

# Complex project

## ‘Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen’



### Geïntegreerd onderzoek

*Ontwerprapport 9 Simulatiestudie voor de verkeersafwikkeling van ULCS in het Deurganckdok en het Tweede Getijdendok*

23/04/2020



**Vlaanderen**  
is mobiliteit &  
openbare werken



**Port of  
Antwerp**

**MAATSCHAPPIJ  
LINKERSCHELDEOEVER**



## DOCUMENTINFORMATIE

|                                      |                                                                                                                      |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Naam project</b>                  | Complex project 'Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen' (CP ECA)         |
| <b>Rapporttitel</b>                  | Ontwerprapport 9: Simulatiestudie voor de verkeersafwikkeling van ULCS in het Deurganckdok en het Tweede Getijdendok |
| <b>Opdrachtgevers</b>                | Departement Mobiliteit en Openbare Werken<br>Havenbedrijf Antwerpen<br>Maatschappij Linkerscheldeover                |
| <b>Contactpersoon opdrachtgevers</b> | Dr. Reginald Loyen<br>Programmadirecteur CP ECA<br>Reginald.loyen@mow.vlaanderen.be                                  |
| <b>Opdrachtnemer</b>                 | Waterbouwkundig Laboratorium                                                                                         |
| <b>Contactpersoon opdrachtnemer</b>  | Dr. ir. Katrien Eloot                                                                                                |
| <b>Projectnummer</b>                 | 16_117                                                                                                               |

## VERSIEBEHEER

| Versiedatum | Auteur(s) document | Doc.verantwoordelijke | Doc.screener        |
|-------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| 23/04/2020  | Eloot, Katrien     | Loyen, Reginald       | Verwilligen, Jeroen |

## DISCLAIMER

Dit onderzoeksrapport is een ontwerprapport. Het werd niet formeel goedgekeurd door de bevoegde instanties. Voorliggend ontwerprapport wordt nog aangepast en verliest de ontwerpstatus pas na het openbaar onderzoek over het voorkeursbesluit. Pas op dat ogenblik krijgen de eindrapporten een juridische betekenis.





**Vlaanderen**  
is wetenschap



16\_117\_9  
WL rapporten

## **Complex project Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen**

Achtergronddocumentatie – Deelrapport 9  
Geïntegreerd onderzoek – deel nautica:  
simulatiestudie voor de verkeersafwikkeling van ULCS  
in het Deurganckdok en het Tweede Getijdendok

**DEPARTEMENT  
MOBILITEIT &  
OPENBARE  
WERKEN**

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

# Complex project: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen

Deelrapport 9 – Geïntegreerd onderzoek – deel nautica:  
simulatiestudie voor de verkeersafwikkeling van ULCS in het  
Deurganckdok en het Tweede Getijdendok

Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F.



#### Juridische kennisgeving

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

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

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

#### Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2020  
D/2020/3241/110

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

**Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F.** (2020). Complex project: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen: Deelrapport 9 – Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: simulatiestudie voor de verkeersafwikkeling van ULCS in het Deurganckdok en het Tweede Getijdendok. Versie 5.0. WL Rapporten, 16\_117\_9. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

#### Documentidentificatie

|                 |                                                                                                |                |                 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| Opdrachtgever:  | Departement MOW                                                                                | Ref.:          | WL2020R16_117_9 |
| Keywords (3-5): | ULCS, verkeersafwikkeling, realtime simulaties, Deurganckdok, Tweede Getijdendok               |                |                 |
| Tekst (p.):     | 57                                                                                             | Bijlagen (p.): | 103             |
| Vertrouwelijk:  | <input checked="" type="checkbox"/> Nee <input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar |                |                 |

|            |                |
|------------|----------------|
| Auteur(s): | Eloot, Katrien |
|------------|----------------|

#### Controle

|                | Naam                | Handtekening                                                                                                                                              |
|----------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Revisor(en):   | Verwilligen, Jeroen | Getekend door: Jeroen Verwilligen (Signature)<br>Getekend op: 2020-05-04 15:36:59 +01:00<br>Reden: Ik keur dit document goed<br><i>Jeroen Verwilligen</i> |
| Projectleider: | Eloot, Katrien      | Getekend door: Katrien Eloot (Signature)<br>Getekend op: 2020-05-04 14:47:17 +01:00<br>Reden: Ik keur dit document goed<br><i>Katrien Eloot</i>           |

#### Goedkeuring

|                 |              |                                                                                                                                                   |
|-----------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Afdelingshoofd: | Mostaert, F. | Getekend door: Frank Mostaert (Signature)<br>Getekend op: 2020-05-04 15:48:36 +01:00<br>Reden: Ik keur dit document goed<br><i>Frank Mostaert</i> |
|-----------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



## Abstract

Deelrapport 9 van het Geïntegreerd onderzoek voor het Complex Project Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen beschrijft de realtime simulaties die zijn uitgevoerd met vier gekoppelde simulatoren waarop vier ultra large containerschepen van 400 of 430 m werden bediend door Vlaamse en Nederlandse loodsen. Doel van deze studie was om de op- en afvaart van vier schepen in één scenario op elkaar af te stemmen in twee varianten van het Tweede Getijdendok (ingang identiek, knik korter of langer) en na te gaan of de monding van het Deurganckdok met de aantakkingen vanop de rivier en vanuit het Deurganck- en Tweede Getijdendok voldoende mogelijkheden biedt om indien nodig schepen op elkaar te laten wachten zodat de vlotheid en veiligheid gegarandeerd blijven. Beide varianten zijn nautisch toegankelijk en hoewel er een lichte voorkeur is voor de variant met de langere knik is ook de andere variant positief beoordeeld. Training op de nieuwe manoeuvres die moeten uitgevoerd worden naar het Tweede Getijdendok zijn, zoals voor elke andere nieuwe situatie, noodzakelijk waarbij de aanbevelingen in dit deelrapport als uitgangspunt kunnen genomen worden. Verder kunnen de resultaten uit dit deelrapport gebruikt worden voor verkeerssimulatiemodellen, zogenaamde capaciteitsmodellen, waarbij de capaciteit van de Westerschelde en de monding van het Deurganckdok door middel van tijd-plaatsrelaties (waar bevindt zich welk schip op welk moment?) beoordeeld kan worden voor een volledige vloot waar de ultra large containerschepen deel van uit maken.

*Kennisdomein: Scheepsbeweging - > Ontwerp vaarweg en haven - > Simulaties*





# Inhoudstafel

|                                                                     |      |
|---------------------------------------------------------------------|------|
| Abstract .....                                                      | V    |
| Inhoudstafel.....                                                   | VII  |
| Lijst van de tabellen.....                                          | VIII |
| Lijst van de figuren .....                                          | IX   |
| 1 Inleiding .....                                                   | 1    |
| 2 Proevenprogramma.....                                             | 3    |
| 2.1 Voorbereiding .....                                             | 3    |
| 2.1.1 Scenariobeschrijving.....                                     | 3    |
| 2.1.2 Simulatieomgeving .....                                       | 4    |
| 2.2 Simulatieprogramma .....                                        | 6    |
| 3 Analyse .....                                                     | 11   |
| 3.1 Gestandaardiseerde feedback.....                                | 11   |
| 3.1.1 Vloedstroom .....                                             | 11   |
| 3.1.2 Ebstroom .....                                                | 13   |
| 3.2 Analyse per individuele simulaties .....                        | 15   |
| 3.2.1 Manoeuvres naar/van het Deurganckdok bij vloedstroom .....    | 15   |
| 3.2.2 Manoeuvres naar het Tweede Getijdendok bij vloedstroom .....  | 18   |
| 3.2.3 Manoeuvres vanuit het Tweede Getijdendok bij vloedstroom..... | 23   |
| 3.2.4 Manoeuvres naar het Deurganckdok bij ebstroom.....            | 27   |
| 3.2.5 Manoeuvres naar het Tweede Getijdendok bij ebstroom .....     | 28   |
| 3.2.6 Manoeuvres vanuit het Tweede Getijdendok bij ebstroom .....   | 32   |
| 3.3 Analyse per scenario.....                                       | 34   |
| 3.3.1 Drie schepen in opvaart en één schip in afvaart .....         | 35   |
| 3.3.2 Twee schepen in opvaart en twee schepen in afvaart.....       | 42   |
| 3.3.3 Drie schepen in afvaart en één schip in opvaart .....         | 45   |
| 3.3.4 Twee schepen in opvaart.....                                  | 46   |
| 3.3.5 Ontmoetingen .....                                            | 47   |
| 4 Conclusies .....                                                  | 52   |
| Referenties .....                                                   | 57   |
| Appendix A: Scheepsgegevens.....                                    | B1   |
| Appendix B: Manual voor de KMZ presentaties.....                    | B5   |
| Appendix C: Feedback tijdens de simulaties .....                    | B8   |
| Appendix D: Tijdsgrafieken per simulatie en player.....             | B12  |

