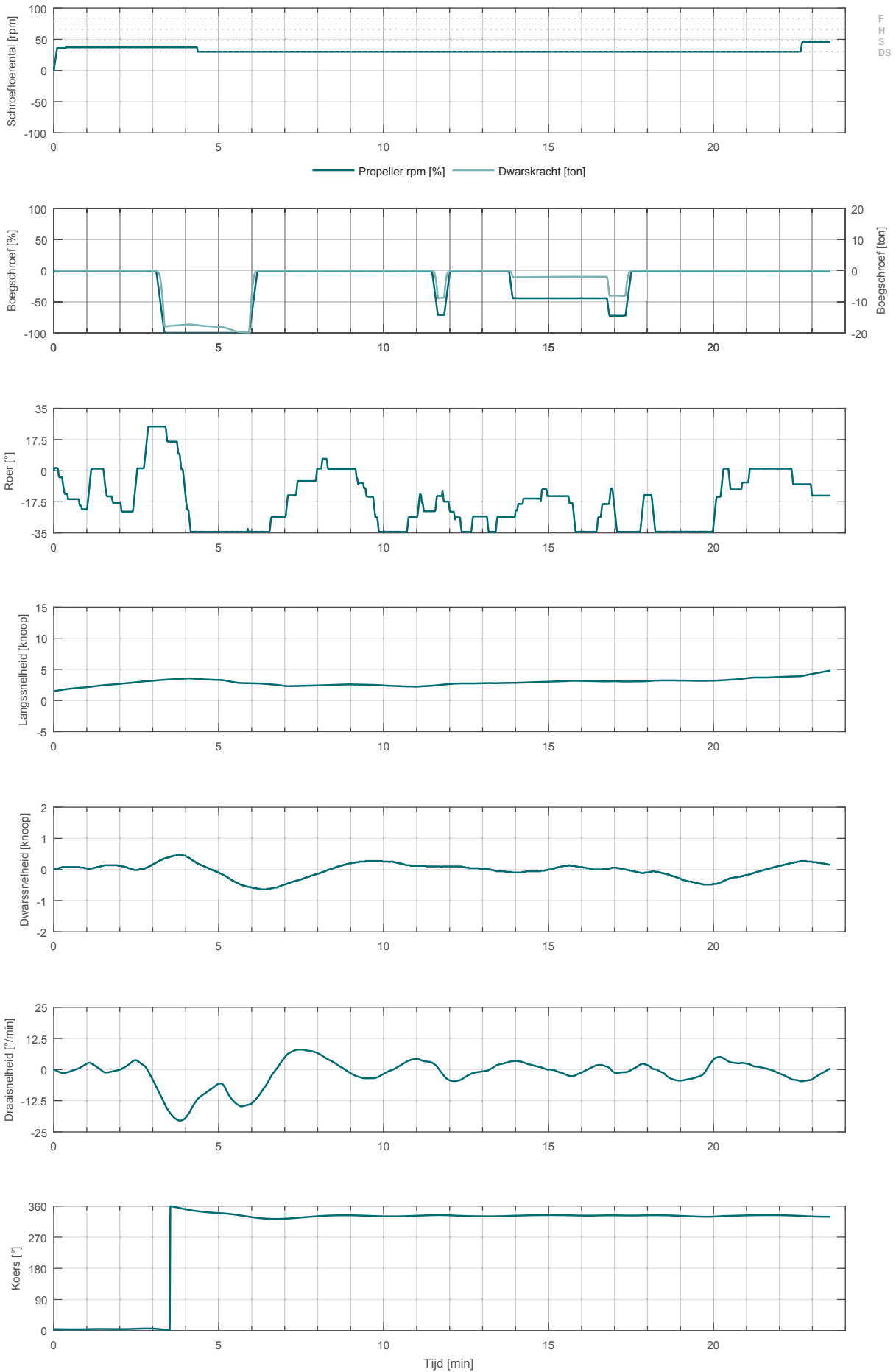
Verbindingsdok_gek_002 SIM225 carCar_265_400_NSZ Voorhaven: opvaart ZW4 22.9 min

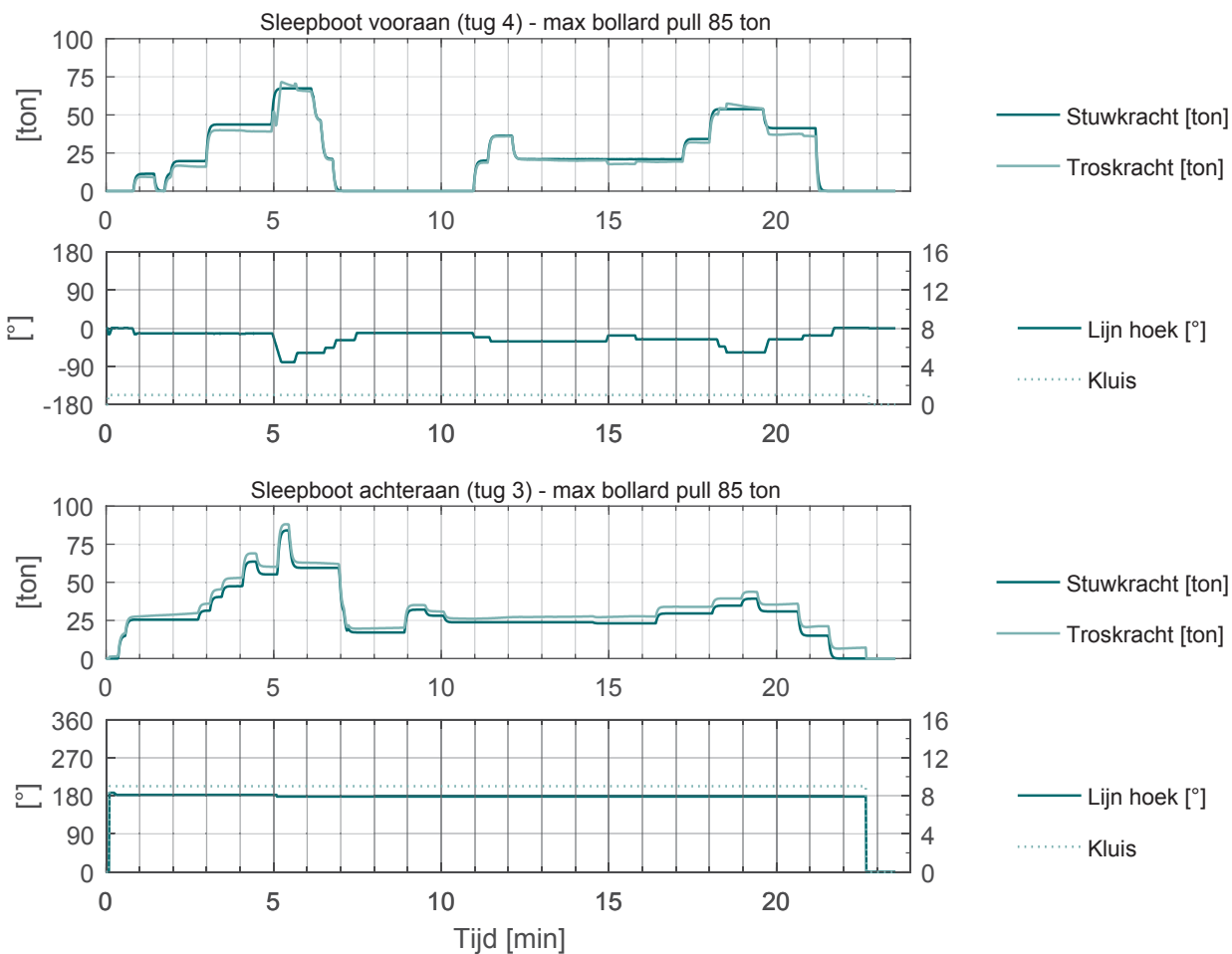


Verbindingsdok_gek_002 SIM225 carCar_265_400_NSZ Voorhaven: opvaart ZW4 22.9 min

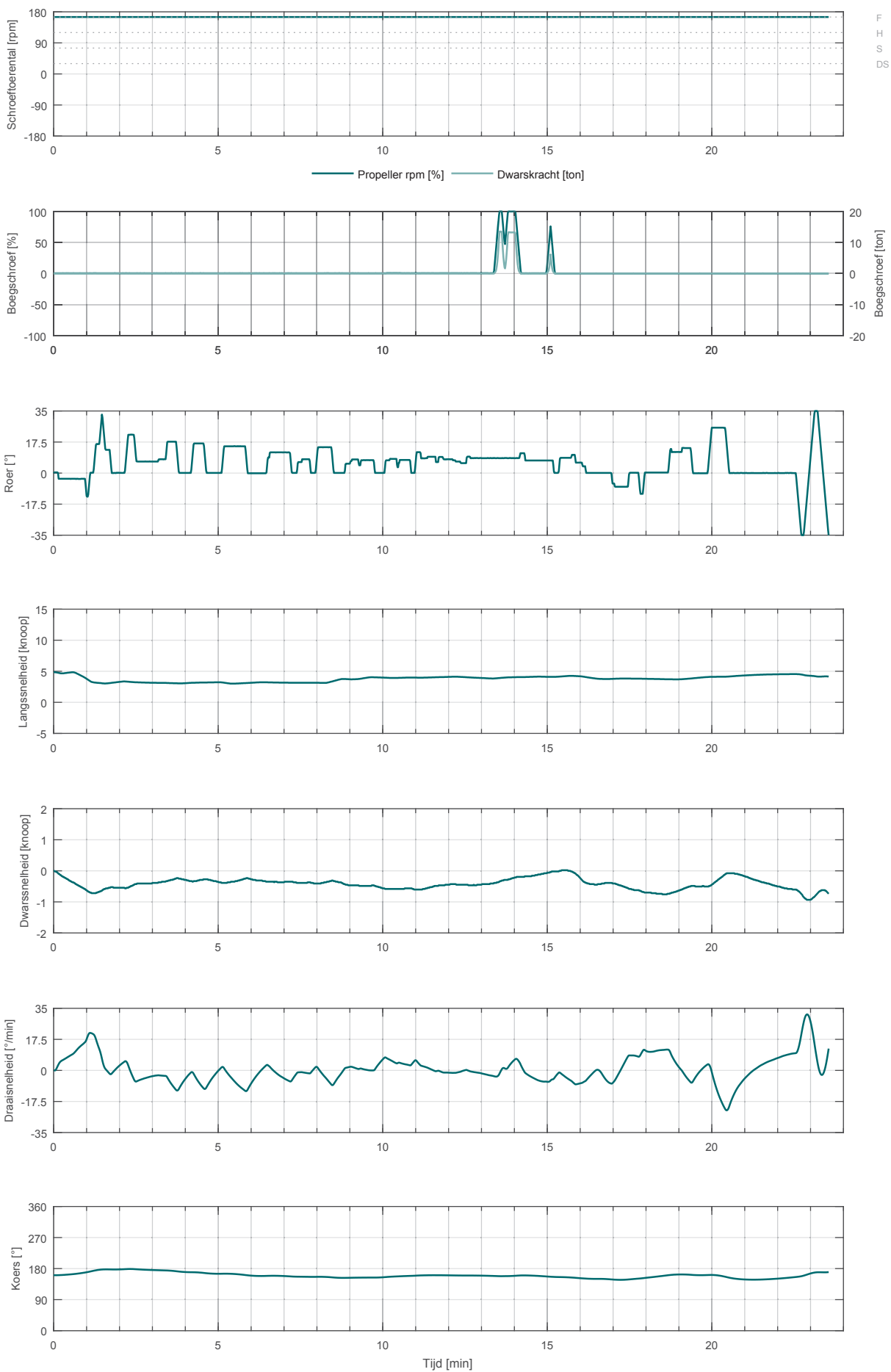


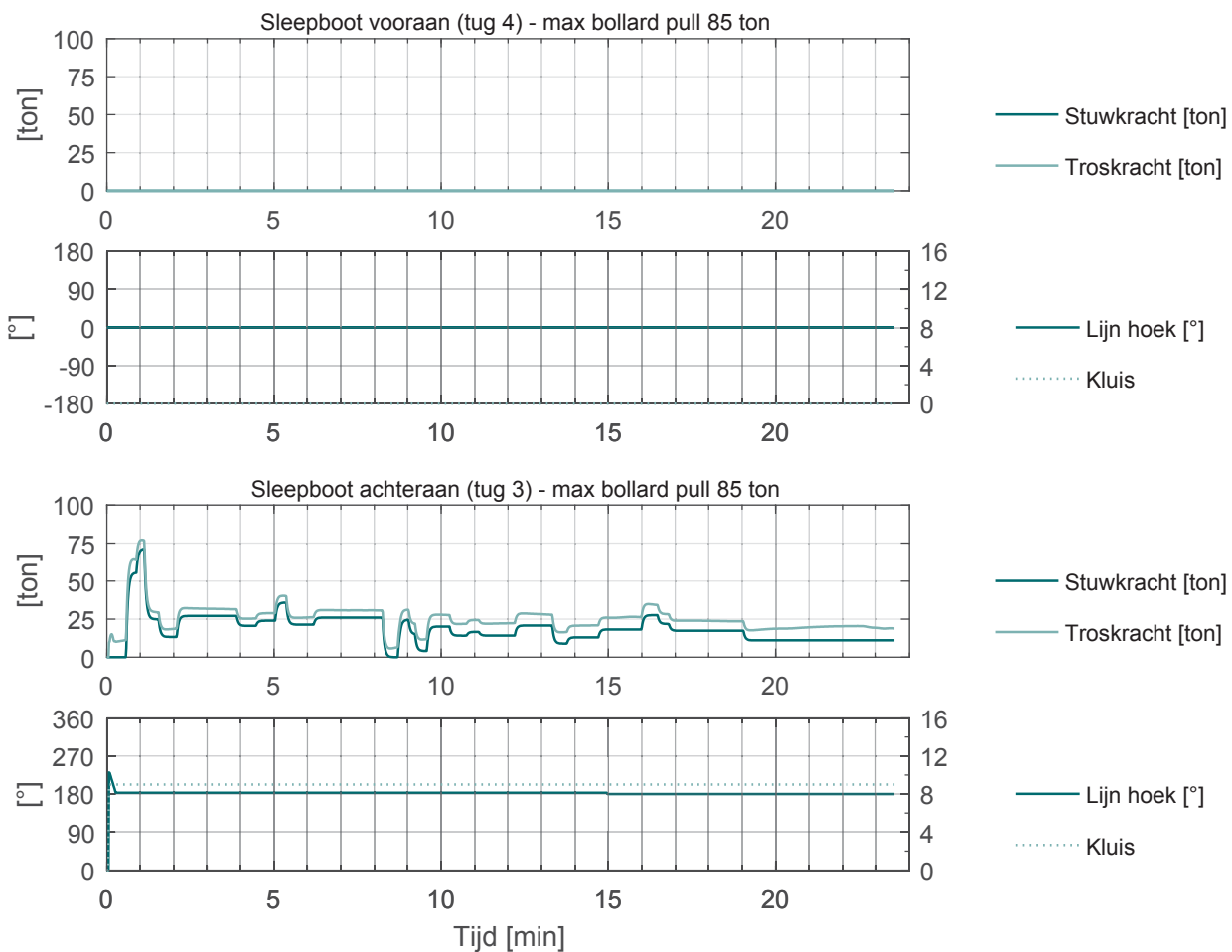
Verbindingsdok_gek_003 SIM360 carCar_265_400_NSZ Voorhaven: afvaart ZW5 23.6 min





Verbindingsdok_gek_003 SIM225 clementine Voorhaven: opvaart ZW5 23.6 min





Bijlage 4: Vaarbaanplots – statisch

CONCEPT



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_001
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 10:31:27
 Duur : 30.83 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

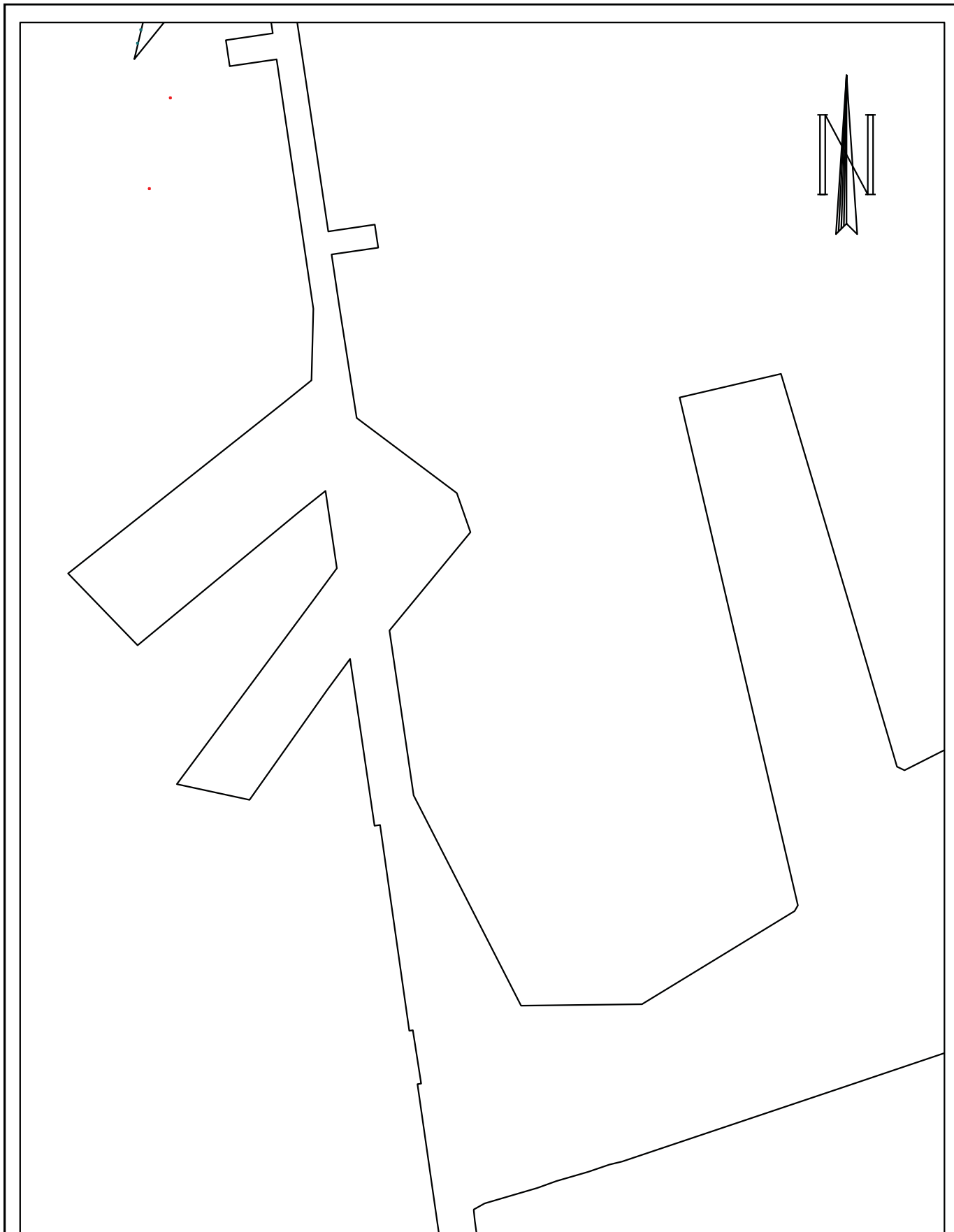


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B120



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_001
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 10:31:27
 Duur : 30.83 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B121



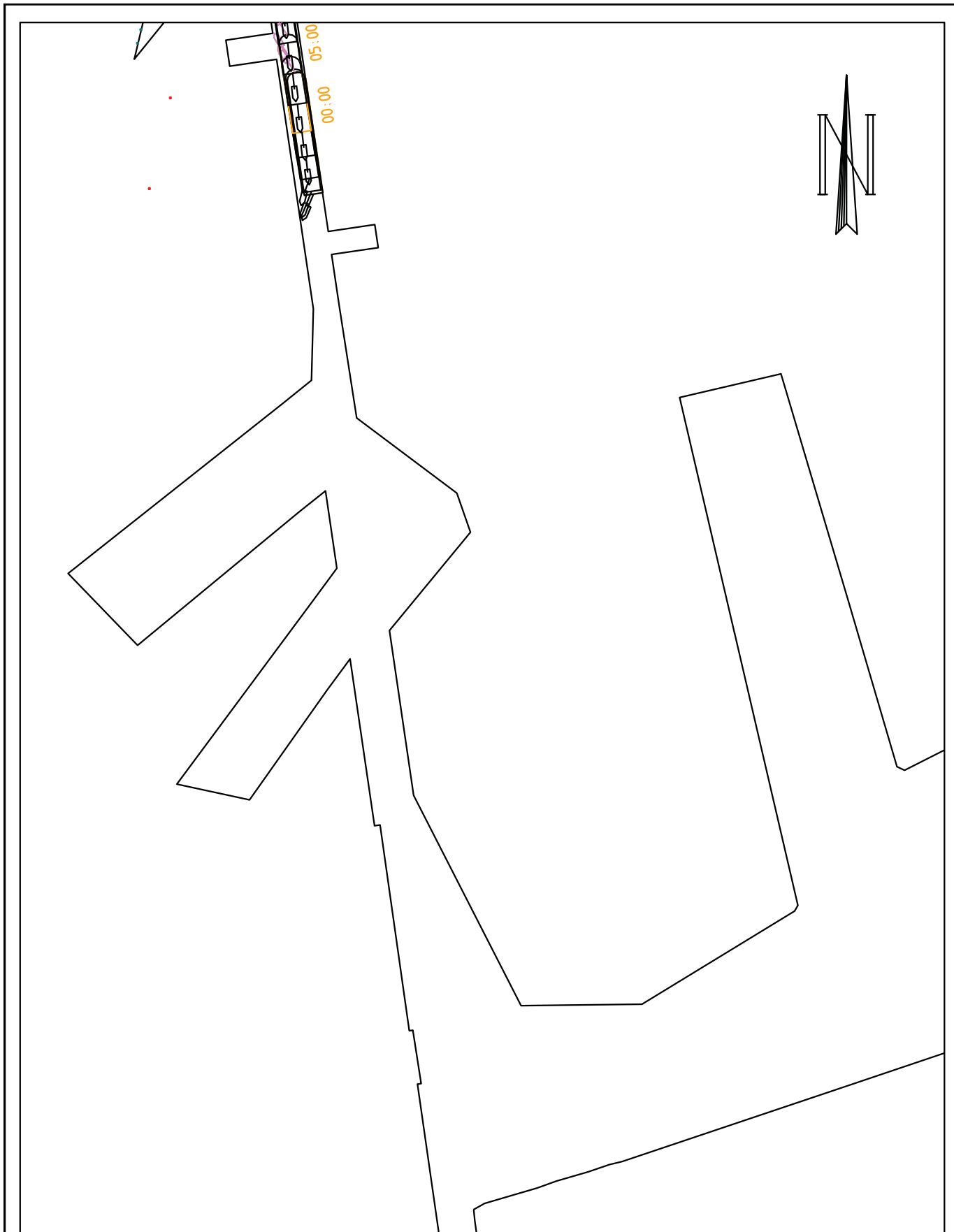
Plotinterval 60. s



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_002
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 14:23:10
 Duur : 25.22 min.





Plotinterval 60. s

0 500 m

<p>17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ) Schip : carCar_265_400_NSZ_95 Wind : ZW5 Strooming : geen strooming</p>	<p>Vaart : Visari_002 Datum : 2017-03-09 Tijdstip : 14:23:10 Duur : 25.22 min.</p>
---	---

<p>Waterbouwkundig Laboratorium</p>  <p>Vlaanderen is wetenschap</p>	<p>ZBR</p>	<p>Zeebrugge_17_002 Definitieve versie WL2017R17_002_1 B123</p>
---	------------	--

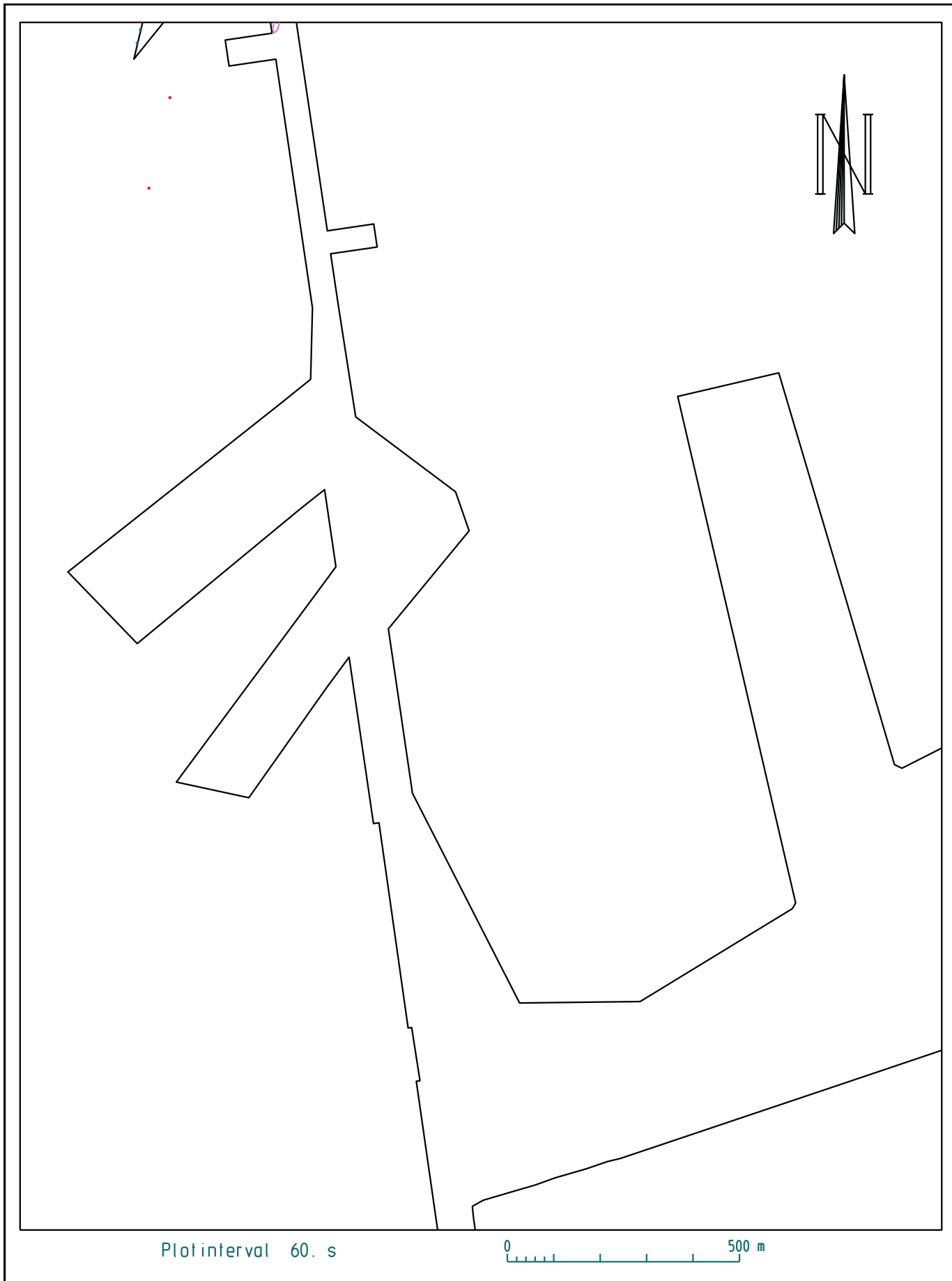


Plotinterval 60. s



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_003
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 10:03:55
 Duur : 26.90 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_003
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 10:03:55
 Duur : 26.90 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B125



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_004
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 15:53:49
 Duur : 27.20 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

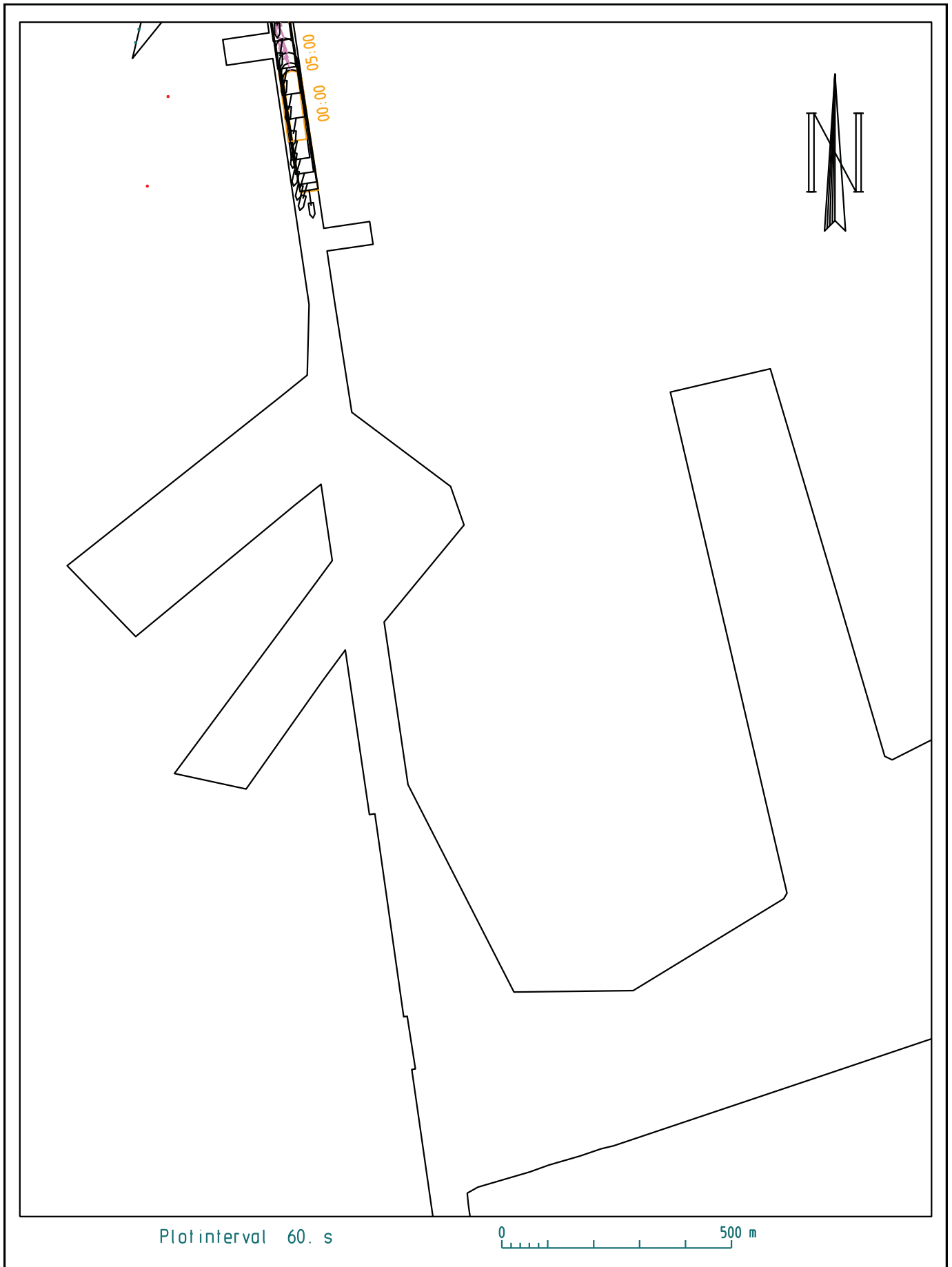


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B126

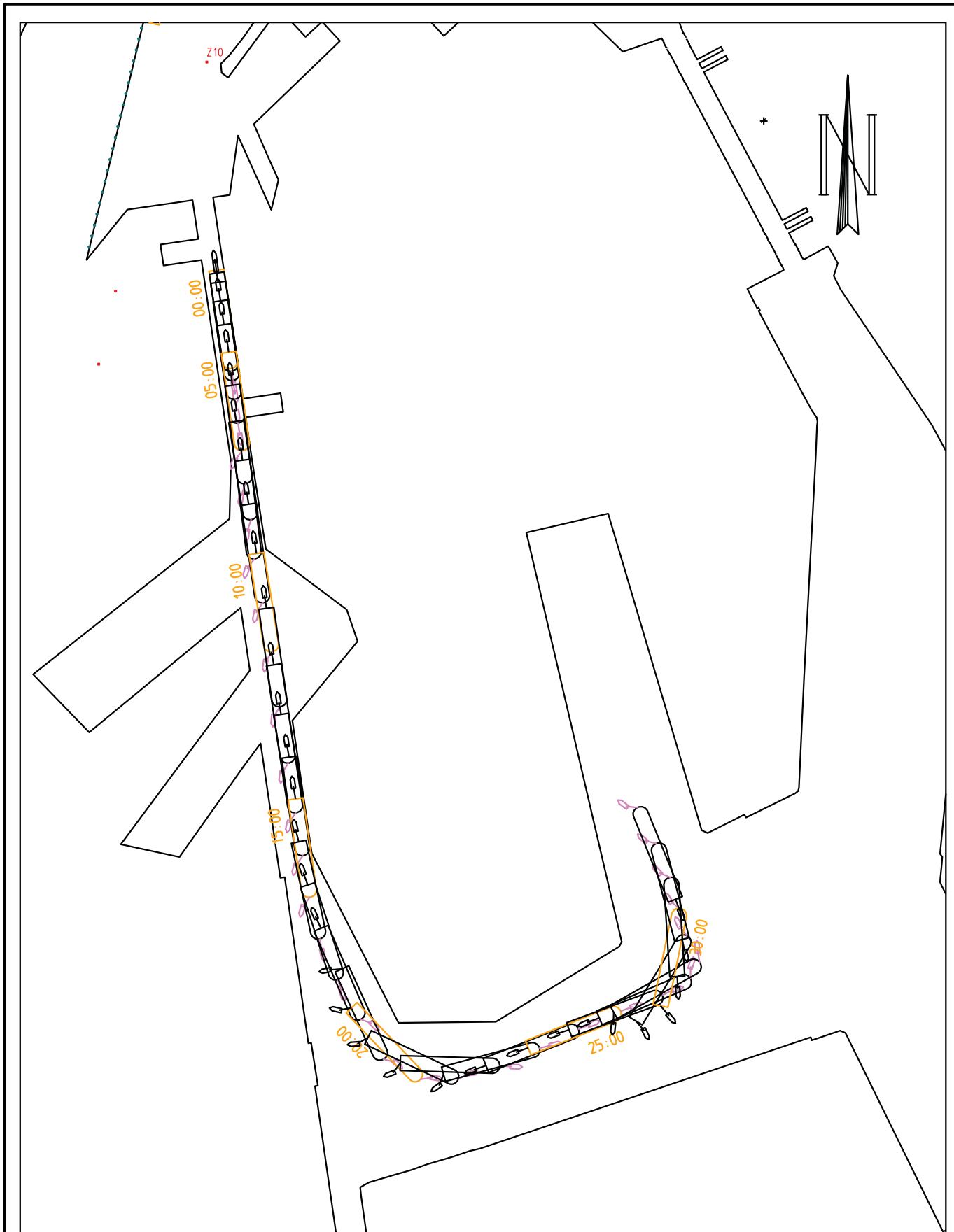


Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

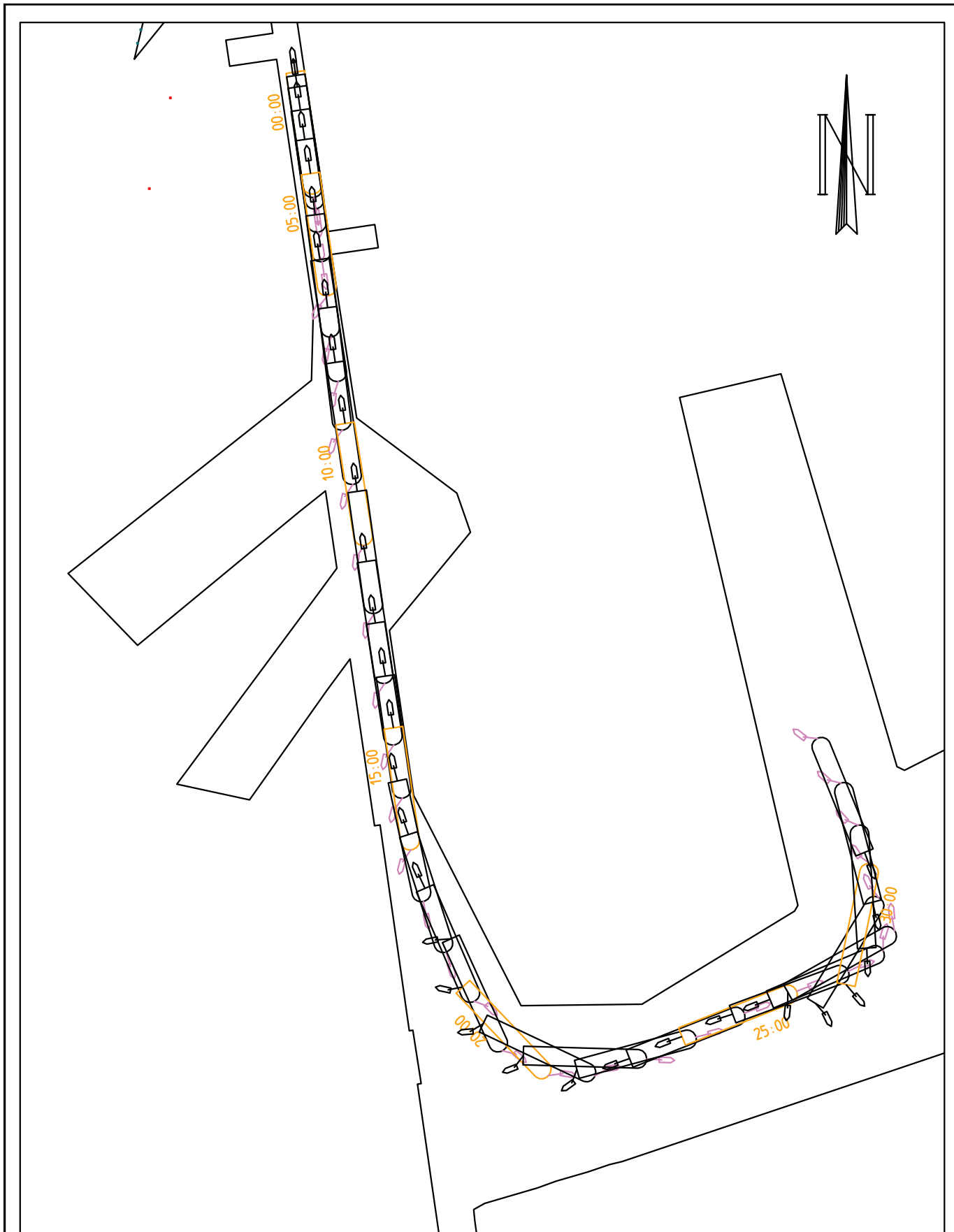
Vaart : Visari_004
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 15:53:49
 Duur : 27.20 min.



Plotinterval 60. s



<p>17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ) Schip : carCar_265_400_NSZ_95 Wind : ZW5 Strooming : geen strooming</p>	<p>Vaart : Visari_005 Datum : 2017-03-15 Tijdstip : 10:29:18 Duur : 33.98 min.</p>
---	---



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_005
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 10:29:18
 Duur : 33.98 min.



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_006
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 13:50:38
 Duur : 32.87 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Stroming : geen stroming

Vaart : Visari_006
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 13:50:38
 Duur : 32.87 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

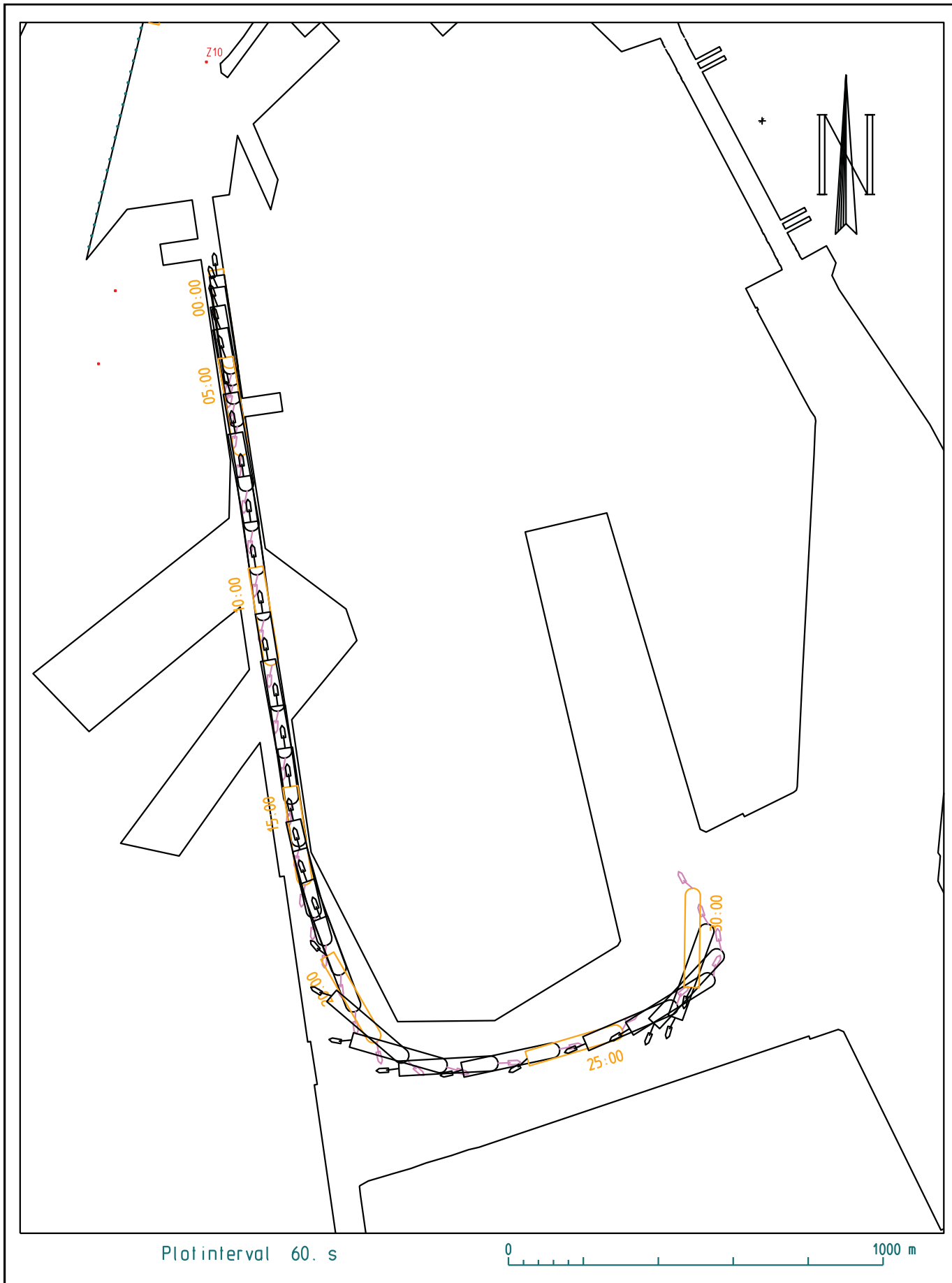


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B131



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Stroming : geen stroming

Vaart : Visari_007
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 09:54:05
 Duur : 30.13 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

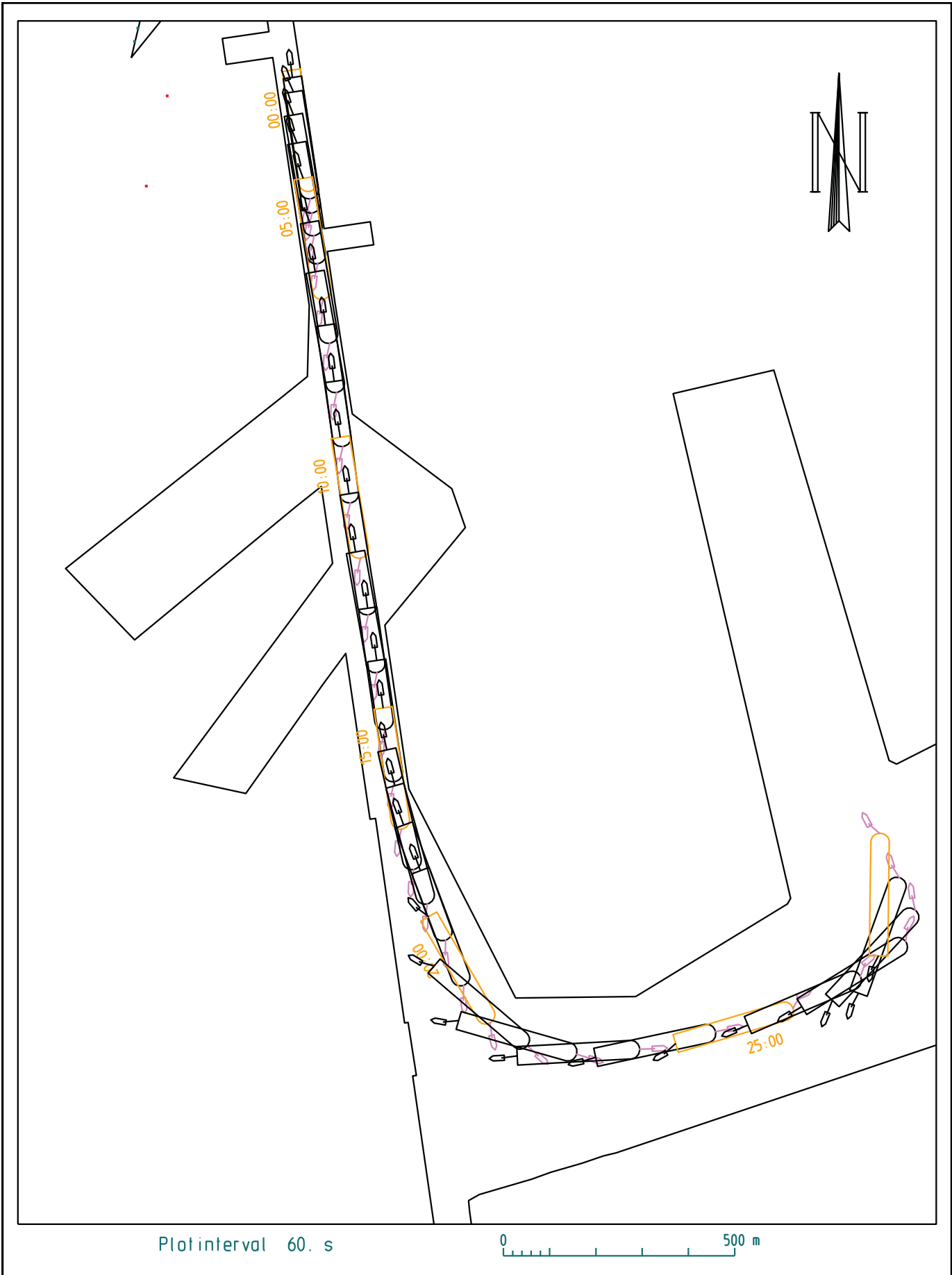


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B132



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_007
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 09:54:05
 Duur : 30.13 min.

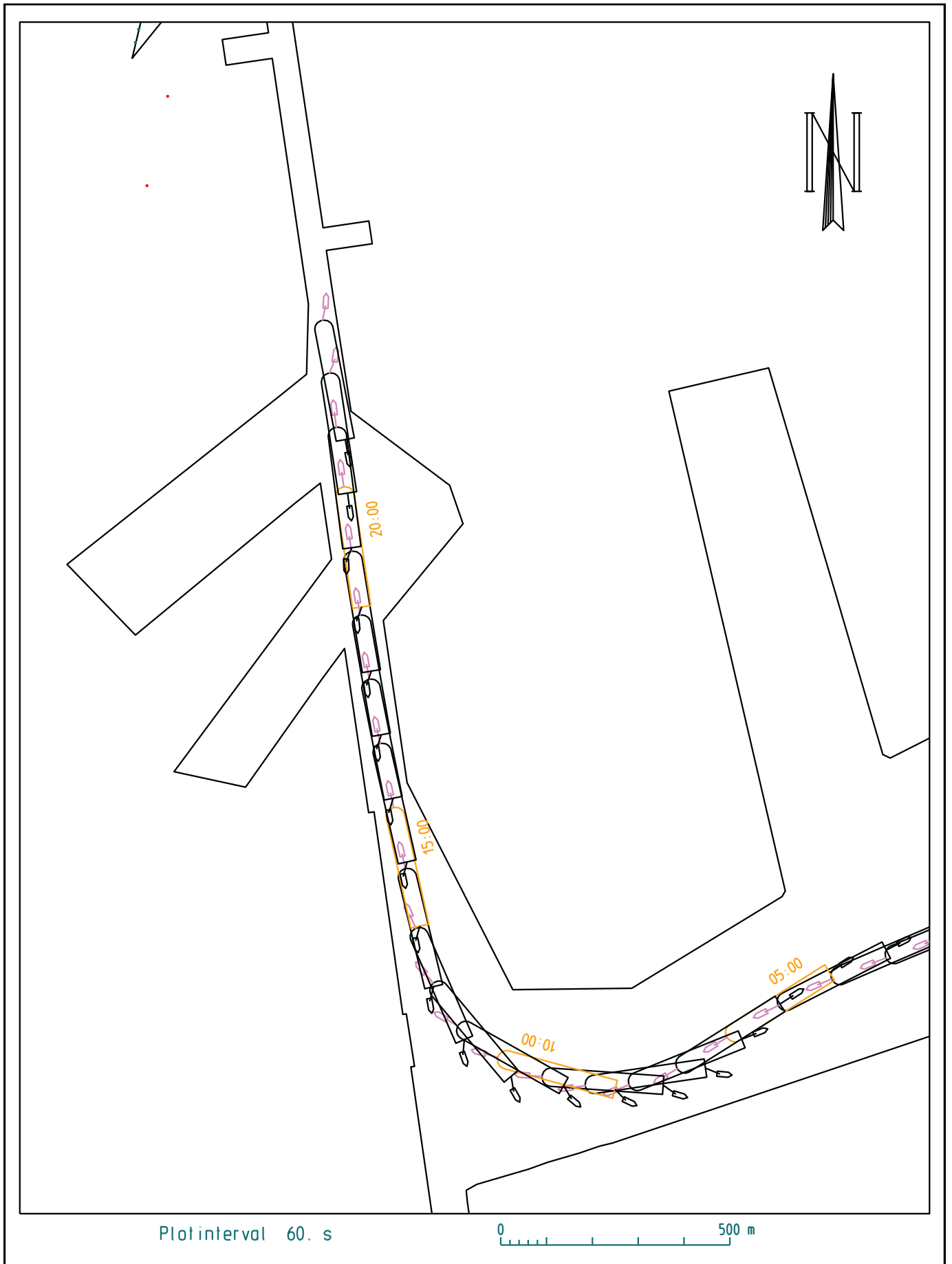


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_008
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 14:12:18
 Duur : 23.47 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_008
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 14:12:18
 Duur : 23.47 min.



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VisariOost_001
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 14:57:40
 Duur : 27.27 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

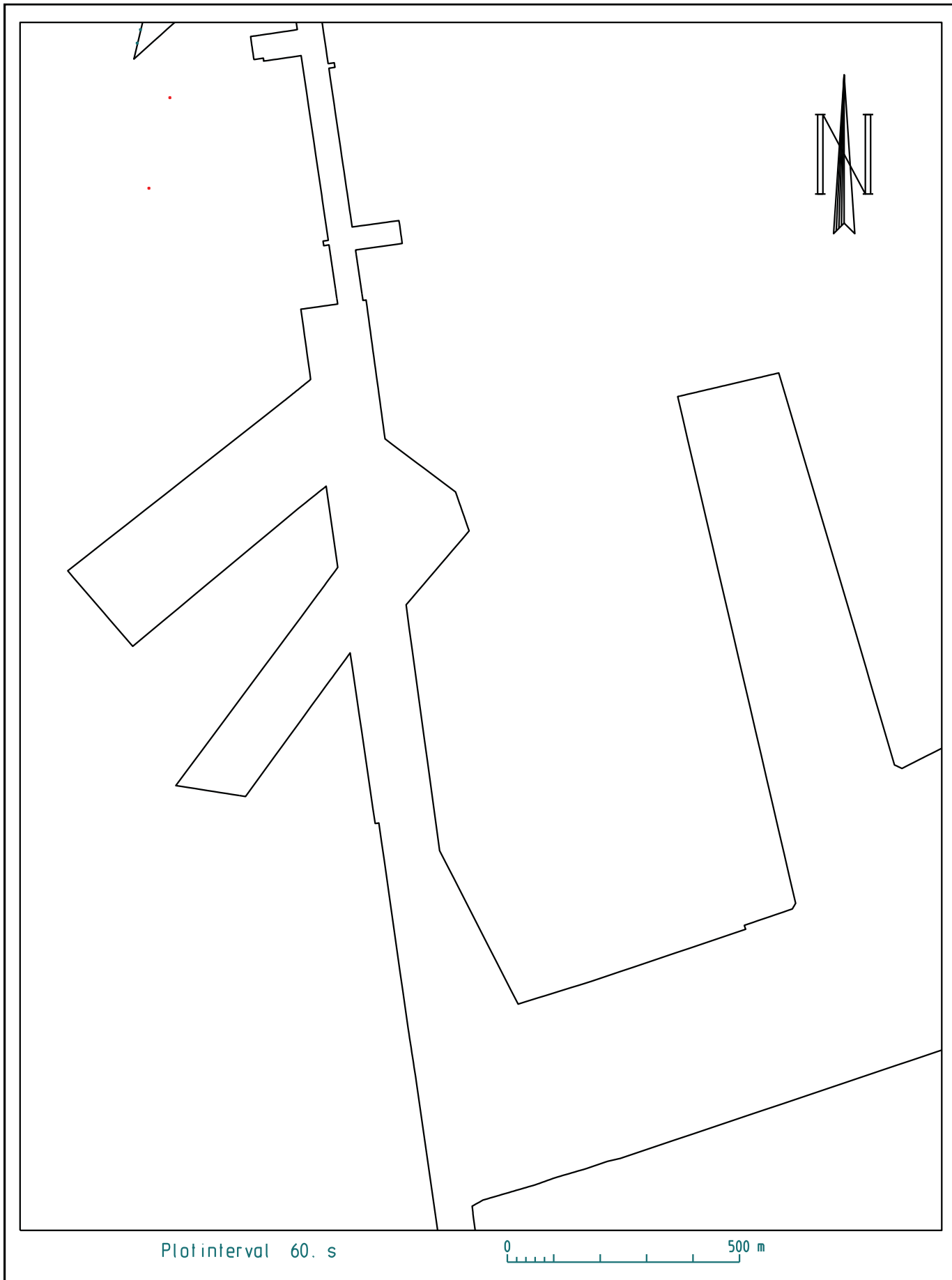


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B136



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VisariOost_001
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 14:57:40
 Duur : 27.27 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B137



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visar10ost_002
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 14:32:00
 Duur : 27.65 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

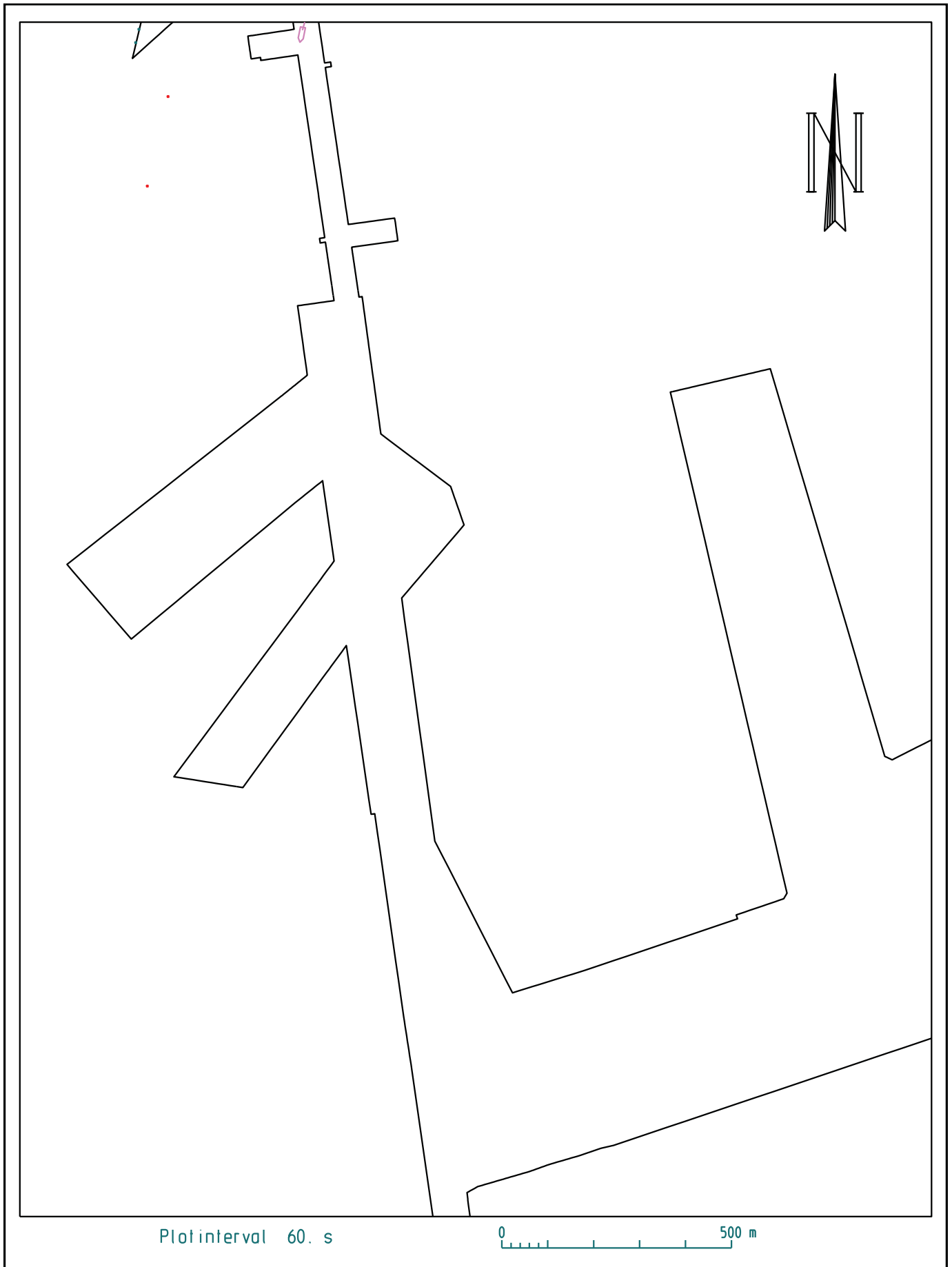


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B138



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visar10ost_002
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 14:32:00
 Duur : 27.65 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

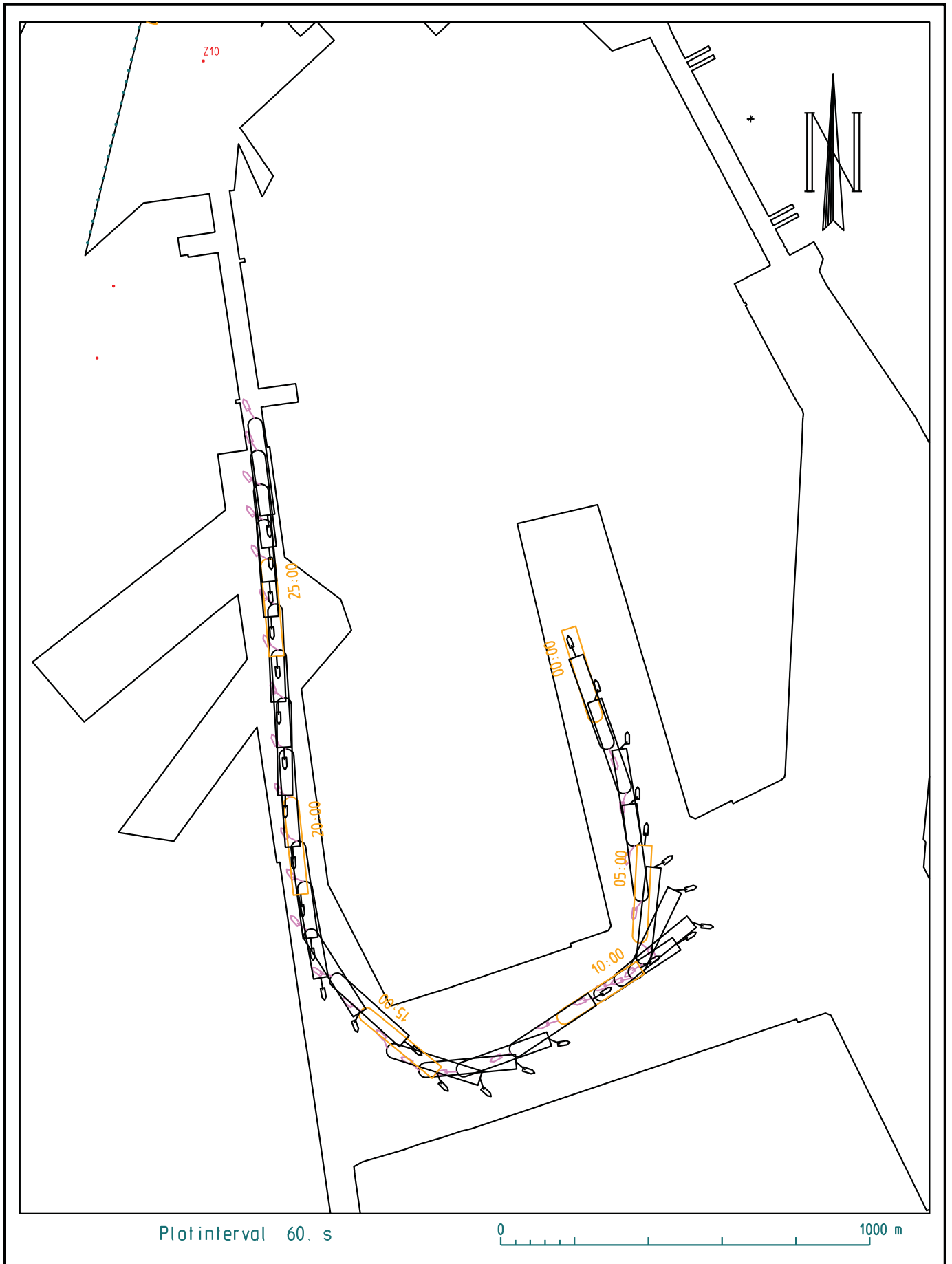


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B139



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visarioost_003
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 11:15:45
 Duur : 29.25 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

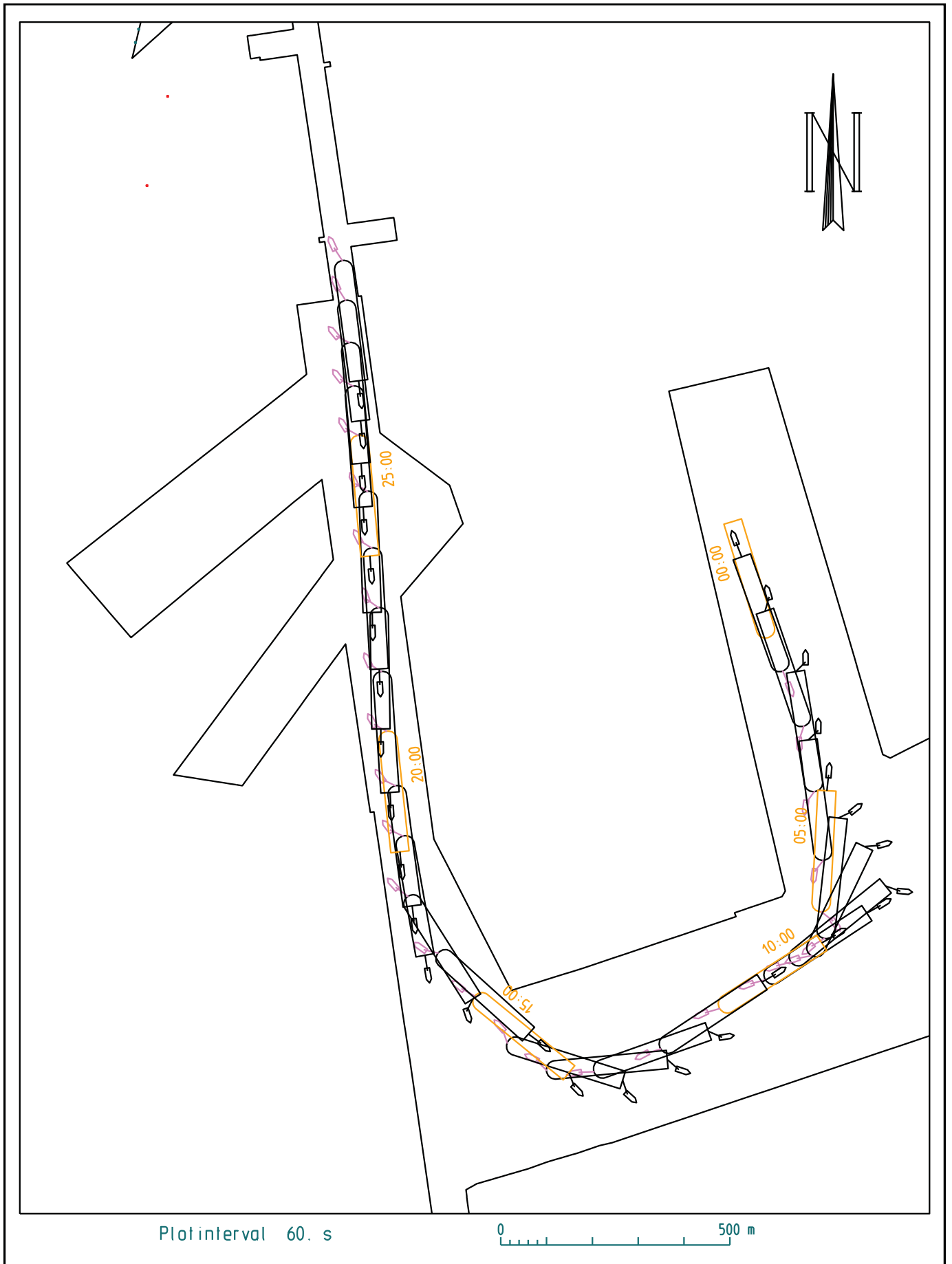


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B140

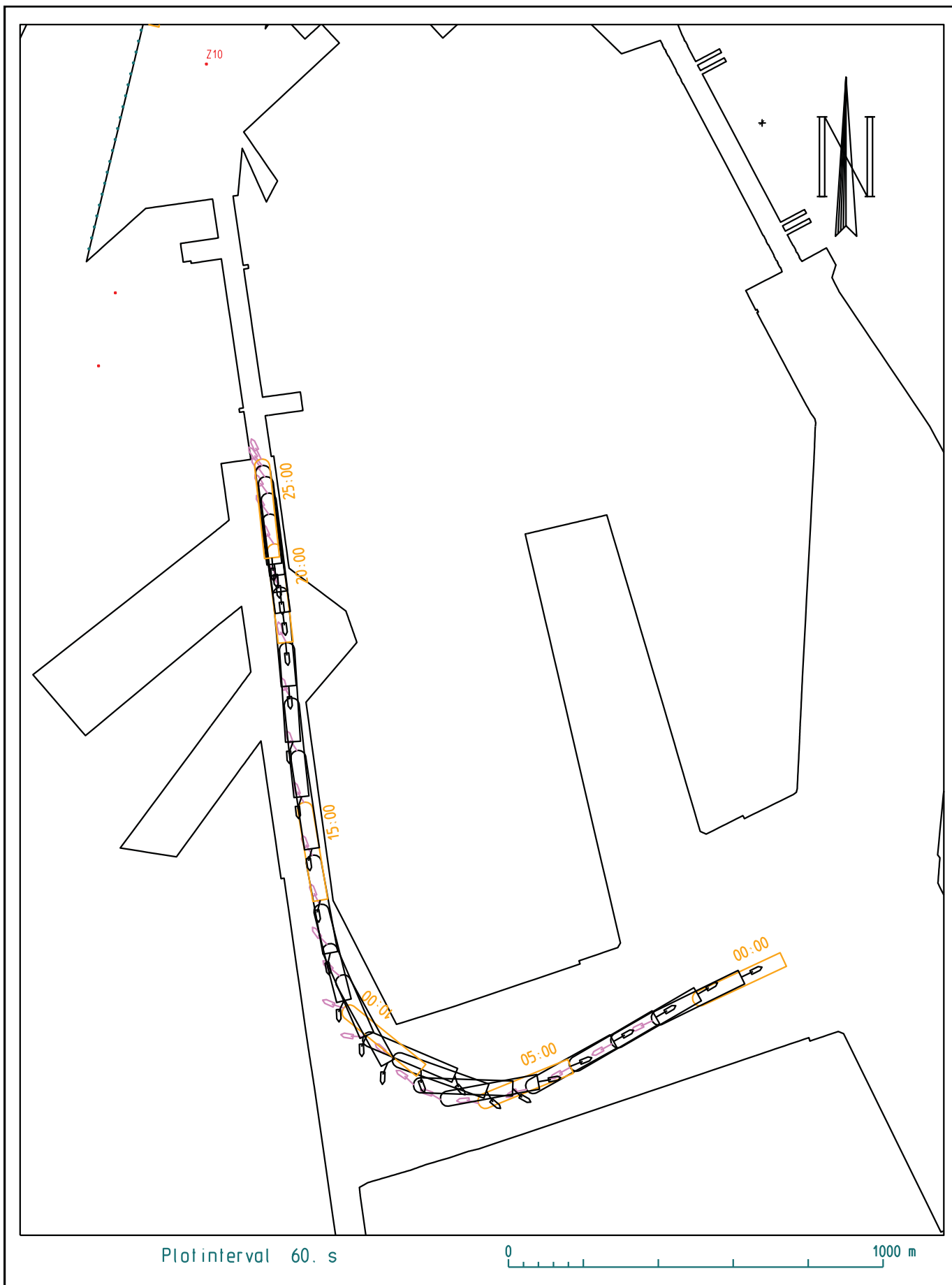


Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visar10ost_003
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 11:15:45
 Duur : 29.25 min.

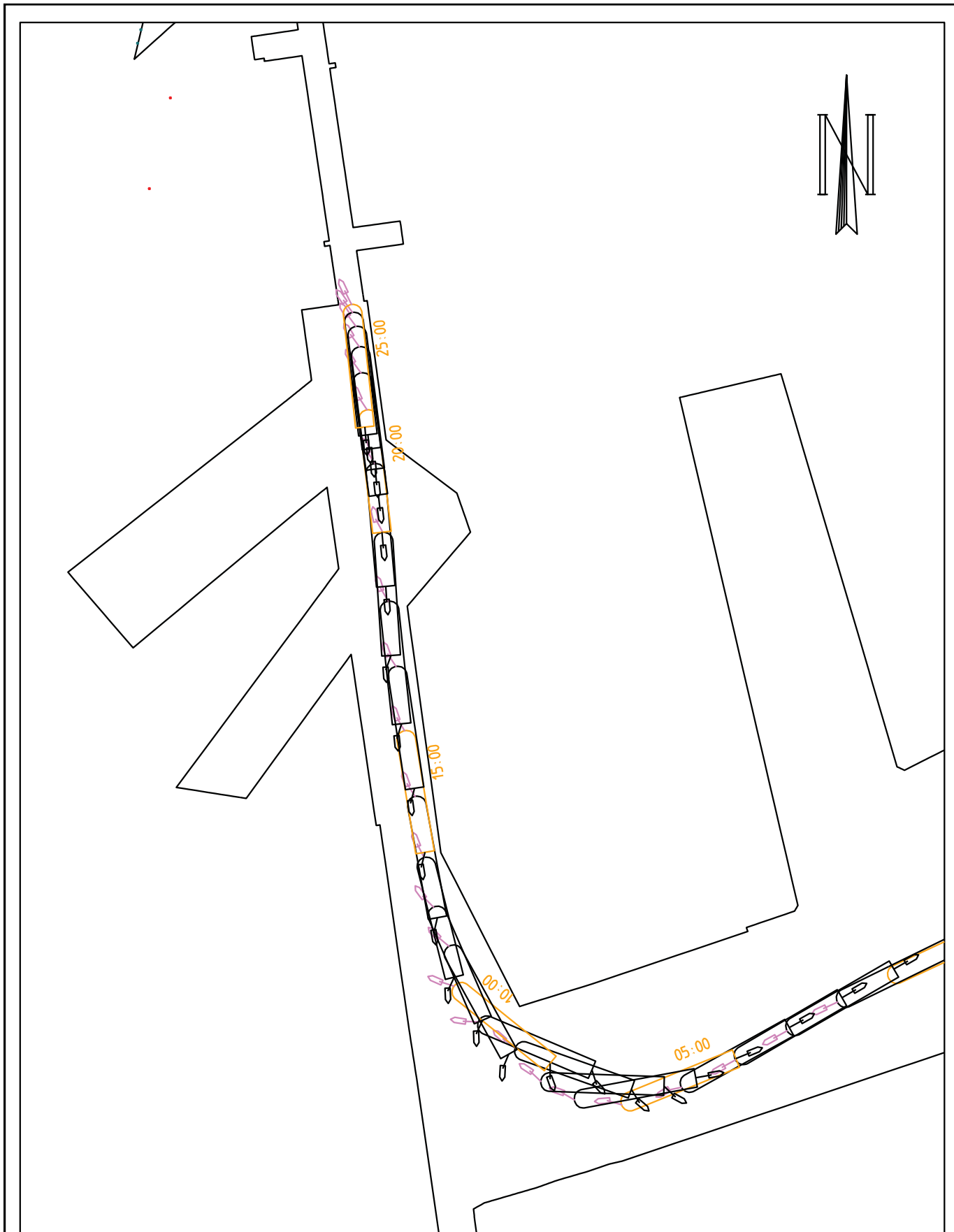


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VisariOost_004
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 10:49:20
 Duur : 25.83 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VisariOost_004
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 10:49:20
 Duur : 25.83 min.



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Stroming : geen stroming

Vaart : Carcocksite_001
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 11:10:30
 Duur : 40.48 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

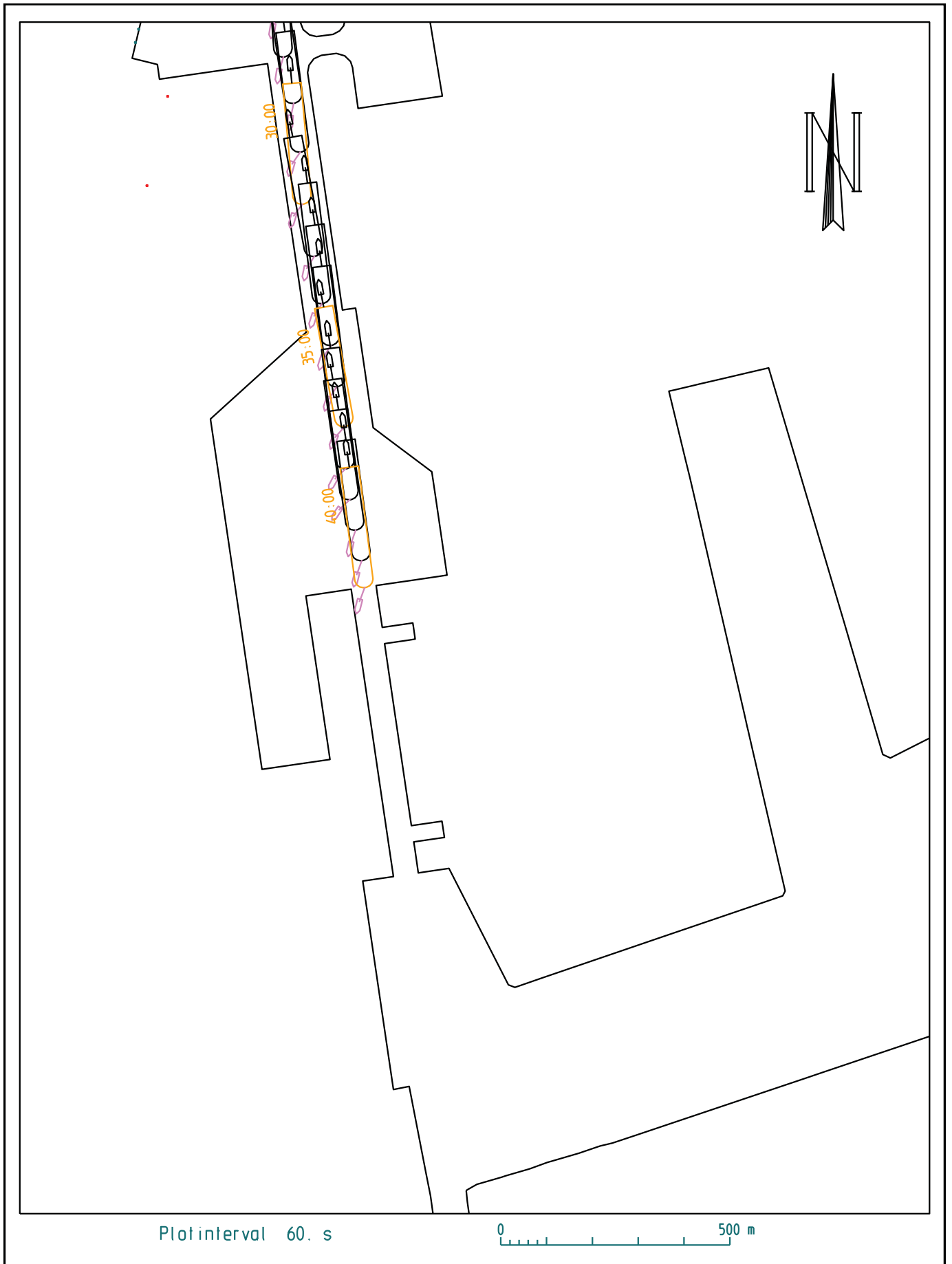


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B144



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Stroming : geen stroming

Vaart : Carcocksite_001
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 11:10:30
 Duur : 40.48 min.



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcockesite_002
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 15:39:05
 Duur : 36.85 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Stroming : geen stroming

Vaart : Carcocksite_002
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 15:39:05
 Duur : 36.85 min.



Plotinterval 60. s



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcocksite_003
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 10:47:08
 Duur : 37.63 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B148



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcockesite_003
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 10:47:08
 Duur : 37.63 min.



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcocksite_004
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 15:12:24
 Duur : 29.48 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

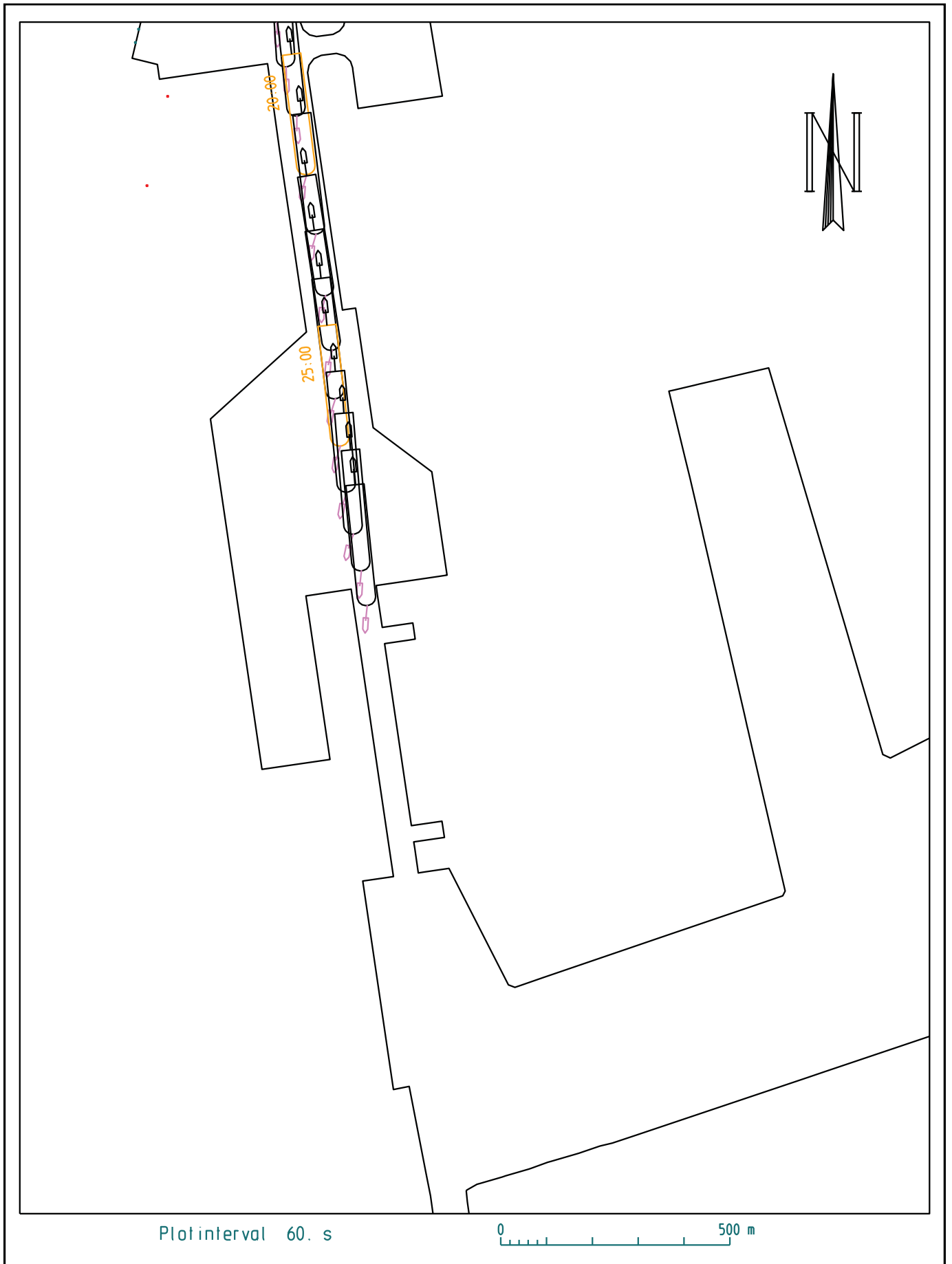


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B150

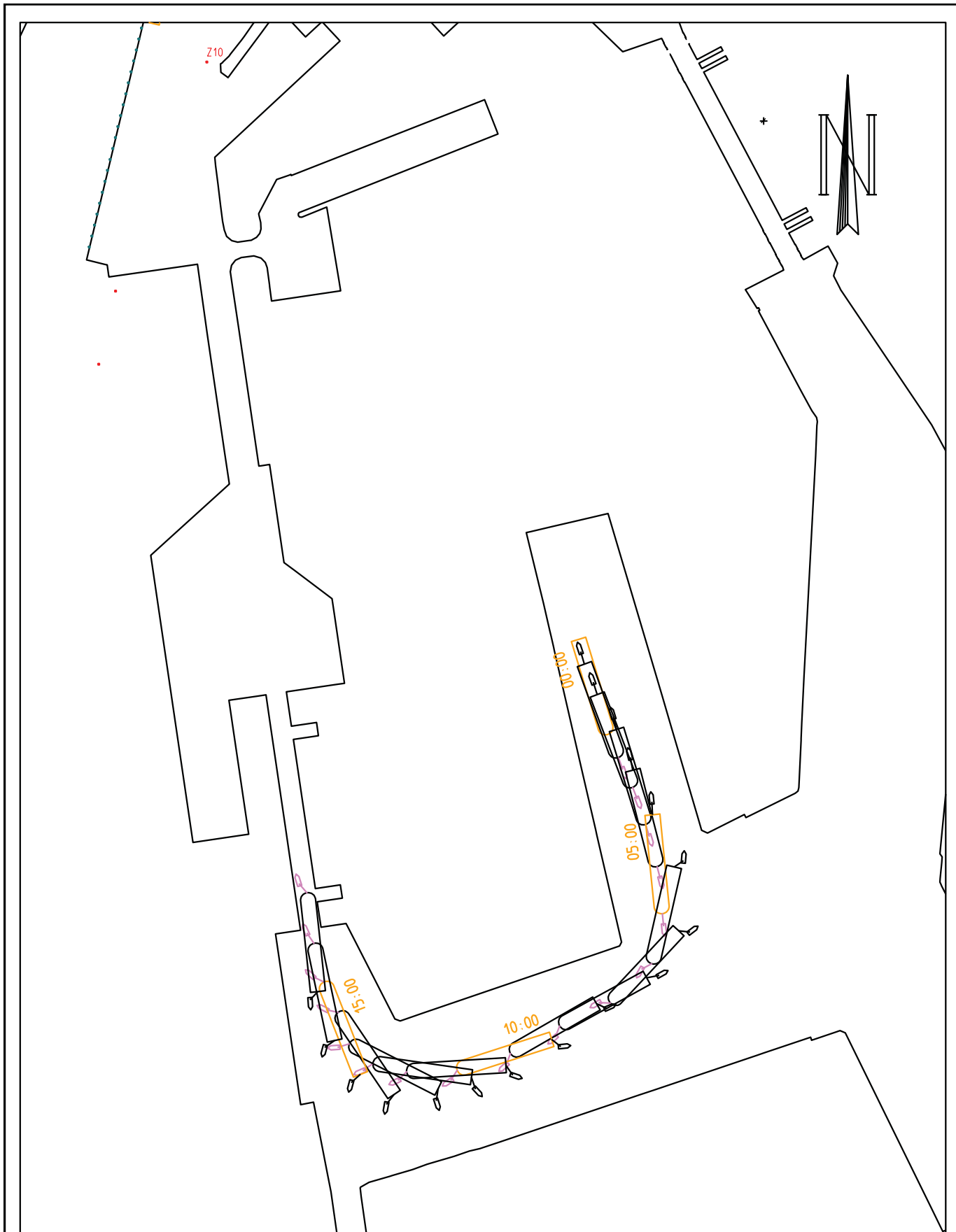


Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcocksite_004
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 15:12:24
 Duur : 29.48 min.