## Lijst van de tabellen

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1 – Scenario's voor aankomst van twee tot drie getijafhankelijke schepen in een vergelijkbaar tijvenster in opvaart..... | 3  |
| Tabel 2 – Scenario's voor vertrek van twee tot drie getijafhankelijke schepen in een vergelijkbaar tijvenster in afvaart.....  | 4  |
| Tabel 3 – Chronologisch overzicht scenario's van 10 september 2019 .....                                                       | 8  |
| Tabel 4 – Chronologisch overzicht scenario's van 12 september 2019 .....                                                       | 9  |
| Tabel 5 – Chronologisch overzicht scenario's van 14 oktober 2019 .....                                                         | 9  |
| Tabel 6 – Overzicht van de individuele runs per stroming, wind, op- of afvaart en bestemming of vertrekpunt .....              | 10 |
| Tabel 7 – Gestandaardiseerde feedback voor manoeuvres van en naar het DGD bij vloedstroom .....                                | 12 |
| Tabel 8 – Gestandaardiseerde feedback voor manoeuvres van en naar het TGD bij vloedstroom .....                                | 13 |
| Tabel 9 – Gestandaardiseerde feedback voor manoeuvres van en naar het DGD bij ebstroom.....                                    | 13 |
| Tabel 10 – Gestandaardiseerde feedback voor manoeuvres van en naar het TGD bij ebstroom .....                                  | 14 |
| Tabel 11 – Sleepbootgebruik voor de simulaties naar/van het DGD bij vloedstroom.....                                           | 16 |
| Tabel 12 – Sleepbootgebruik voor de simulaties naar het TGD bij vloedstroom.....                                               | 20 |
| Tabel 13 – Sleepbootgebruik voor de simulaties vanuit het TGD bij vloedstroom.....                                             | 24 |
| Tabel 14 – Sleepbootgebruik voor de simulaties naar het TGD bij ebstroom .....                                                 | 29 |
| Tabel 15 – Sleepbootgebruik voor de simulaties vanuit het TGD bij ebstroom.....                                                | 32 |
| Tabel 16 – Scenario met drie schepen in opvaart en één in afvaart bij vloedstroom.....                                         | 36 |
| Tabel 17 – Scenario met drie schepen in opvaart en één in afvaart bij ebstroom .....                                           | 39 |
| Tabel 18 – Scenario met twee schepen in opvaart en twee in afvaart bij vloedstroom.....                                        | 43 |
| Tabel 19 – Scenario met twee schepen in opvaart en twee in afvaart bij ebstroom .....                                          | 44 |
| Tabel 20 – Scenario met drie schepen in afvaart en één in opvaart bij vloedstroom.....                                         | 46 |
| Tabel 21 – Scenario met twee schepen in opvaart bij vloedstroom .....                                                          | 47 |
| Tabel 22 – Ontmoetingen tussen boeien 84 en 86 .....                                                                           | 49 |
| Tabel 23 – Ontmoetingen tussen boeien 82a en 84 .....                                                                          | 50 |
| Tabel 24 – Feedback tijdens de simulaties van september en oktober 2019 per run en player .....                                | B8 |

## Lijst van de figuren

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 1 – Simulator SIM5 .....                                                                                                                            | 2  |
| Figuur 2 – Twee varianten voor een Tweede Getijdendok met parallel deel (VOVB in geel, VOVB_HA in wit)5                                                    |    |
| Figuur 3 – Opvaart naar Deurganckdok: 430 m ULCS bij vloedstroom .....                                                                                     | 15 |
| Figuur 4 – Opvaart naar Deurganckdok: 400 m ULCS bij vloedstroom .....                                                                                     | 17 |
| Figuur 5 – Afvaart vanuit Deurganckdok: 400 m ULCS (run 00_P4 ZW5).....                                                                                    | 18 |
| Figuur 6 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 430 m ULCS bij vloed (07_P2 en 02_P3) .....                                                                    | 19 |
| Figuur 7 – Vergelijking van de aanlopen 07_P2 en 02_P3 (rood, 430 m schip, ZW6) ten opzichte van 01_P2 (groen, 400 m schip, ZW5) .....                     | 19 |
| Figuur 8 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij tijstand 60 min voor HW .....                                                                   | 21 |
| Figuur 9 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij tijstand 120 min voor HW .....                                                                  | 22 |
| Figuur 10 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij tijstand 240 min voor HW .....                                                                 | 22 |
| Figuur 11 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok: 430 m ULCS bij vloed 120 min (11_P3) en 240 min voor HW (03_P3 en 04_P3) .....                              | 24 |
| Figuur 12 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij vloed 60 min (01_P1 en 08_P4) en 120 min voor HW (11_P2) .....                               | 25 |
| Figuur 13 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij vloed 240 min voor HW .....                                                                  | 26 |
| Figuur 14 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok naar het Deurganckdok: 400 m ULCS bij vloed 60 min (01_P4), 120 min (02_P4) en 240 min (03_P2) voor HW ..... | 27 |
| Figuur 15 – Opvaart naar Deurganckdok: 400 m ULCS bij ebstroom .....                                                                                       | 28 |
| Figuur 16 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 430 m ULCS bij eb .....                                                                                       | 29 |
| Figuur 17 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij oostelijke windrichting 5 Bft .....                                                            | 30 |
| Figuur 18 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij noordoostelijke windrichting.....                                                              | 31 |
| Figuur 19 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok: 430 m ULCS bij eb met run 10_P3 (NO3) .....                                                                 | 32 |
| Figuur 20 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij eb.....                                                                                      | 33 |
| Figuur 21 – Omschrijving van de monding .....                                                                                                              | 35 |
| Figuur 22 – Detail vloedstroom: 02_P4 (rood, ZW6) en 08_P4 (blauw, NW5) in TGD .....                                                                       | 37 |
| Figuur 23 – Detail vloedstroom: 02_P1 (groen, ZW6) en andere runs (grijs, 00_P2 ZW5, 02_P3 ZW6, 08_P1 en 08_P2 NW5).....                                   | 38 |
| Figuur 24 – Detail vloedstroom: 00_P2 (grijs, ZW5), 02_P3 (rood, ZW6) en 08_P2 (groen, NW5).....                                                           | 38 |
| Figuur 25 – Detail ebstroom: 05_P4 (groen, O5), 06_P4 (grijs, O5) en 09_P1 (rood, NO5) .....                                                               | 41 |
| Figuur 26 – Detail ebstroom: 05_P2 (groen, O5), 06_P3 (grijs, O5) en 09_P3 (rood, NO5) .....                                                               | 42 |
| Figuur 27 – Detail ebstroom: 10_P1 (blauw) en 10_P4 (groen) bij NO3 .....                                                                                  | 45 |
| Figuur 28 – Ontmoeting: run 00 – P3 (blauw) en P4 (groen) .....                                                                                            | 48 |
| Figuur 29 – Ontmoeting: run 11 - P3 (blauw) en P4 (groen) .....                                                                                            | 48 |
| Figuur 30 – Ontmoeting: run 10 - P1 (rood) en P3 (blauw) .....                                                                                             | 51 |



# 1 Inleiding

In vier nautische deelrapporten van het Complex project (Eloot *et al.*, 2018a), (Eloot *et al.*, 2019a), (Eloot *et al.*, 2018b), (Eloot *et al.*, 2019b) werden realtime simulaties uitgevoerd met één of twee ultra large containerschepen (ULCS), gestuurd door loodsen, in één scenario. Het doel van deze simulaties was om verschillende varianten van een Tweede Getijdendok (TGD) op Linkerscheldeoever te beoordelen en specifiek de nautische toegankelijkheid voor een 430 m containerschip bij sterke stroom- en windcondities. Om de interactie tussen twee ULCS te onderzoeken werden in verschillende simulaties ook twee simulatoren gekoppeld zodat de loodsen in eenzelfde omgeving hun manoeuvres moesten afstemmen op de aanwezigheid van een andere ULCS. In Hoofdstuk 5 van Deelrapport 6 (Eloot *et al.*, 2018c) werd een verkennend onderzoek uitgevoerd naar de verkeersafwikkeling aan de Deurganckmonding waar een knooppunt ontstaat voor schepen van het TGD, het Deurganckdok (DGD) en de Kieldrechtshuis (KIS). Rekening houdend met de prognose voor scheepvaart in 2030 en de verdeling van de scheepstypes en scheepsgroottes over diepgangsklassen, werd er geraamd dat voor het totaal van 37 zeeschepen per dag die het knooppunt passeren met bestemming DGD, TGD en KIS er gemiddeld vier (om de vijftien dagen vijf) schepen (in beide richtingen) getijafhankelijk zijn. Deze berekening naar het aantal getijafhankelijke schepen is belangrijk omdat deze schepen in het slechtste geval allen op één getij de monding zullen passeren. Indien men er bijkomend mee rekening houdt dat het tijvenster, voor de getijafhankelijke schepen, zeer sterk varieert met de diepgang, van minimaal 1 uur voor de grootste diepgangen tot bijna 24 uur voor de diepgangen die één of enkele decimeters groter zijn dan de grootste getijafhankelijke diepgang (131 dm), dan blijkt er voor de vier getijafhankelijke schepen in één scenario ook nog een prioritering opgesteld te kunnen worden zodat de schepen met de grootste diepgangen eerst op- of afvaren.