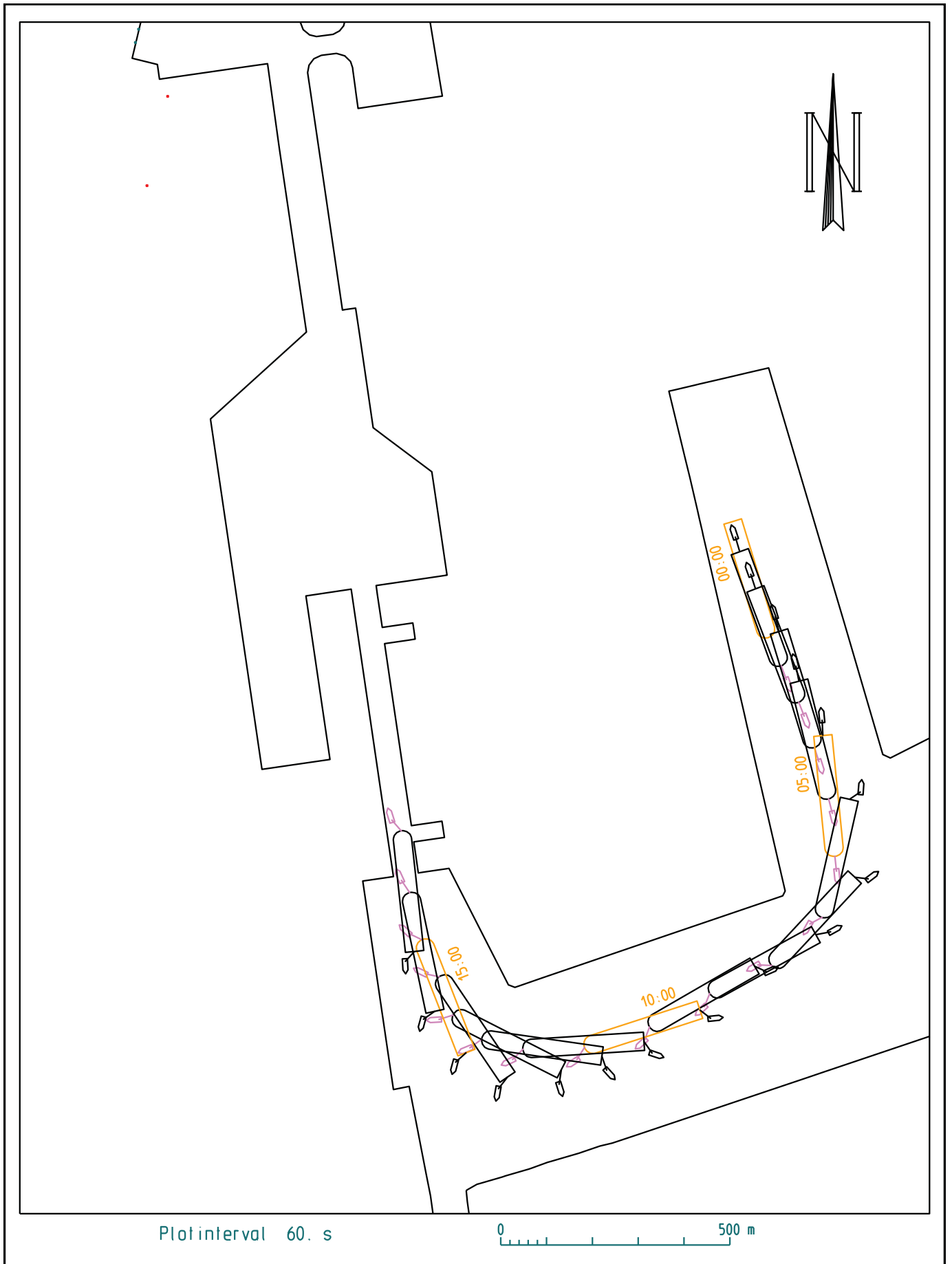


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcocksite_005
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 11:54:35
 Duur : 17.08 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcocksite_005
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 11:54:35
 Duur : 17.08 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

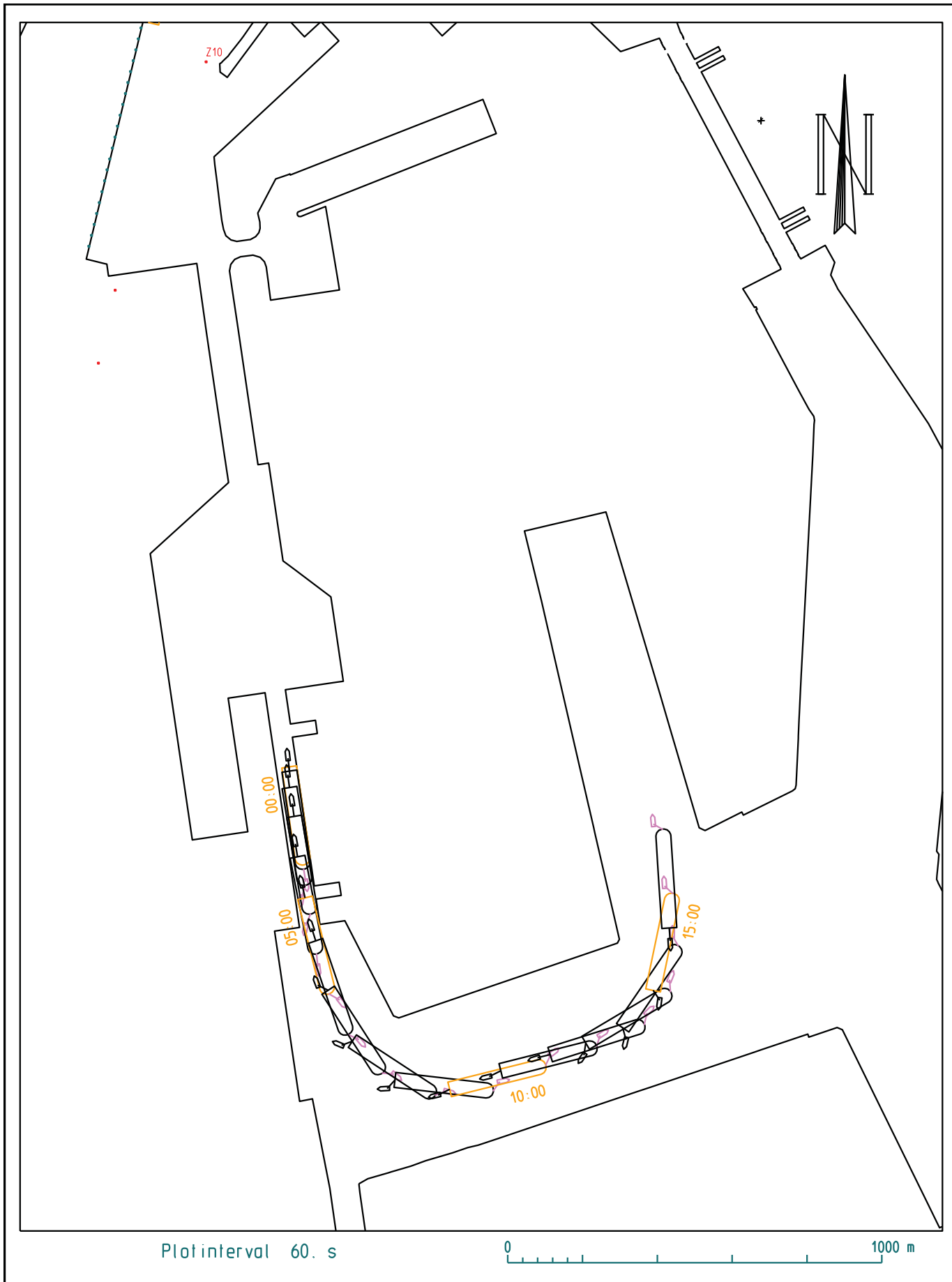


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B153

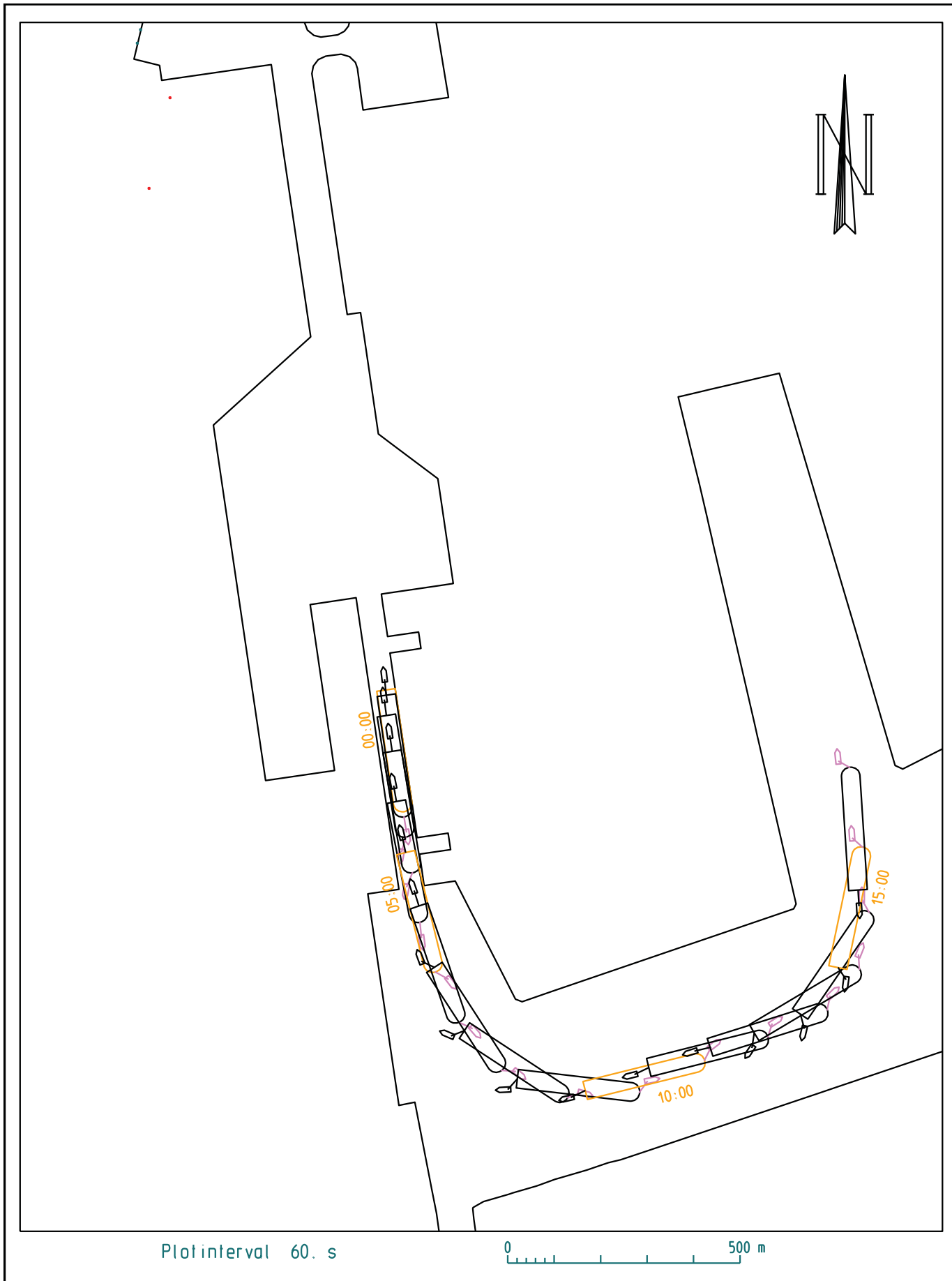


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcocksite_006
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 14:40:15
 Duur : 16.40 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcockesite_006
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 14:40:15
 Duur : 16.40 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

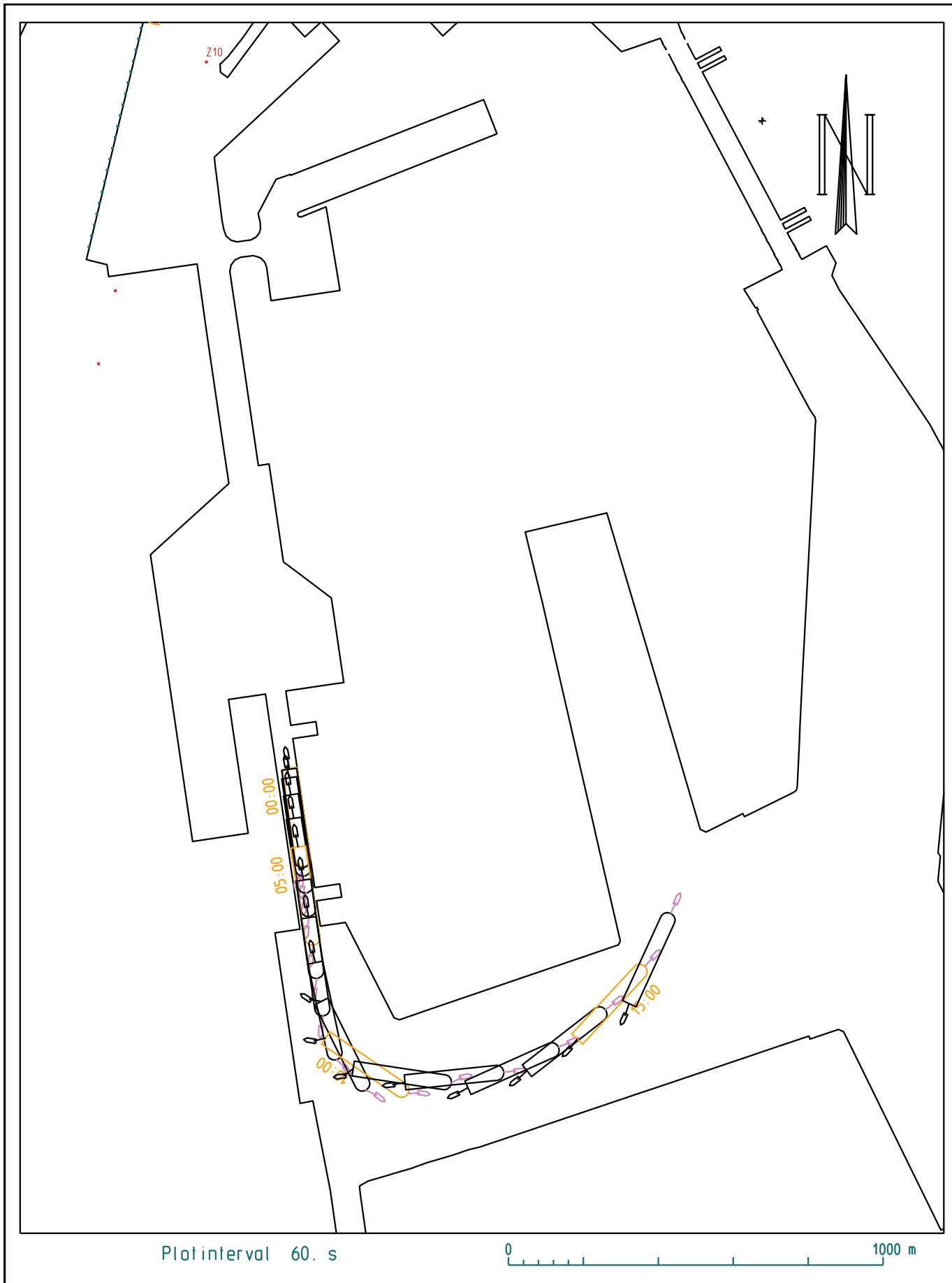


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B155

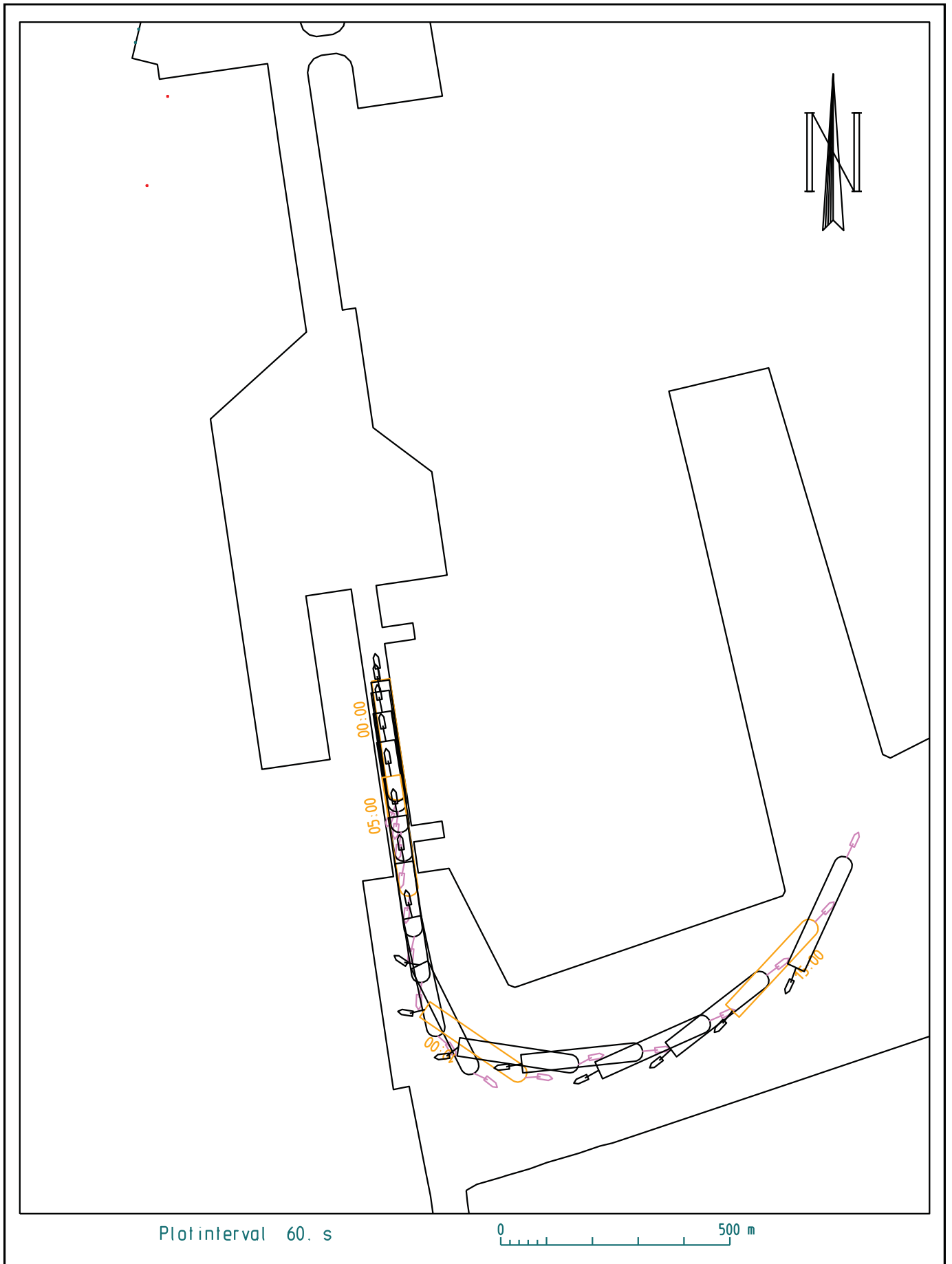


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcocksite_007
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 11:45:55
 Duur : 16.37 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcockesite_007
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 11:45:55
 Duur : 16.37 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

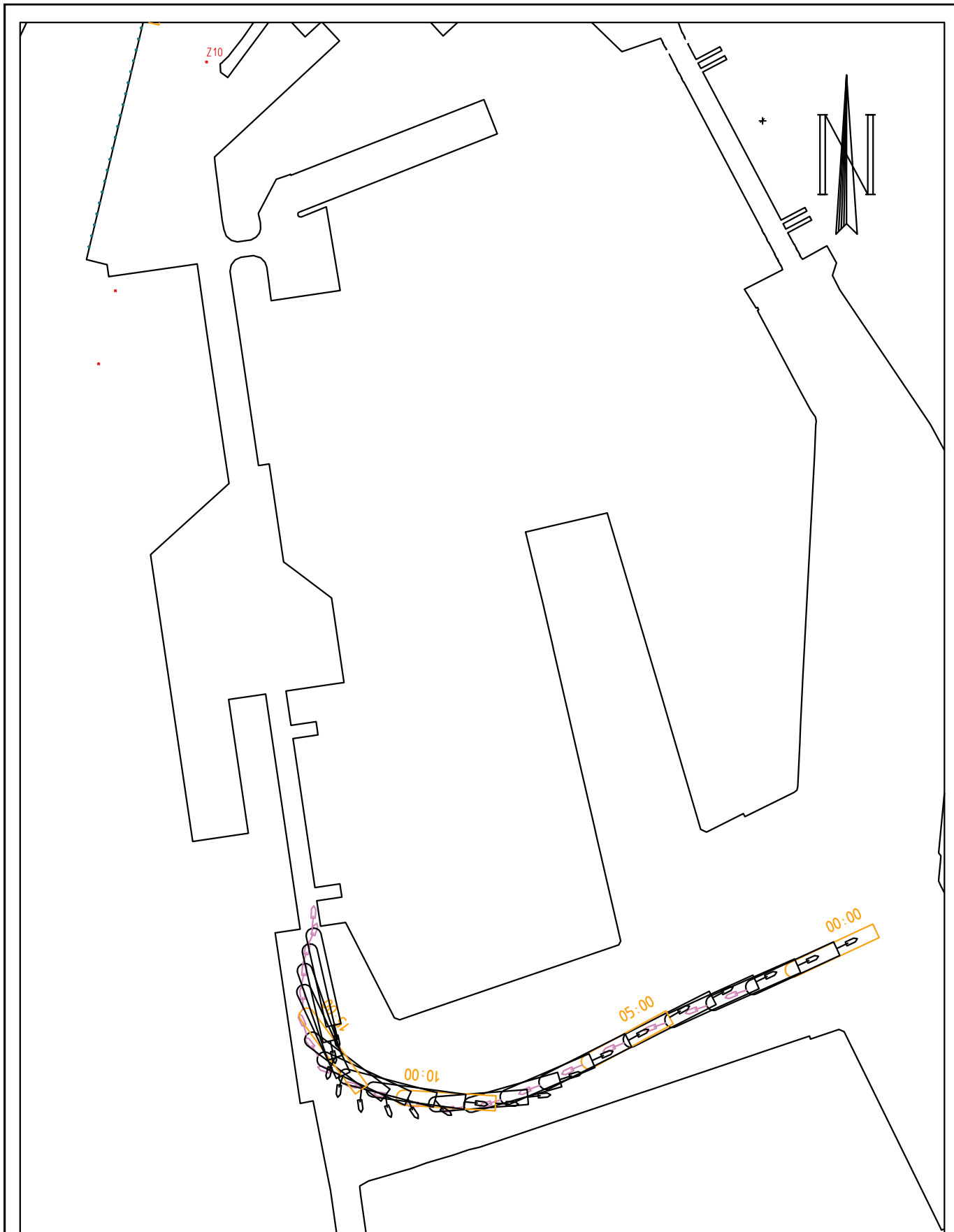


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B157

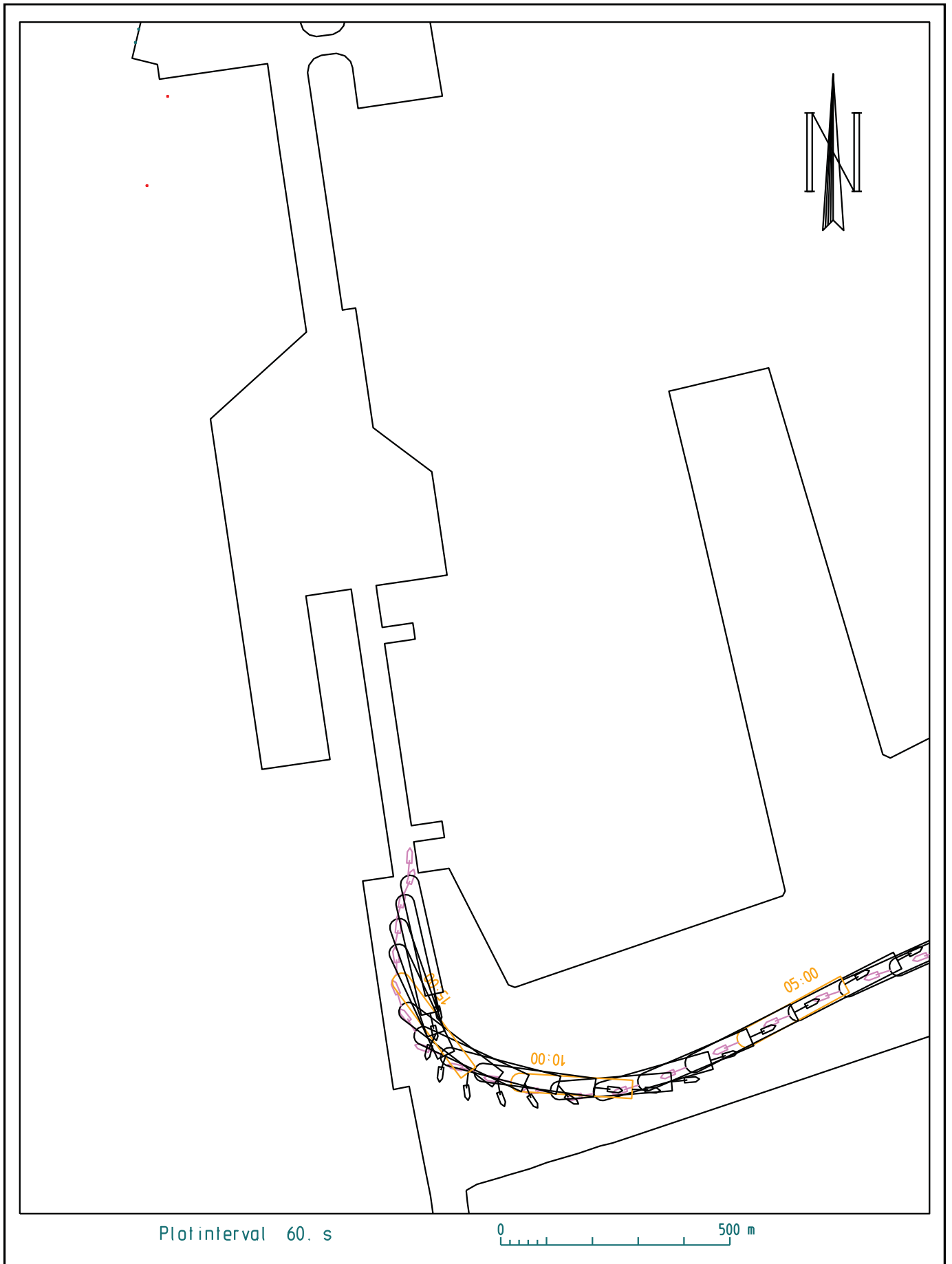


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Carcocksite_008
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 14:40:51
 Duur : 19.75 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Stroming : geen stroming

Vaart : Carcocksite_008
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 14:40:51
 Duur : 19.75 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

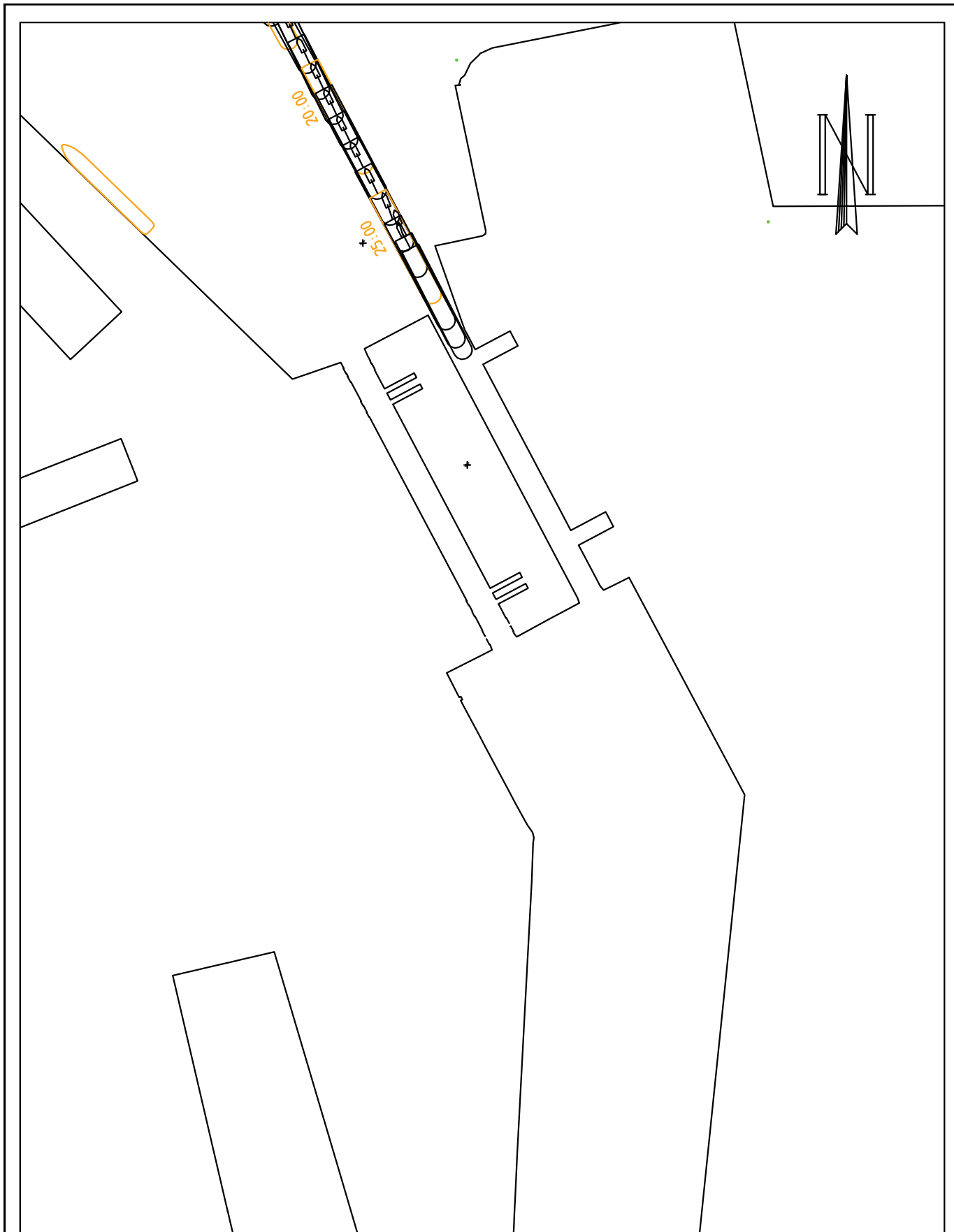


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B159

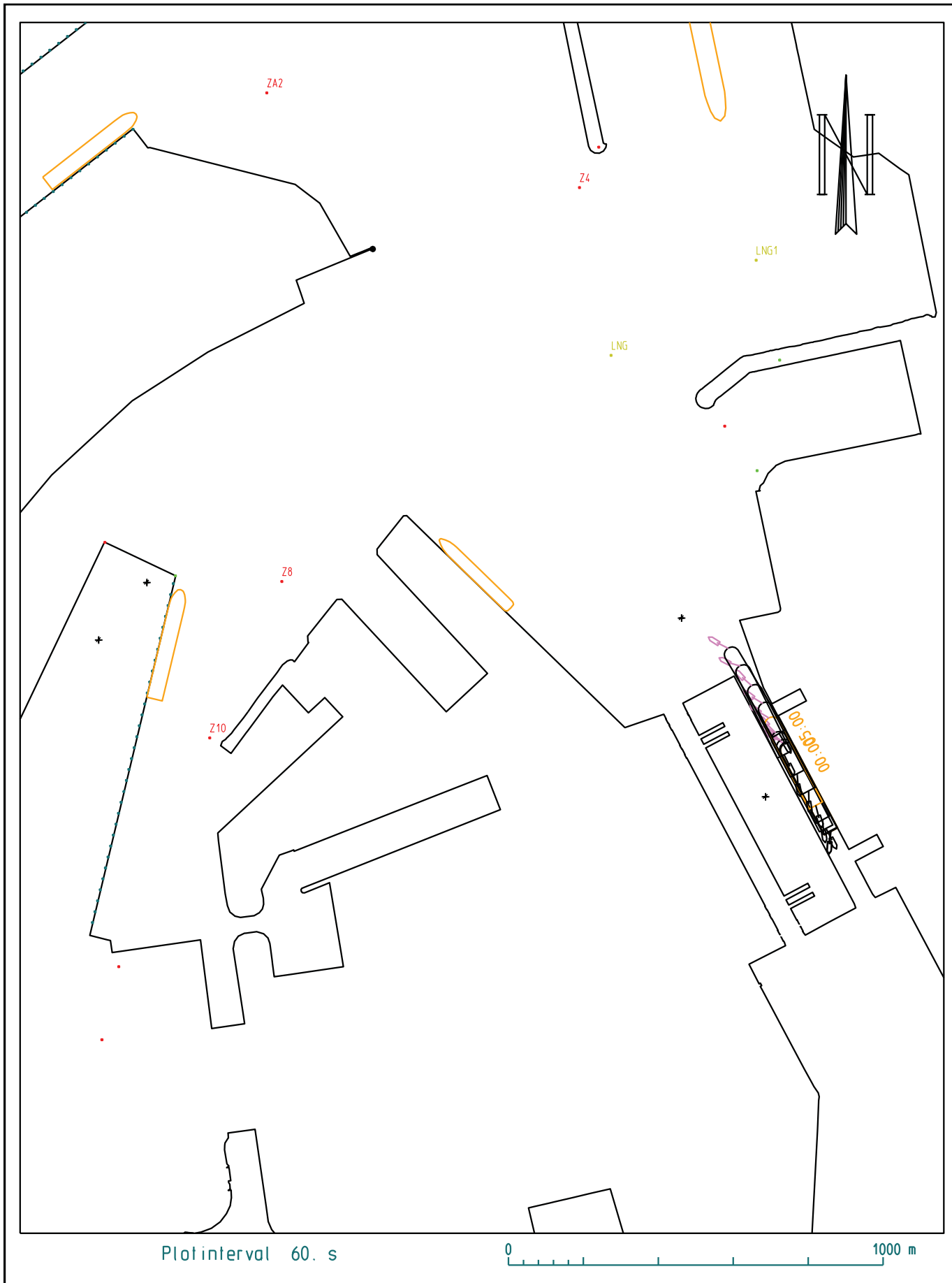


Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw3
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_001
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 09:20:26
 Duur : 28.17 min.



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw6
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_002
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 12:08:45
 Duur : 9.65 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B162



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw6
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_002
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 12:08:45
 Duur : 9.65 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B163



Plotinterval 60. s

0 1000 m

<p>17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ) Schip : carCar_265_400_NSZ_95 Wind : ZW5 Strooming : geen strooming</p>	<p>Vaart : VandammeOost_003 Datum : 2017-03-09 Tijdstip : 16:28:10 Duur : 17.73 min.</p>
<p>Waterbouwkundig Laboratorium</p>  <p>Vlaanderen is wetenschap</p>	<p>ZBR</p> <p>Zeebrugge_17_002</p> <p>Definitieve versie WL2017R17_002_1 B164</p>



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_003
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 16:28:10
 Duur : 17.73 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

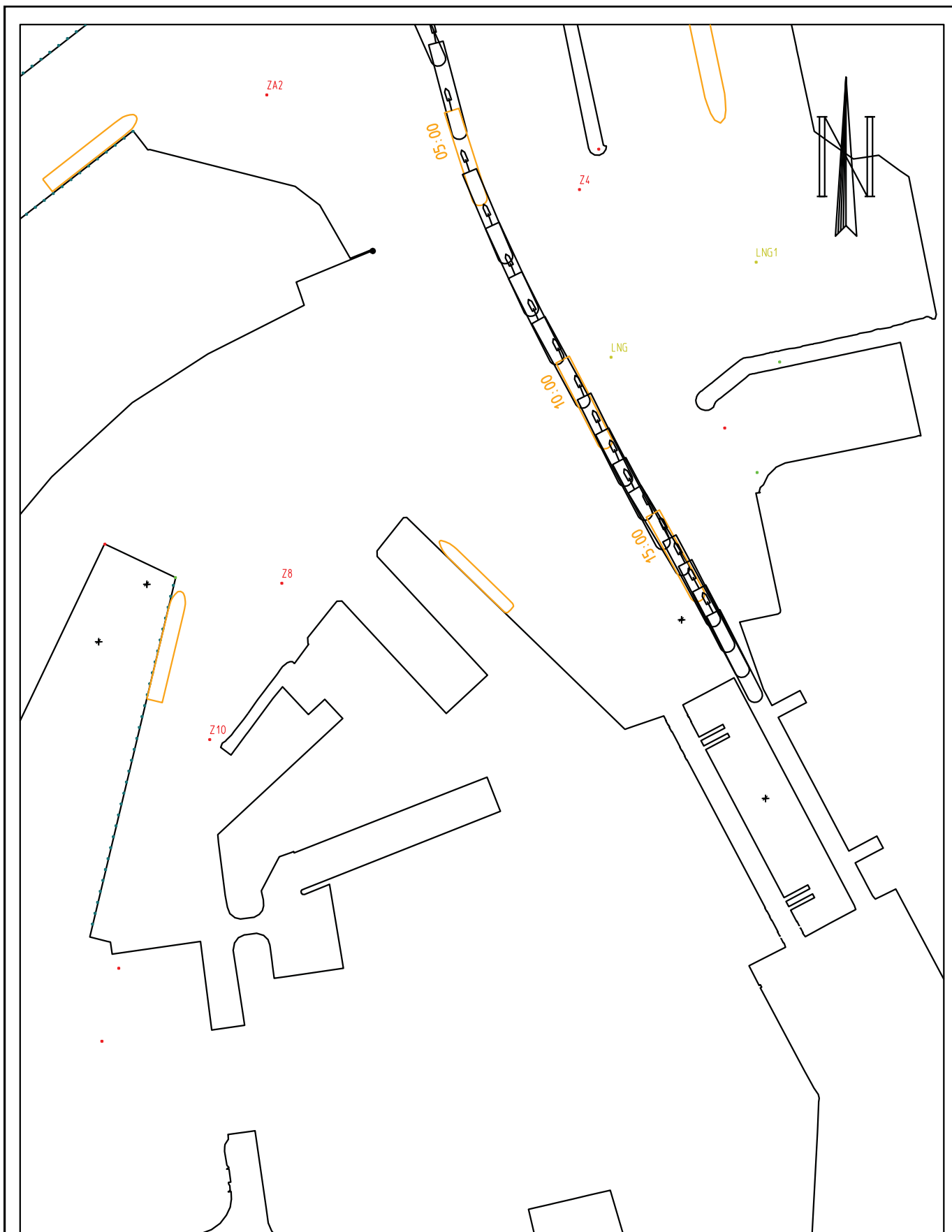


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

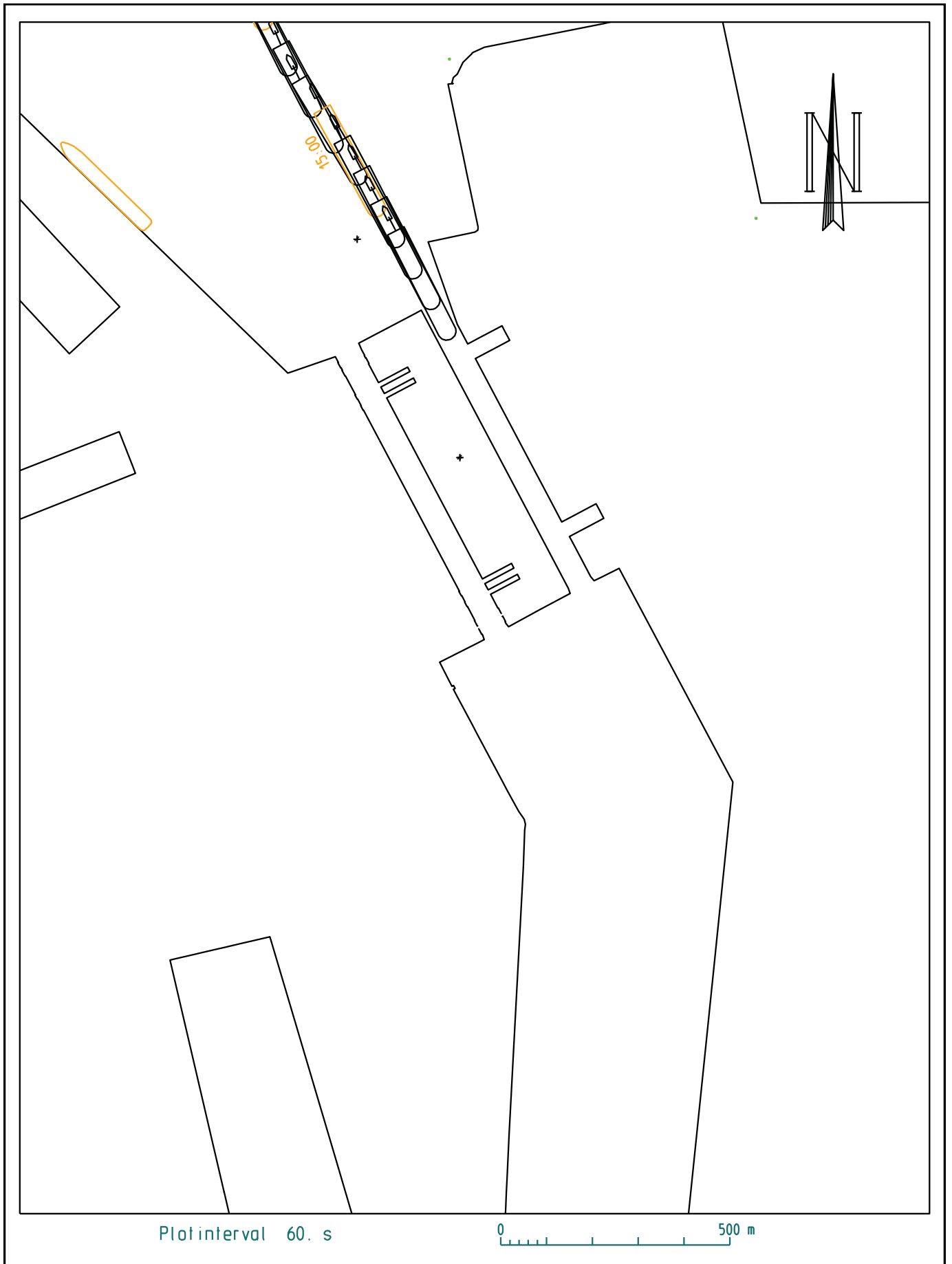
Definitieve versie WL2017R17_002_1 B165



Plotinterval 60. s



<p>17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ) Schip : carCar_265_400_NSZ_95 Wind : zw3 Strooming : geen strooming</p>	<p>Vaart : VandammeOost_004 Datum : 2017-03-13 Tijdstip : 09:34:24 Duur : 19.03 min.</p>
---	---



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw3
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_004
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 09:34:24
 Duur : 19.03 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B167



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_005
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 11:37:57
 Duur : 19.40 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

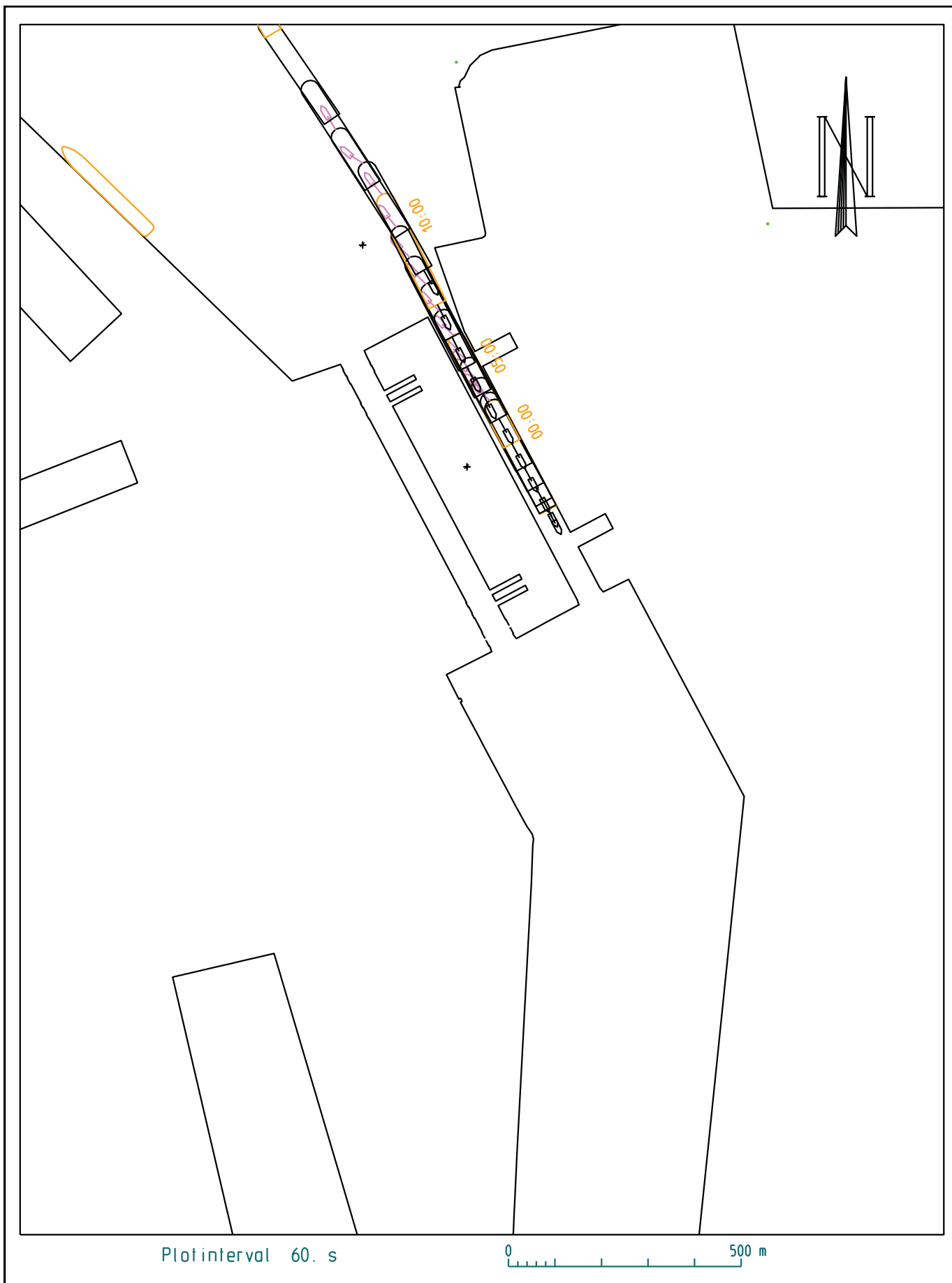


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B168



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_005
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 11:37:57
 Duur : 19.40 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

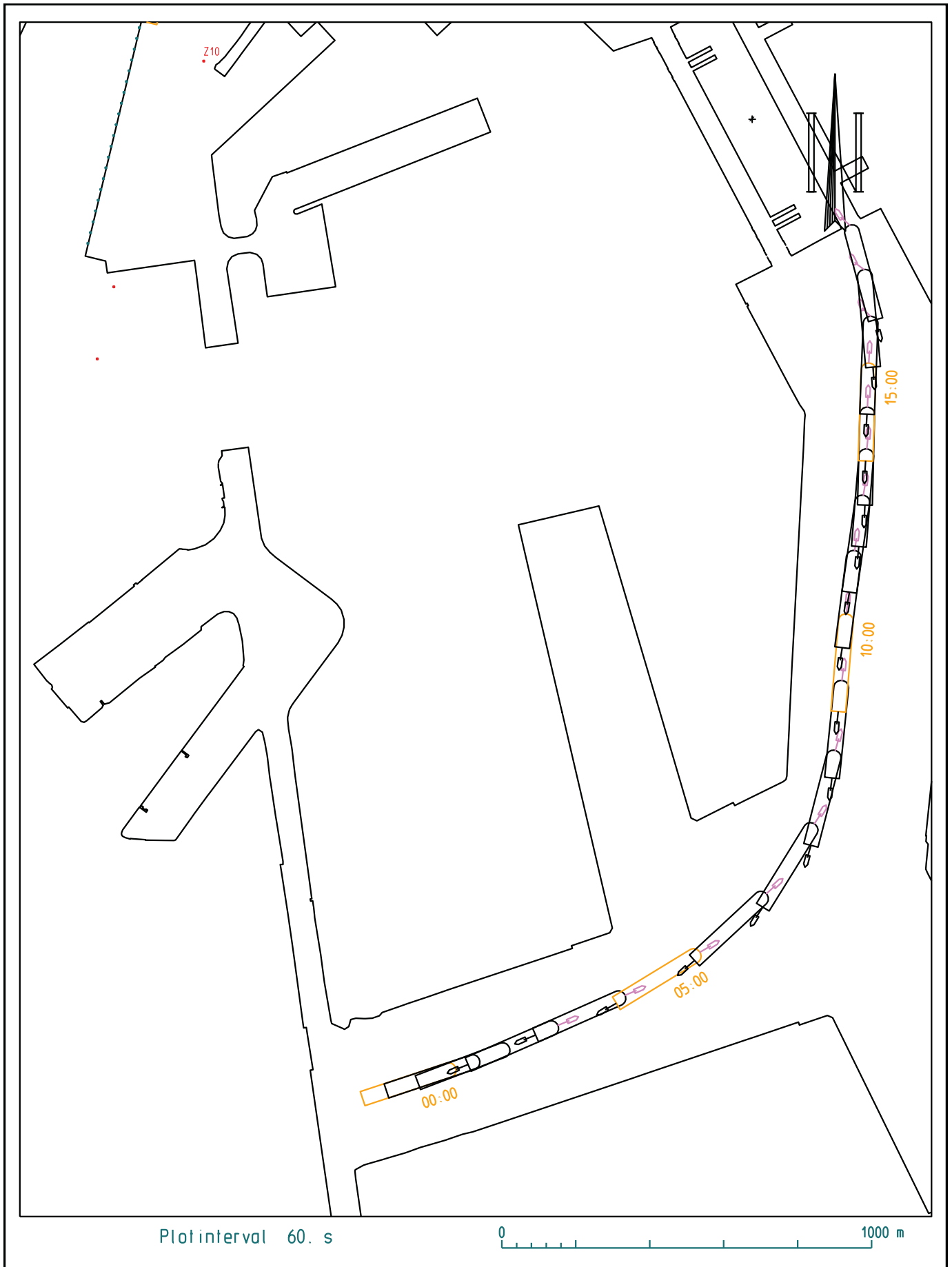


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B169

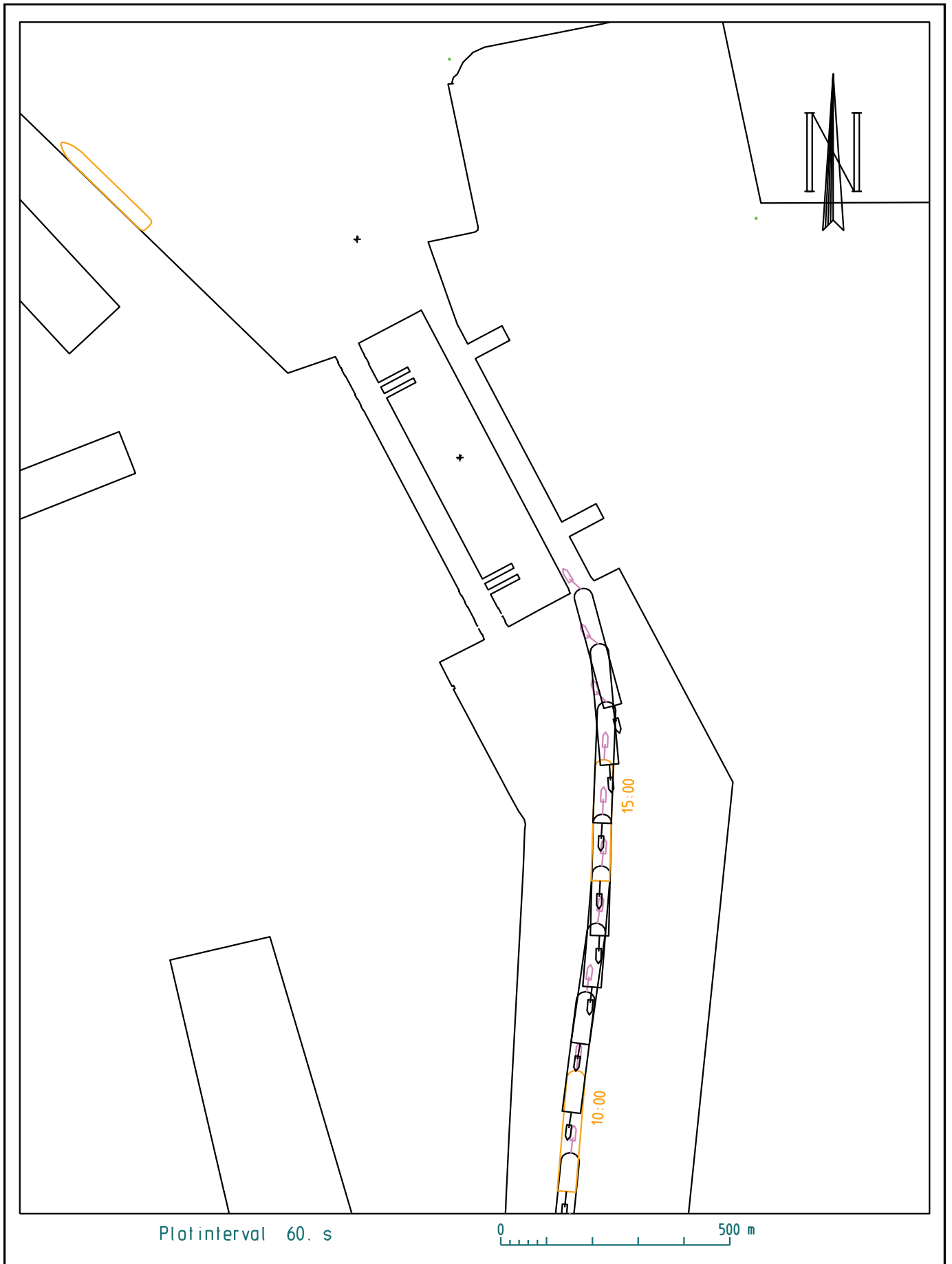


Plotinterval 60. s

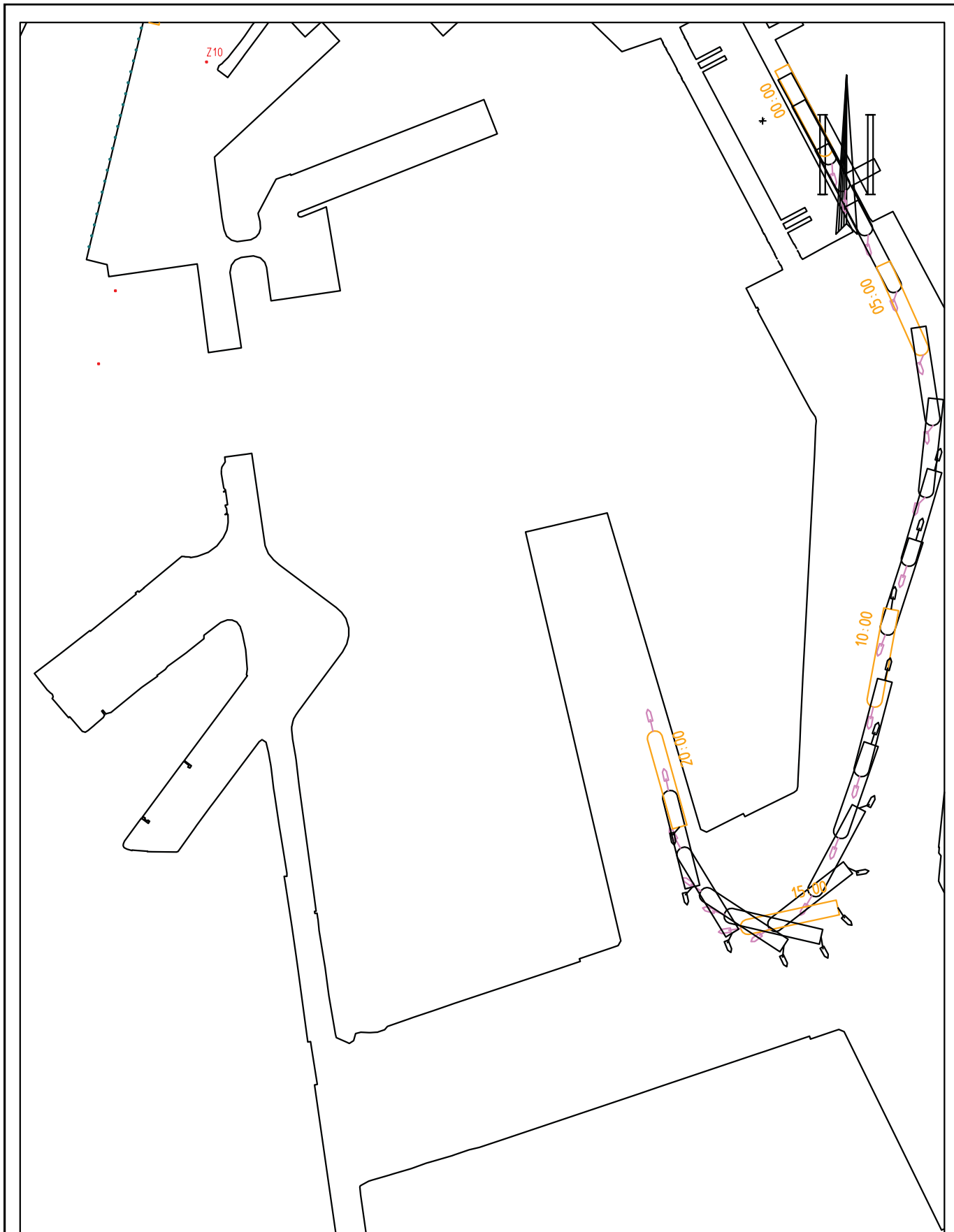
0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw3
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_006
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 09:26:15
 Duur : 18.53 min.



<p>17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ) Schip : carCar_265_400_NSZ_95 Wind : zw3 Strooming : geen strooming</p>	<p>Vaart : VandammeOost_006 Datum : 2017-03-15 Tijdstip : 09:26:15 Duur : 18.53 min.</p>
---	---

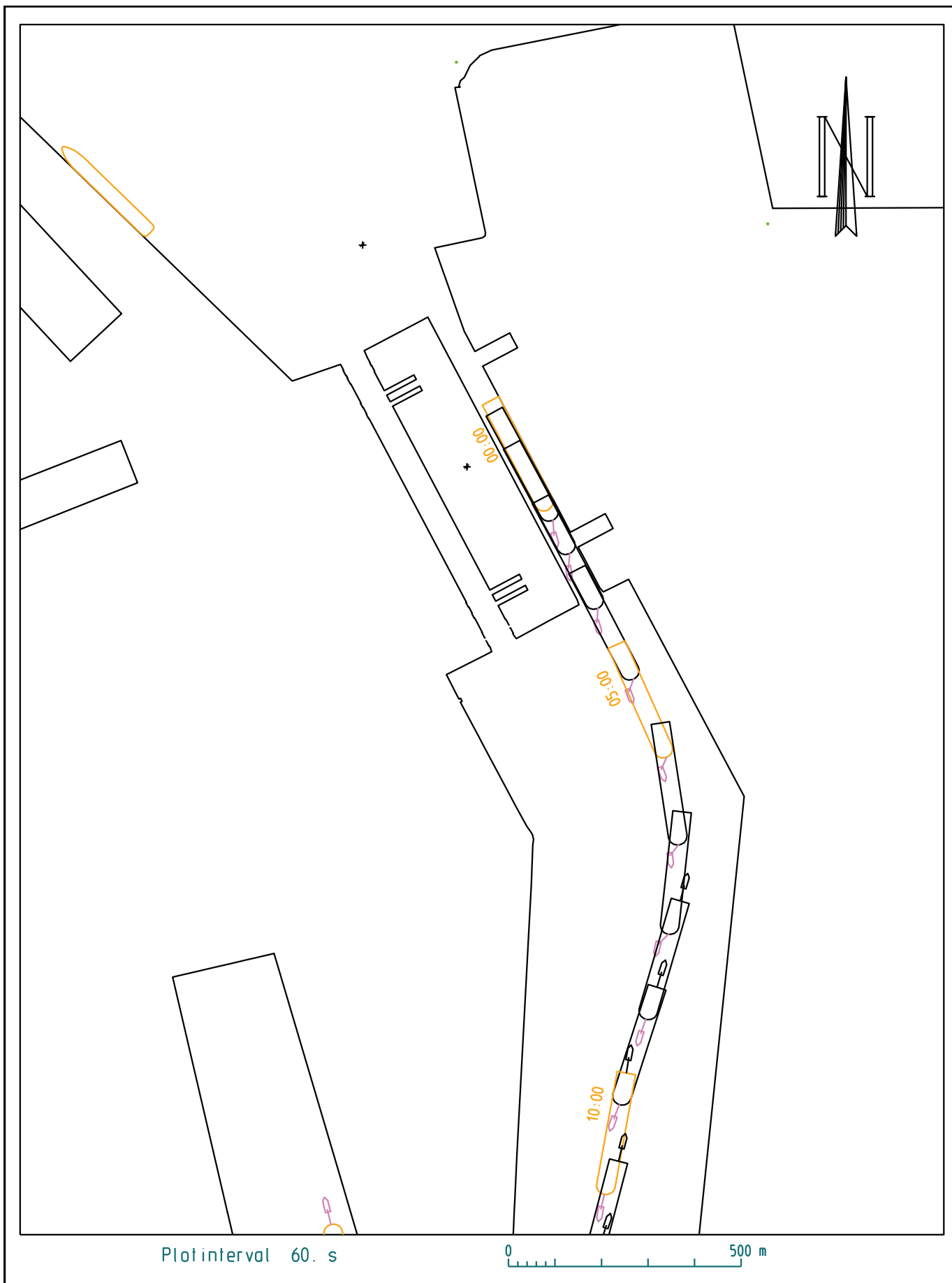


Plotinterval 60. s

0 1000 m

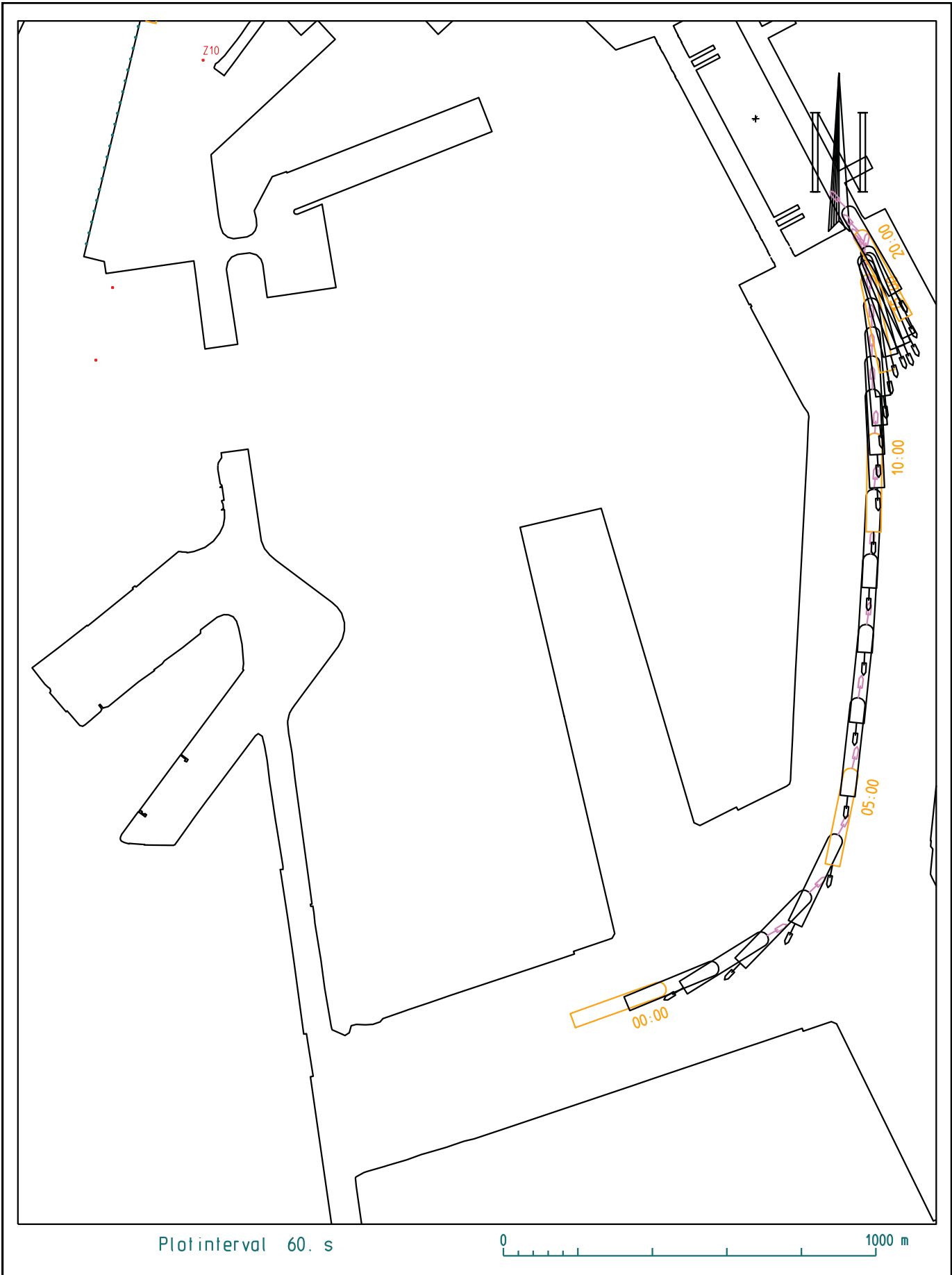
17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_007
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 12:19:22
 Duur : 20.43 min.



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_007
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 12:19:22
 Duur : 20.43 min.



Plotinterval 60. s



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw3
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_008
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 09:04:21
 Duur : 21.02 min.





Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw3
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_008
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 09:04:21
 Duur : 21.02 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

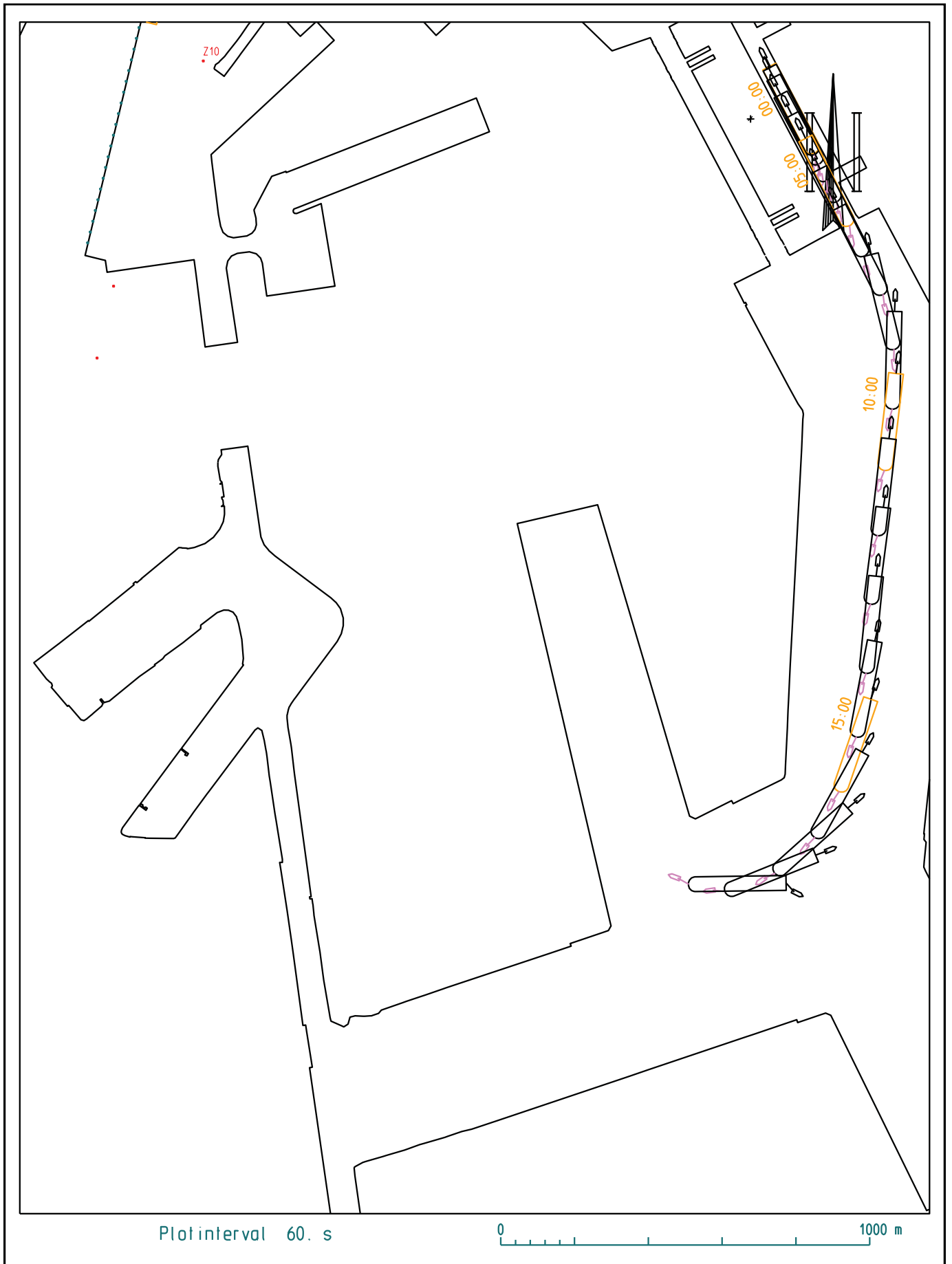


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B175



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_009
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 11:19:16
 Duur : 19.87 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_009
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 11:19:16
 Duur : 19.87 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

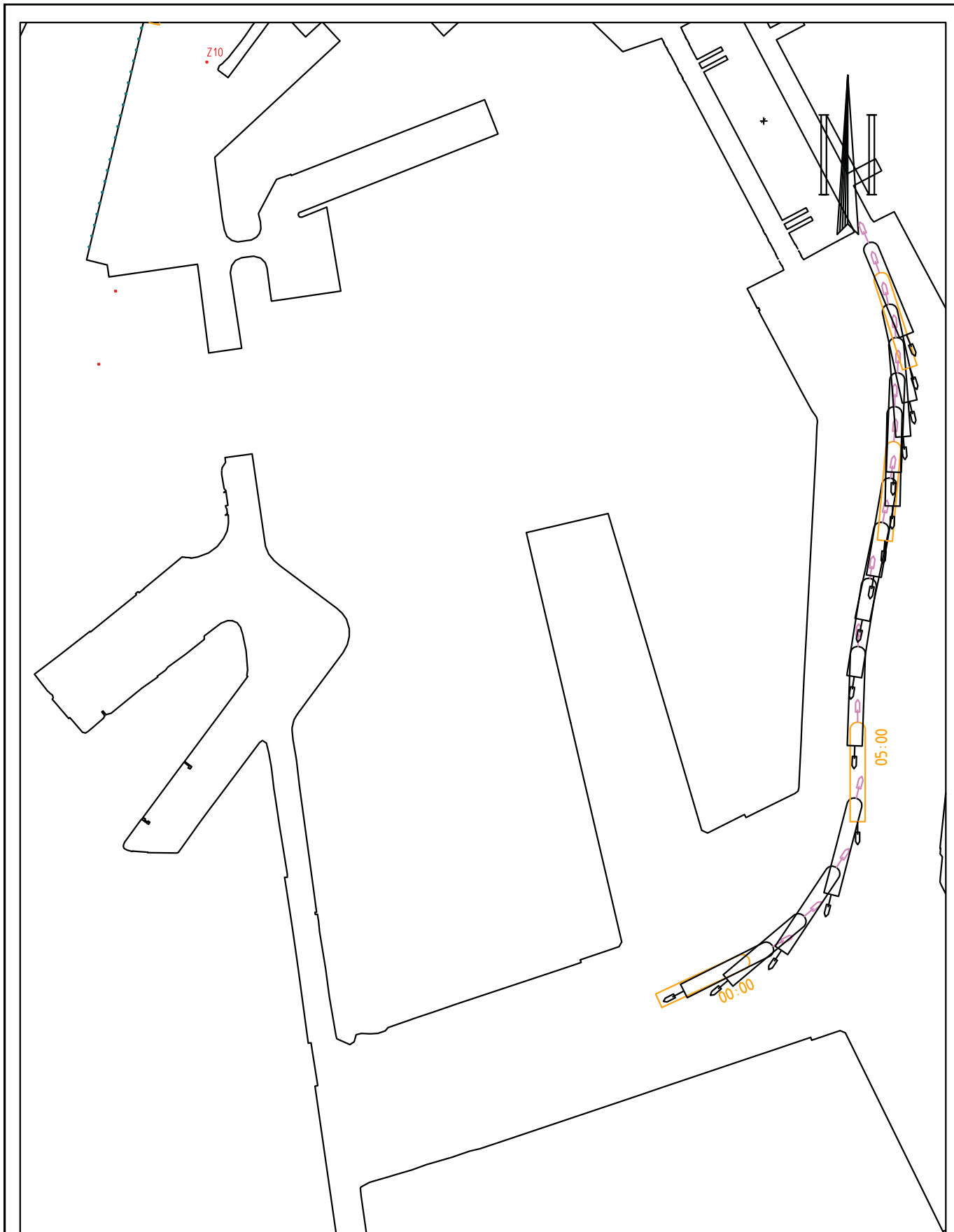


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B177



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_010
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 13:31:50
 Duur : 16.97 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_010
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 13:31:50
 Duur : 16.97 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B179

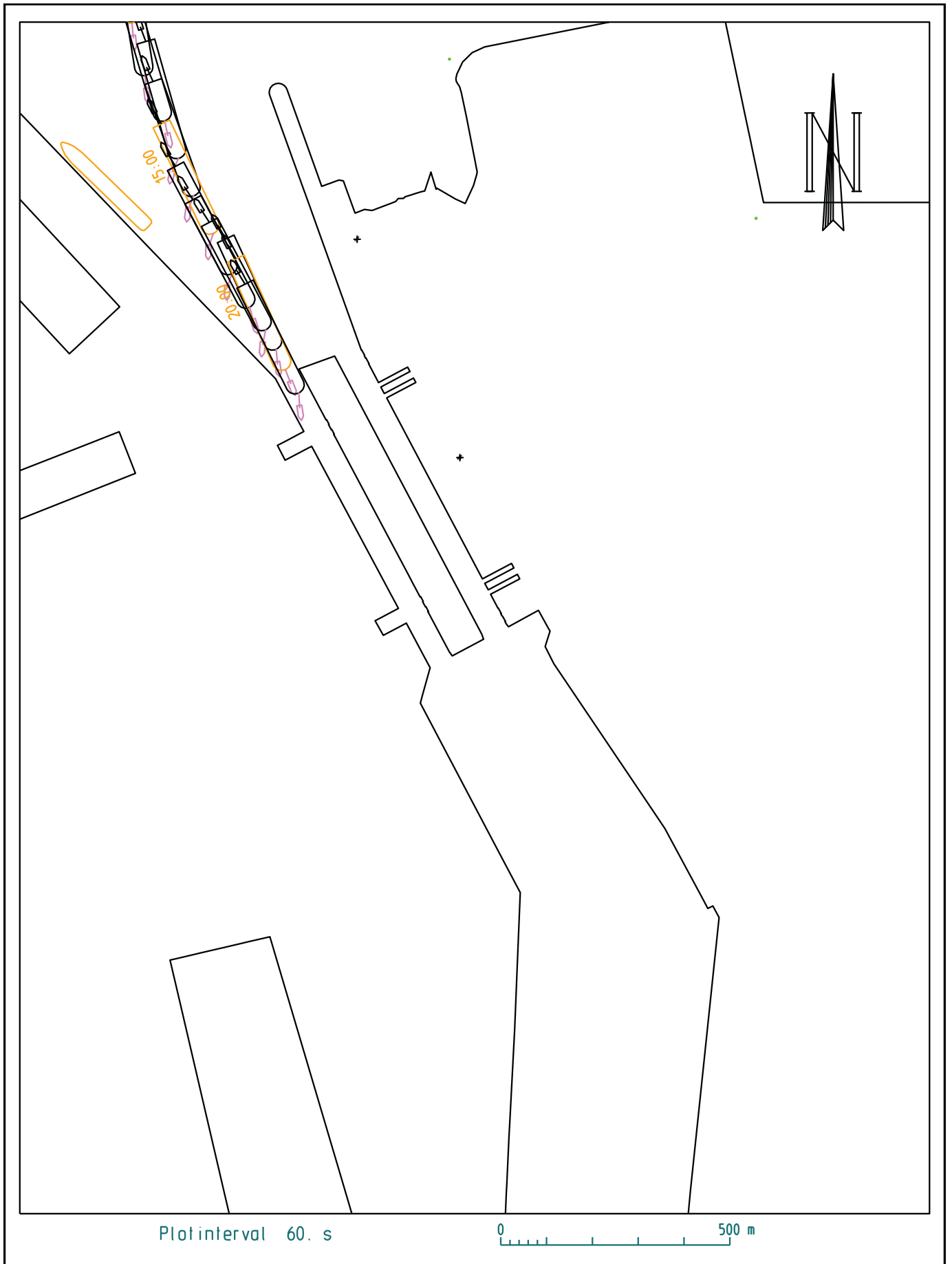


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_001
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 09:58:55
 Duur : 21.67 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_001
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 09:58:55
 Duur : 21.67 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

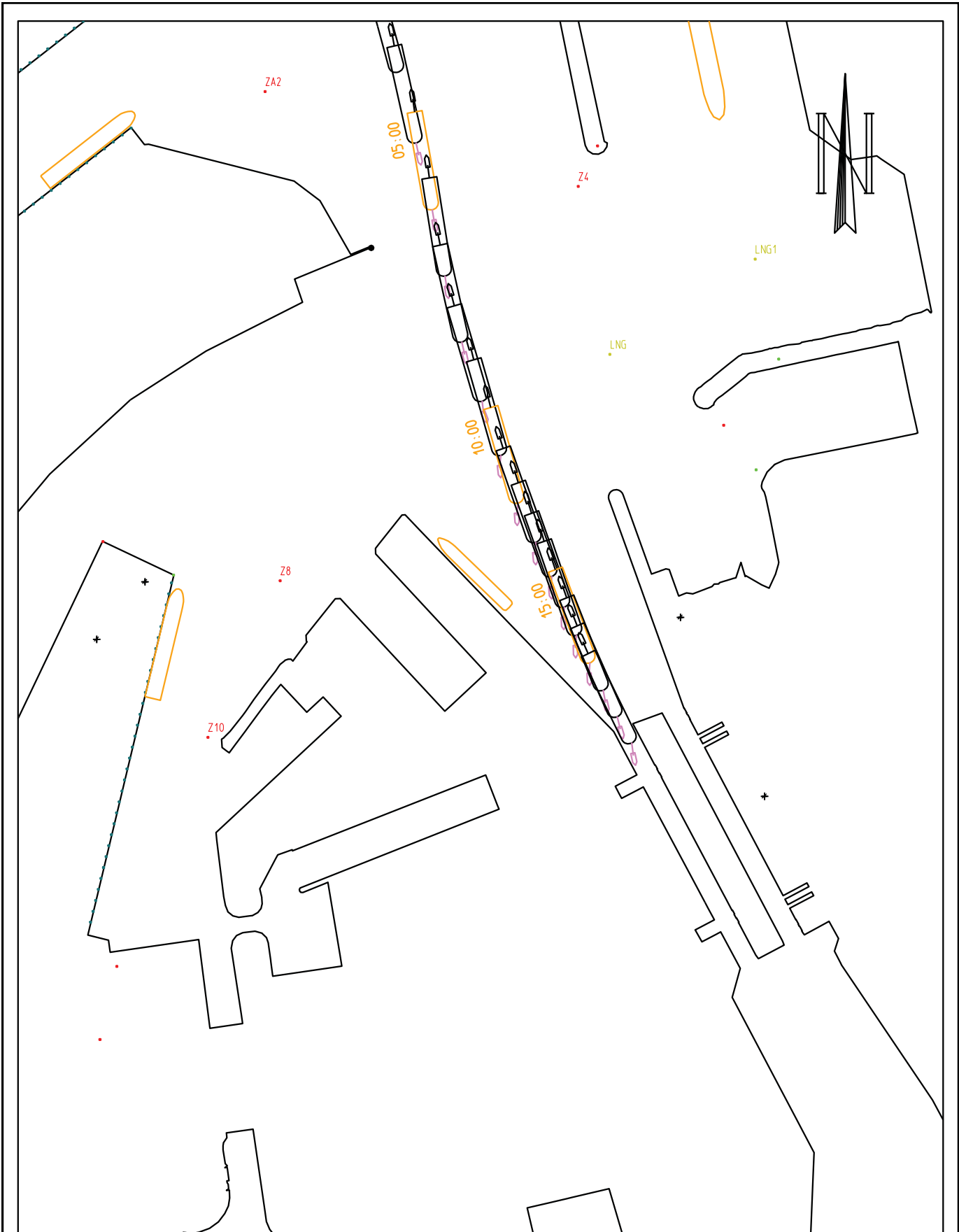


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B181

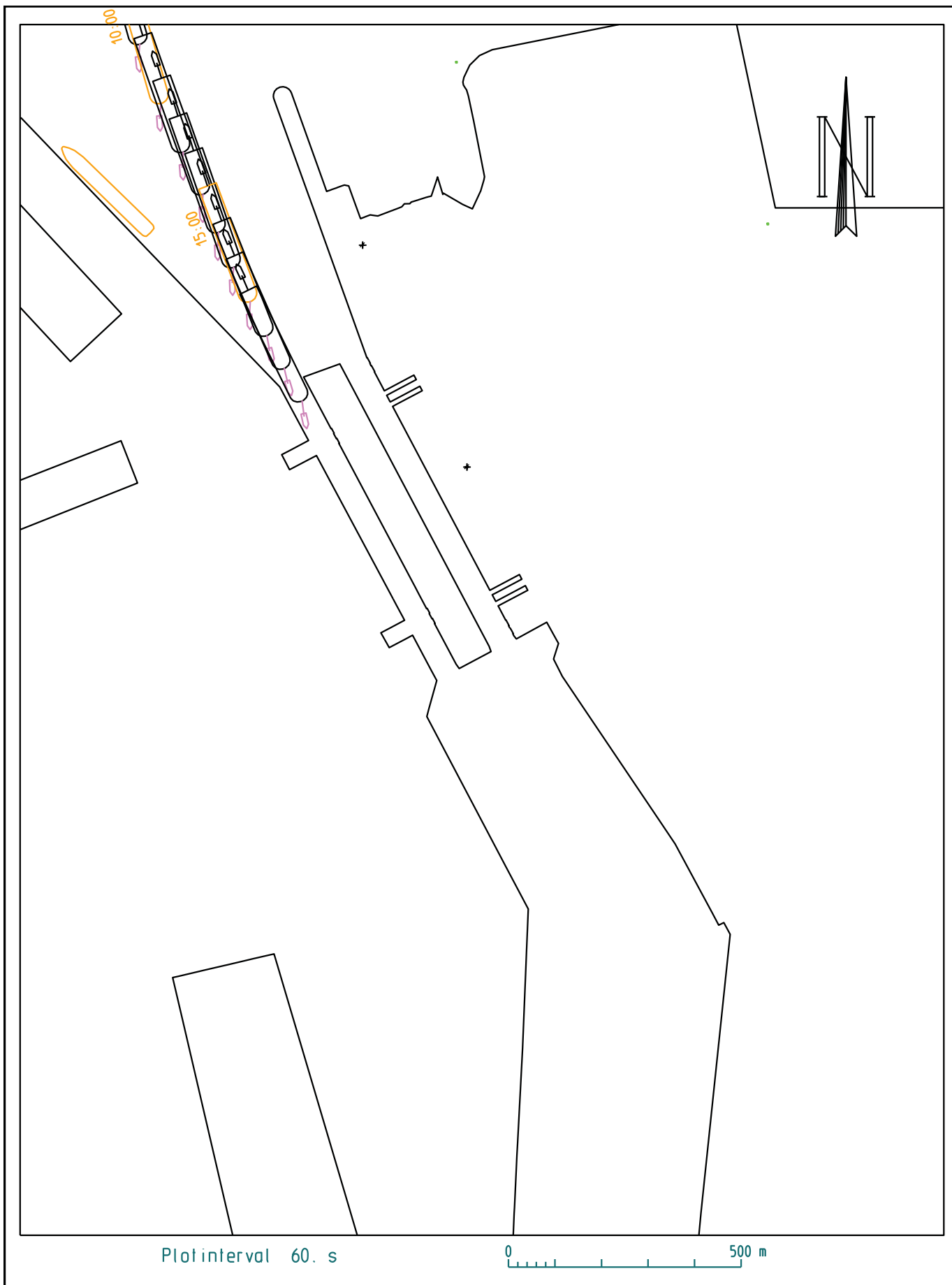


Plotinterval 60. s



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_002
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 14:08:00
 Duur : 18.50 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Stroming : geen stroming

Vaart : VandammeWest_002
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 14:08:00
 Duur : 18.50 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

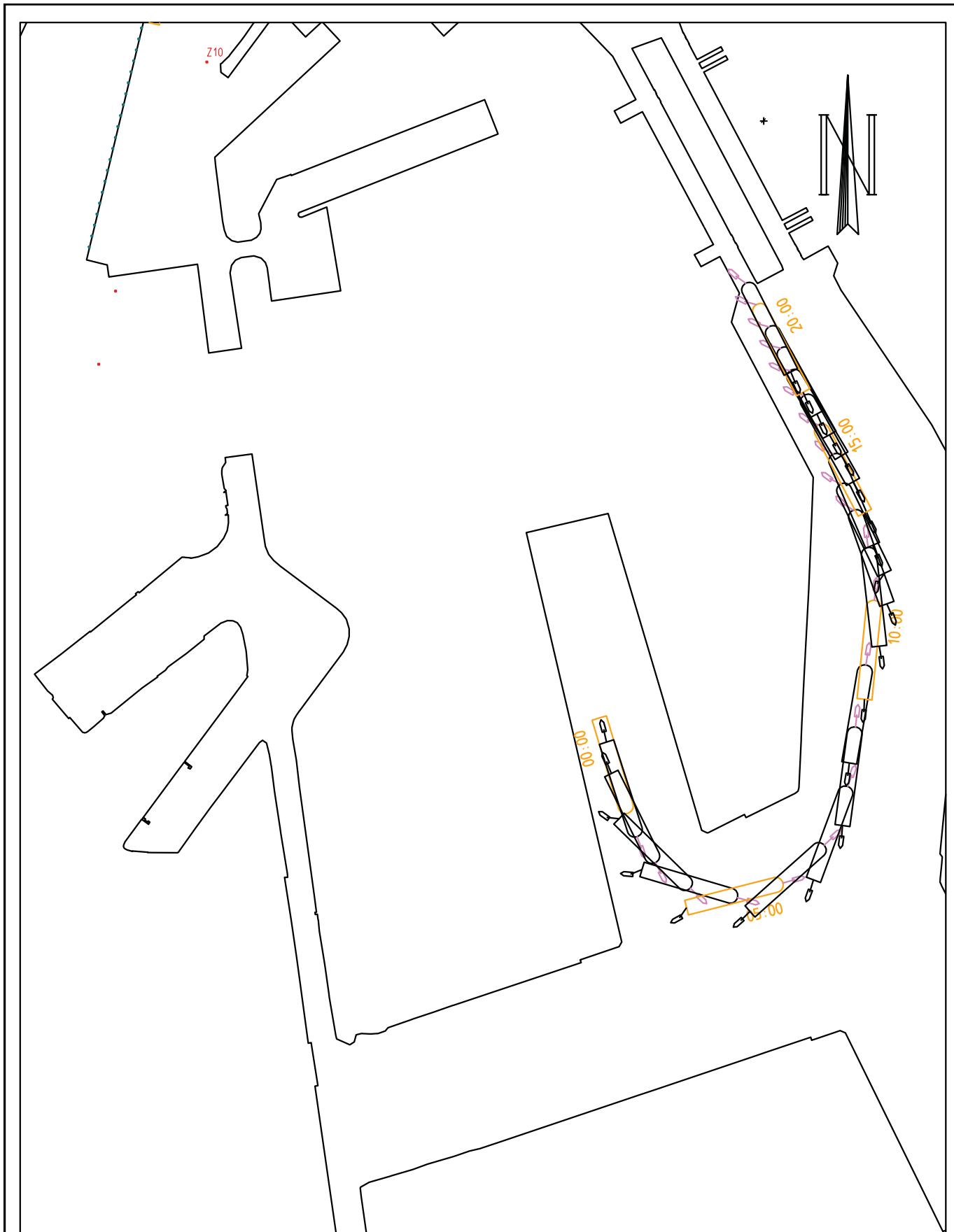


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B183

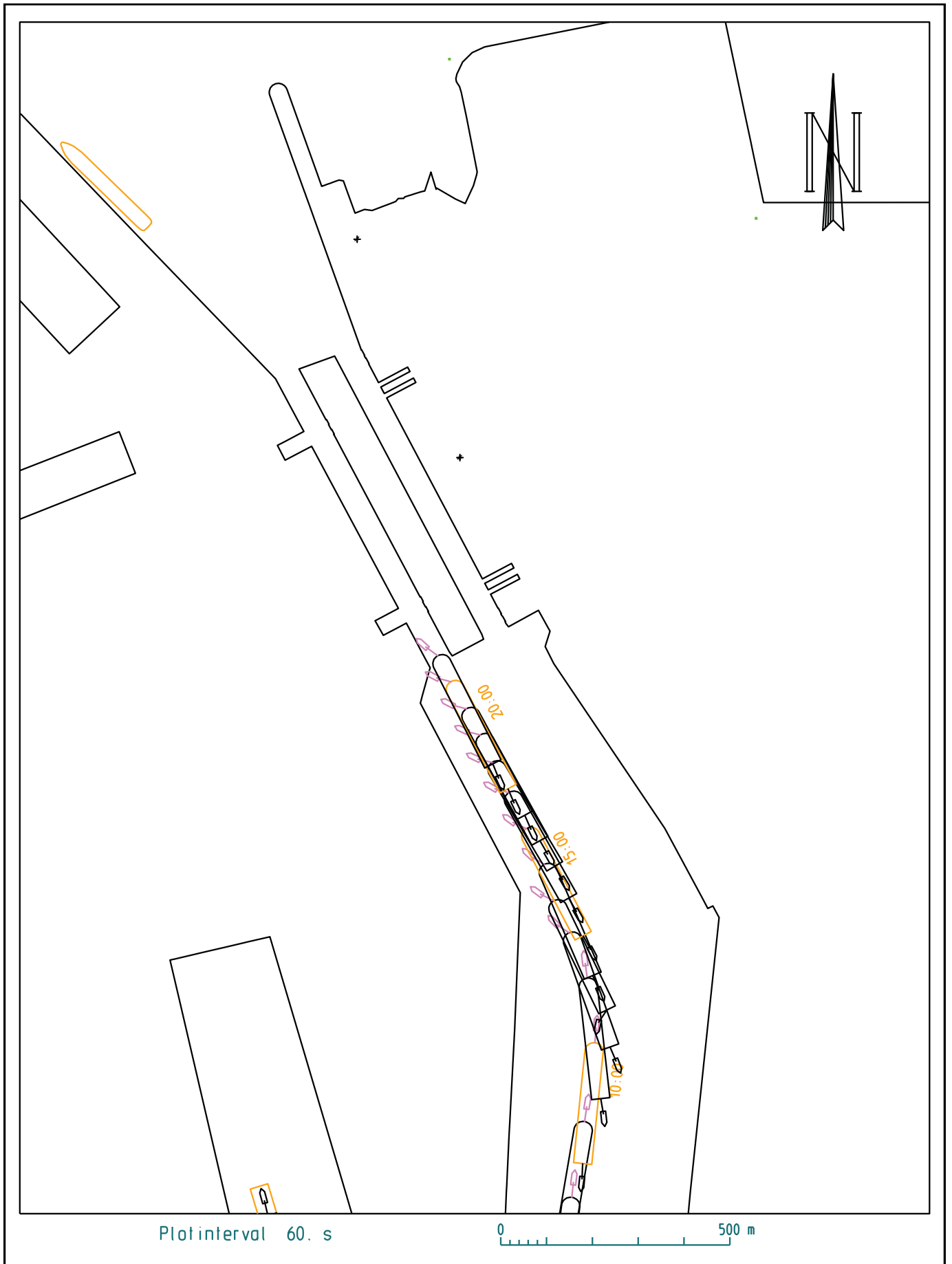


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_003
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 15:04:04
 Duur : 21.27 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_003
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 15:04:04
 Duur : 21.27 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