Om vier door loodsen bemande schepen te kunnen meenemen in één realtime simulatie werd de simulatiesoftware van het Waterbouwkundig Laboratorium uitgebreid met een multiplayer functionaliteit. Verder werden de simulatoren SIM225 en SIM360+ voor zeeschepen uitgebreid met een aangepaste console van de binnenvaartsimulator Lara voor zeeschepen en een bijkomende beperkte simulator SIM5 (Figuur 1).

Er werd gedurende drie simulatiedagen (10 en 12 september en 14 oktober 2019) gesimuleerd met Nederlandse en Vlaamse loodsen (telkens twee op SIM225 en SIM360+ en telkens één op SIM5 en Lara of minstens zes loodsen per dag) en met de assistentie van sleepbootkapiteins van Boluda en Antwerp Towage voor de bediening van de sleepboten. Twaalf scenario's werden gevaren met vier ULCS behalve in één simulatie (slechts twee ULCS). In Hoofdstuk 2 wordt het proevenprogramma besproken met de voorbereidingen voor de simulaties en een overzicht van de uitgevoerde simulaties. De analyse in Hoofdstuk 3 is opgesplitst in een beschrijving van de gestandaardiseerde feedback van de loodsen (3.1), een analyse van de individuele simulaties waarbij een onderscheid wordt gemaakt naar de bestemming of het vertrekpunt van het schip en de getijconditie (3.2), en een analyse per scenario waarbij een opsplitsing is gemaakt naar het aantal opvarende en afvarende schepen en de ontmoetingen die in deze scenario's tussen schepen optreden (3.3). In Hoofdstuk 4 worden de conclusies geformuleerd.



Figuur 1 – Simulator SIM5

---



## 2 Proevenprogramma

### 2.1 Voorbereiding

De voorbereiding van de realtime simulaties situeerde zich op twee domeinen. Enerzijds was het noodzakelijk om de scenario's te omschrijven (2.1.1), anderzijds moesten de twee varianten voor een Tweede Getijdendok met bijhorende stroomcondities en de andere simulatieparameters opgezet worden (2.1.2).

#### 2.1.1 Scenariobeschrijving

In Deelrapport 6 (Eloot *et al.*, 2018c) werd gestart met een opsomming van scenario's in het geval twee of drie getijafhankelijke schepen in een vergelijkbaar vaarvenster varen, in opvaart of in afvaart. De tabellen die verschillende scenario's aangeven, zijn nog eens opgesomd in Tabel 1 en Tabel 2.

Tabel 1 – Scenario's voor aankomst van twee tot drie getijafhankelijke schepen in een vergelijkbaar tijvenster in opvaart

| Aantal schepen + bestemming | Scenario                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 DGD                       | minimaal 15 minuten interval, de grootste diepgang eerst bij voorkeur en dan de andere (dat is nu de praktijk)<br>onderscheid tussen tankers en containerschepen (tankers head in DGD), vanaf bepaalde diepgang (145 dm) tankers stil van hoog in DGD (dit is nog niet gebeurd) |
| 2 DGD + 1 TGD               | minimaal 15 minuten interval, eerste DGD, tweede TGD (head in in TGD), derde DGD, indien mogelijk grootste diepgang eerst of er rekening mee houden dat het schip voor het TGD niet moet zwaaien en dus mogelijk eerst kan doorkomen                                            |
| 1 DGD + 2 TGD               | minimaal 15 minuten interval, eerste TGD, tweede DGD, derde TGD, indien mogelijk grootste diepgang eerst of er rekening mee houden dat de schepen voor het TGD niet moeten zwaaien                                                                                              |
| 3 TGD                       | minimaal 15 minuten interval, het schip met de meest opwaartse ligplaats eerst en dan de andere                                                                                                                                                                                 |

Tabel 2 – Scenario's voor vertrek van twee tot drie getijafhankelijke schepen in een vergelijkbaar tijvenster in afvaart

| Aantal schepen + vertrekkade | Scenario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 DGD                        | grootste diepgang eerst bij voorkeur of prioritair gepland en op te volgen, de schepen met andere vergelijkbare diepgangen (plus ook de ligging in het dok in verband met af te leggen afstand), geen minimaal interval vereist                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2 DGD + 1 TGD                | beide schepen DGD eerst, of als het schip van het TGD de grootste diepgang heeft (30 minuten vanaf achterste ligplaats) eerst.<br><br>VBS materie, systeem: prioriteit aan grootste diepgang met kleinste tijvenster. Voor het TGD meer anticiperen en op tijd aanbieden aan de monding van het Deurganckdok (dus vroeger de laadoperaties stoppen, de loods aanvragen en andere in de ketenwerking). DGD monding: twee schepen tot lengte 300 m kunnen elkaar ontmoeten. |
| 1 DGD + 2 TGD                | drempels aanpakken aan het TGD en DGD (bij behoud van drempel Frederik). Losmaken en gaande houden maar indien sleepboten beschikbaar dus eerder die uit TGD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3 TGD                        | 3 schepen die tegelijkertijd uit het TGD vertrekken lijkt eerder uitzonderlijk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Er wordt bijkomend opgemerkt dat indien de getijafhankelijke schepen niet in een vergelijkbaar vaarvenster varen (omwille van verschillende diepgangen), het schip met de kleinste diepgang eerst dient te komen (zijn tijvenster begint vroeger) dan wel later (zijn tijvenster eindigt later).

Aangezien in deze simulatiestudie vier beloodste ULCS worden meegenomen, wordt het aantal schepen in de scenario's in Tabel 1 en Tabel 2 nog verhoogd met één schip. Omdat men ook meer geïnteresseerd is in de interactie tussen het DGD en het TGD en de manoeuvres van en naar het DGD gekend zijn, zullen eerder de scenario's waarbij minstens twee schepen van of naar het TGD varen, beschouwd worden. De uitgevoerde scenario's worden besproken in 2.2.

### 2.1.2 Simulatieomgeving

Voor de voorbereiding van de simulatieomgeving werd een nieuwe variant (VOVB\_HA) toegevoegd aan de variant met een parallel deel van het TGD met het DGD (VOVB), die in (Eloot *et al.*, 2019b) onderzocht werd. De bredere terminal resulteert in een langere knik om de twee delen van het TGD met elkaar te verbinden (Figuur 2). Het eerste deel van het TGD dat ongeveer loodrecht op het DGD staat, is identiek in beide varianten. In beide varianten zijn op 100 m van de kade in het TGD opnieuw navigatielijnen opgenomen die op de Portable Pilot Unit (PPU) van de loodsen kunnen gebruikt worden om de afstand tot deze navigatielijnen af te lezen. Rekening houdend met afgemeerde schepen met een breedte tot 62 m en de bijkomende klap van de containerkranen is het respecteren van een afstand van 100 m tot de kade voor de passerende schepen gewenst.

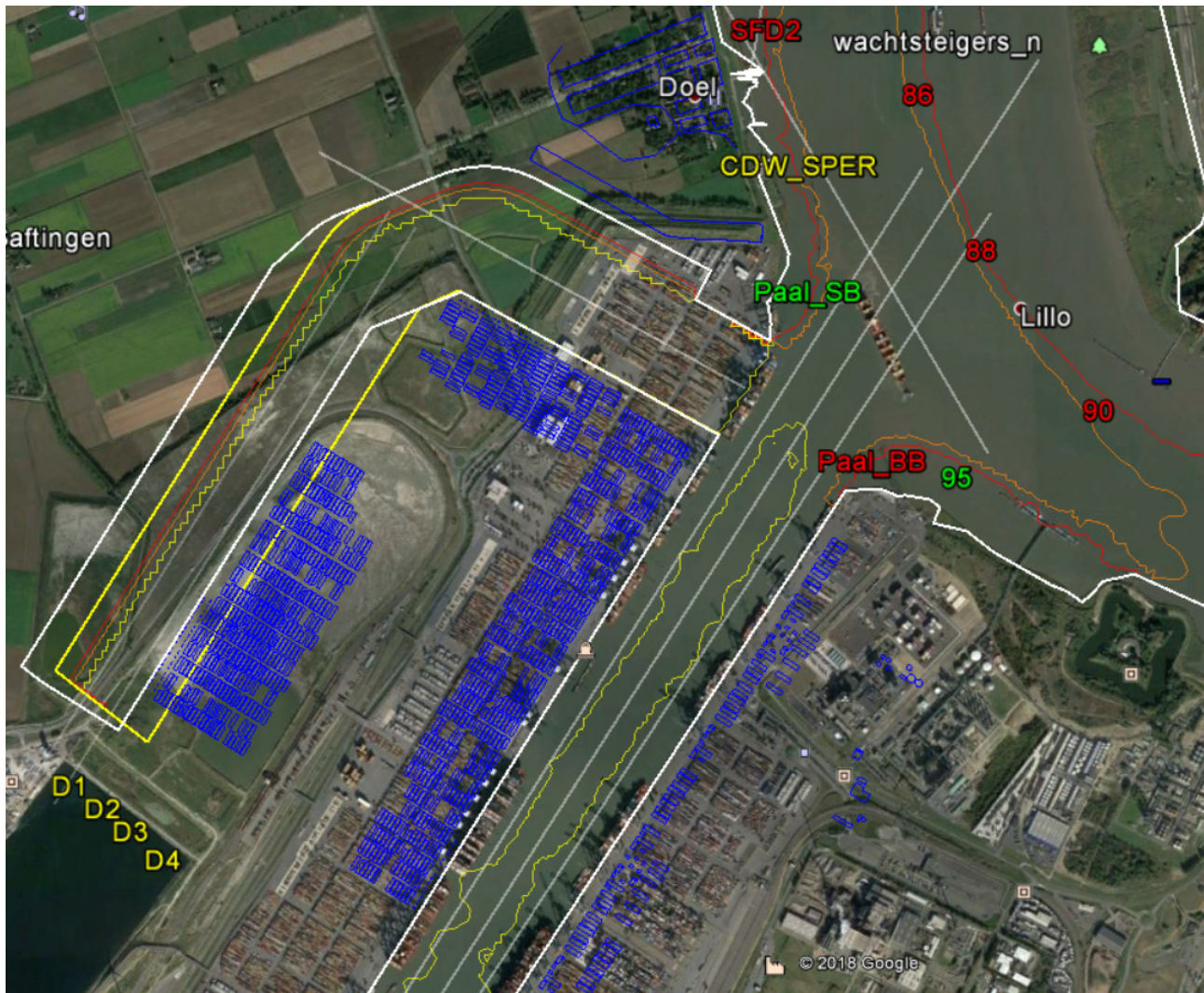
Voor deze twee varianten werden door IMDC (Verheyen *et al.*, 2019) voor een gemiddelde springtijcyclus stroomsnelheden berekend die gebruikt werden voor de realtime simulaties. Beide varianten werden berekend met een drempel op -14.5 m LAT aan de ingang van het TGD, hoewel in eerdere nautische deelrapporten is aangegeven dat een drempel in het TGD een negatieve invloed heeft op de tijvensters voor de schepen met bestemming of vertrekpunt het TGD. De variant VOVB werd echter ook zonder drempel berekend en werd gebruikt in de realtime simulaties. Voor de variant VOVB\_HA waarbij in de bathymetrie



van de numerieke simulaties voor de stroomvelden een drempel aanwezig was, werd deze drempel verwijderd in de realtime simulatieomgeving. De stroomvelden voor de berekening met drempel werden echter wel behouden.

Uit het numeriek onderzoek voor stroming en sedimentatie is gebleken dat de invloed van de drempel in de ingang van het TGD op sedimentatie klein is waardoor de nautische voorkeur voor het ontbreken van een drempel kan ingewilligd worden.

Figuur 2 – Twee varianten voor een Tweede Getijdendok met parallel deel (VOVB<sup>1</sup> in geel, VOVB\_HA in wit)



<sup>1</sup> VOVB staat voor VoorOntwerp VoorkeursBesluit. Met deze benaming wordt een variant aangeduid waarmee door middel van simulaties een aftoetsing is gebeurd van een variant binnen de zone van het Voorontwerp Voorkeursbesluit waarbinnen het TGD ontwikkeld kon worden. VOVB\_HA is een tweede variant na overleg met het Havenbestuur.

Wat de simulatieomgeving voor de scenario's betreft, werden de volgende randvoorwaarden in rekening gebracht:

- Een simulatieomgeving van afwaarts de Bocht van Bath tot en met het DGD en het TGD. Er werden geen op- of afvaarten naar of van de Kieldrechtshuis uitgevoerd.
- Waterstanden en stroompatronen om het half uur zijn beschikbaar als invoer maar tijdens een simulatie kon slechts één stroompatroon gekozen worden. Aangezien een simulatie tot één uur en meer kan duren werd voorgesteld om een stroomconditie en waterstand te kiezen die zich ongeveer in het midden van de uit te voeren simulatie bevonden.
- Voor de afvarende en opvarende schepen met hun specifieke diepgangen moest rekening gehouden worden met hun specifieke tijvensters. In aanvang van de simulaties werd hiermee rekening gehouden zodat de combinaties van opvarende en afvarende schepen in realiteit mogelijk zouden zijn wat betekent dat de tijvensters moesten overlappen. Naderhand werd soms teruggegrepen naar maximale stroomcondities hoewel één of meer van de vier schepen in realiteit de monding niet zouden passeren bij deze conditie.
- Er werd een voorkeur gegeven aan ULCS met lengte van 400 tot 430 m (dit laatste is het ontwerpschip voor het TGD) waarvan de schepen zijn voorgesteld in Appendix A.
- Uit voorgaand simulatieonderzoek is gebleken dat de schepen in het TGD bij voorkeur head in worden afgemeerd. De schepen in het DGD worden head out afgemeerd.

## 2.2 Simulatieprogramma

Een chronologisch overzicht van de uitgevoerde scenario's is opgenomen in Tabel 3 voor de simulaties uitgevoerd op 10 september, in Tabel 4 voor de simulaties van 12 september en in Tabel 5 voor de simulaties van 14 oktober. In deze overzichten wordt de volgende informatie meegegeven:

- Nr.: het nummer van de simulatie. In de bestandsnaam van de simulatie zoals deze in de simulator wordt meegegeven is een tijdsindicatie genoteerd met de datum van uitvoering en het tijdstip bij het opstellen van het scenario. Omdat deze aanduiding leidt tot zeer lange namen werd een eenvoudige nummering toegevoegd die in dit rapport wordt gebruikt. De nummering van 00 tot 11 is wel volgens de chronologische uitvoering van de simulaties.
- Variant: de twee varianten VOVB en VOVB\_HA zoals in Figuur 2.
- Stroming: de stroomsnelheden of het moment van het getij wordt aangeduid in minuten ten opzichte van hoog water (HW). -xx min tot HW betekent vóór hoog water en stelt dus een vloedstroom voor in de gekozen momenten. Xx min tot HW betekent na hoog water en komt dus in hoofdzaak overeen met een ebstroom.
- Wind: de wind wordt aangegeven met de windrichting en de Beaufortklasse. Er zijn zuidwestelijke (ZW), noordwestelijke (NW), oostelijke (O) en noordoostelijke (NO) windrichtingen gekozen. De Beaufortklasse varieert tussen 3, 5 en 6 Bft.
- Player: De player stelt het volgnummer van de deelnemende simulator in de simulatie voor. De nummer van de player is belangrijk in de overzichtsfiguren (onder meer door middel van KMZ bestanden die in Google Earth kunnen geopend worden).
- Simulator: de simulator van waarop een schip bestuurd is, wordt meegegeven als Lara (binnenvaartsimulator), SIM225, SIM360(+) en SIM5.
- Schip (Appendix A): in principe werd er steeds met de volgende vier simulatieschepen uit de simulatordatabase gevaren: msc\_atlantis\_135, triple-Eirene\_142, con430\_620\_150 en one\_kobe\_135. Het zijn simulatieschepen die qua afmetingen gebaseerd zijn op bestaande schepen van MSC, Maersk, One en een nog niet bestaand containerschip van 430 m scheepslengte. De actuele diepgang waarbij gesimuleerd werd, is als suffix (\_xxx) toegevoegd aan de scheepsnaam en varieert tussen 135, 142 en 150 dm. De schepen met diepgangen van 135 en 142 dm hebben grotere tijvensters dan het schip met een diepgang van 150 dm. Voor het ontwerpschip van 430 m lengte,

dat opgeschaald werd van 400 m schepen, was geen manoeuvreermodel beschikbaar bij een lagere diepgang zodat bij de keuze van de stroom/tijsituatie soms een niet realistische combinatie van diepgang (150 dm) en tijconditie werd gekozen. Een schip met een diepgang van 150 dm zal dus normaal gezien in gunstigere condities (minder stroom) opereren dan waarbij gesimuleerd werd omdat bij opvaart met de vloedstroom mee wordt gevaren en in afvaart aansluitend op laag water (met rijzend getij) vertrokken wordt. Afvaren met een belangrijke ebstroom zal bij deze diepgang in realiteit niet mogelijk zijn.

- In/Out: met deze aanduiding wordt aangegeven of het schip in opvaart was (In) of in afvaart (Out). Tegelijkertijd wordt ook het vertrekpunt meegegeven. Dit punt varieert tussen Bath, CP (Coördinatiepunt), EUT (Europaterminal), NZT (Noordzeeterminal), DGD, TGD en boei93.
- Bestemming: hier wordt de bestemming van het schip aangegeven. Voor de schepen in opvaart is dit het DGD of het TGD aangezien enkel ULCS worden beschouwd die niet naar Kieldrechtsluis varen. Voor de schepen in afvaart wordt telkens Bath opgegeven als (tussen)bestemming.

Er werden 12 scenario's gevaren op drie simulatiedagen door zeven loodsen en vier sleepbootkapiteins. Rekening houdend dat per scenario vier schepen varen, tijdens run 07 slechts twee, zijn er wel 46 individuele simulaties uitgevoerd. Bij de analyse kan men naast de scenario's waarbij de schepen in interactie gaan met elkaar ook de individuele simulaties analyseren.