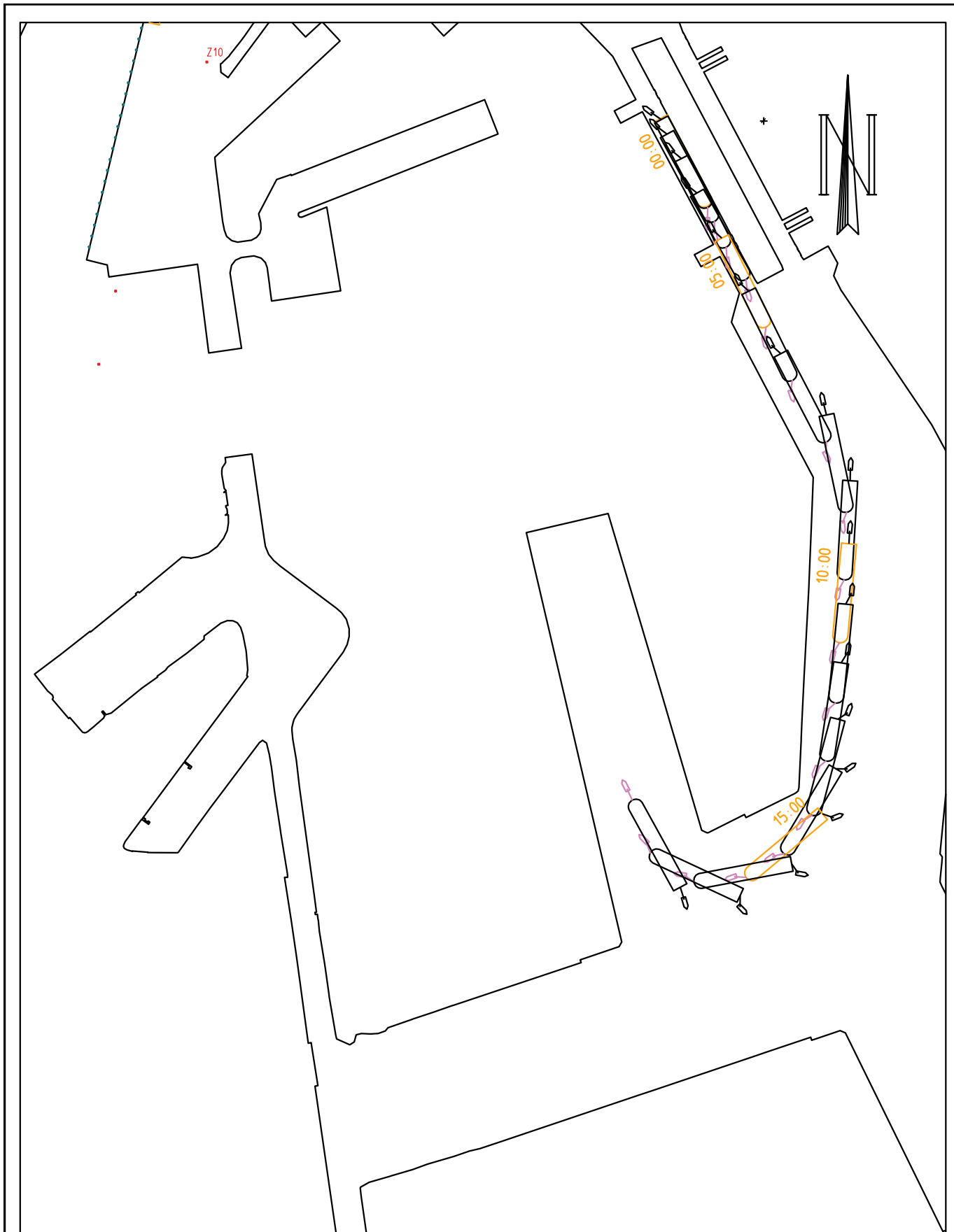


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B185



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_004
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 16:04:16
 Duur : 18.15 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

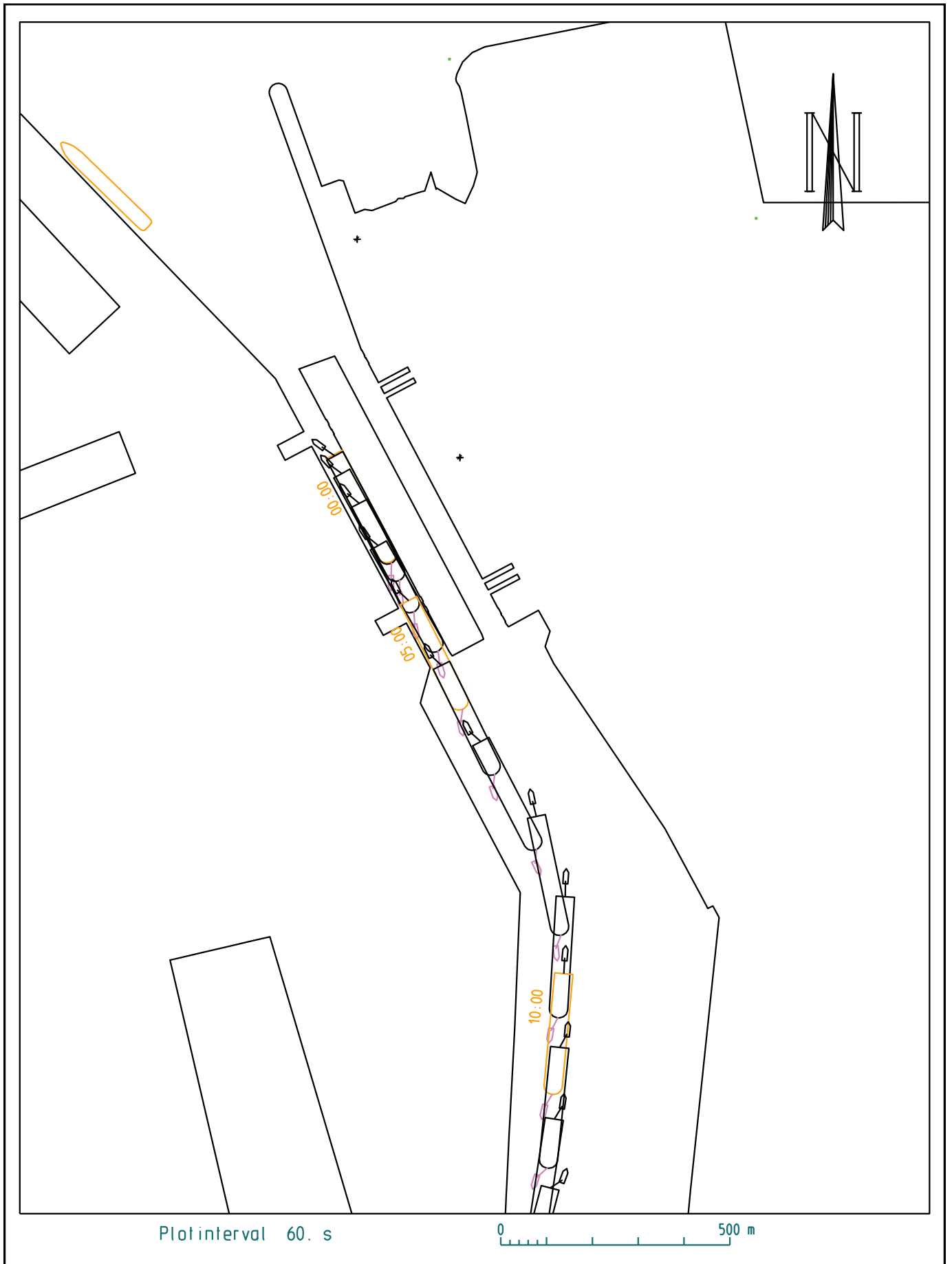


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B186

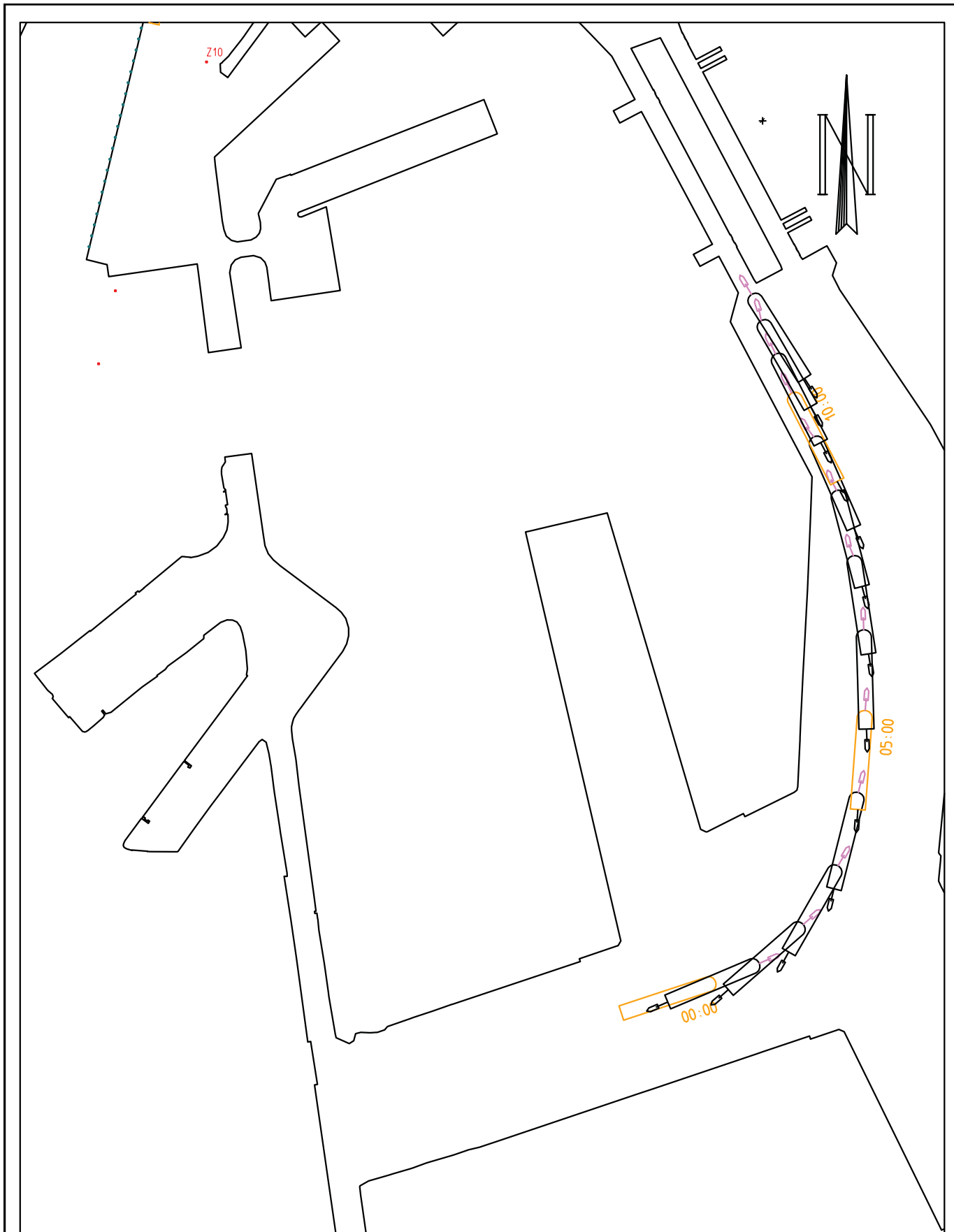


Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

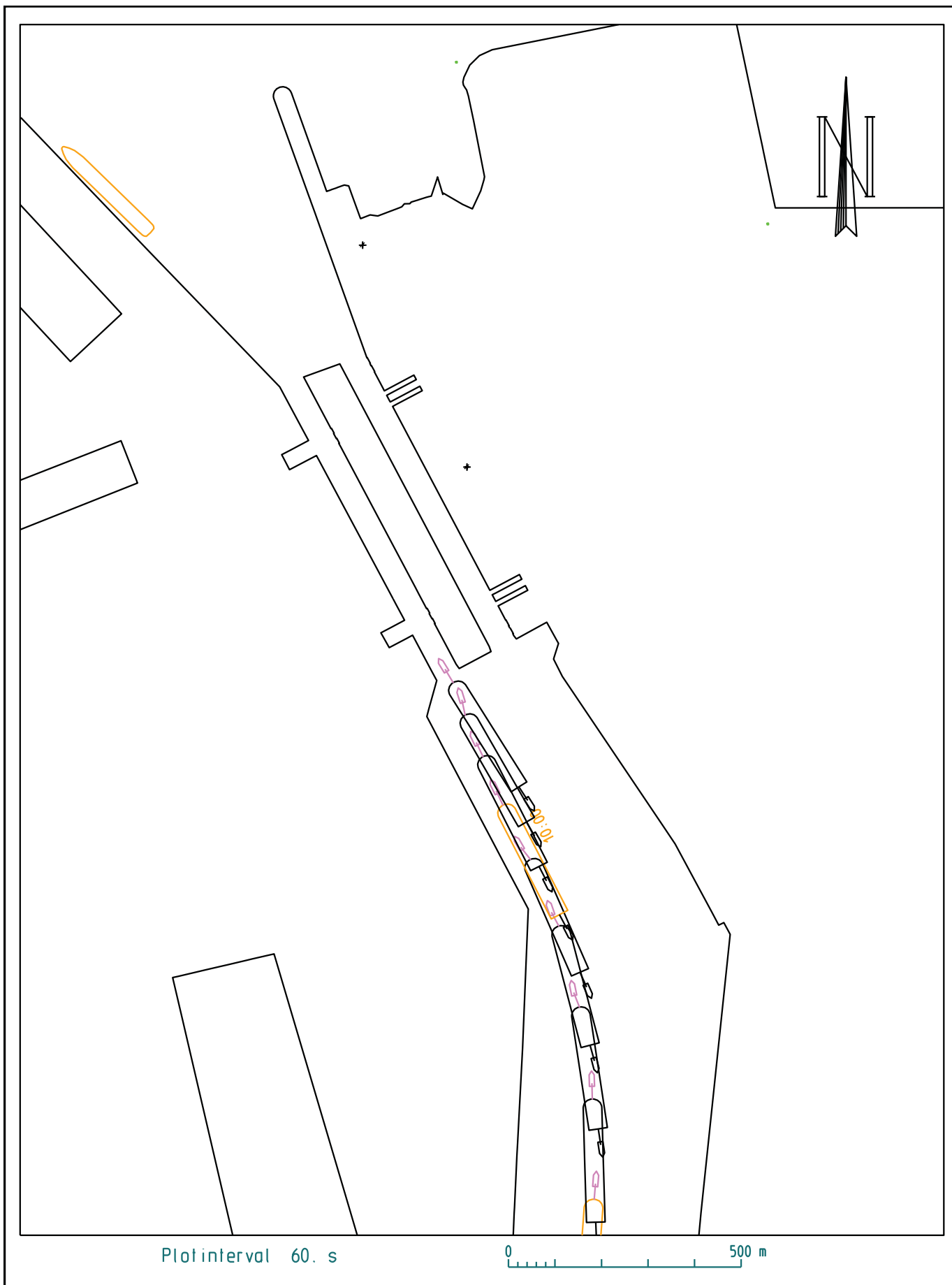
Vaart : VandammeWest_004
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 16:04:16
 Duur : 18.15 min.



Plotinterval 60. s



<p>17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ) Schip : carCar_265_400_NSZ_95 Wind : ZW5 Strooming : geen strooming</p>	<p>Vaart : VandammeWest_005 Datum : 2017-03-21 Tijdstip : 09:33:01 Duur : 13.70 min.</p>
---	---



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_005
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 09:33:01
 Duur : 13.70 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

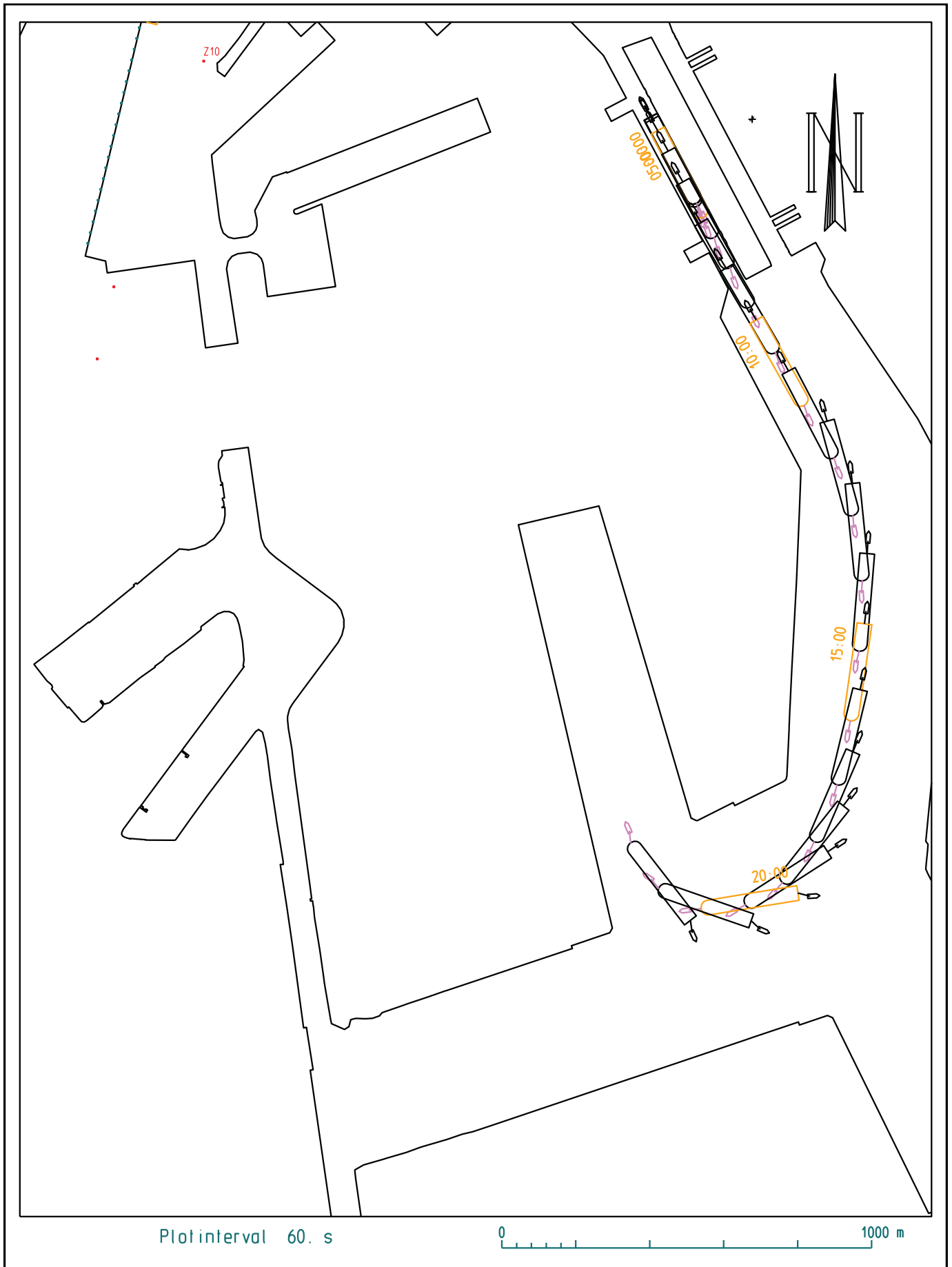


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B189



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_006
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 13:04:53
 Duur : 22.43 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_006
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 13:04:53
 Duur : 22.43 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B191

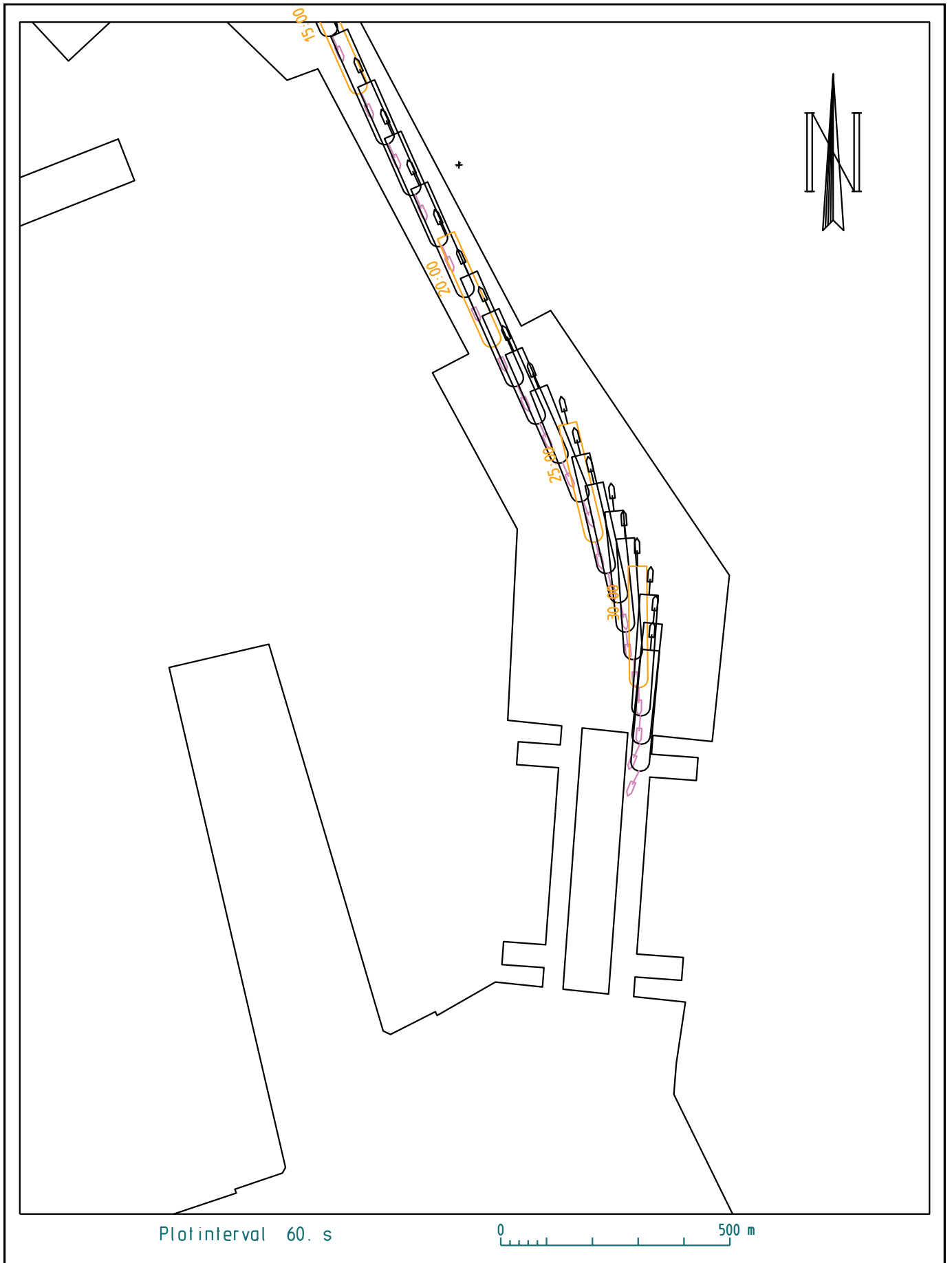


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_001
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 13:15:32
 Duur : 33.78 min.



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_001
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 13:15:32
 Duur : 33.78 min.

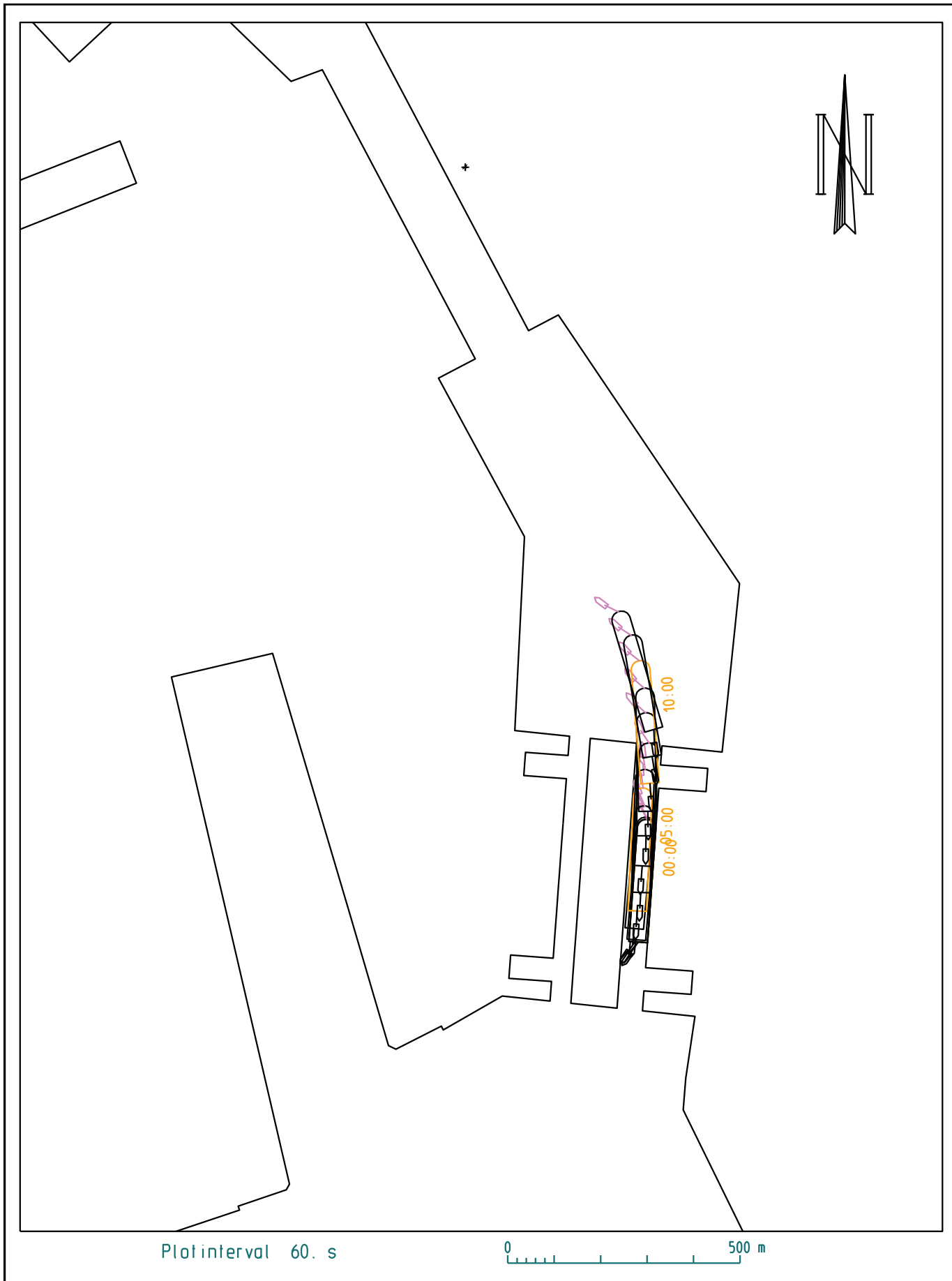


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw6
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_002
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 14:03:40
 Duur : 12.88 min.



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw6
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_002
 Datum : 2017-03-09
 Tijdstip : 14:03:40
 Duur : 12.88 min.

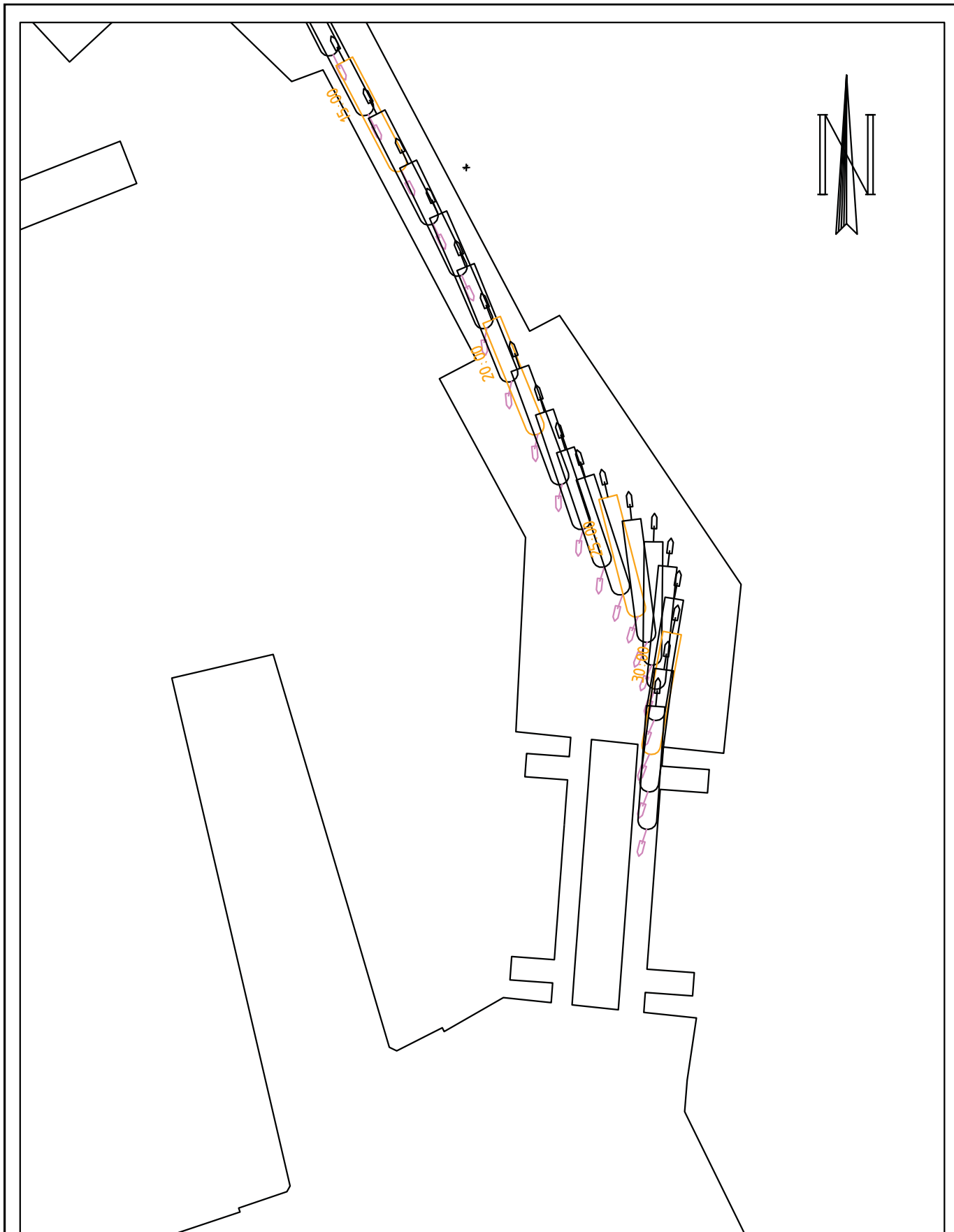


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_003
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 12:34:15
 Duur : 32.10 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_003
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 12:34:15
 Duur : 32.10 min.

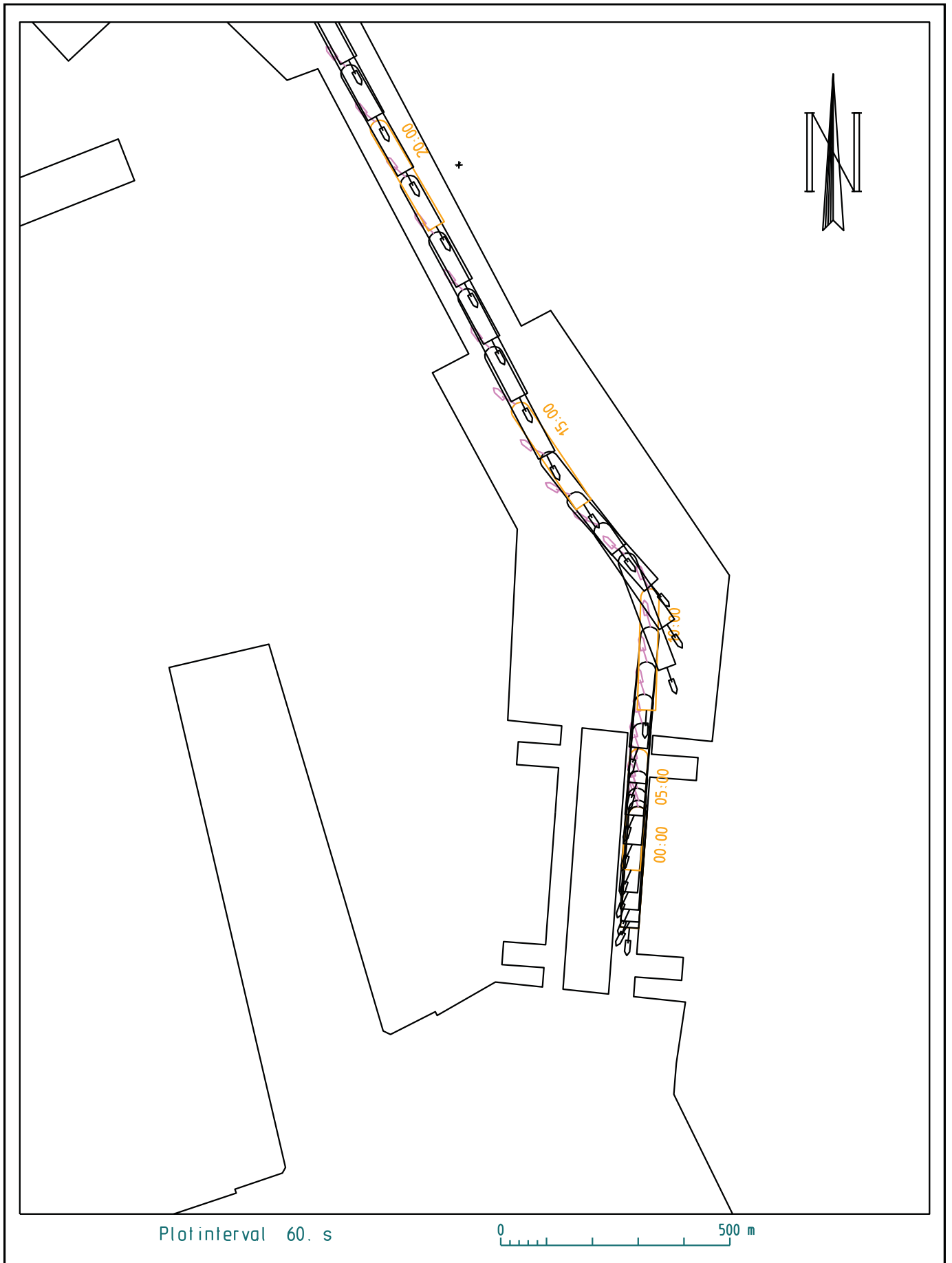


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_004
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 13:27:10
 Duur : 28.57 min.

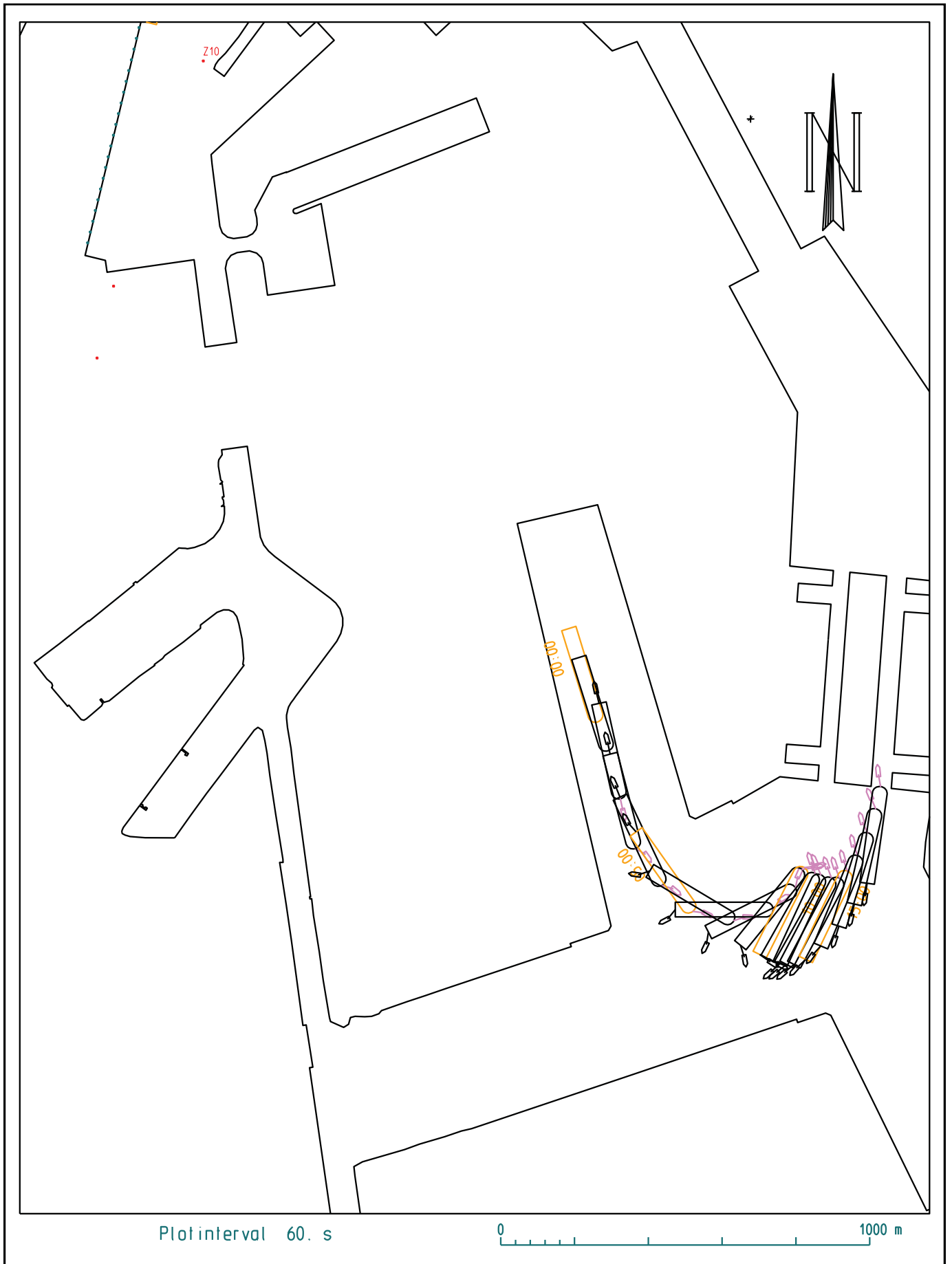


Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_004
 Datum : 2017-03-13
 Tijdstip : 13:27:10
 Duur : 28.57 min.