Men kan volgende scenario's onderscheiden:

- Er zijn drie opvarende schepen die elkaar op een zeker tijdsinterval volgen en er is één afvarend schip dat vertrekt uit het TGD of uit het DGD.
  - Run 00: de drie opvarende schepen vertrekken respectievelijk aan de Europaterminal, het coördinatiepunt en Bath terwijl het afvarende schip het DGD verlaat. Het eerste en derde opvarende schip hebben als bestemming het DGD terwijl het tweede schip het TGD head in invaart.
  - Run 02: de drie opvarende schepen hebben dezelfde sequentie als in run 00 maar het eerste en derde schip hebben als bestemming het TGD terwijl het afvarende schip in het TGD vertrekt. Omdat in het TGD schepen elkaar niet kunnen ontmoeten (breedte van het dok tussen 280 m – aan het einde – en 350 m – aan de ingang), moet het afvarende schip eerst uit het TGD voor de opvarende schepen er in kunnen.
  - Run 05: hiervoor is hetzelfde scenario als run 02 gekozen, maar de stroomconditie en de windrichting werden gevarieerd.
  - Run 06: de drie opvarende schepen worden nu dichter bij de monding gestart, respectievelijk aan het coördinatiepunt, de Noordzeeterminal en boei 93. Ze hebben allemaal als bestemming het TGD. Ook het afvarende schip vertrekt uit het TGD. Dit is een extreme situatie voor het TGD waarbij alle tijafhankelijke schepen binnen één tijvenster in éénzelfde dok moeten opereren.
  - Run 08: de drie opvarende schepen hebben dezelfde sequentie als in run 06. Het eerste schip heeft als bestemming het DGD terwijl de twee andere opvarende schepen naar het TGD moeten. Het afvarende schip komt uit het TGD en moet dus eerst dit dok verlaten voor de opvarende schepen dit dok kunnen invaren.
  - Run 09: de drie opvarende schepen hebben opnieuw dezelfde sequentie als in run 06 en bovendien hetzelfde scenario waarbij alle schepen als bestemming of vertrekpunt het TGD hebben.
- Er zijn twee opvarende en twee afvarende schepen.
  - Run 01: twee opvarende schepen volgen elkaar vertrekkende van het coördinatiepunt en de Europaterminal. Het eerste schip gaat naar het DGD, het tweede naar het TGD. Tegelijkertijd zijn er twee afvarende schepen die eerst het TGD moeten uitvaren alvorens het opvarende schip naar dit dok kan. Run 04 heeft hetzelfde scenario als run 01. De volgorde van de scheepsgroottes met hun respectievelijke diepgangen is wel enigszins anders.



- Run 10: de opvarende en afvarende schepen hebben dezelfde vertrekpunten als in run 01 en 04 maar alle opvarende schepen hebben nu als bestemming het TGD. Run 11 heeft hetzelfde scenario als run 10 en een identieke volgorde van scheepsgroottes. De stroom- en windconditie is wel gewijzigd.
- Er zijn drie afvarende schepen en één opvarend schip.
  - Run 03: De drie afvarende schepen en het opvarende schip hebben allen als vertrekpunt of bestemming het TGD. De drie afvarende schepen moet elkaar goed opvolgen zodat van zodra het TGD vrij is het opvarende schip dit dok kan invaren.
- Er zijn twee opvarende schepen en geen afvarende schepen.
  - Run 07: de twee opvarende schepen zijn telkens het 430 m ontwerpschip met als vertrekpunt de Europaterminal en boei 93. Het eerste schip heeft als bestemming het DGD. Dit schip vaart echter eerst voorbij het DGD waardoor het tweede schip vooruit het TGD kan invaren terwijl het eerste schip langzaam achteruit het DGD invaart. Uiteindelijk beslist de loods om met dit schip nog vooruit het TGD in te varen. Dit is een mogelijk scenario wanneer de volgorde van de schepen op de rivier moet gewijzigd worden voor de bestemming van de schepen in het TGD. Het schip dat het meest afwaarts op de rivier vertrekt, moet ook het verst in het TGD afmeren.

Tabel 3 – Chronologisch overzicht scenario's van 10 september 2019

| Nr. | Variant | Stroming        | Wind | Player | Simulator | Schip             | IN-OUT  | Bestemming |
|-----|---------|-----------------|------|--------|-----------|-------------------|---------|------------|
| 00  | VOVB    | -60 min tot HW  | ZW5  | P1     | Lara      | msc_atlantis_135  | IN/BATH | DGD        |
|     |         |                 |      | P2     | SIM360    | triple-Eirene_142 | IN/CP   | TGD        |
|     |         |                 |      | P3     | SIM225    | con430_620_150    | IN/EUT  | DGD        |
|     |         |                 |      | P4     | SIM5      | one_kobe_135      | OUT/DGD | BATH       |
| 01  | VOVB    | -60 min tot HW  | ZW5  | P1     | Lara      | msc_atlantis_135  | OUT/TGD | BATH       |
|     |         |                 |      | P2     | SIM5      | triple-Eirene_142 | IN/CP   | TGD        |
|     |         |                 |      | P3     | SIM225    | con430_620_150    | IN/EUT  | DGD        |
|     |         |                 |      | P4     | SIM360    | one_kobe_135      | OUT/TGD | BATH       |
| 02  | VOVB_HA | -120 min tot HW | ZW6  | P1     | Lara      | msc_atlantis_135  | IN/BATH | TGD        |
|     |         |                 |      | P2     | SIM5      | triple-Eirene_142 | IN/CP   | DGD        |
|     |         |                 |      | P3     | SIM360    | con430_620_150    | IN/EUT  | TGD        |
|     |         |                 |      | P4     | SIM225    | one_kobe_135      | OUT/TGD | BATH       |
| 03  | VOVB_HA | -240 min tot HW | NW5  | P1     | Lara      | msc_atlantis_135  | OUT/TGD | BATH       |
|     |         |                 |      | P2     | SIM5      | triple-Eirene_142 | OUT/TGD | BATH       |
|     |         |                 |      | P3     | SIM360    | con430_620_150    | OUT/TGD | BATH       |
|     |         |                 |      | P4     | SIM225    | one_kobe_135      | IN/CP   | TGD        |

Tabel 4 – Chronologisch overzicht scenario's van 12 september 2019

| Nr. | Variant | Stroming        | Wind | Player | Simulator | Schip             | IN-OUT    | Bestemming |
|-----|---------|-----------------|------|--------|-----------|-------------------|-----------|------------|
| 04  | VOVB    | -240 min tot HW | NW5  | P1     | Lara      | msc_atlantis_135  | IN/EUT    | DGD        |
|     |         |                 |      | P2     | SIM5      | triple-Eirene_142 | IN/CP     | TGD        |
|     |         |                 |      | P3     | SIM360    | con430_620_150    | OUT/TGD   | BATH       |
|     |         |                 |      | P4     | SIM225    | one_kobe_135      | OUT/TGD   | BATH       |
| 05  | VOVB    | 240 min tot HW  | O5   | P1     | Lara      | msc_atlantis_135  | IN/BATH   | TGD        |
|     |         |                 |      | P2     | SIM5      | triple-Eirene_142 | IN/CP     | DGD        |
|     |         |                 |      | P3     | SIM225    | con430_620_150    | IN/EUT    | TGD        |
|     |         |                 |      | P4     | SIM360    | one_kobe_135      | OUT/TGD   | BATH       |
| 06  | VOVB    | 240 min tot HW  | O5   | P1     | Lara      | msc_atlantis_135  | IN/CP     | TGD        |
|     |         |                 |      | P2     | SIM5      | triple-Eirene_142 | IN/NZT    | TGD        |
|     |         |                 |      | P3     | SIM225    | con430_620_150    | IN/boei93 | TGD        |
|     |         |                 |      | P4     | SIM360    | one_kobe_135      | OUT/TGD   | BATH       |
| 07  | VOVB_HA | -30 min tot HW  | ZW6  | P1     | SIM225    | con430_620_150    | IN/boei93 | DGD/TGD    |
|     |         |                 |      | P2     | SIM360    | con430_620_150    | IN/EUT    | TGD        |