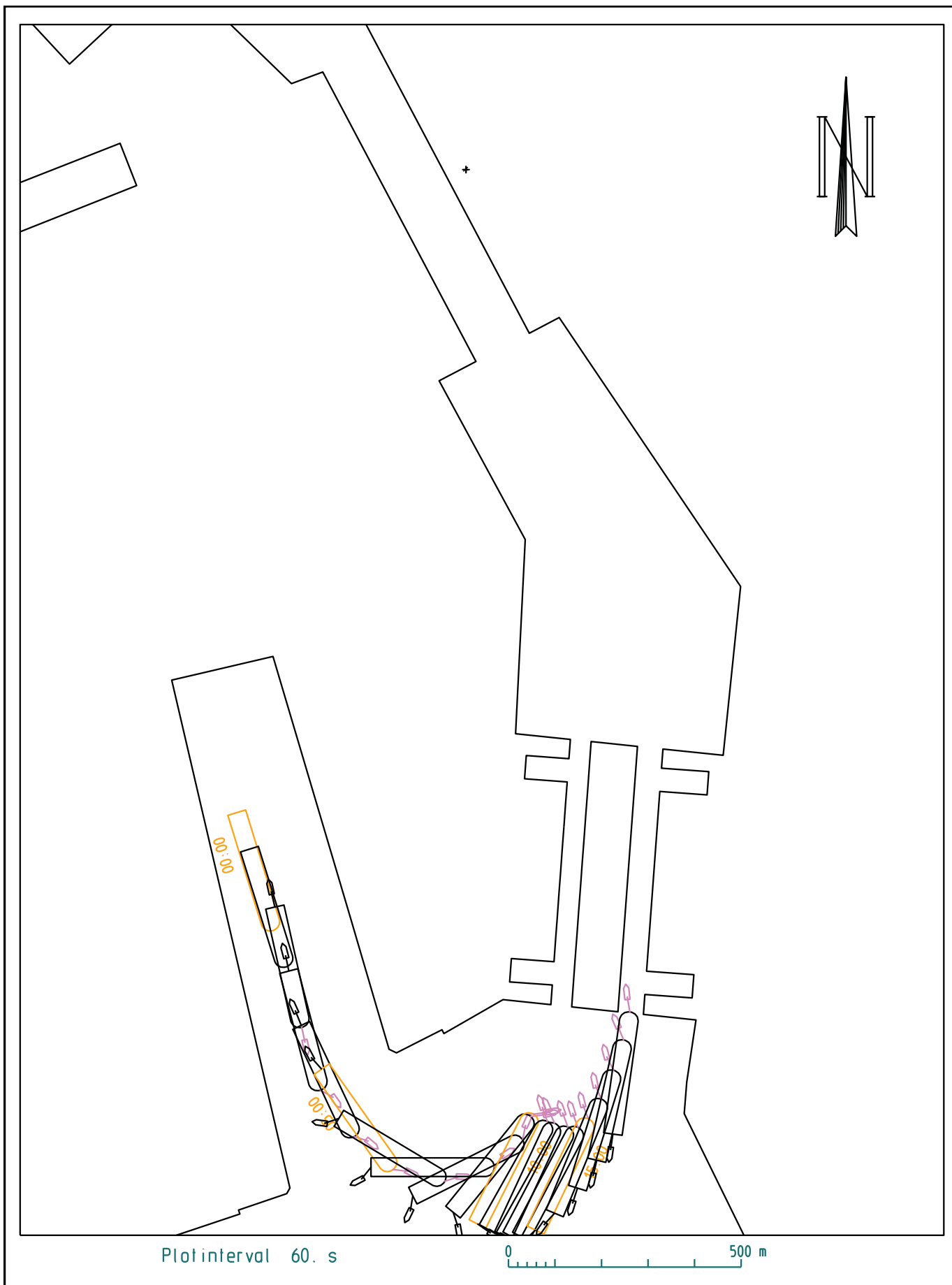


Plotinterval 60. s

0 1000 m

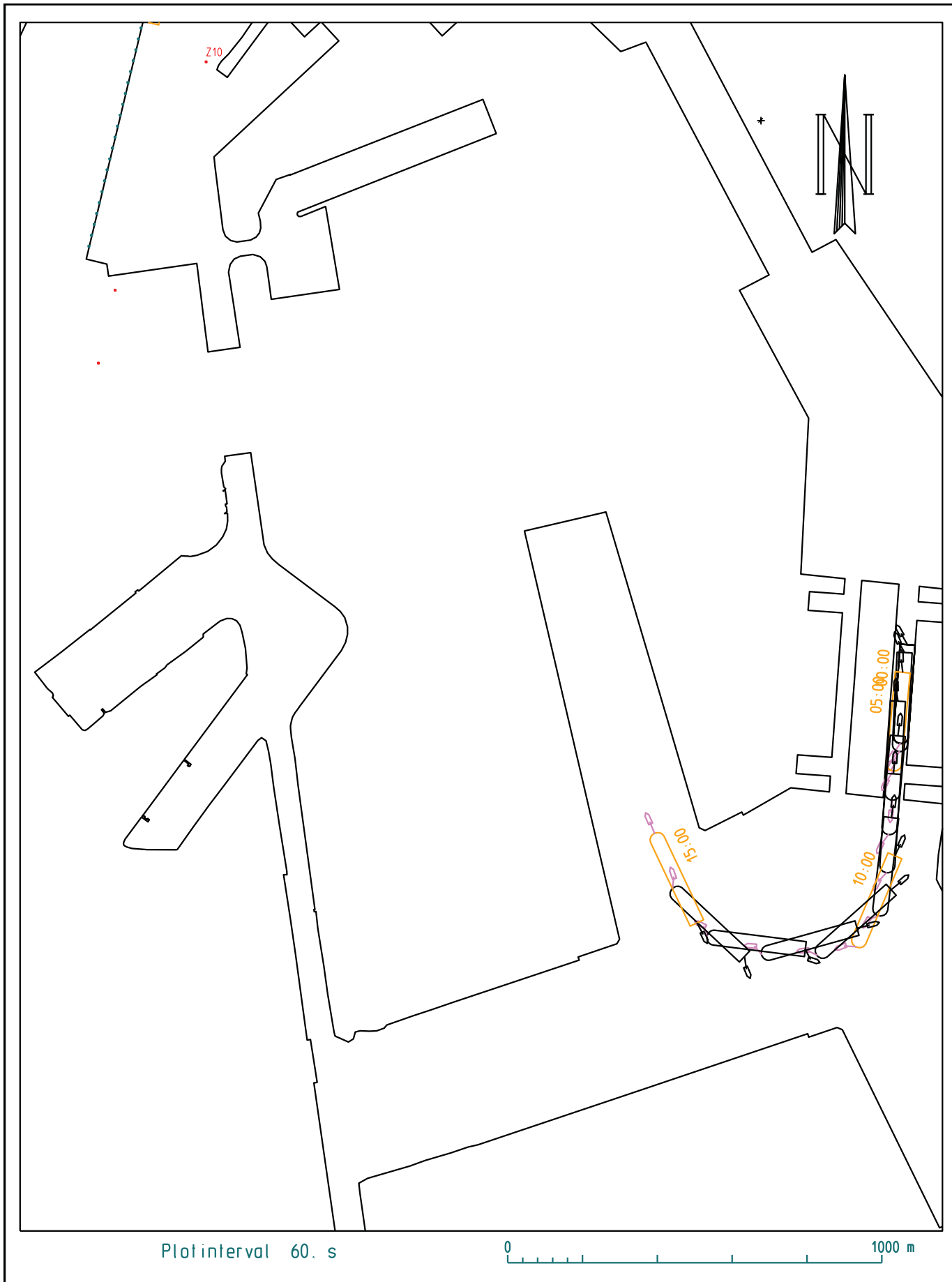
17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_005
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 10:05:04
 Duur : 19.43 min.



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_005
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 10:05:04
 Duur : 19.43 min.

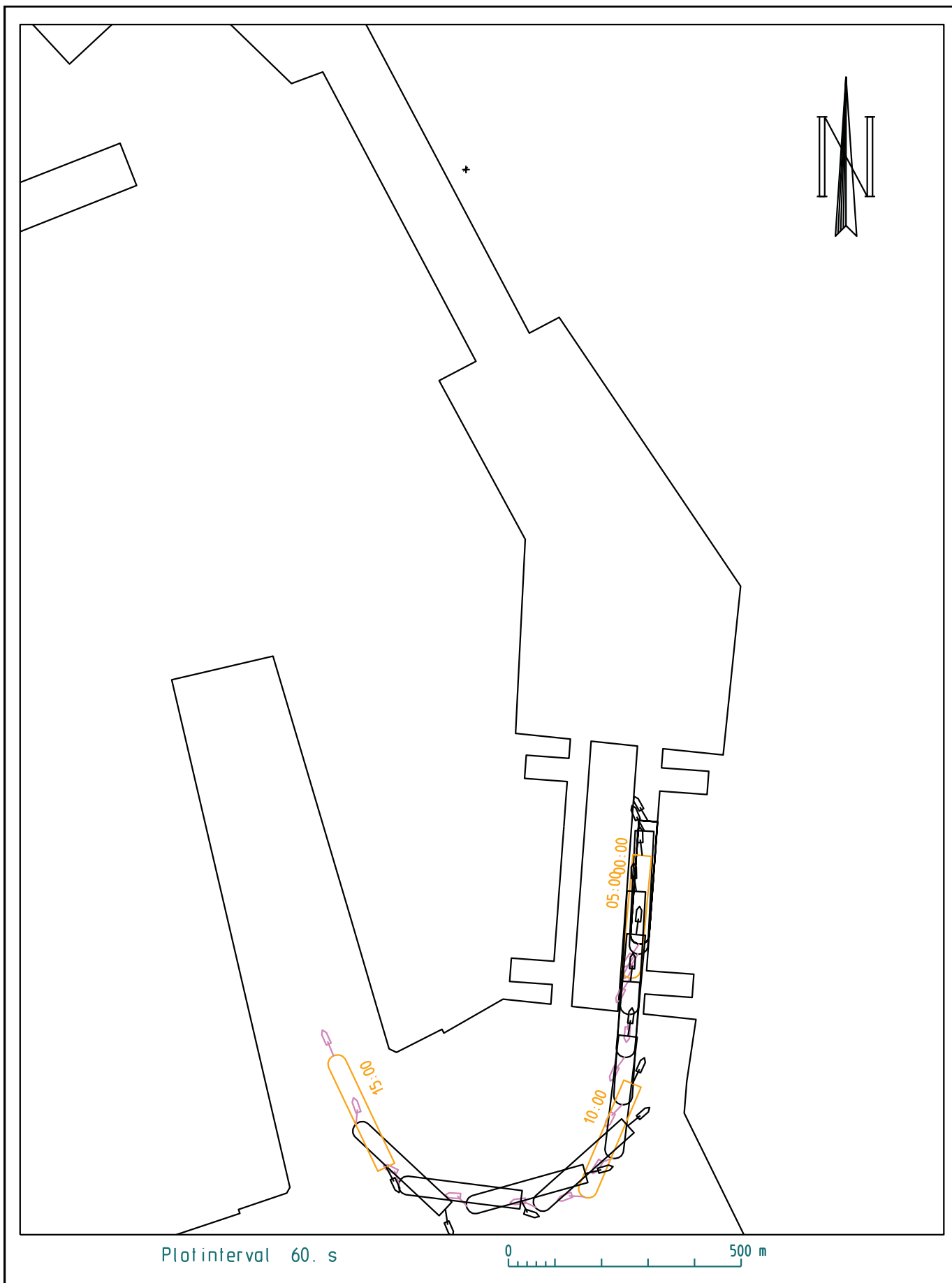


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_006
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 15:43:29
 Duur : 15.97 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Stroming : geen stroming

Vaart : Verbindingsdok_006
 Datum : 2017-03-15
 Tijdstip : 15:43:29
 Duur : 15.97 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

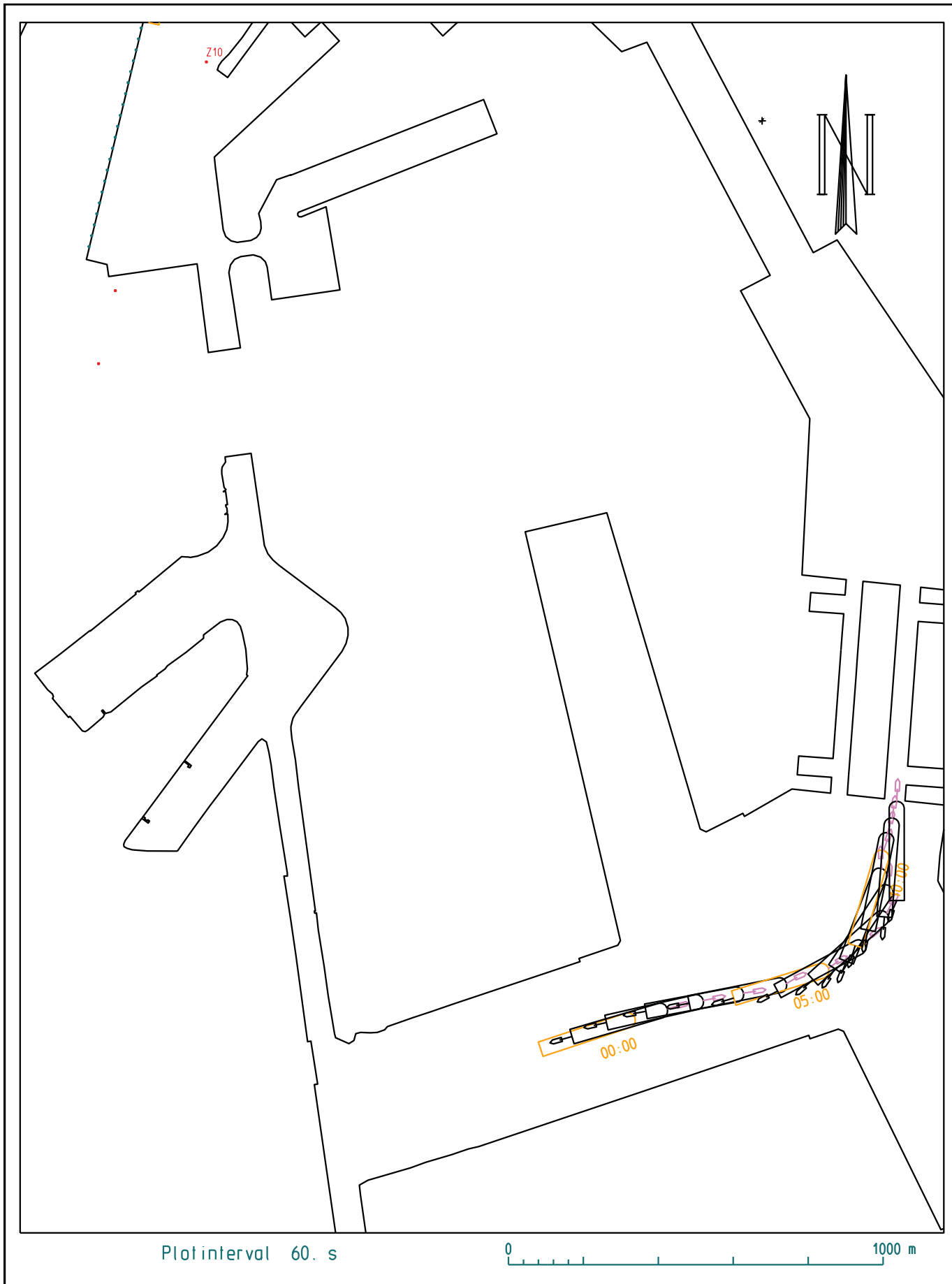


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B203

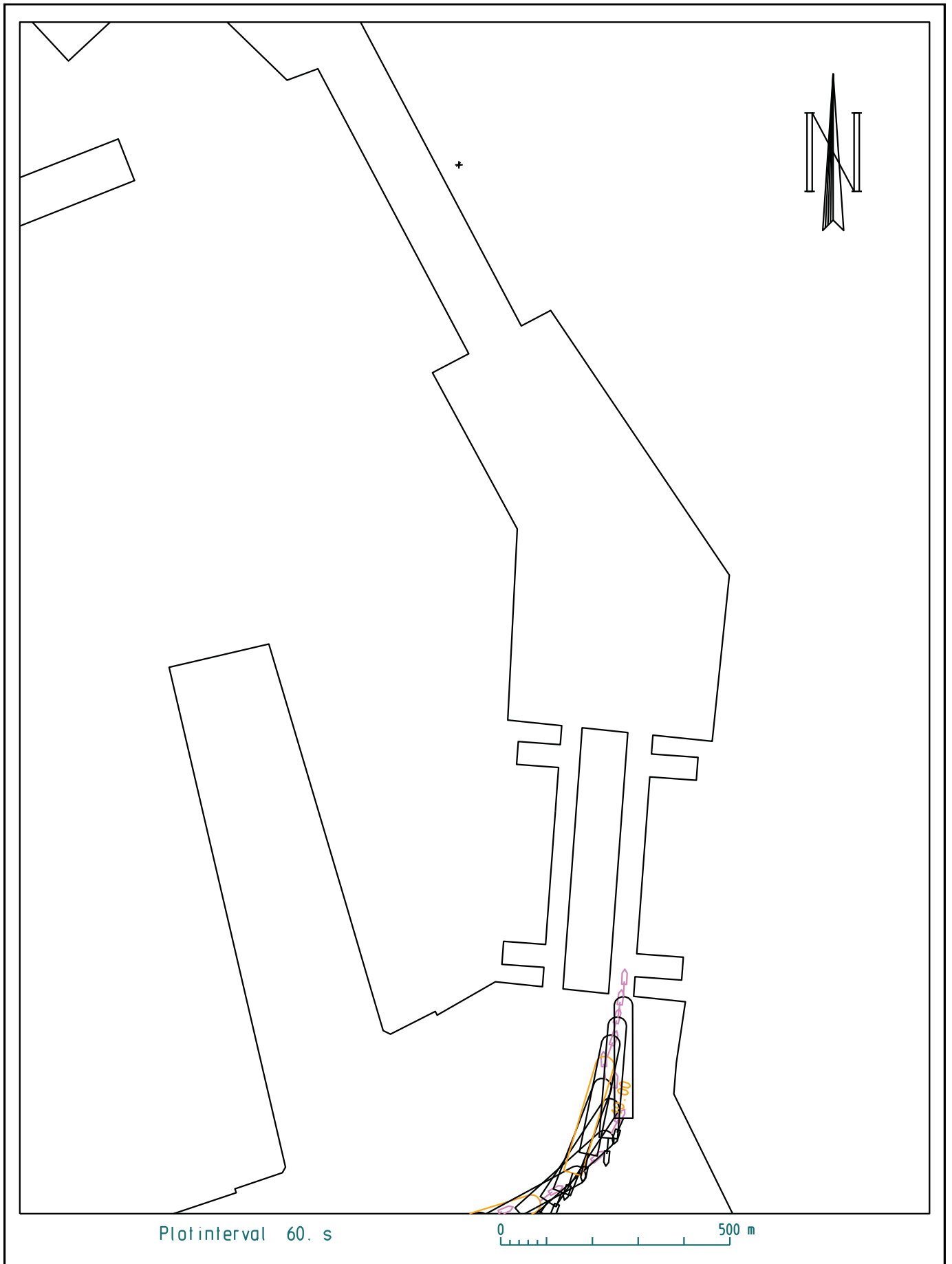


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_007
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 10:29:32
 Duur : 13.50 min.

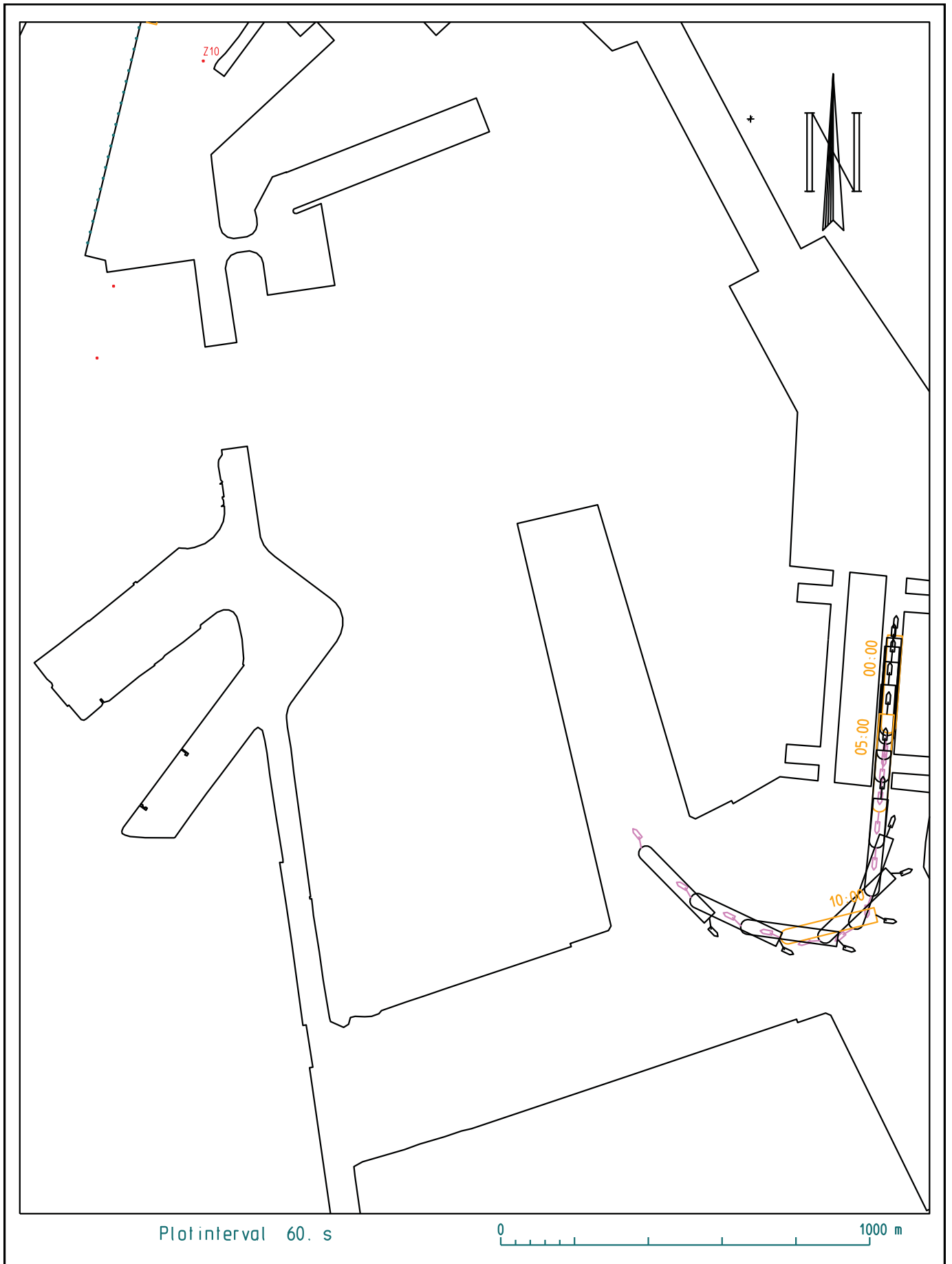


Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_007
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 10:29:32
 Duur : 13.50 min.

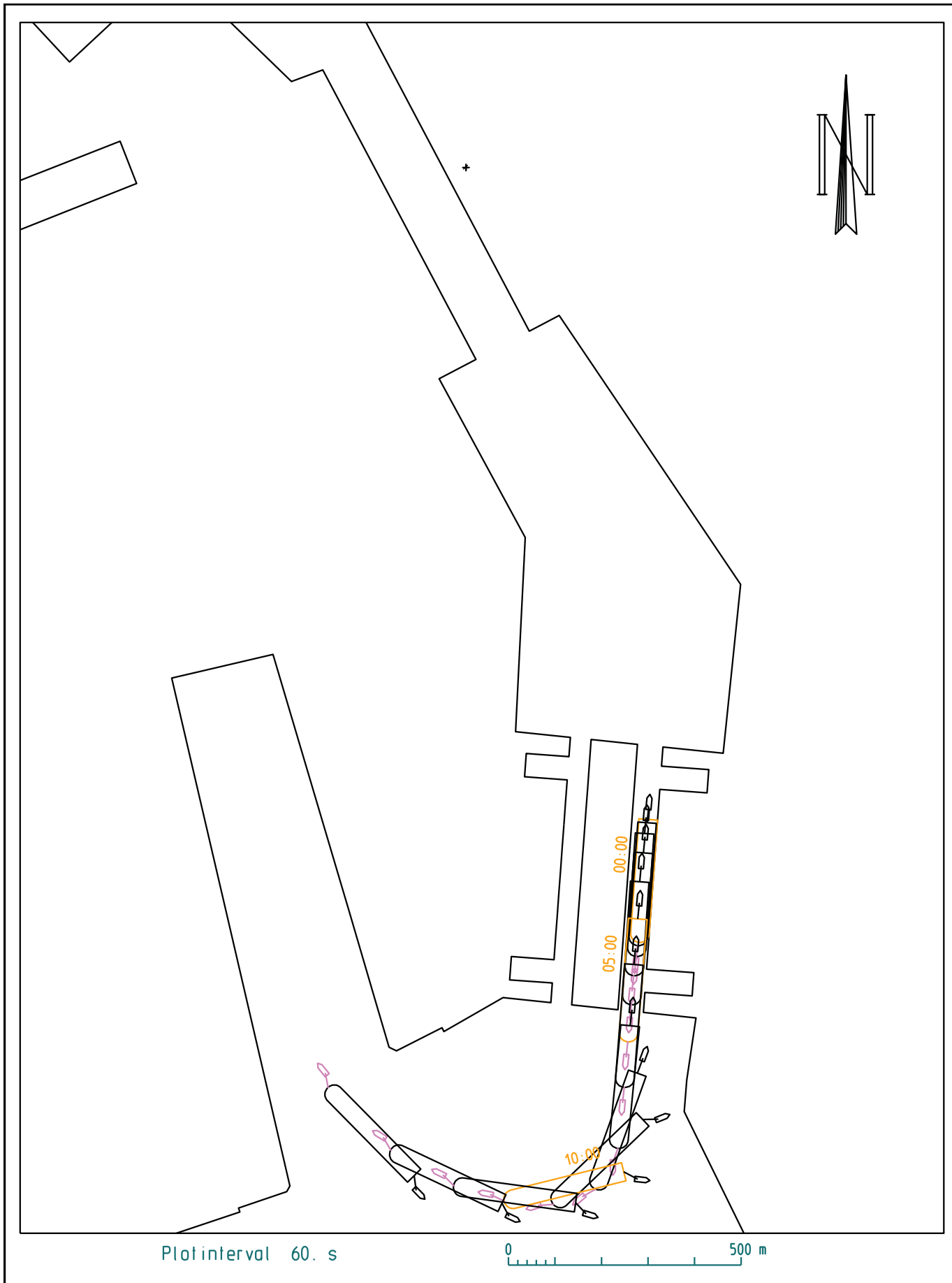


Plotinterval 60. s



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_008
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 15:08:52
 Duur : 13.22 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_008
 Datum : 2017-03-21
 Tijdstip : 15:08:52
 Duur : 13.22 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B207



Plotinterval 60. s



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_gek_001
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 12:29:45
 Duur : 25.00 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

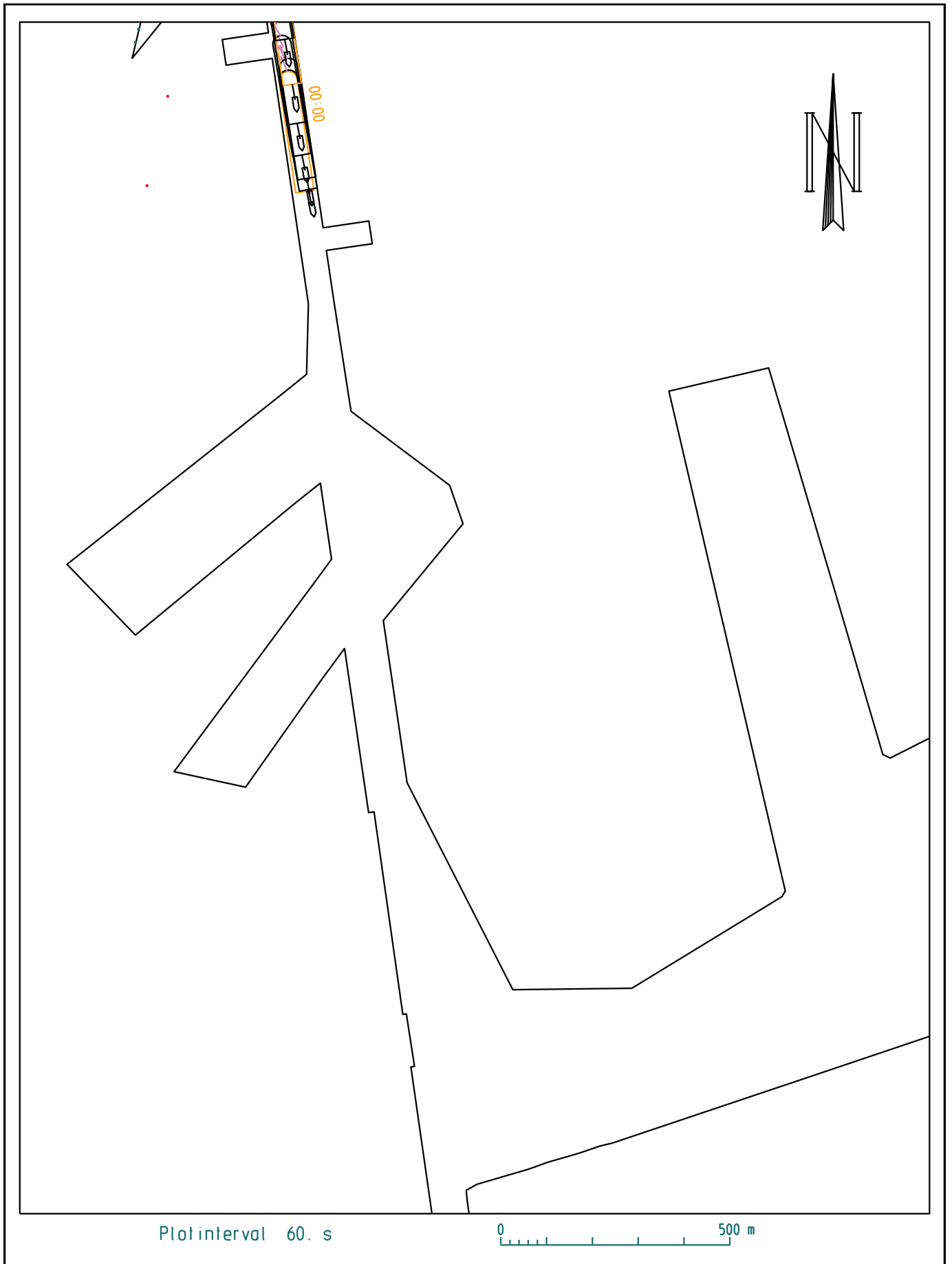


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B208



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_gek_001
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 12:29:45
 Duur : 25.00 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B209



Plotinterval 60. s



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Visari_gek_001
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 12:28:47
 Duur : 25.00 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium

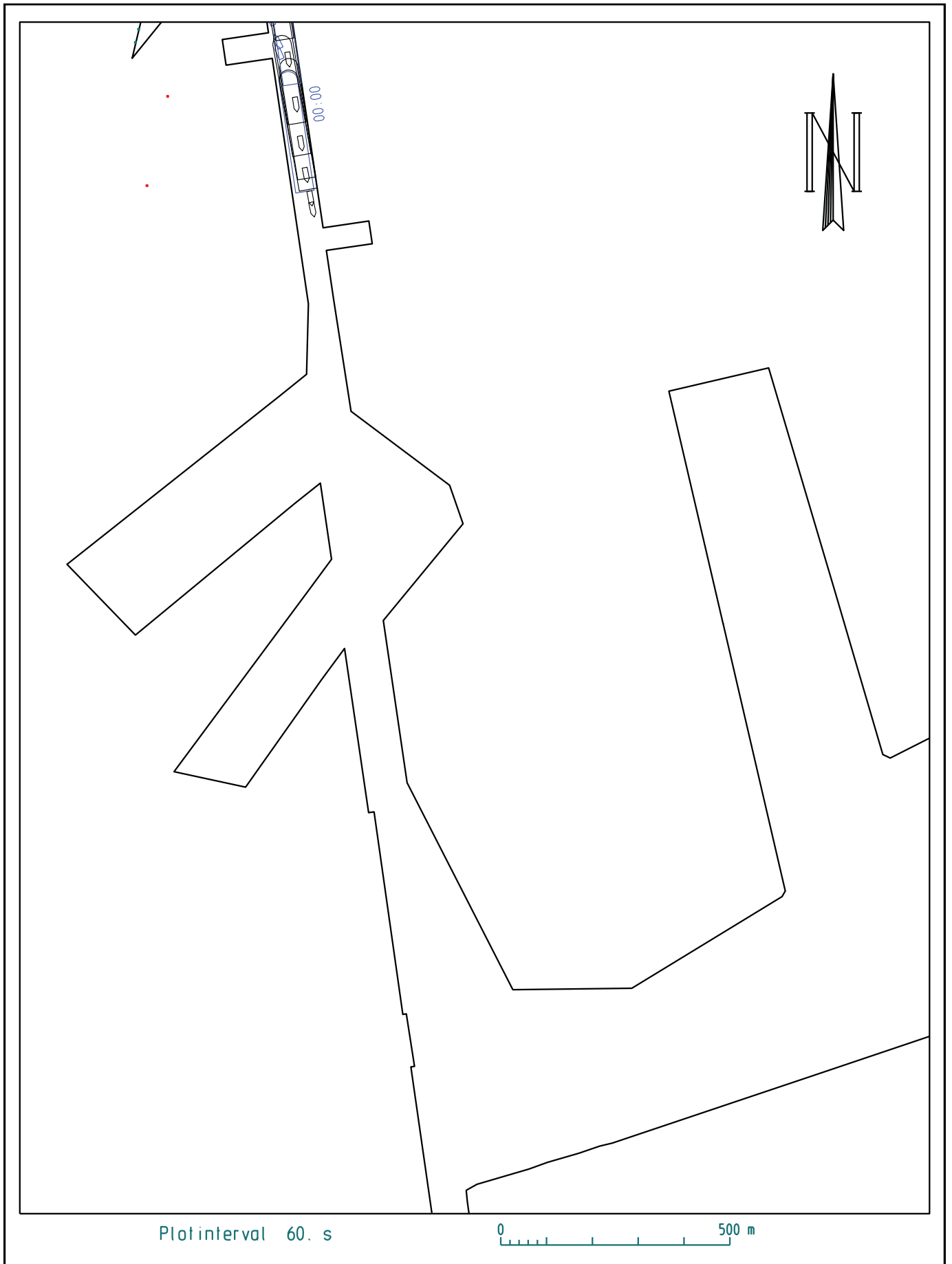


Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B210



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw5
 Strooming : geen strooming

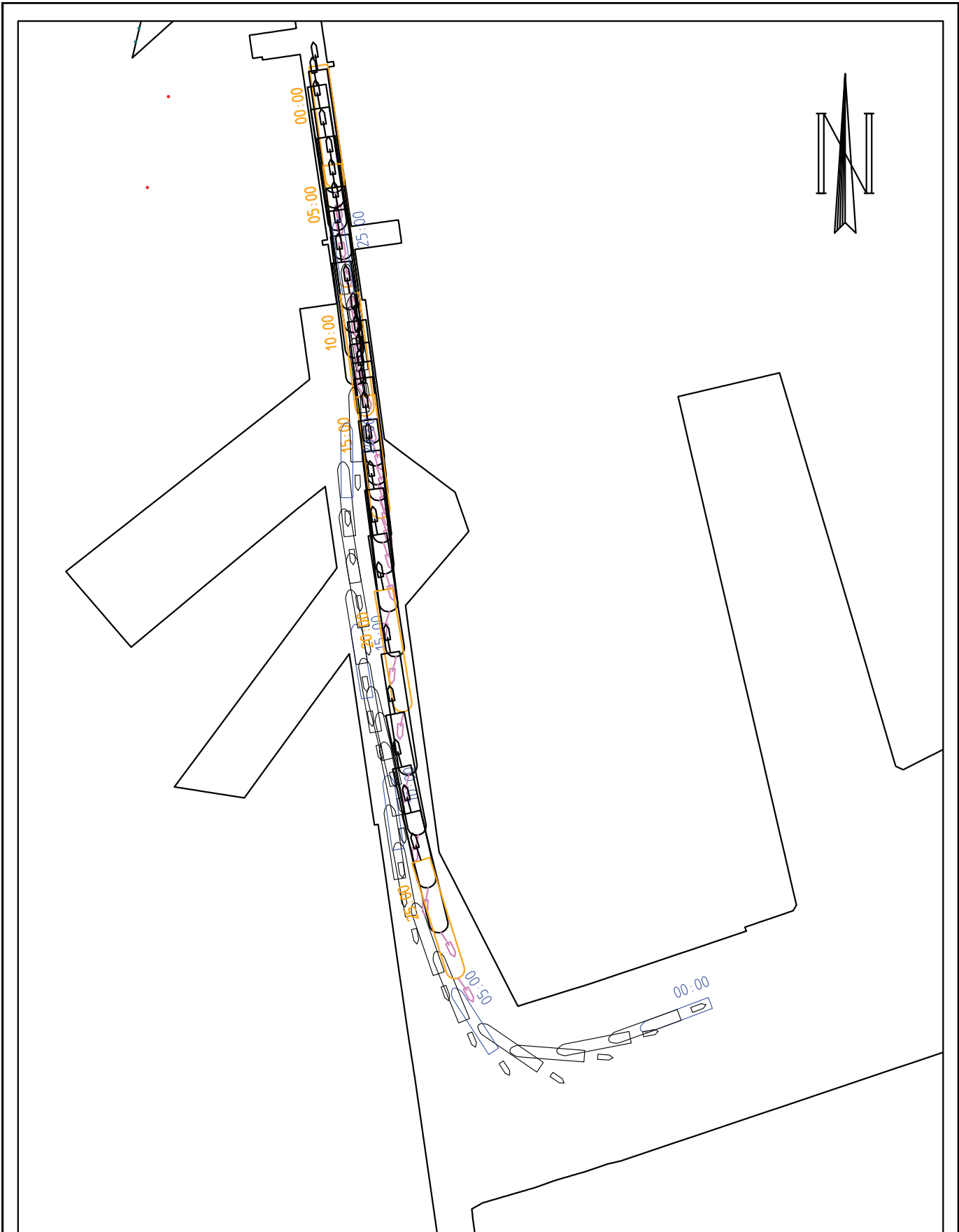
Vaart : Visari_gek_001
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 12:28:47
 Duur : 25.00 min.



Plotinterval 60. s



<p>17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ) Schip : carCar_265_400_NSZ_95 Wind : zw3 Strooming : geen strooming</p>	<p>Vaart : Visari0ost_gek_001 Datum : 2017-03-20 Tijdstip : 11:21:13 Duur : 25.37 min.</p>
---	---



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw3
 Strooming : geen strooming

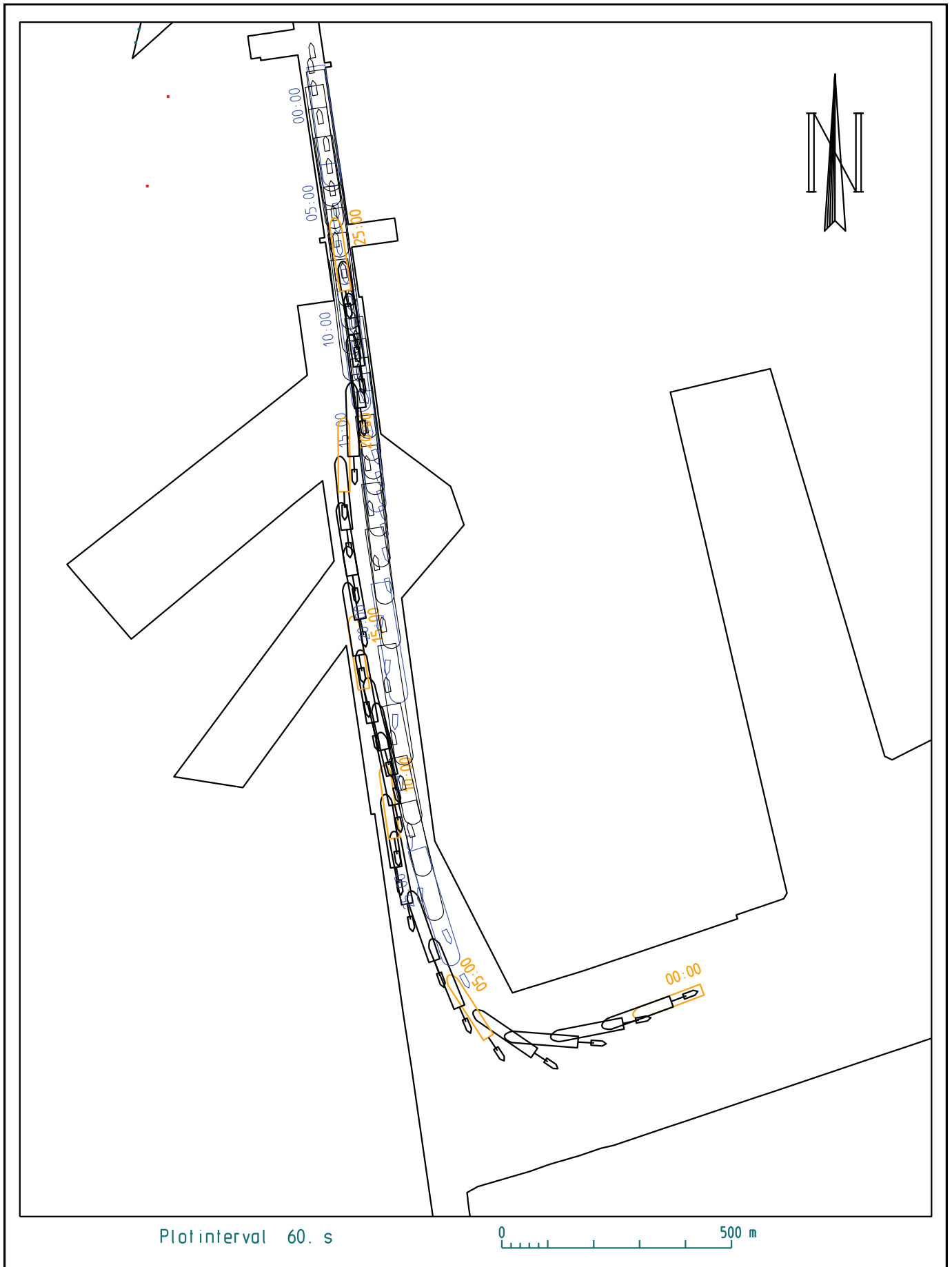
Vaart : Visar10ost_gek_001
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 11:21:13
 Duur : 25.37 min.



Plotinterval 60. s



<p>17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ) Schip : clementine Wind : zw3 Stroming : geen stroming</p>	<p>Vaart : Visar10ost_gek_001 Datum : 2017-03-20 Tijdstip : 11:20:15 Duur : 25.37 min.</p>
<p>Waterbouwkundig Laboratorium</p>  <p>Vlaanderen is wetenschap</p>	<p>ZBR</p> <p>Zeebrugge_17_002</p> <p>Definitieve versie WL2017R17_002_1 B214</p>



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)

Schip : clementine

Wind : zw3

Stroming : geen stroming

Vaart : Visar10ost_gek_001

Datum : 2017-03-20

Tijdstip : 11:20:15

Duur : 25.37 min.

Waterbouwkundig
Laboratorium



Vlaanderen
is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B215



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_gek_001
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 13:05:26
 Duur : 25.85 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B216



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_gek_001
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 13:05:26
 Duur : 25.85 min.



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_gek_001
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 13:04:28
 Duur : 25.85 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B218



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeOost_gek_001
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 13:04:28
 Duur : 25.85 min.