Tabel 5 – Chronologisch overzicht scenario's van 14 oktober 2019

| Nr. | Variant | Stroming       | Wind | Player | Simulator | Schip             | IN-OUT    | Bestemming |
|-----|---------|----------------|------|--------|-----------|-------------------|-----------|------------|
| 08  | VOVB_HA | -60 min tot HW | NW5  | P1     | Lara      | msc_atlantis_135  | IN/CP     | TGD        |
|     |         |                |      | P2     | SIM225    | triple-Eirene_142 | IN/NZT    | TGD        |
|     |         |                |      | P3     | SIM360    | con430_620_150    | IN/boei93 | DGD        |
|     |         |                |      | P4     | SIM5      | one_kobe_135      | OUT/TGD   | BATH       |
| 09  | VOVB_HA | 240 min tot HW | NO5  | P1     | Lara      | one_kobe_135      | OUT/TGD   | BATH       |
|     |         |                |      | P2     | SIM360    | triple-Eirene_142 | IN/NZT    | TGD        |
|     |         |                |      | P3     | SIM225    | con430_620_150    | IN/boei93 | TGD        |
|     |         |                |      | P4     | SIM5      | msc_atlantis_135  | IN/CP     | TGD        |
| 10  | VOVB_HA | 240 min tot HW | NO3  | P1     | Lara      | one_kobe_135      | IN/CP     | TGD        |
|     |         |                |      | P2     | SIM360    | triple-Eirene_142 | OUT/TGD   | BATH       |

| Nr. | Variant | Stroming        | Wind | Player | Simulator | Schip             | IN-OUT  | Bestemming |
|-----|---------|-----------------|------|--------|-----------|-------------------|---------|------------|
| 11  | VOVB_HA | -120 min tot HW | ZW6  | P3     | SIM225    | con430_620_150    | OUT/TGD | BATH       |
|     |         |                 |      | P4     | SIM5      | msc_atlantis_135  | IN/EUT  | TGD        |
|     |         |                 |      | P1     | Lara      | one_kobe_135      | IN/CP   | TGD        |
|     |         |                 |      | P2     | SIM360    | triple-Eirene_142 | OUT/TGD | BATH       |
|     |         |                 |      | P3     | SIM225    | con430_620_150    | OUT/TGD | BATH       |
|     |         |                 |      | P4     | SIM5      | msc_atlantis_135  | IN/EUT  | TGD        |
|     |         |                 |      |        |           |                   |         |            |
|     |         |                 |      |        |           |                   |         |            |

Naast het vergelijken van gelijkaardige scenario's is het ook interessant om gelijkaardige individuele simulaties te analyseren waarbij de stroom- en/of windcondities samen met de op- of afvaart (In/Out) en bestemming of vertrekpunt (DGD of TGD) belangrijk zijn (Tabel 6).

Tabel 6 – Overzicht van de individuele runs per stroming, wind, op- of afvaart en bestemming of vertrekpunt

| Stroming        |     |     | Individuele run_player (windconditie per run)                                  |
|-----------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------|
| -30 min tot HW  | DGD | In  | 07_P1 (ZW6)                                                                    |
|                 | TGD | In  | 07_P2 (07_P1) (ZW6)                                                            |
| -60 min tot HW  | DGD | In  | 00_P1, 00_P3 (ZW5), 01_P3 (ZW5), 08_P3 (NW5)                                   |
|                 |     | Out | 00_P4 (ZW5)                                                                    |
|                 | TGD | In  | 00_P2 (ZW5), 01_P2 (ZW5), 08_P1, 08_P2 (NW5)                                   |
|                 |     | Out | 01_P1, 01_P4 (ZW5), 08_P4 (NW5)                                                |
| -120 min tot HW | DGD | In  | 02_P2 (ZW6)                                                                    |
|                 | TGD | In  | 02_P1, 02_P3 (ZW6), 11_P1, 11_P4 (ZW6)                                         |
|                 |     | Out | 02_P4 (ZW6), 11_P2, 11_P3 (ZW6)                                                |
| -240 min tot HW | DGD | In  | 04_P1 (NW5)                                                                    |
|                 | TGD | In  | 03_P4 (NW5), 04_P2 (NW5), 09_P2, 09_P3, 09_P4 (NO5), 10_P1, 10_P4 (NO3)        |
|                 |     | Out | 03_P1, 03_P2, 03_P3 (NW5), 04_P3, 04_P4 (NW5), 09_P1 (NO5), 10_P2, 10_P3 (NO3) |
| 240 min tot HW  | DGD | In  | 05_P2 (O5)                                                                     |
|                 | TGD | In  | 05_P1, 05_P3 (O5), 06_P1, 06_P2, 06_P3 (O5)                                    |
|                 |     | Out | 05_P4 (O5), 06_P4 (O5)                                                         |

## 3 Analyse

De analyse wordt enerzijds per individueel uitgevoerde simulatie besproken en anderzijds per scenario. De analyse wordt gebaseerd op KMZ bestanden die een overzicht geven van de uitgevoerde tracks van schepen en sleepboten in een Google Earth View (digitale bijlage bij het rapport), feedback van de loodsen (gestandaardiseerd en vrij in Appendix C) en tijdsgrafieken per schip/player (Appendix D).

De analyse wordt gebaseerd op een KMZ bestand per scenario waarop de tracks van de schepen en de assisterende sleepboten in het scenario zijn voorgesteld en opnieuw kunnen afgespeeld worden. De beschrijving voor het hanteren van deze KMZ bestanden is opgenomen in Appendix B. Met deze tracks kan men zien waar de schepen en de sleepboten zich bevonden ten opzichte van de harde infrastructuur en de dieptelijnen (aan de grond lopen).

De evolutie van de tijdsafhankelijke gegevens worden per schip weergegeven in Appendix D. Op deze manier kan men zien hoe vaak er maximale roerhoek wordt gegeven, hoeveel keer maximale thrust van de boegschroeven en van de sleepboten wordt gevraagd. Indien de gevraagde controlehulpmiddelen groot zijn dan is het duidelijk dat het manoeuvre wordt uitgevoerd met weinig reserve. Rekening houdend dat moeilijkere condities gekozen werden voor het uitvoeren van de simulaties met schepen van minstens 400 m, zal het inzetten van de controlemiddelen (roer, boegschroeven en sleepboten) in werkelijkheid voor het grootste deel van de tijd minder zijn dan tijdens de simulaties.

### 3.1 Gestandaardiseerde feedback

Het standaardformulier dat per simulatierun en per player werd beantwoord is opgenomen in Appendix C. Doel is om te peilen naar de bevindingen van de loodsen bij het uitvoeren van het manoeuvre (reserve) en bij de moeilijkheidsgraad van het manoeuvre. Om het verschil tussen simulatie en realiteit te beoordelen werd ook specifiek gevraagd aan de loods of hij dit manoeuvre in realiteit zou uitvoeren.

De onderverdeling die in Tabel 6 werd gebruikt, wordt als leidraad gekozen voor de onderverdeling van de individuele simulaties in specifieke condities. De bespreking volgt voor enerzijds vloedstroom- en ebstroomcondities. Bijkomend wordt nog een onderscheid gemaakt naar de manoeuvres van een ULCS van/naar het DGD of het TGD.

Men kan vaststellen dat het aantal simulaties dat bij vloedstroom (Tabel 7 en Tabel 8) is uitgevoerd veel groter is dan het aantal simulaties bij ebstroom (Tabel 9 en Tabel 10). Aangezien in elk scenario één schip het 430 m schip was bij een diepgang van 150 dm is een scenario bij maximale ebstroom aan de monding van het dok bij de huidige drempels op de Westerschelde en in het DGD niet te verwachten. De conditie werd toch in minder mate onderzocht omdat deze conditie voor schepen met een diepgang van 135 dm wel realistisch is. Bij de evaluatie kan het belangrijk zijn om hiermee rekening te houden.

#### 3.1.1 Vloedstroom

##### DGD

Alle simulaties, behalve één (run 08\_P3<sup>2</sup>) naar of van het DGD bij vloedstroom (Tabel 7), werden beoordeeld als uitgevoerd met voldoende reserve. De beoordeling met weinig reserve voor run 08\_P3 is van toepassing

---

<sup>2</sup> Deze aanduiding staat steeds voor het runnummer, hier 08, en de player, hier P3.

op het aantal sleepboten van 80 ton dat beter drie dan twee zou geweest zijn. Er werd slechts één afvaart uit het DGD uitgevoerd (run 00\_P4). Deze werd geassisteerd door één sleepboot (achteraan). Voor de opvaarten varieert de vloedstroom tussen sterke en matige stroom en varieert het aantal ingezette sleepboten tussen drie en één. De windconditie wijzigt ook tussen zuidwestelijke en noordwestelijke wind bij 5 Bft en een zuidwestelijke wind bij 6 Bft. De moeilijkheidsgraad is voor alle simulaties normaal en de manoeuvres zijn uitvoerbaar in realiteit. Deze laatste beoordelingen zijn te verwachten aangezien deze manoeuvres met 400 m ULCS naar/van het DGD gekende manoeuvres zijn. Enkel het inzetten van 430 m schepen is nog een te trainen situatie. Dit schip werd ingezet in runs 07\_P1, 00\_P3, 01\_P3 en 08\_P3. De negatievere beoordeling voor 08\_P3 heeft dus betrekking op het inzetten van slechts twee sleepboten bij sterke vloedstroom en wind NW 5 Bft met dit 430 m schip bij 150 dm diepgang. Een sleepbootaantal van drie was wel voorzien in 00\_P3 en 01\_P3 maar niet in 07\_P1.