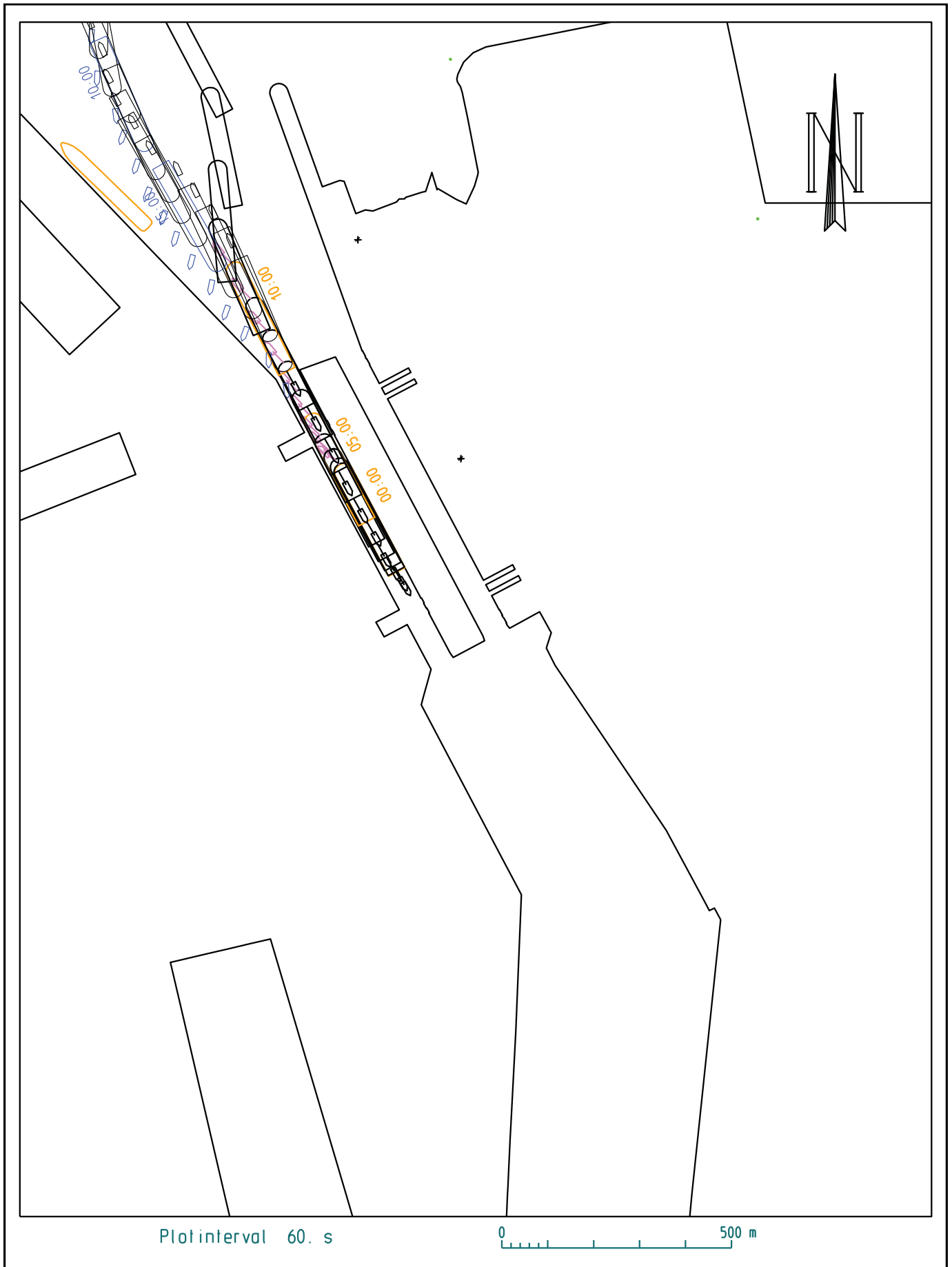


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Stroming : geen stroming

Vaart : VandammeWesti_gek_002
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 14:29:23
 Duur : 19.43 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_gek_002
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 14:29:23
 Duur : 19.43 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B221

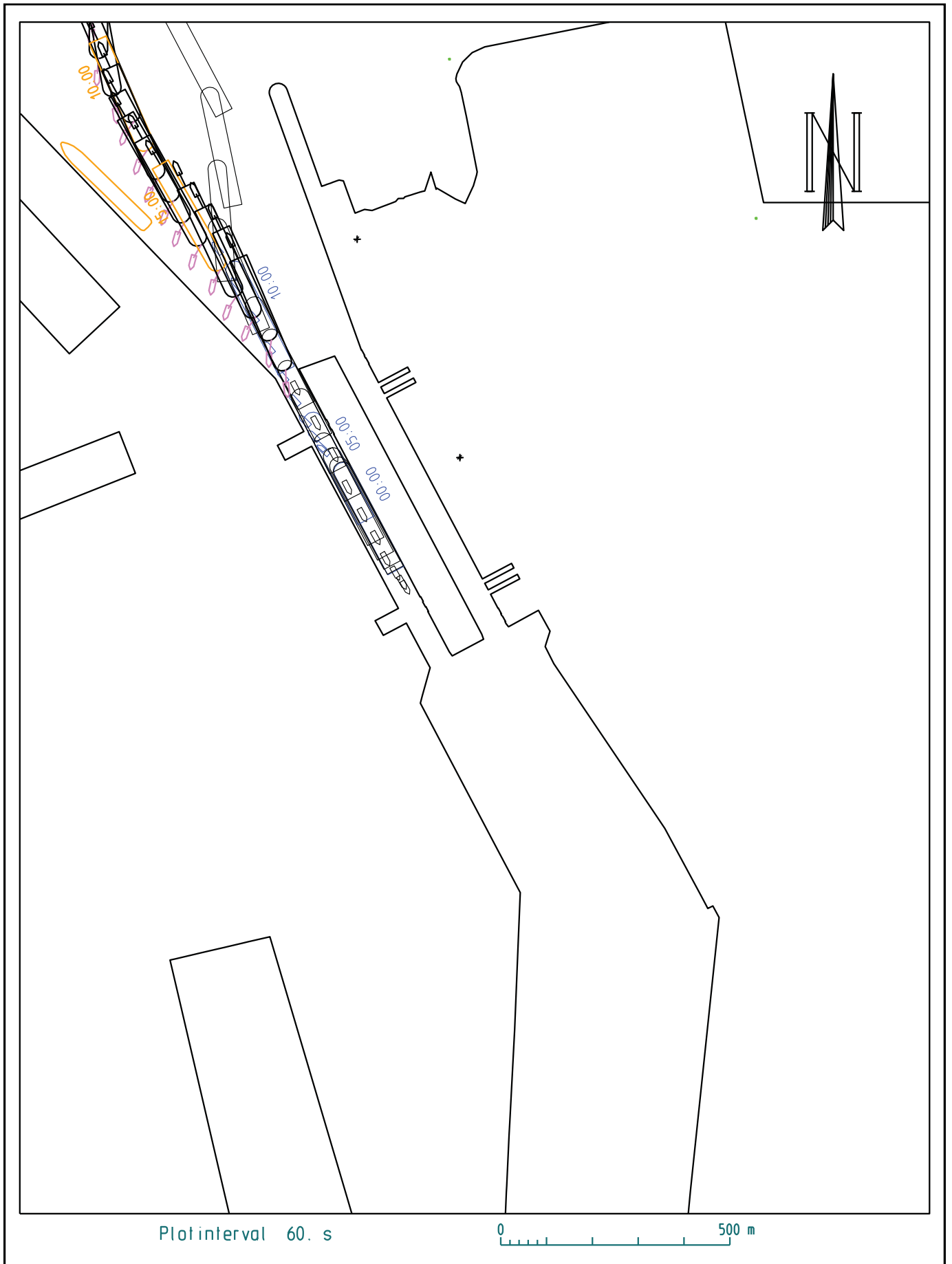


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_gek_002
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 14:28:25
 Duur : 19.42 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : VandammeWest_gek_002
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 14:28:25
 Duur : 19.42 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B223

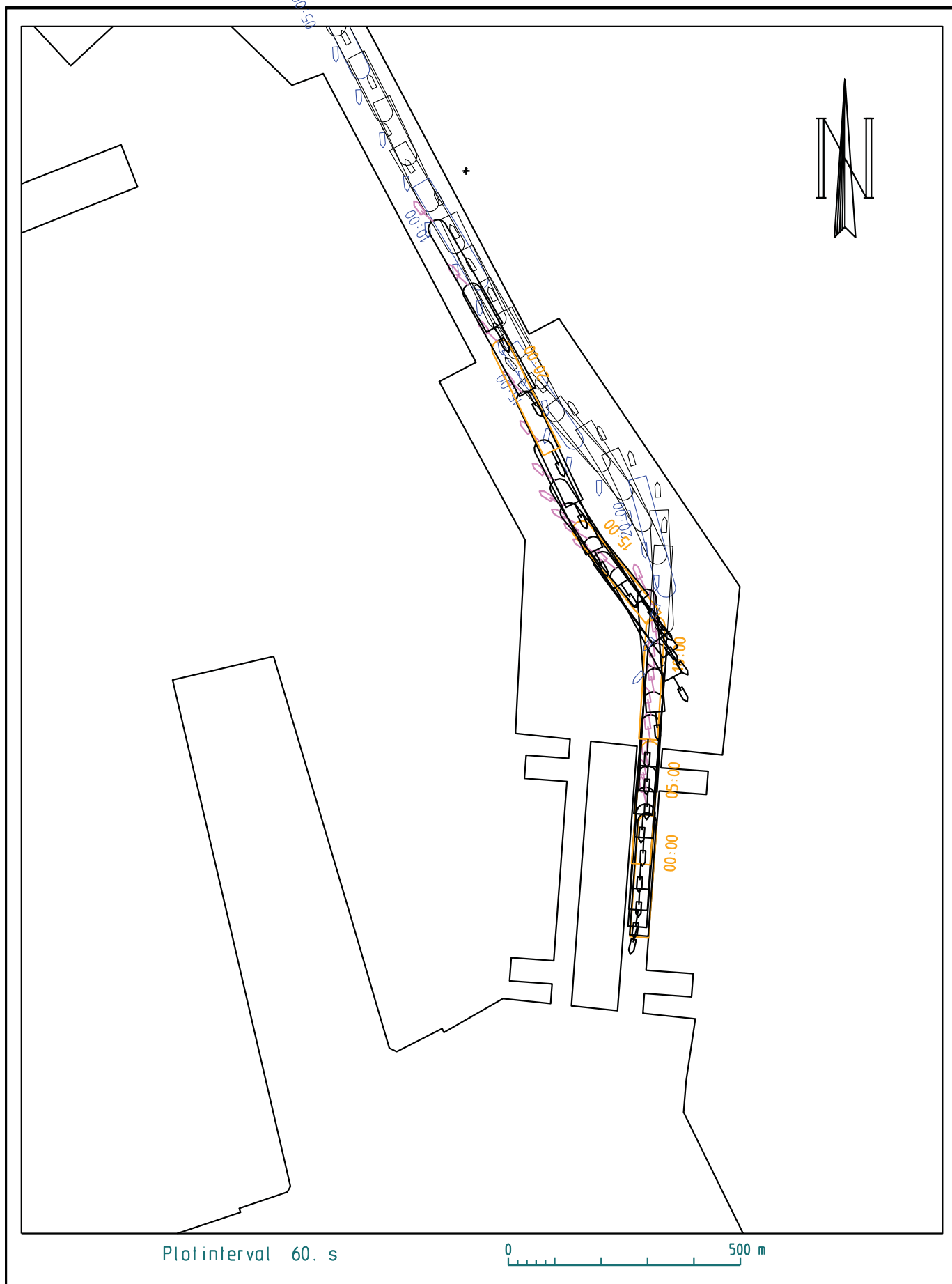


Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw4
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_gek_002
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 10:37:25
 Duur : 22.88 min.



Plotinterval 60. s

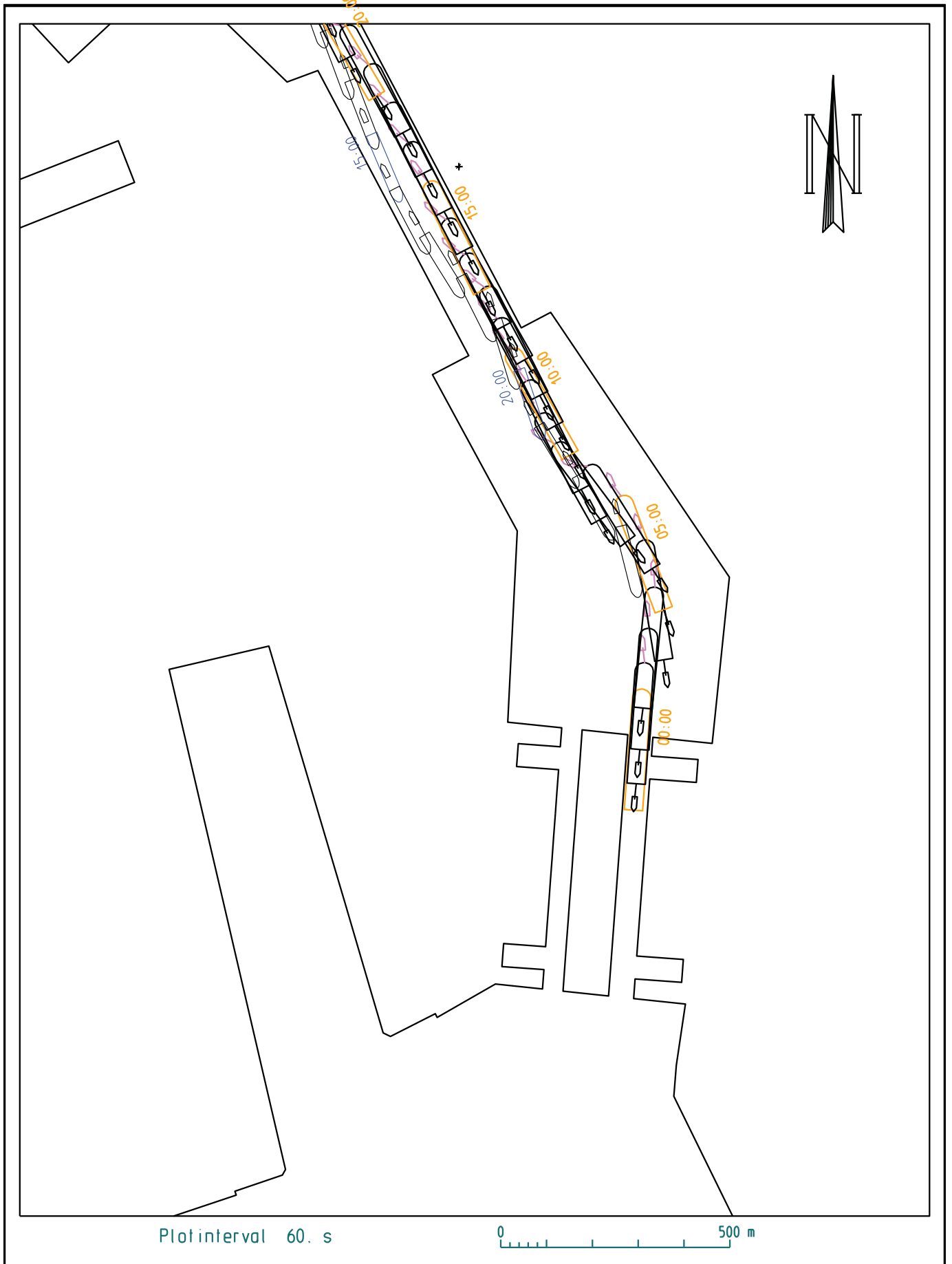
0 500 m

<p>17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ) Schip : carCar_265_400_NSZ_95 Wind : zw4 Stroming : geen stroming</p>	<p>Vaart : Verbindingsdok_gek_002 Datum : 2017-03-20 Tijdstip : 10:37:25 Duur : 22.88 min.</p>
<p>Waterbouwkundig Laboratorium</p>  <p>Vlaanderen is wetenschap</p>	<p>ZBR</p> <p>Zeebrugge_17_002 Definitieve versie WL2017R17_002_1 B225</p>



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_gek_003
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstop : 13:45:39
 Duur : 23.57 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_gek_003
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 13:45:39
 Duur : 23.57 min.



Plotinterval 60. s

0 1000 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw4
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_gek_002
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 10:36:27
 Duur : 22.88 min.

Waterbouwkundig
 Laboratorium



Vlaanderen
 is wetenschap

ZBR

Zeebrugge_17_002

Definitieve versie WL2017R17_002_1 B228



Plotinterval 60. s

0 500 m

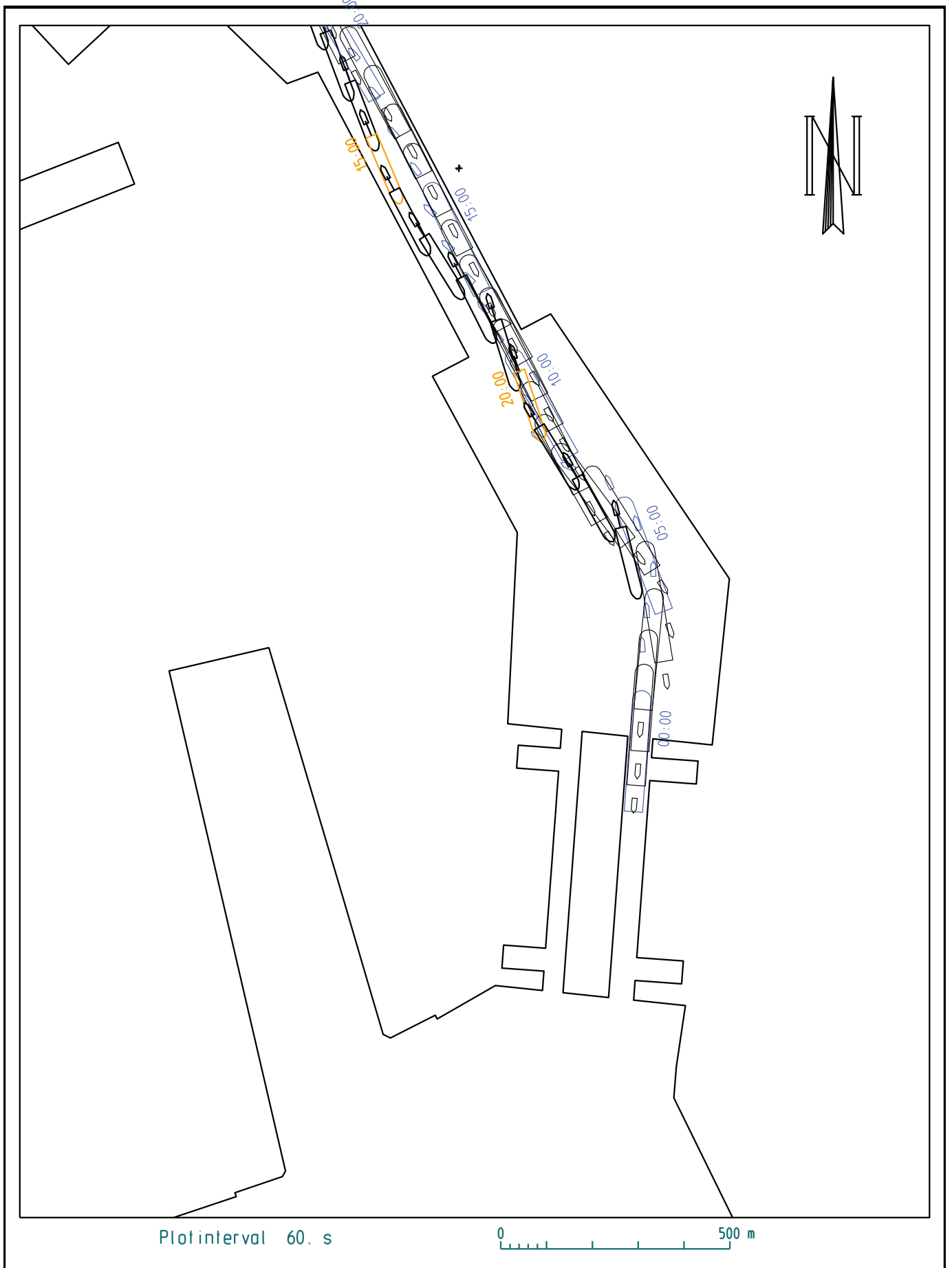
17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : carCar_265_400_NSZ_95
 Wind : zw4
 Stroming : geen stroming

Vaart : Verbindingsdok_gek_002
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 10:36:27
 Duur : 22.88 min.



17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : clementine
 Wind : ZW5
 Strooming : geen strooming

Vaart : Verbindingsdok_gek_003
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 13:44:40
 Duur : 23.57 min.



Plotinterval 60. s

0 500 m

17_002 NieuweSluisZeebrugge (NSZ)
 Schip : clementine
 Wind : ZW5
 Stroming : geen stroming

Vaart : Verbindingsdok_gek_003
 Datum : 2017-03-20
 Tijdstip : 13:44:40
 Duur : 23.57 min.

Bijlage 5: Vaarbaanplots – animatie (KMZ-bestanden)

SIM225_Visart_001.kmz
SIM225_Visart_002.kmz
SIM225_Visart_003.kmz
SIM225_Visart_004.kmz
SIM225_Visart_005.kmz
SIM225_Visart_006.kmz
SIM225_Visart_007.kmz
SIM225_Visart_008.kmz
SIM225_VisartOost_001.kmz
SIM225_VisartOost_002.kmz
SIM225_VisartOost_003.kmz
SIM225_VisartOost_004.kmz
SIM225_Carcockesite_001.kmz
SIM225_Carcockesite_002.kmz
SIM225_Carcockesite_003.kmz
SIM225_Carcockesite_004.kmz
SIM225_Carcockesite_005.kmz
SIM225_Carcockesite_006.kmz
SIM225_Carcockesite_007.kmz
SIM225_Carcockesite_008.kmz
SIM225_VandammeOost_001.kmz
SIM225_VandammeOost_002.kmz
SIM225_VandammeOost_003.kmz
SIM225_VandammeOost_004.kmz
SIM225_VandammeOost_005.kmz
SIM225_VandammeOost_006.kmz
SIM225_VandammeOost_007.kmz
SIM225_VandammeOost_008.kmz
SIM225_VandammeOost_009.kmz
SIM225_VandammeOost_010.kmz
SIM225_VandammeWest_001.kmz

SIM225_VandammeWest_002.kmz
SIM225_VandammeWest_003.kmz
SIM225_VandammeWest_004.kmz
SIM225_VandammeWest_005.kmz
SIM225_VandammeWest_006.kmz
SIM225_Verbindingsdok_001.kmz
SIM225_Verbindingsdok_002.kmz
SIM225_Verbindingsdok_003.kmz
SIM225_Verbindingsdok_004.kmz
SIM225_Verbindingsdok_005.kmz
SIM225_Verbindingsdok_006.kmz
SIM225_Verbindingsdok_007.kmz
SIM225_Verbindingsdok_008.kmz
SIM225_Visart_gek_001.kmz
SIM360_Visart_gek_001.kmz
SIM225_VisartOost_gek_001.kmz
SIM360_VisartOost_gek_001.kmz
SIM225_VandammeOost_gek_001.kmz
SIM360_VandammeOost_gek_001.kmz
SIM225_VandammeWest_gek_002.kmz
SIM360_VandammeWest_gek_002.kmz
SIM225_Verbindingsdok_gek_002.kmz
SIM360_Verbindingsdok_gek_002.kmz
SIM225_Verbindingsdok_gek_003.kmz
SIM360_Verbindingsdok_gek_003.kmz

Bijlage 6: Coördinaten snijlijnen

Tabel 25 - Coördinaten snijlijnen (Lambert 72)

	X1	Y1	X2	Y2
VHo1	68604	227228	69288	227391
VHo2	68189	225376	68476	225417
VHo3	68402	224059	68710	224105
VHo4	69555	225824	69799	225956
VHo5	69933	224391	70379	224345
VHa1	68522	227488	69187	227641
VHa2	68188	225644	68398	225674
VHa3	68357	224325	68633	224359
VHa4	69171	225930	69826	226269
VHa5	69971	224655	70380	224616
AHo1	68382	224694	68523	224714
AHo2	68526	223437	68714	223464
AHo3	69761	225145	70247	225403
AHo4	69906	223820	70321	223776
AHo5	69427	223541	69987	223235
AHo6	69537	223093	69658	223709
AHa1	68383	224426	68546	224450
AHa2	68581	223177	68836	223216
AHa3	69778	224860	70296	225127
AHa4	69712	223578	70325	223504
AHa5	69454	223375	69537	223067
AHa6	69815	223717	70025	223196

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



Vlaanderen
is wetenschap



 Zeebrugge

17_068_1
WL rapporten

Haven van Zeebrugge

Impact van passerende schepen
op afgemeerde schepen aan de vismijn

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Haven van Zeebrugge

Impact van passerende schepen op afgemeerde schepen aan de vismijn

Vos, S.; Van Hoydonck, W.; Vantorre M.; Mostaert, F.

CONCEPT

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 2017
D/2017/3241/244

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Vos, S.; Van Hoydonck, W.; Vantorre M.; Mostaert, F. (2016). Haven van Zeebrugge: Impact van passerende schepen op afgemeerde schepen aan de vismijn. Versie 2.3. WL Rapporten, 17_068_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Afdeling Maritieme Toegang	Ref.:	WL2017R17_068_1
Keywords (3-5):	Zeebrugge, Vismijn, Passerende schepen, ROPES		
Tekst (p.):	18	Bijlagen (p.):	1
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	
	<input type="checkbox"/> Ja	Vrijgegeven vanaf:	01/01/2020
		Uitzondering:	<input type="checkbox"/> Vlaamse overheid

Auteur(s):	Vos, S.; Van Hoydonck, W.
------------	---------------------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Vantorre M. (UGent)	
Projectleider:	Vos, S.	

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	
-----------------	--------------	--



Abstract

Het complex project Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ) heeft als doel een nieuwe tweede toegang tot de achterhaven van Zeebrugge te realiseren en dit op de meest aangewezen locatie. Daartoe worden verschillende alternatieven grondig bestudeerd alvorens een definitieve keuze gemaakt wordt. Door het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) werden zes locatiealternatieven nautisch gescreend met behulp van realtime vaarsimulaties (Vos et al., 2017). Bij drie van de zes alternatieven voorziet men een sluis in de westelijke regio van de haven. Indien één van deze alternatieven uiteindelijk uitgevoerd zal worden, dan zullen zeeschepen passeren aan de vismijn.

Momenteel heerst er bij de vismijn een bezorgdheid over de krachtwerking op afgemeerde vissersschepen. Afdeling Maritieme Toegang (aMT) stelde aan het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) de vraag om deze krachtwerking te onderzoeken.

Met behulp van het softwareprogramma ROPES werden krachten en momenten op een afgemeerd schip berekend bij verschillende vaarsnelheden. Deze krachten worden in voorliggend rapport vergeleken met de minimale breeksterkte van de meerlijnen. Deze breeksterkte is scheepsafhankelijk en werd bepaald aan de hand van regels van de classificatiemaatschappijen. Aannames worden in het rapport toegelicht. Vier afmeerlocaties van het vissersschip werden onderzocht. De meeste berekeningen werden uitgevoerd met een roro-schip met afmetingen 203 m x 31 m x 9.5 m. Voor de locatie die de grootste impact van passerende schepen zou ondervinden, werden berekeningen herhaald met een groter schip met afmetingen 265 m x 40 m x 9.5 m.

Uit de berekeningen met ROPES met het grootste schip volgt dat voor de meest nadelige afmeerpositie bij een snelheid lager dan 6 knoop de kracht minder dan 10% van de minimale breeksterkte bedraagt. Bij 8 knoop is deze kracht nog steeds kleiner dan 20%. De simulatiestudie (Vos et al., 2017) toonde aan dat de snelheden in de drie westelijke varianten steeds kleiner waren dan 6 knoop ter hoogte van de vismijn.

Het systeem is een dynamisch (massa-veer) systeem dat er voor zorgt dat in werkelijkheid de krachten in de lijnen nog kunnen vergroten, tot zelfs verdubbelen. Rekening houdend met de gangbare snelheden kleiner dan 6 knoop, is er nog steeds geen probleem.

De impact van golven op de oever of kade werden niet bestudeerd. Voor de krachtwerking op de afgemeerde schepen heeft het primair golfsysteem de grootste invloed. Het secundair golfsysteem kan mogelijks ook kortere golven bevatten die kleine bewegingen op de afgemeerde schepen veroorzaken. Een sleepboot, die eerder klein is t.o.v. een roro-schip, kan vermoedelijk ook golven veroorzaken die vervolgens met een zekere impact op de kade terechtkomen. De sleepbootkapitein dient hiermee rekening te houden door de snelheid te beperken indien er vissersschepen afgemeerd zijn.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Inleiding	1
1.1 Situering.....	1
1.2 Onderzoeksvraag.....	1
1.3 Inhoud.....	2
2 Methodologie	3
2.1 Krachtwerking.....	3
2.2 ROPES	3
2.2.1 Input	3
2.2.2 Output	6
2.3 Minimale breeksterkte	9
3 Resultaten.....	12
3.1 Langs- en dwarskrachten.....	12
3.2 Vergelijking met minimale breeksterkte	15
3.3 Secundair golfsysteem.....	16
4 Conclusie en aanbevelingen	17
5 Referenties	18
Bijlage 1: resultaten krachten.....	19

Lijst van de tabellen

Tabel 1 - Schepen gebruikt voor de berekeningen in ROPES	4
Tabel 2: Programma van uitgevoerde berekeningen	6
Tabel 3: Berekening equipment number (EN)	11
Tabel 4: Resulterende krachten op het vissersschip	19

CONCEPT

Lijst van de figuren

Figuur 1 - Zeebrugge met aanduiding 'regio Vismijn' (Bron GoogleEarth™)	2
Figuur 2 - Zeevisserijvloot in Zeebrugge op 9/10/2014.....	4
Figuur 3: Omgeving met startpositie (links) en eindpositie (rechts) van passerend schip	5
Figuur 4: Posities afgemeerde vissersschepen.....	5
Figuur 5: Krachten F_x , F_y en moment M_z (conventie)	6
Figuur 6: Krachten F_x , F_v en F_a	7
Figuur 7: Langskracht, dwarskracht en giermoment in functie van tijd op het vissersschip bij passage RoRo1, positie 4, 6 knoop	7
Figuur 8: Langskracht, dwarskrachten voor- en achteraan in functie van tijd op het vissersschip bij passage RoRo1, positie 4, 6 knoop.....	8
Figuur 9: Minimale breeksterkte in functie van equipment number volgens DNV (Det Norske Veritas, 2010)9	
Figuur 10: Equipment number (Det Norske Veritas, 2010).....	10
Figuur 11: Berekening equipment number (EN): aanduiding a en h , (Bron: Marine Traffic, Kees Koese)	10
Figuur 12: RoRo1 passeert vissersschip op positie 1: langskracht en dwarskrachten op het vissersschip.....	12
Figuur 13: RoRo1 passeert vissersschip op positie 2: langskracht en dwarskrachten op het vissersschip.....	13
Figuur 14: RoRo1 passeert vissersschip op positie 3: langskracht en dwarskrachten op het vissersschip.....	13
Figuur 15: RoRo1 passeert vissersschip op positie 4: langskracht en dwarskrachten op het vissersschip.....	14
Figuur 16: RoRo1 passeert vissersschip, krachten in functie van afmeerpositie van het vissersschip bij 2, 4 en 6 knoop.....	14
Figuur 17: RoRo2 passeert vissersschip op positie 4: langskracht en dwarskrachten op het vissersschip.....	15
Figuur 18: Vergelijking maximale langskracht met minimale breeksterkte voor vissersschip1 en vissersschip2	16

1 Inleiding

1.1 Situering

Onderstaande informatie is grotendeels afkomstig van de website www.nieuwesluiszeebrugge.be.

De achterhaven van Zeebrugge is een zone die volop groeit. Momenteel verloopt het scheepvaartverkeer naar die achterhaven louter via de Pierre Vandammesluis. De tweede zeesluis die momenteel toegang biedt tot de achterhaven, de Visartsluis, dateert immers al van 1907, is sterk verouderd en beantwoordt niet meer aan de noden van de huidige scheepvaart. Het verbeteren van de nautische toegankelijkheid tot de (achter)haven van Zeebrugge is daarom nodig.

De Pierre Vandammesluis draait vandaag al op volle toeren. Deze sluis is bovendien sinds 1984 in gebruik en ondergaat momenteel grote onderhoudswerkzaamheden. Tijdens deze onderhoudswerkzaamheden is vastgesteld dat ingrijpende werkzaamheden op middellange termijn noodzakelijk zullen zijn om de sluis op lange termijn in bedrijf te houden. Voor deze werkzaamheden zal de Pierre Vandammesluis gedurende een langere tijd buiten gebruik gesteld moeten worden met als gevolg dat het schutten van schepen via de Pierre Vandammesluis voor enige tijd onmogelijk zal zijn.

De realisatie van een tweede volwaardige toegang tot de achterhaven is, rekening houdend met de verdere ontwikkeling van de achterhaven en de bijhorende capaciteitsnoden enerzijds en huidige staat van de Pierre Vandammesluis anderzijds, een noodzaak.

Op 15 juli 2016 nam de Vlaamse Regering de startbeslissing voor het project dat van cruciaal belang is voor de verdere groei en ontwikkeling van de haven van Zeebrugge. Dit project wordt getrokken vanuit het departement Mobiliteit en Openbare Werken en dit volgens de procesaanpak voor complexe projecten in Vlaanderen. De aanpak voor complexe projecten streeft naar een efficiënt en kwaliteitsvol proces, dat gericht is op de realisatie van een complex project binnen een aanvaardbare termijn en met een maximaal draagvlak. Meer informatie over de procesaanpak vindt men op <http://www.complexeprojecten.be/>.

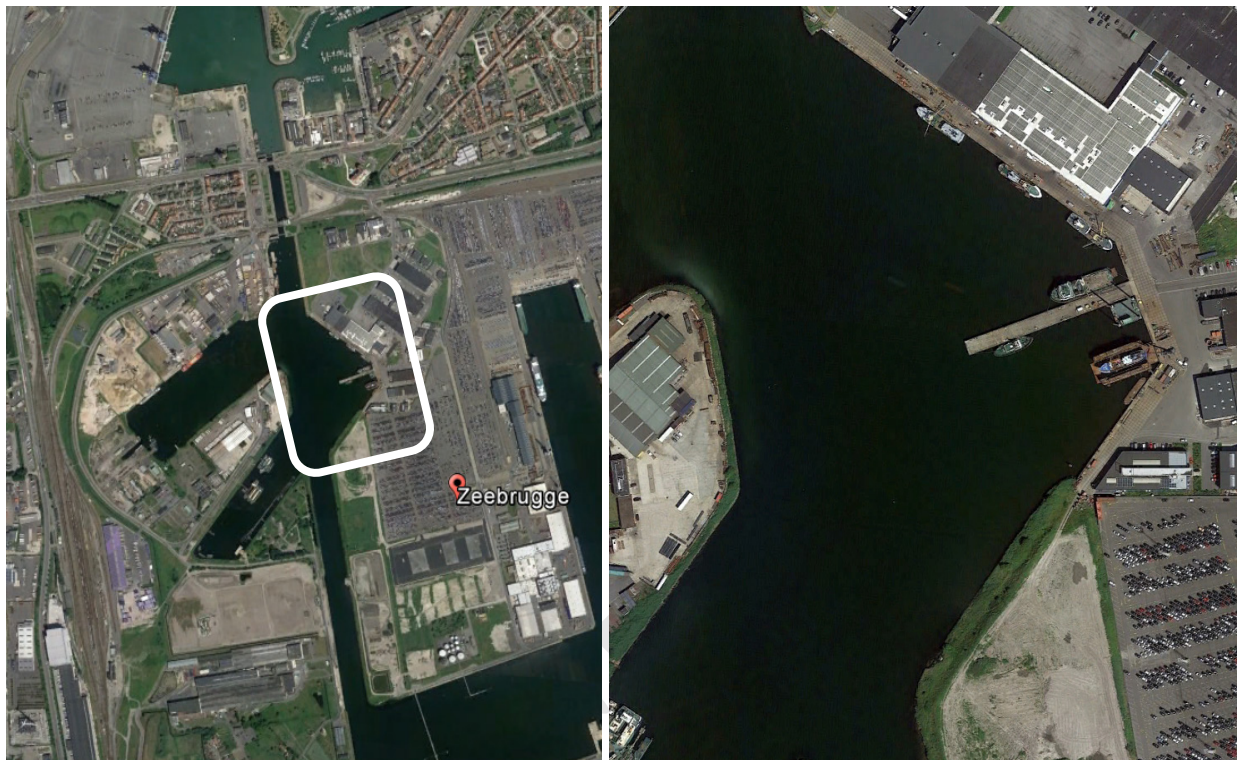
Het project, genaamd Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ), heeft als doel een nieuwe tweede toegang tot de achterhaven te realiseren op de meest aangewezen locatie. Daartoe worden verschillende alternatieven grondig bestudeerd alvorens een definitieve keuze gemaakt wordt. Daarna volgt nog de technische uitwerking en de uitvoering van het gekozen alternatief.

1.2 Onderzoeksvraag

Door het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) werden zes locatiealternatieven nautisch gescreend met behulp van realtime vaarsimulaties (Vos *et al.*, 2017). Bij drie van de zes alternatieven voorziet men een sluis in de westelijke regio van de haven. Indien één van deze alternatieven uiteindelijk uitgevoerd zal worden, dan zullen zeeschepen passeren aan de vismijn. Figuur 1 toont de situatie met links een beeld van de westelijke regio van de haven en rechts een zicht op de afmeerplaatsen aan de vismijn.

Momenteel heerst er bij de vismijn een bezorgdheid over de krachtwerking op afgemeerde vissersschepen. Afdeling Maritieme Toegang (aMT) stelt aan het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) de vraag om de krachtwerking te onderzoeken.

Figuur 1 - Zeebrugge met aanduiding 'regio Vismijn' (Bron GoogleEarth™)



1.3 Inhoud

Hoofdstuk 2 beschrijft de gehanteerde methodologie. In hoofdstuk 3 worden resultaten gepresenteerd. Tot slot volgt in hoofdstuk 4 een conclusie met aanbevelingen.

2 Methodologie

Volgend hoofdstuk beschrijft de gevolgde methodologie waarbij de in- en output van het softwareprogramma ROPES verduidelijkt worden. Hierbij worden verder ook aannames toegelicht. Met ROPES werden krachten en momenten berekend. Deze krachten worden vergeleken met de minimale breeksterkte van de meerlijnen. De breeksterkte is scheepsafhankelijk en kan bepaald worden aan de hand van regels van de classificatiemaatschappijen.

2.1 Krachtwerking

Een varend schip genereert golven. In de literatuur wordt dit golfsysteem dikwijls opgesplitst in een primair en een secundair golfsysteem. Simplistisch uitgelegd zal het primair golfsysteem zich mee met het schip bewegen. Het is als het ware een drukveld rondom het schip dat zich mee met het schip verplaatst. Het secundair golfsysteem kent men als de relatief korte golven die men ziet achter het schip.

In voorliggend rapport wordt geen gedetailleerde uitspraak gedaan over golven ter plaatste van de vismijn. Er werd een analyse uitgevoerd met het softwarepakket ROPES waarbij krachten en momenten berekend werden wanneer een varend schip een afgemeerd schip passeert. Deze krachtwerking kan gelinkt worden aan het primair golfsysteem.

2.2 ROPES

Het effect van een varend schip op een afgemeerd schip werd in het verleden onderzocht in de sleeptank van het Waterbouwkundig Laboratorium in samenwerking met de afdeling Maritieme Techniek van de Universiteit Gent in het kader van het Joint Industry Project (JIP) ROPES. PMH bv ontwikkelde, een computerapplicatie genaamd ROPES, dat onder andere op basis van deze experimenten gevalideerd werd. Het Waterbouwkundig Laboratorium beschikt over een licentie vanwege de betrokkenheid binnen het Joint Industry Project ROPES. De applicatie laat toe om krachten en momenten te berekenen op schepen wanneer een schip een afgemeerd schip passeert.

Hieronder volgt de gehanteerde input en enkele voorbeelden van output van ROPES.

2.2.1 Input

De schepen en de omgeving worden beschreven welke als input dienden bij de berekeningen in ROPES.

Schepen

Op basis van een lijst 'officiële lijst van de Belgische vissersvaartuigen – toestand op 9 oktober 2014' (zie Figuur 2) werd een vissersschip geselecteerd om af te meten. Uit het programma Delftship werd een 3D-model (parent09 sterntrawler) geëxporteerd en geschaald. Verder wordt dit schip 'Vissersschip' genoemd. Daarnaast werden in eerste instantie berekeningen uitgevoerd met een RoRo-schip met karakteristieke afmetingen overeenkomstig het schip Pauline van de firma Cobelfret. Dit schip wordt verder RoRo1 genoemd. Vermits ook grotere schepen mogelijks naar de achterhaven via de sluis zullen varen, werden voor de afmeerlocatie waar het vissersschip de grootste impact ondervindt, ook nog enkele berekeningen met een opgeschaald roro-schip uitgevoerd. Het schip werd geschaald overeenkomstig de afmetingen van het simulatieschip gebruikt in de simulatiestudie (Vos *et al.*, 2017). Deze afmetingen

werden voor de simulatiestudie bepaald door MBZ. Het schip wordt verder RoRo2 genoemd. In Tabel 1 worden enkele karakteristieken van de schepen opgenomen.

Figuur 2 - Zeevisserijvloot in Zeebrugge op 9/10/2014

Zeebrugge - Zeevisserijvloot

Inschrijvingsletter en nummer	Naam van het vaartuig	Roepnaam	Registratienummer	Uitrusting	Karakteristieken		Tonnenmaten		Gebouwd			Motor			Eigenaar
					L.O.A. In m.	B.O.A. In m.	Bruto	Netto	Jaar	Werf (p.21-22)	Materiaal (p.4)	Merk	kW	Jaar	
Z.8	AQUARIUS	OPAH	01 00033 1996	B	21,91	5,81	56	17	1967	19	S	Caterpillar	220	1994	Praet Rudy
Z.18	SOETKIN	OPAR	01 00415 1999	B	37,79	8,56	386	115	2000	27	S	ABC	905	2012	B.V.B.A. Rederij Versluys-Couwzyer
Z.19	SONJA	OPAS	01 00310 1996	B	30,70	7,27	159	47	1974	7	S	Cummins	515	2009	B.V.B.A. Rederij Thysebaerd
Z.35	ORA ET LABORA	OPBI	01 00333 1996	F	38,22	8,58	384	115	1997	7	S	Stork Wärtsila	957	1997	N.V. Rederij Jacobus
Z.39	ZUIDERZEE	OPBM	01 00271 1996	B	32,50	8,08	251	75	1982	2/3	S	ABC	706	2010	B.V.B.A. Vita Nova
Z.45	STEPHANIE	OPBS	01 00042 1996	B	37,78	8,58	388	116	1996	7	S	Wärtsilä	960	2012	B.V.B.A. Rederij Stephanie
Z.47	DE MARIE LOUISE	OPBU	01 00163 1996	B	38,31	8,59	387	116	1992	24	S	ABC	1145	2001	B.V.B.A. Rederij De Marie Louise
Z.53	VAN EYCK	OPCA	01 00313 1996	B	34,29	7,58	234	70	1981	3	S	ABC	662	2012	N.V. Irina's
Z.55	GOEDE HOOP	OPCC	01 00221 1996	B	23,99	5,38	60	18	1962	25	S	Cummins	221	1998	Deman Huibrecht – D'hauw Mireille - Deman Kurt - Snauwaert Inge
Z.56	PIETER	OPCD	01 00410 1999	B	23,83	6,57	140	42	1999	47	S	Mitsubishi	221	2003	B.V.B.A. Christoph
Z.59	RAQUEL	OPCG	01 00577 2005	B	37,20	8,05	275	82	1981	57	S	ABC	750	1981	B.V.B.A. Rederij Schiltz
Z.60	BLUE ANGEL	OPCH	01 00421 1999	B	37,83	8,56	388	116	2001	27	S	ABC	706	2012	N.V. Beheer Shamrock
Z.63	THALASSA	OPCK	01 00188 1996	B	20,04	6,26	68	20	1987	22	S	Cummins	219	2000	B.V.B.A. Moby Dick
Z.67	RUBENS	OPCO	01 00064 1996	B	34,90	8,49	284	85	1984	7	S	ABC	707	2012	B.V.B.A. Aude Audenda
Z.75	ZELDENRUST ⁸	OPCW	01 00148 1996	GESCHRAPT ALS VISSERSVAARTUIG OP 03/06/2014										N.V. Rederij Noordster B.V.B.A. Rederij Stephanie N.V. Irina's	
Z.80	SILVERPIT	OPDB	01 00296 1996	B	23,85	6,08	78	23	1984	2	S	Mitsubishi	221	1997	B.V.B.A. Rederij Silverpit

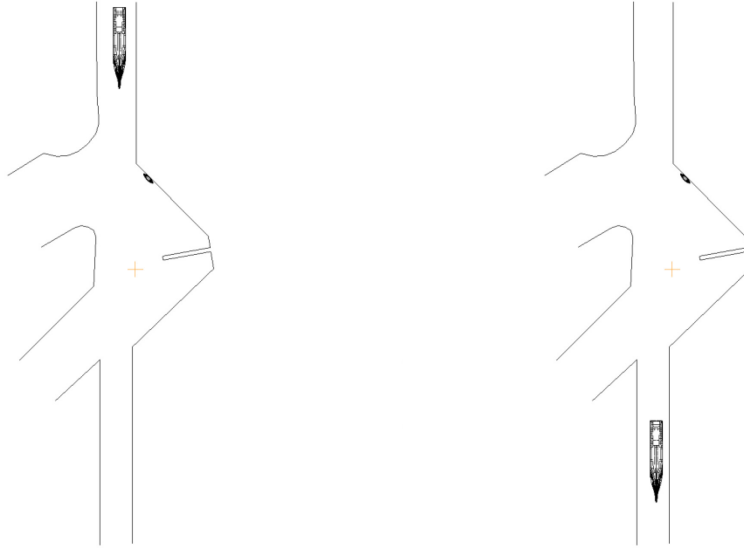
Tabel 1 - Schepen gebruikt voor de berekeningen in ROPES

Parameter	Eenheid	Vissersschip	RoRo1	RoRo2
Lengte (Loa)	m	35	203	265
Breedte (B)	m	9	32	40
Diepgang (T)	m	3.6	9.5	9.5
Displacement (Δ)	ton	579	27340	45781

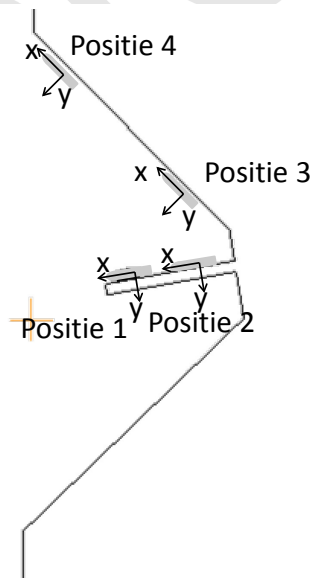
Omgeving

Figuur 3 toont de geïmplementeerde omgeving met links de startpositie en rechts de eindpositie van het schip. Het schip voer bij alle berekeningen in zuidelijke richting. In Figuur 4 worden 4 posities van afgemeerde vissersschepen voorgesteld, samen met hun lokaal assenstelsel (zie ook §2.2.2 Conventies).