Tabel 7 – Gestandaardiseerde feedback voor manoeuvres van en naar het DGD bij vloedstroom

| Stroming        | In-Out | Run_player (wind) | Aantal slp  | Reserve | Moeilijkheid | Realiteit |
|-----------------|--------|-------------------|-------------|---------|--------------|-----------|
| -30 min tot HW  | In     | 07_P1 (ZW6)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
| -60 min tot HW  | In     | 00_P1 (ZW5)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 00_P3 (ZW5)       | 3 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 01_P3 (ZW5)       | 3 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 08_P3 (NW5)       | 2 x 80 tons | 3       | 2            | ja        |
|                 | Out    | 00_P4 (ZW5)       | 1 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
| -120 min tot HW | In     | 02_P2 (ZW6)       | 1 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
| -240 min tot HW | In     | 04_P1 (NW5)       | 3 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |

## TGD

Voor de beoordeling van de simulaties naar/van het TGD bij vloedstroom (Tabel 8) is er meer variatie op de reserve en de moeilijkheidsgraad. In simulatie 07\_P2 meent de loods dat het uitgevoerde manoeuvre (met het aantal sleepboten) niet uitvoerbaar is in realiteit. Deels is dit te verklaren door het feit dat voor alle loodsen die deelgenomen hebben aan de simulatiestudie het de eerste keer was dat zij manoeuvres naar/van dit nieuwe TGD uitvoerden. Zoals voor elke nieuwe infrastructuur of nieuw scheepstype/grootte, is er nog een belangrijke gewinning nodig aan deze nieuwe manoeuvres en ook soms aan het nieuwe 430 m ontwerpschip. Specifiek werd 07\_P2 uitgevoerd met het 430 m schip en waren slechts twee sleepboten ingezet bij eenzuidwestelijke windkracht van 6 Bft.

De meeste simulaties zijn uitgevoerd met voldoende tot weinig reserve maar bij twee runs (07\_P2, 11\_P4) traden incidenten op. Deze negatief beoordeelde runs hebben allen betrekking op een invaarmanoeuvre van het TGD waarbij vanop de rivier een grote koerswijziging moest uitgevoerd worden en de vloedstroom het bochten wel helpt maar men een verkeerde inschatting maakte van de snelheidscontrole over het schip en de rate of turn bij het bochten.

De moeilijkheidsgraad van de manoeuvres varieert voor het head in invaren van het TGD tussen normaal en meer dan normale moeilijkheid terwijl voor het achteruit uitvaren van het TGD de beoordeling positiever is tussen vlot en normaal uitgevoerd.



Tabel 8 – Gestandaardiseerde feedback voor manoeuvres van en naar het TGD bij vloedstroom

| Stroming        | In-Out | Run_player (wind) | Aantal slp  | Reserve | Moeilijkheid | Realiteit |
|-----------------|--------|-------------------|-------------|---------|--------------|-----------|
| -30 min tot HW  | In     | 07_P2 (ZW6)       | 2 x 80 tons | 3/4     | 3            | neen      |
| -60 min tot HW  | In     | 00_P2 (ZW5)       | 2 x 80 tons | 3       | 3            | ja        |
|                 |        | 01_P2 (ZW5)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 08_P1 (NW5)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 08_P2 (NW5)       | 2 x 80 tons | 3       | 3            | ja        |
|                 | Out    | 01_P1 (ZW5)       | 3 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 01_P4 (ZW5)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 08_P4 (NW5)       | 2 x 80 tons | 3       | 2            | ja        |
| -120 min tot HW | In     | 02_P1 (ZW6)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 02_P3 (ZW6)       | 2 x 80 tons | 3       | 2            | ja        |
|                 |        | 11_P1 (ZW6)       | 3 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 11_P4 (ZW6)       | 3 x 80 tons | 3/4     | 3            | ja        |
|                 | Out    | 02_P4 (ZW6)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 11_P2 (ZW6)       | 3 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 11_P3 (ZW6)       | 3 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
| -240 min tot HW | In     | 03_P4 (NW5)       | 2 x 80 tons | 2       | 1            | ja        |
|                 |        | 04_P2 (NW5)       | 2 x 80 tons | 2       | 1            | ja        |
|                 | Out    | 03_P1 (NW5)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 03_P2 (NW5)       | 2 x 80 tons | 2       | 1            | ja        |
|                 |        | 03_P3 (NW5)       | 2 x 80 tons | 2       | 1            | ja        |
|                 |        | 04_P3 (NW5)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                 |        | 04_P4 (NW5)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |

### 3.1.2 Ebstroom

#### DGD

Het invaarmanoeuvre bij ebstroom naar het DGD (Tabel 9) is een gekend manoeuvre waarbij men achteruit het DGD ingaat en de stroom kan gebruiken om de boeg over te zwaaien. Er is voldoende reserve op het manoeuvre en de moeilijkheid is normaal.

Tabel 9 – Gestandaardiseerde feedback voor manoeuvres van en naar het DGD bij ebstroom

| Stroming       | In-Out | Run_player (wind) | Aantal slp  | Reserve | Moeilijkheid | Realiteit |
|----------------|--------|-------------------|-------------|---------|--------------|-----------|
| 240 min tot HW | In     | 05_P2 (O5)        | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |

## TGD

Voor het invaren van het TGD waarbij head in ingedraaid wordt en de ebstroom het bochten nadelig beïnvloedt (Tabel 10), is er een grotere variatie op de beoordeling van de manoeuvres gaande van uitgevoerd met voldoende over weinig reserve tot uitgevoerd met schade. In run 05\_P3 trad schade op bij het rondenvan de knik in het TGD door contact met het afgemeerde schip. De loods schatte de invloed van de wind verkeerd in. Tijdens run 09\_P2 kwam het 400 m schip dwars te liggen in het DGD wat rekening houdend met de afgemeerde schepen aan beide dokzijden, tot een niet realistische situatie leidt. Er werd geconcludeerd dat de snelheid van het invarende schip met bestemming het TGD beter onder controle gehouden moet worden.

De moeilijkheidsgraad is voor de invaarmanoeuvres tussen normaal uitgevoerd en meer dan normale moeilijkheid. In run 06\_P3 en 09\_P3 wordt het invaarmanoeuvre anders uitgevoerd waarbij men eerst achteruit het DGD invaart (dus zelfde manoeuvre als bij head out naar het DGD varen) en vervolgens vooruit vanuit het DGD het TGD invaart. Dit geeft aanleiding tot een positievere beoordeling van de moeilijkheidsgraad. De invaarmanoeuvres 09\_P4, 10\_P1 en 10\_P4 waarbij rechtstreeks het TGD wordt ingevaren en drie sleepboten werden ingezet, krijgen een positievere beoordeling in reserve en moeilijkheidsgraad.

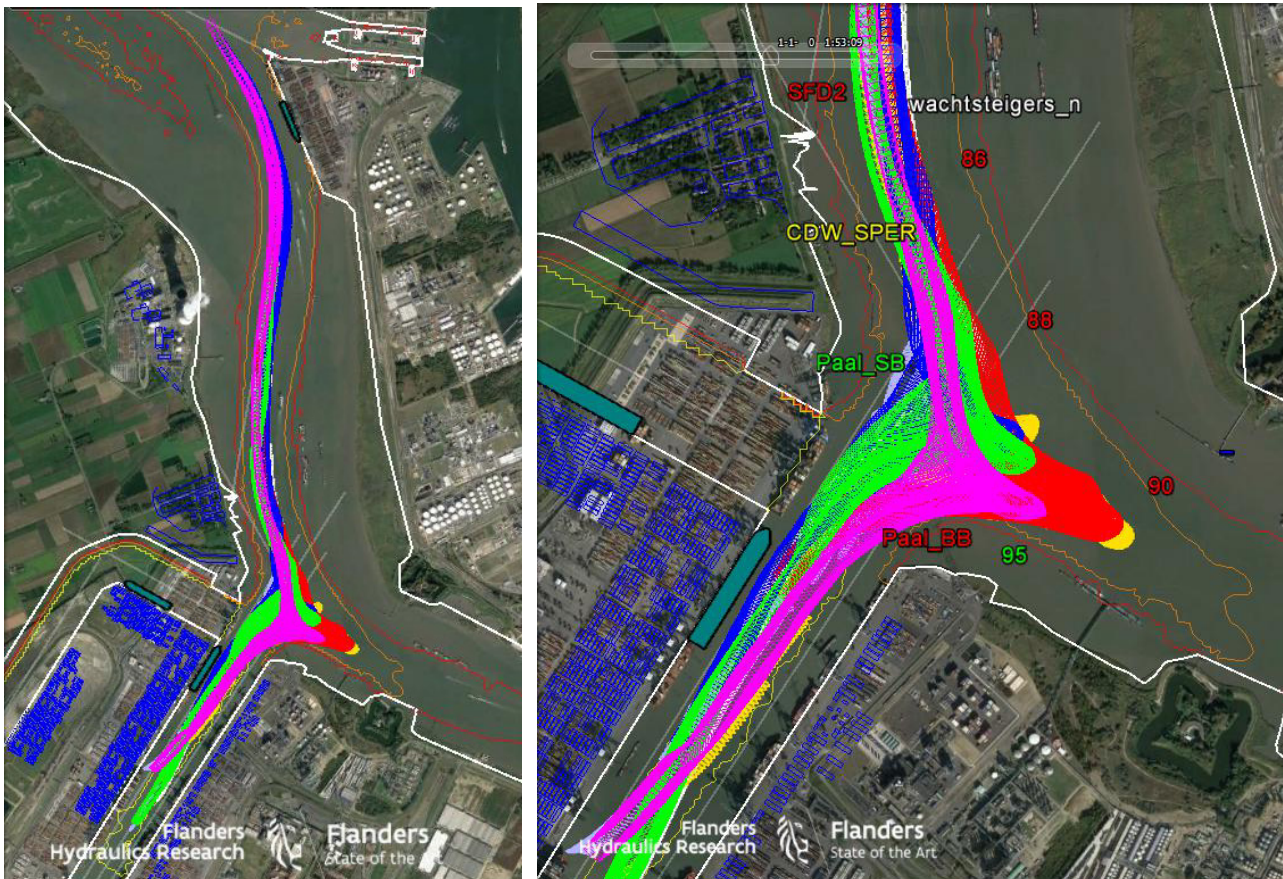
Voor het achteruit uitvaren van het TGD en het op de rivier komen, is er voor alle behalve run 09\_P1 (weinig reserve) voldoende reserve en is de moeilijkheid normaal. In run 09\_P1 moet het schip zich bij een noordoostelijke wind lang ophouden tussen de monding en de knik in het TGD waardoor het inzetten van een derde (achter)sleepboot aangewezen zou zijn. In realiteit is het langer dan 10 minuten vol trekken van een sleepboot niet realistisch.