Figuur 3: Omgeving met startpositie (links) en eindpositie (rechts) van passerend schip



Figuur 4: Posities afgemeerde vissersschepen



Verder werden berekeningen uitgevoerd met:

- Waterdiepte 18.4 m (zie ook simulatiestudie (Vos *et al.*, 2017))
 - o Resultaat van bodem op -15.1 m TAW en
 - o waterstand 3.3 m TAW;

- Variatie van de snelheid van 2 tot en met 12 knoop, met stappen van 2 knoop
 - o Uit de simulatiestudie volgt dat de snelheden ter hoogte van de vismijn steeds kleiner zijn dan 6 knoop;
 - o Om een idee te geven van de variatie van de krachten in functie van een grotere snelheid werden berekeningen echter ook voor grotere snelheden uitgevoerd
- Overall verticale oevers
 - o Dit is een vereenvoudiging maar zal op het eindresultaat geen significante invloed hebben;
 - o De exacte bathymetrie is niet gekend en zal mogelijks in de toekomst, na uitvoering nog wijzigen

Programma

Tabel 2 toont het uitgevoerde programma van de berekeningen. Met RoRo1 werden de 4 posities bestudeerd met een snelheid variërend van 2 tot en met 12 knoop. Bij de analyse bleek dat positie 4 de grootste invloed ondervond van het passerend schip en vandaar dat voor positie 4 de berekeningen ook herhaald werden met RoRo2, het groter schip.

Tabel 2: Programma van uitgevoerde berekeningen

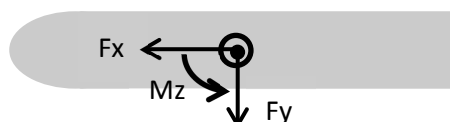
Varend schip		Afgemeerd ship	
Naam	Snelheid [knoop]	Naam	Positie
RoRo1	2 4 6 8 10 12	Vissersschip	1
RoRo1	2 4 6 8 10 12	Vissersschip	2
RoRo1	2 4 6 8 10 12	Vissersschip	3
RoRo1	2 4 6 8 10 12	Vissersschip	4
RoRo2	2 4 6 8 10 12	Vissersschip	4

2.2.2 Output

Conventies

Bij elke berekening worden door het programma ROPES krachten en momenten in functie van de tijd weggeschreven. Beiden worden ze uitgedrukt ten opzichte van een lokaal scheepsassenstelsel. De conventie van de krachten (F_x en F_y) en moment (M_z), welke voor voorliggende studie van belang, worden getoond in Figuur 5.

Figuur 5: Krachten F_x , F_y en moment M_z (conventie)



Het krachtenevenwicht kan herschreven worden waarbij het moment M_z en de kracht F_y herleid worden naar een dwarskracht op het voorschip (F_v) en een dwarskracht op het achterschip (F_a), zie Figuur 6.

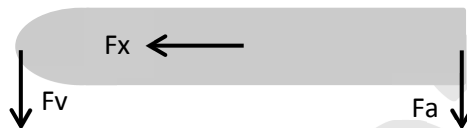
Er geldt:

$$F_v = \frac{F_y}{2} + \frac{M_z}{L_{pp}}$$

$$F_a = \frac{F_y}{2} - \frac{M_z}{L_{pp}}$$

Bij de berekeningen werd ter vereenvoudiging L_{pp} gelijk genomen aan L_{oa} (zie Tabel 1)

Figuur 6: Krachten F_x , F_v en F_a

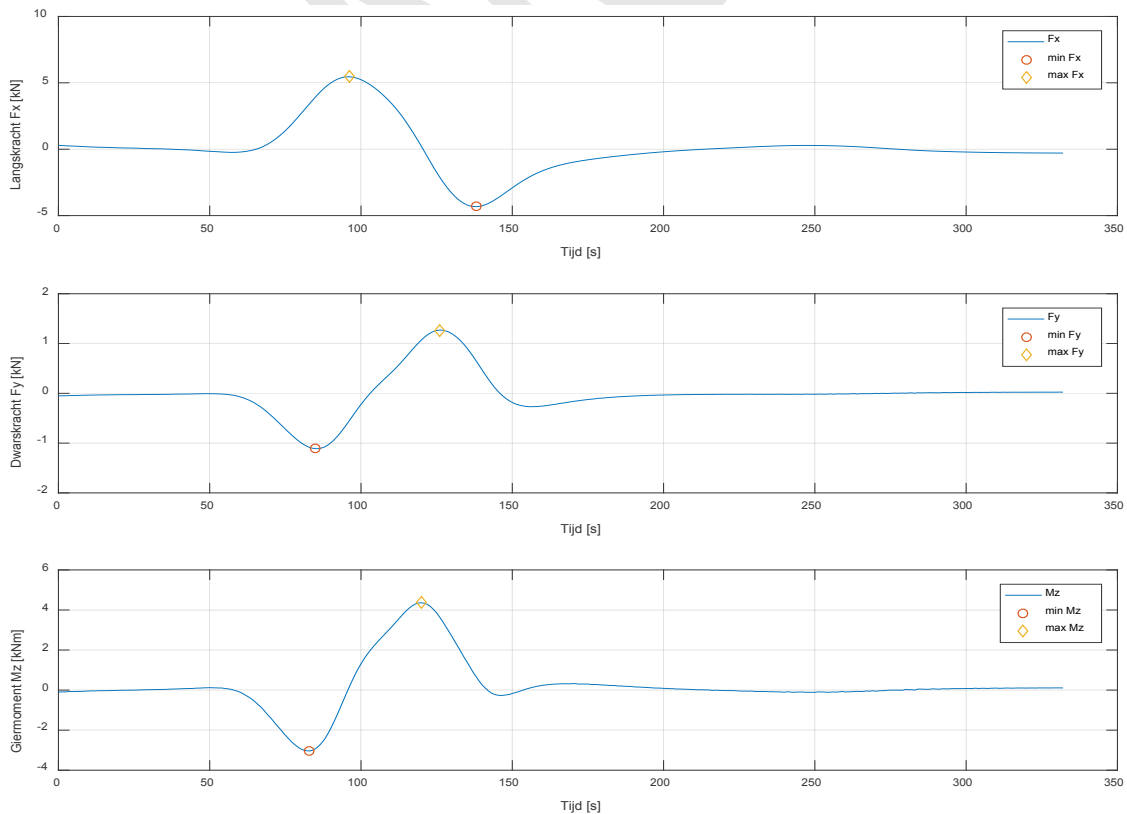


F_x wordt verder de langskracht genoemd en F_v en F_a de dwarskrachten respectievelijk voor- en achteraan.

Krachten en momenten in functie van de tijd

Zoals reeds hierboven vermeld worden door ROPES de krachten in functie van de tijd weggeschreven. Figuur 7 toont een voorbeeld van de krachten op het vissersschip op positie 4 wanneer RoRo1 passeert met een snelheid van 6 knoop. Figuur 8 toont de ontbonden krachten voor dezelfde berekening. In alle figuren worden minimale en maximale krachten aangeduid.

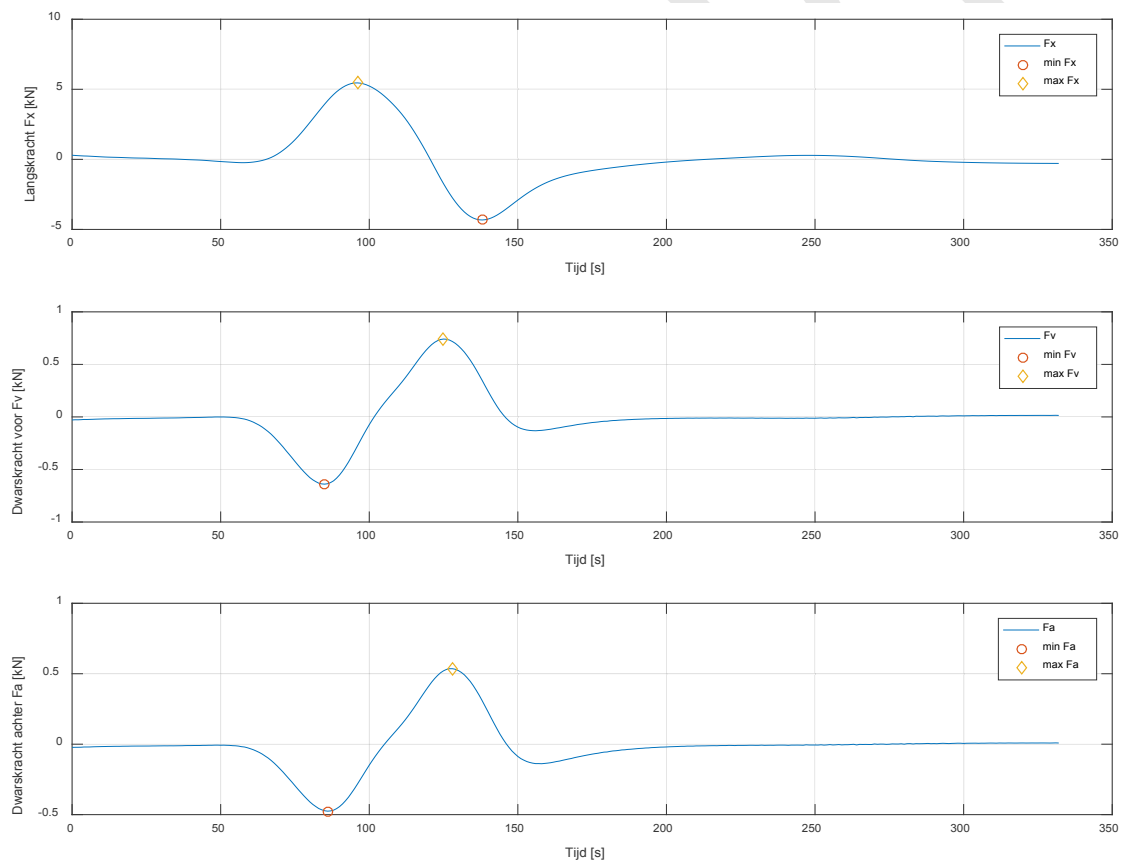
Figuur 7: Langskracht, dwarskracht en giermoment in functie van tijd op het vissersschip bij passage RoRo1, positie 4, 6 knoop



Men kan de krachtwerking op het afgemeerd schip op positie 4 in functie van de tijd als volgt beschrijven. Voor de langskracht geldt dat wanneer het schip passeert, het afgemeerd schip eerst een kleine kracht achterwaarts ondervindt. Vervolgens werkt de langskracht voorwaarts waarna deze weer achterwaarts werkt. Iets analoog geldt voor de dwarskracht waarbij in eerste instantie het afgemeerd schip een kracht naar de kaai toe ondervindt (negatieve y-kracht), gevolgd door een kracht van de kaai weg. Het moment neemt in eerste instantie negatieve waarden aan, waarna het giermoment van teken wisselt.

Wanneer men deze krachtwerking vertaalt naar scheepsbewegingen dan kan men stellen dat bij het passeren van het schip het vissersschip voorwaarts beweegt richting het varend schip. Op dat moment wordt de boeg richting de kade geduwd (negatief moment en negatieve dwarskracht). Vervolgens zal het vissersschip achterwaarts bewegen waarbij ook een dwarse beweging optreedt richting het passerend schip (positieve dwarskracht). Het giermoment wordt positief wat resulteert in een beweging in tegenwijzerzin.

Figuur 8: Langskracht, dwarskrachten voor- en achteraan in functie van tijd op het vissersschip bij passage RoRo1, positie 4, 6 knoop



Na ontbinding van de krachten in een dwarskracht voor- en achteraan op het schip, merkt men op dat een gelijkaardige beschrijving van de beweging opgemaakt kan worden. Bij het passeren van het schip zullen beide dwarskrachten eerst negatief worden wat neerkomt op een afstoting tussen beide schepen. Het afgemeerd schip wordt als het ware richting de kade geduwd. Vervolgens worden beide krachten positief wat zicht vertaalt in een beweging richting de vaarweg. De dwarskracht vooraan is groter in magnitude dan deze achteraan bij de afstoting (negatieve kracht) en groter bij de aantrekking (positieve kracht). Dit verschil is een gevolg van het moment.

De bewegingen van het afgemeerd vissersschip kan men verhinderen door het schip vast te leggen met meerlijnen (trossen). Reactiekrachten zullen dan optreden in de trossen. Daarnaast kan de krachtwerking verminderd worden door de vaarsnelheid te reduceren.

2.3 Minimale breeksterkte

Een afgemeerd schip zal in zijn trossen krachten ondervinden die de beweging tegenwerken. De classificatiemaatschappijen¹ schrijven voor schepen de minimale breeksterkte van de meerlijnen voor.

Uit de classificatieregels van de classificatiemaatschappij Det Norske Veritas (DNV) (Det Norske Veritas, 2010), volgt een minimale breeksterkte van de meerlijn. Figuur 9 toont de minimale breeksterkte (minimum breaking strength kN) in functie van het 'equipment number'. Daarnaast worden in de tabel ook het minimum aantal meerlijnen vermeld. Het equipment number wordt bepaald volgens de formulering uit Figuur 10.

Figuur 9: Minimale breeksterkte in functie van equipment number volgens DNV (Det Norske Veritas, 2010)

Equipment number	Equipment letter	Stockless bower anchors		Stud-link chain cables				Towline (guidance)		Mooring lines ¹⁾ (guidance)		
		Number	Mass per anchor kg	Total length m	Diameter and steel grade			Steel or fibre ropes		Steel or fibre ropes		
					NV K1 mm	NV K2 mm	NV K3 mm	Minimum length m	Minimum breaking strength kN	Number	Length of each m	Minimum breaking strength kN
30-49	a ₀	2	120	192.5	12.5			170	88.5	2	80	32
50-69	a	2	180	220	14	12.5		180	98.0	3	80	34
70-89	b	2	240	220	16	14		180	98.0	3	100	37
90-109	c	2	300	247.5	17.5	16		180	98.0	3	110	39
110-129	d	2	360	247.5	19	17.5		180	98	3	110	44
130-149	e	2	420	275	20.5	17.5		180	98	3	120	49
150-174	f	2	480	275	22	19		180	98	3	120	54
175-204	g	2	570	302.5	24	20.5		180	112	3	120	59
205-239	h	2	660	302.5	26	22	20.5	180	129	4	120	64
240-279	i	2	780	330	28	24	22	180	150	4	120	69
280-319	j	2	900	357.5	30	26	24	180	174	4	140	74
320-359	k	2	1020	357.5	32	28	24	180	207	4	140	78
360-399	l	2	1140	385	34	30	26	180	224	4	140	88
400-449	m	2	1290	385	36	32	28	180	250	4	140	98
450-499	n	2	1440	412.5	38	34	30	180	277	4	140	108
500-549	o	2	1590	412.5	40	34	30	190	306	4	160	123
550-599	p	2	1740	440	42	36	32	190	338	4	160	132
600-659	q	2	1920	440	44	38	34	190	371	4	160	147
660-719	r	2	2100	440	46	40	36	190	406	4	160	157
720-779	s	2	2280	467.5	48	42	36	190	441	4	170	172
780-839	t	2	2460	467.5	50	44	38	190	480	4	170	186
840-909	u	2	2640	467.5	52	46	40	190	518	4	170	201

Voor de berekening van het equipment number werd het bovenwaterschip van het vissersschip Stephanie gebruikt. In Tabel 3 vindt men tussenresultaten voor deze berekening met als resultaat van het equipment number de waarde 349. Dit getal legt de minimale breeksterkte van de meerlijnen op 78 kN. Het schip dient daarnaast te beschikken over 4 meerlijnen.

¹ De vereisten hangen niet af van de classificatiemaatschappij, alle klassebureaus hanteren dezelfde eisen

Figuur 10: Equipment number (Det Norske Veritas, 2010)

C. Equipment Specification

C 100 Equipment number

101 The equipment number is given by the formula:

$$E N = \Delta^{2/3} + 2 B H + 0.1 A$$

H = effective height in m from the summer load waterline to the top of the uppermost deckhouse, to be measured as follows:

$$H = a + \sum h_i$$

a = distance in m from summer load waterline amidships to the upper deck at side

h_i = height in m on the centre line of each tier of houses having a breadth greater than B/4. For the lowest tier, h_i shall be measured at centre line from the upper deck, or from a notional deck line where there is local discontinuity in the upper deck

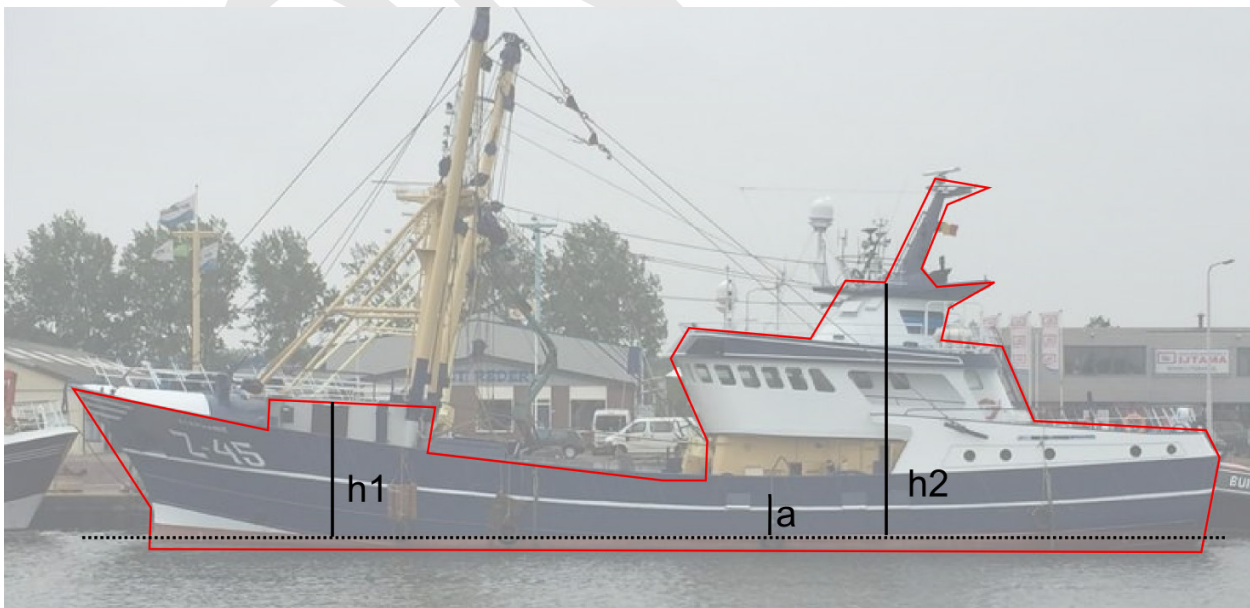
A = area in m^2 in profile view of the hull, superstructures and houses above the summer load waterline, which is within L of the ship. Houses of breadth less than B/4 shall be disregarded.

In the calculation of $\sum h_i$ and A sheer and trim shall be ignored.

Windscreens or bulwarks more than 1.5 m in height shall be regarded as parts of superstructures and of houses when determining H and A. The total area of the mentioned items measured from the deck, shall be included.

The area of hatch coamings more than 1.5 m in height above deck at side shall be included in A.

Figuur 11: Berekening equipment number (EN): aanduiding a en h_i (Bron: Marine Traffic, Kees Koese)



Tabel 3: Berekening equipment number (EN)

Displacement (Δ)	579.125	ton
B	9	m
H	14.49	m
a	1.5	m
h1	4.57	m
h2	8.42	m
A (binnen rode contour in Figuur 11)	183	m ²
EN	349	

3 Resultaten

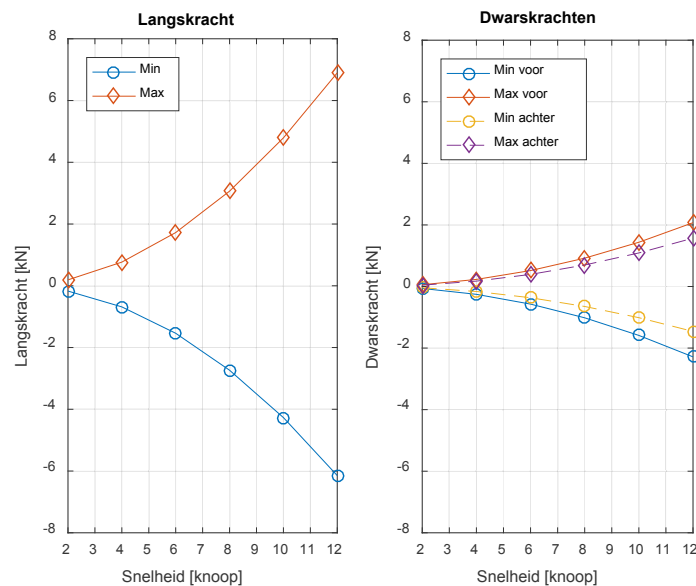
3.1 Langs- en dwarskrachten

Figuur 12 tot en met Figuur 15 tonen de minimale en maximale langs- en dwarskrachten (voor- en achteraan), werkend op het vissersschip wanneer het schip RoRo1 passeert bij verschillende snelheden. Voor de vier afmeerposities van het vissersschip werd een figuur gegenereerd. In Figuur 16 wordt de krachtwerking voor de vier posities vergeleken bij de snelheden 2, 4 en 6 knoop. Het maximum van de absolute waarde van de extrema (minimum of maximum) wordt getoond. In Bijlage 1 worden de numerieke resultaten voorgesteld in tabelvorm.

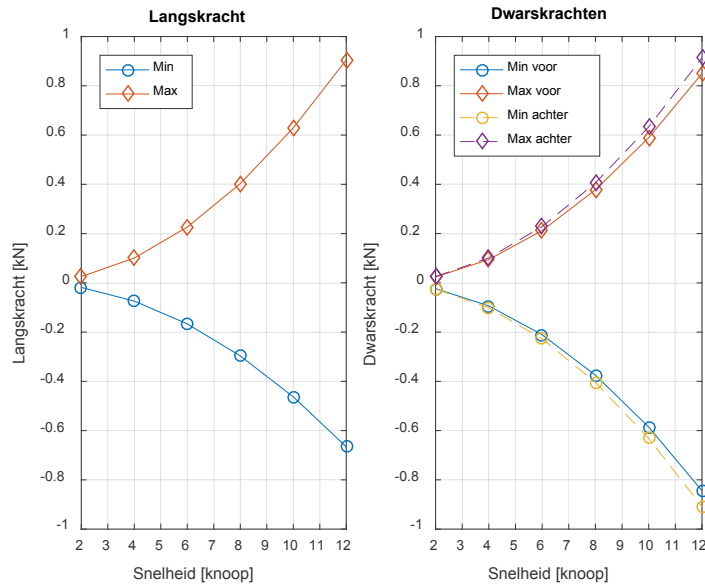
Men merkt op dat de krachten toenemen met de snelheid. In de meeste gevallen is langskracht duidelijk groter dan de dwarskrachten. Enkel voor positie 2 is de grootteorde van langs- en dwarskrachten gelijkaardig. Het vissersschip op positie 4 ondervindt de grootste krachtwerking met langskracht van 22 kN bij 12 knoop. Bij 6 knoop bedraagt de langskracht nog ongeveer 5 kN en de dwarskracht is bij deze snelheid kleiner dan 1 kN.

Vermits tijdens de berekeningen duidelijk werd dat positie 4 de meest nadelige was, werden berekeningen voor positie 4 met het schip RoRo2 herhaald. Dit schip bezit de hoofdafmetingen van het simulatieschip uit (Vos *et al.*, 2017). De resulterende krachten (zie Bijlage 1) op het vissersschip zijn groter bij RoRo2 dan bij RoRo1. Bij 12 knoop bedraagt de maximale langskracht 26 kN, bij 6 knoop is dit ongeveer 6.5 kN.

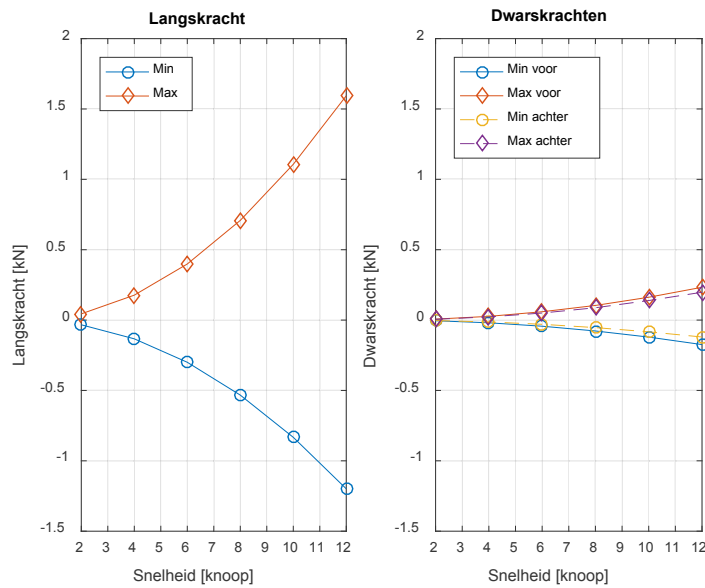
Figuur 12: RoRo1 passeert vissersschip op positie 1: langskracht en dwarskrachten op het vissersschip



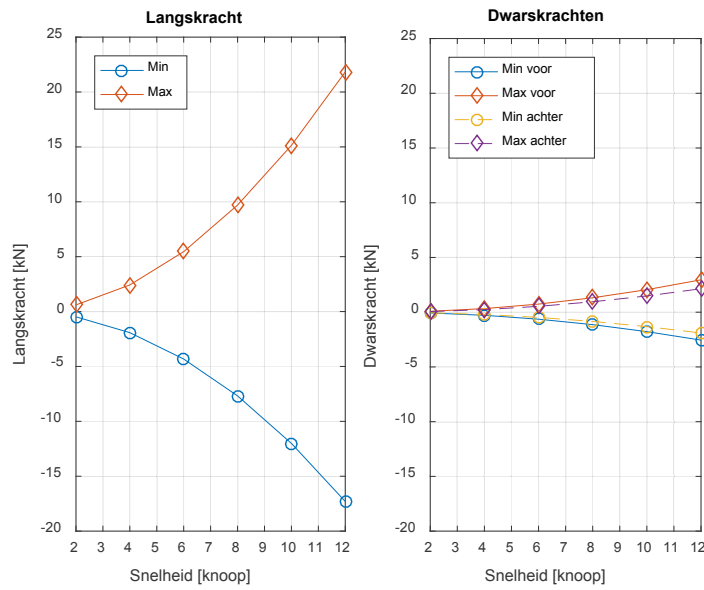
Figuur 13: RoRo1 passeert vissersschip op positie 2: langskracht en dwarskrachten op het vissersschip



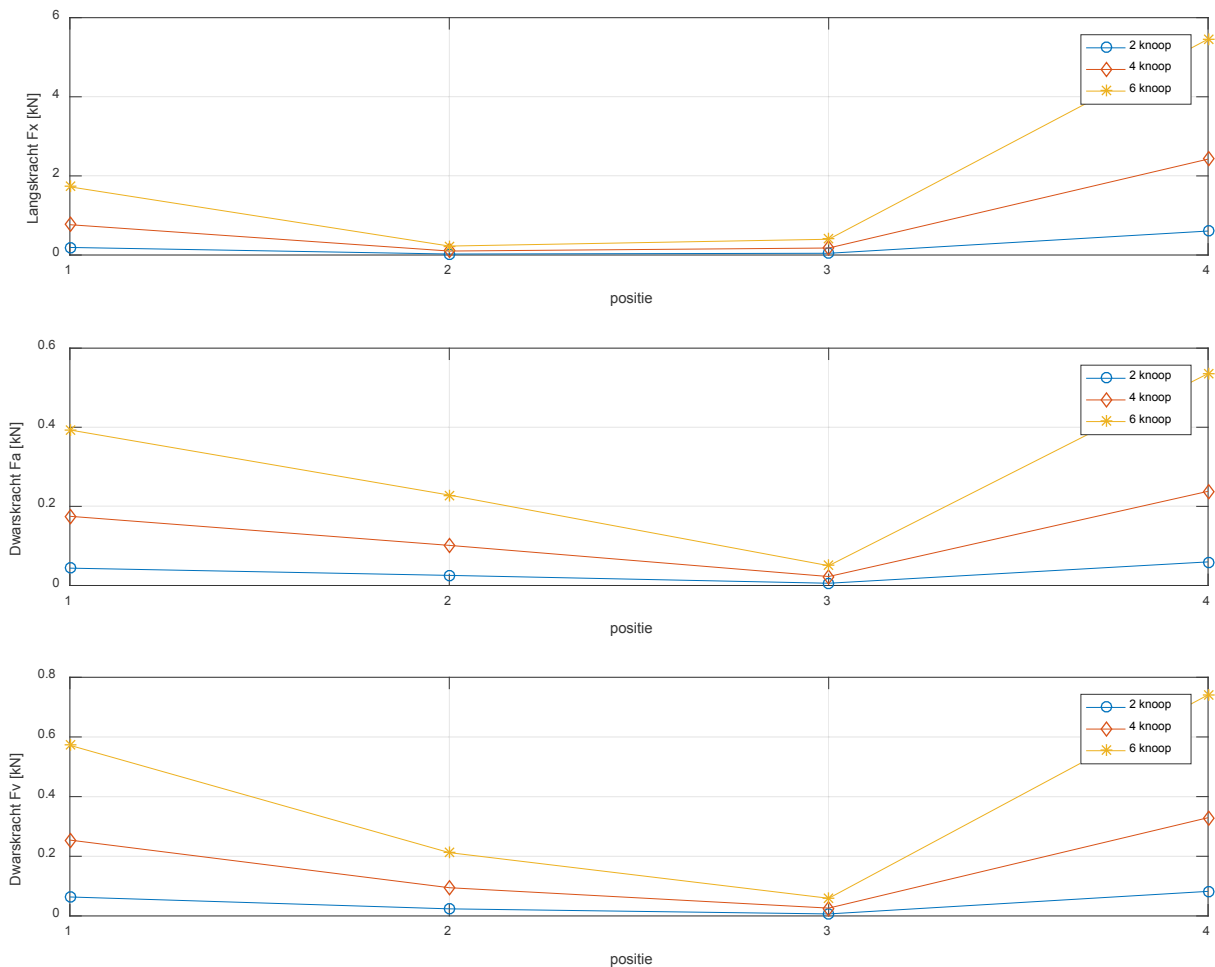
Figuur 14: RoRo1 passeert vissersschip op positie 3: langskracht en dwarskrachten op het vissersschip



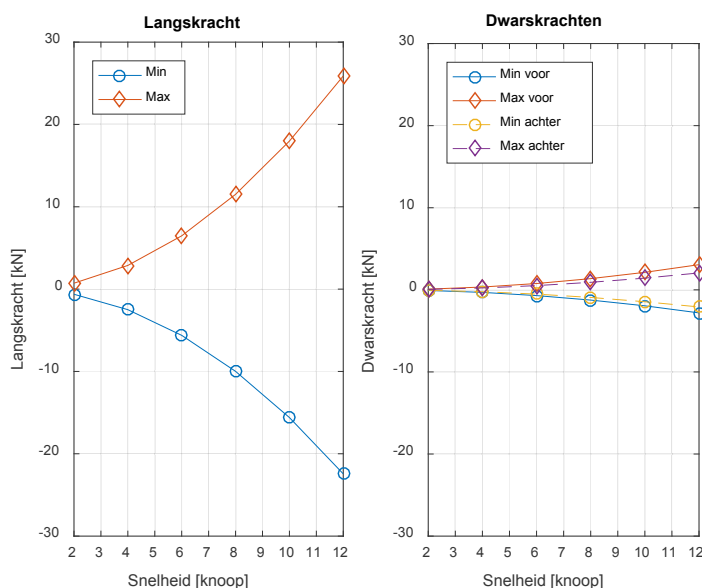
Figuur 15: RoRo1 passeert vissersschip op positie 4: langskracht en dwarskrachten op het vissersschip



Figuur 16: RoRo1 passeert vissersschip, krachten in functie van afmeerpositie van het vissersschip bij 2, 4 en 6 knoop



Figuur 17: RoRo2 passeert vissersschip op positie 4: langskracht en dwarskrachten op het vissersschip



3.2 Vergelijking met minimale breeksterkte

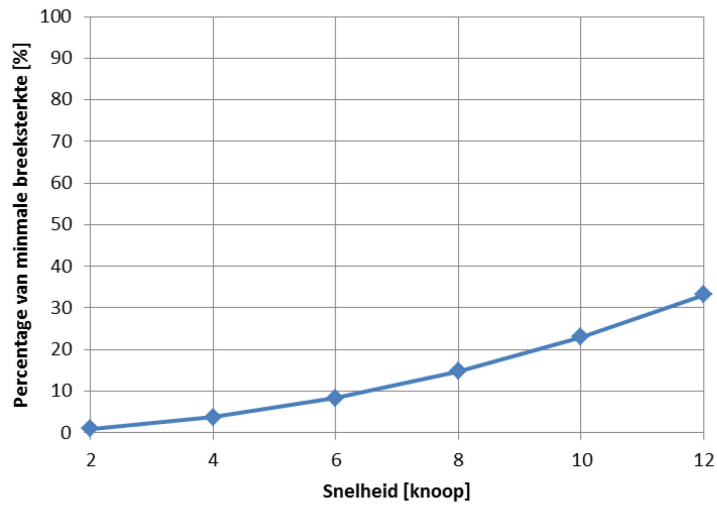
De minimale breeksterkte voor het onderzochte vissersschip bedraagt 78 kN.

Voor de bespreking wordt enkel positie 4 beschouwd met RoRo2 vermits dit de extreemste situatie betreft. Indien men veronderstelt dat één meerlijn de volledige resulterende kracht op het schip dient op te nemen, dan kan men de minimale breeksterkte rechstreeks vergelijken met de maximale (langs)kracht, werkend op het schip. Er wordt gekozen voor de langskracht vermits de dwarskrachten een orde kleiner zijn dan de langskracht. In Figuur 18 wordt het percentage van minimale breeksterkte in functie van de snelheid getoond. Hieruit volgt dat bij een snelheid lager dan 6 knoop de kracht minder dan 10% bedraagt van de minimale breeksterkte. Bij 8 knoop is deze kracht nog kleiner dan 20%. Voor een studie voor het Albertkanaal (en bij uitbreiding van andere vaarwegen) werd op basis van een Ropes-analyse gerekend met een maximaal toelaatbare kracht van 20% van de breeksterkte als eerste inschatting (Vantorre *et al.*, 2014).

Vermits ook kleinere vissersschepen in de vismijn afgemeerd worden, werd ook hiervoor een inschatting gemaakt. Er werden geen berekeningen met ROPES uitgevoerd met een kleiner schip. Een kleiner schip zal echter resulteren in kleinere resulterende krachten. Indien men dezelfde blokcoëfficiënt veronderstelt als het vissersschip uit voorliggende studie dan kan men met nieuwe afmetingen een nieuw displacement berekenen. Het schip Aquarius (zie Figuur 2) meet 21.91 m x 5.81 m en wordt gebruikt als het kleine vissersschip. Indien men een diepgang van 3 m veronderstelt en zelfde a en h_i -waarden als eerder gebruikt dan wordt het equipment number 313 en dit met een displacement van 195 ton. De minimale breeksterkte bedraagt vervolgens 74 kN i.p.v. de eerder gedefinieerde 78 kN. Dit verschil is eerder klein te noemen en het percentage van de krachten zal dus in de buurt liggen van de reeds eerder berekende krachten.

De springlijnen (voor- en achterwaarts) zullen de langskrachten opnemen. De dwarskrachten voor en achter worden ook opgevangen door elk één lijn. Er spelen ook dynamische effecten. Als er één lijn slak hangt dan zal de kracht in de lijn die de kracht opvangt vergroten tot zelfs verdubbelen. Het systeem werkt immers als een massa-veer systeem.

Figuur 18: Vergelijking maximale langskracht met minimale breeksterkte voor vissersschip1 en vissersschip2



3.3 Secundair golfsysteem

De krachtwerking gerelateerd aan van het secundair golfsysteem is (bij lage Froudegetallen op basis van lengte) veel minder groot. Dit Froudegetal laat toe om een inschatting te maken van de golflengte en amplitude van transversale golven. Voor een schip met lengte 203 m (RoRo1) dat 6 knoop vaart geldt:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{gL}} = \frac{6 \cdot 1852/3600}{\sqrt{9.81 \cdot 203}} = 0.07$$

De golflengte van zo'n schepen (transversale golven) is circa 6.1 m wat niet problematisch zal zijn vermits de amplitude ook klein zal zijn.

4 Conclusie en aanbevelingen

Indien een westelijk locatiealternatief gekozen wordt in het complex project Nieuwe Sluis Zeebrugge, dan zullen er grote zeeschepen de vismijn passeren. De vismijn uitte hun bekommernis en stelt zich vragen bij de impact op afgemeerde vissersschepen. Deze impact werd in voorliggende studie onderzocht. Vanwege het relatief korte tijdsbestek werd er pragmatisch te werk gegaan en werden enkele aannames doorgevoerd. Met het programma ROPES werden kracht berekend op een afgemeerd vissersschip bij verschillende vaarsnelheden. Vier locaties van het vissersschip werden onderzocht. De meeste berekeningen werden uitgevoerd met een roro-schip met afmetingen 203 m x 31 m x 9.5 m. Voor locatie 4, welke de locatie bleek te zijn met de grootste invloed van het passerend schip, werden berekeningen herhaald met een groter schip. Dit groter schip heeft afmetingen overeenkomstig het simulatieschip gebruikt in de eerdere simulatiestudie (Vos *et al.*, 2017), 265 m x 40 m x 9.5 m.

Het vissersschip werd geselecteerd uit een lijst van de Belgische vissersvaartuigen in Zeebrugge (toestand 9 oktober 2014). Het geselecteerde schip is eerder aan de grote kant (35 m x 9 m x 3.6 m). Hoe groter het afgemeerd schip hoe groter de resulterende krachten op dit schip. De resultaten van de berekeningen zijn op die manier eerder aan de grote kant wat dus veilig is. De classificatiemaatschappijen schrijven voor wat de minimale breeksterkte moet zijn van de meerlijnen. Voor het vissersschip werd deze minimale breeksterkte bepaald als 78 kN.

Uit de berekeningen met ROPES met het grootste schip volgt dat voor de meest nadelige afmeerpositie bij een snelheid lager dan 6 knoop de kracht minder dan 10% van de minimale breeksterkte bedraagt. Bij 8 knoop is deze kracht nog steeds kleiner dan 20%. De simulatiestudie toonde aan dat de snelheden in de drie westelijke varianten steeds kleiner was dan 6 knoop ter hoogte van de vismijn.

Het systeem is een dynamisch (massa-veer) systeem dat er voor zorgt dat in werkelijkheid de krachten in de lijnen nog kunnen vergroten, tot zelfs verdubbelen. Rekening houdend met de gangbare snelheden kleiner dan 6 knoop, is er nog steeds geen probleem. Verder geldt ook dat de gehanteerde geometrie (zie Figuur 4) licht vereenvoudigd werd. In werkelijkheid is de geometrie in de buurt van positie 4 een beetje anders wat zal resulteren in krachten die een beetje afwijken van de berekende in voorliggende studie. De schepen die meer naar het oosten afgemeerd worden, of langs de pier (positie 1 en 2) ondervinden minder hinder van passerende schepen. Berekeningen werden uitgevoerd met een schip varend richting het zuiden. Analoge conclusies kunnen getrokken worden voor een schip varend richting het noorden. Er werd geen parametervariatie onderzocht voor wat betreft de afstand tussen het varend schip en het afgemeerd schip. Het is mogelijk dat in werkelijkheid de schepen iets dichter bij de afgemeerde schepen varen. Dit zal resulteren in iets grotere krachten in de meerlijnen. Er is echter voldoende reserve. Indien het locatiealternatief 'Carcocksite' uitgevoerd wordt, dan zal de waterdiepte ter hoogte van de vismijn soms kleiner zijn dan 18 m wat in een andere krachtwerking zal resulteren. Dit effect werd niet bestudeerd.

Tot slot wordt nog vermeld dat de impact van golven op de oever of kade niet bestudeerd werd. Voor de krachtwerking op de afgemeerde schepen heeft het primair golfsysteem de grootste invloed. Het secundair golfsysteem kan mogelijks ook kortere golven bevatten die kleine bewegingen op de afgemeerde schepen veroorzaken. Een sleepboot, die eerder klein is t.o.v. een roro-schip, kan vermoedelijk ook golven veroorzaken die vervolgens met een zekere impact op de kade terechtkomen. De sleepbootkapitein dient hiermee rekening te houden.

5 Referenties

Det Norske Veritas. (2010). Rules for classification of ships: part 3, chapter 3. Hull equipment and safety. 90 pp.

Vantorre, M.; Candries, M.; Delefortrie, G. (2014). Controle vaarsnelheden Albertkanaal. Verslag. Contract nr. 40010170 in opdracht van nv De Scheepvaart. Versie 4.0: Gent / Antwerpen

Vos, S.; Eloit, K.; Peeters, P.; Mostaert, F. (2017). Nieuwe Sluis Zeebrugge (NSZ): Nautische screening alternatieven met vaarsimulaties. *WL Rapporten*: Antwerpen

CONCEPT

Bijlage 1: resultaten krachten

Tabel 4: Resulterende krachten op het vissersschip

Varend schip		Afgemeerd ship		Minima (kN)			Maxima (kN)		
Naam	Snelheid	Naam	Positie	Fx	Fa	Fv	Fx	Fa	Fv
RoRo1	2	Vissersschip	1	-0.17	-0.04	-0.06	0.19	0.04	0.06
RoRo1	4	Vissersschip	1	-0.68	-0.16	-0.25	0.77	0.17	0.23
RoRo1	6	Vissersschip	1	-1.54	-0.37	-0.57	1.72	0.39	0.52
RoRo1	8	Vissersschip	1	-2.74	-0.65	-1.02	3.07	0.70	0.92
RoRo1	10	Vissersschip	1	-4.27	-1.01	-1.59	4.79	1.09	1.44
RoRo1	12	Vissersschip	1	-6.15	-1.46	-2.29	6.90	1.57	2.07
RoRo1	2	Vissersschip	2	-0.02	-0.03	-0.02	0.03	0.03	0.02
RoRo1	4	Vissersschip	2	-0.07	-0.10	-0.09	0.10	0.10	0.09
RoRo1	6	Vissersschip	2	-0.17	-0.23	-0.21	0.23	0.23	0.21
RoRo1	8	Vissersschip	2	-0.30	-0.40	-0.37	0.40	0.41	0.38
RoRo1	10	Vissersschip	2	-0.46	-0.63	-0.59	0.63	0.63	0.59
RoRo1	12	Vissersschip	2	-0.67	-0.91	-0.84	0.91	0.91	0.85
RoRo1	2	Vissersschip	3	-0.03	0.00	0.00	0.04	0.01	0.01
RoRo1	4	Vissersschip	3	-0.13	-0.01	-0.02	0.18	0.02	0.03
RoRo1	6	Vissersschip	3	-0.30	-0.03	-0.04	0.40	0.05	0.06
RoRo1	8	Vissersschip	3	-0.53	-0.05	-0.08	0.71	0.09	0.10
RoRo1	10	Vissersschip	3	-0.83	-0.08	-0.12	1.11	0.14	0.16
RoRo1	12	Vissersschip	3	-1.20	-0.12	-0.17	1.59	0.20	0.23
RoRo1	2	Vissersschip	4	-0.48	-0.05	-0.07	0.61	0.06	0.08
RoRo1	4	Vissersschip	4	-1.92	-0.21	-0.28	2.43	0.24	0.33
RoRo1	6	Vissersschip	4	-4.33	-0.48	-0.64	5.46	0.54	0.74
RoRo1	8	Vissersschip	4	-7.68	-0.84	-1.14	9.70	0.95	1.32
RoRo1	10	Vissersschip	4	-12.01	-1.32	-1.78	15.14	1.49	2.06
RoRo1	12	Vissersschip	4	-17.30	-1.90	-2.55	21.83	2.14	2.96
RoRo2	2	Vissersschip	4	-0.62	-0.06	-0.08	0.72	0.06	0.09
RoRo2	4	Vissersschip	4	-2.50	-0.23	-0.31	2.88	0.23	0.34
RoRo2	6	Vissersschip	4	-5.62	-0.52	-0.70	6.47	0.52	0.77
RoRo2	8	Vissersschip	4	-9.99	-0.93	-1.25	11.51	0.92	1.37
RoRo2	10	Vissersschip	4	-15.60	-1.45	-1.95	17.98	1.43	2.13
RoRo2	12	Vissersschip	4	-22.44	-2.08	-2.81	25.89	2.06	3.07

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