Men verwacht wel dat door het specifiek trainen op het invaarmanoeuvre bij ebstroom en het opzetten van een goede strategie het head in invaarmanoeuvre van de rivier in het TGD in realiteit moet mogelijk zijn.

Tabel 10 – Gestandaardiseerde feedback voor manoeuvres van en naar het TGD bij ebstroom

| Stroming       | In-Out | Run_player (wind) | Aantal slp  | Reserve | Moeilijkheid | Realiteit |
|----------------|--------|-------------------|-------------|---------|--------------|-----------|
| 240 min tot HW | In     | 05_P1 (O5)        | 2 x 80 tons | 3       | 3            | ja        |
|                |        | 05_P3 (O5)        | 2 x 80 tons | 3/5     | 3            | ja        |
|                |        | 06_P1 (O5)        | 2 x 80 tons | 3       | 3            | ja        |
|                |        | 06_P2 (O5)        | 2 x 80 tons | 3       | 3            | ja        |
|                |        | 06_P3 (O5)        | 2 x 80 tons | 3       | 2            | ja        |
|                |        | 09_P2 (NO5)       | 3 x 80 tons | 5       | 3            | neen      |
|                |        | 09_P3 (NO5)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                |        | 09_P4 (NO5)       | 3 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                |        | 10_P1 (NO3)       | 3 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                |        | 10_P4 (NO3)       | 3 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                | Out    | 05_P4 (O5)        | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                |        | 06_P4 (O5)        | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                |        | 09_P1 (NO5)       | 2 x 80 tons | 3       | 2            | ja/neen   |
|                |        | 10_P2 (NO3)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |
|                |        | 10_P3 (NO3)       | 2 x 80 tons | 2       | 2            | ja        |

Figuur 3 – Opvaart naar Deurganckdok: 430 m ULCS bij vloed



*Run 07\_P1 rood (ZW6), run 00\_P3 blauw (ZW5), run 01\_P3 groen (ZW5) en run 08\_P3 magenta (NW5)*

## 3.2 Analyse per individuele simulaties

### 3.2.1 Manoeuvres naar/van het Deurganckdok bij vloedstroom

Alle simulaties naar/van het Deurganckdok bij vloedstroom werden uitgevoerd bij stroomwaarden overeenkomend met -30 min tot hoog water (1 simulatie), -60 min (5 simulaties), -120 min en -240 min (telkens 1 simulatie). Vier simulaties werden uitgevoerd met het 430 m ontwerpschip van dit project en vier simulaties met 400 m schepen. De simulaties in opvaart naar het DGD met het 430 m schip zijn voorgesteld in Figuur 3. Er treedt nog een variatie in windrichting op (run 08\_P3 voor NW, andere ZW), een variatie in windkracht (run 07\_P1 voor 6 Bft, andere 5 Bft) en in getij (run 07\_P1 bij -30 min tot HW, andere bij -60 min tot HW). Ook het aantal sleepboten is slechts twee in runs 07\_P1 en 08\_P3 tegenover drie in de andere runs.

In Figuur 3 worden de tracks van de 430 m containerschepen voorgesteld in verschillende kleuren per simulatierun waarbij de assisterende sleepboten ook in kleur zijn voorgesteld maar niet overeenkomstig het geassisteerde schip. In ruimtegebruik vormen de tracks van de containerschepen de belangrijkste input aangezien de sleepboten in hun positie-inname flexibeler zijn. In Figuur 3 wordt in de linkse figuur een overzicht gegeven van de tracks van het Berendrecht-Zandvlietcomplex tot en met het Deurganckdok. Het traject tussen het sluizencomplex en de Current Deflecting Wall (CDW) ter hoogte van boei CDW enerzijds als ook het traject op de rivier voor de monding wanneer het schip niet in één beweging vanop de rivier de monding passeert (wachten op de rivier) anderzijds, worden meebepaald door de ontmoetingen die nog in deze secties moeten uitgevoerd worden en die besproken worden in Hoofdstuk 3.3. De tracks van

00\_P3 (blauw) en 01\_P3 (groen) met identieke condities liggen het dichtst bij elkaar in de monding en nemen ook het minste ruimte in de monding in. In run 08\_P3 (magenta) bij een noordwestelijke wind komt het schip zuidelijker in de monding ten opzichte van de runs 00\_P3 en 01\_P3. Run 07\_P1 (rood) gaat in opvaart het verst door op de rivier voorbij de monding en boei 95 waarna ook vrij zuidelijk het DGD wordt ingedraaid. Hoewel het schip in run 07\_P1 vanuit het DGD nog het TGD indraait, is dit niet voorgesteld in Figuur 3 omdat dit aanvankelijk ook niet de bedoeling was. De inzet van sleepboten wordt samengevat in Tabel 11. Hoewel zowel met twee als drie sleepboten werd gewerkt, is voor een 430 m containerschip de inzet van drie sleepboten wenselijk vanaf windkracht 5 Bft ongeacht de windrichting. Gezien de verschillen in oriëntaties op de rivier en in de dokken komt het schip gedurende het uitvoeren tijdelijk in een dwarse wind.

Tabel 11 – Sleepbootgebruik voor de simulaties naar/van het DGD<sup>3</sup> bij vloedstroom

| Run   | Schip | Wind | Tug 1       | Tug 2 | Tug 3                 | Tug 4               |
|-------|-------|------|-------------|-------|-----------------------|---------------------|
| 07_P1 | 430 m | ZW6  | Fore        | Aft   | -                     | -                   |
| 00_P3 | 430 m | ZW5  | Fore        | Aft   | Pusher                | -                   |
| 01_P3 | 430 m | ZW5  | Fore        | Aft   | Pusher                | -                   |
| 08_P3 | 430 m | NW5  | Pusher/Fore | Aft   | -                     | -                   |
| 00_P1 | 400 m | ZW5  | Fore        | Aft   | -                     | -                   |
| 02_P2 | 400 m | ZW6  | -           | -     | Aft                   | (Fore) <sup>4</sup> |
| 04_P1 | 400 m | NW5  | Fore        | Aft   | (Pusher) <sup>5</sup> | (Pusher)            |
| 00_P4 | 400 m | ZW5  | -           | -     | Aft                   | -                   |

In Figuur 4 worden de tracks voorgesteld van de 400 m containerschepen in opvaart naar het DGD. De tracks tussen de Europaterminal (EUT) en de CDW verschillen met een meest westelijke positie voor run 04\_P1 (groen), gevolgd door run 02\_P2 (blauw) en meest oostelijke positie voor run 00\_P1 (rood). Dichter bij de CDW komt het schip bij run 00\_P1 wel terug westelijker. De windrichting kan hierin een invloed spelen. Bij run 00\_P1 werd het zwaaimanoeuvre in de monding niet uitgevoerd omdat dit het laatste manoeuvrerende schip was in een scenario met vier schepen en het zwaaimanoeuvre in de monding van het DGD een gekend manoeuvre is. Bij vloed zal een schip met bestemming het DGD eerder een manoeuvre uitvoeren zoals run 04\_P1 waarbij er naar de overgang monding/river wordt gevaren om geleidelijk uit de stroom te komen. Tijdens run 02\_P2 echter kwam er tijdens dit scenario een schip uit het DGD (run 02\_P1) dat aan de groene kant van de monding en de rivier uit het DGD is gevaren. Hiervoor had het 400 m schip van run 02\_P2 zich aan de rode kant van de rivier gepositioneerd (mogelijk mede onder invloed van de zuidwestelijke 6 Bft wind).

<sup>3</sup> De nummering van de beschikbare sleepboten voor elke simulatie wordt aangegeven door de sleepbootconsole van elke simulator (tug 1 tot en met tug 4) waarbij afhankelijk van de bediening sommige sleepboten niet of wel werden ingezet. De weergave in Tabel 11 komt overeen met de weergaven van de tugs in Appendix D. '-' betekent dat deze sleepboot niet werd ingezet.

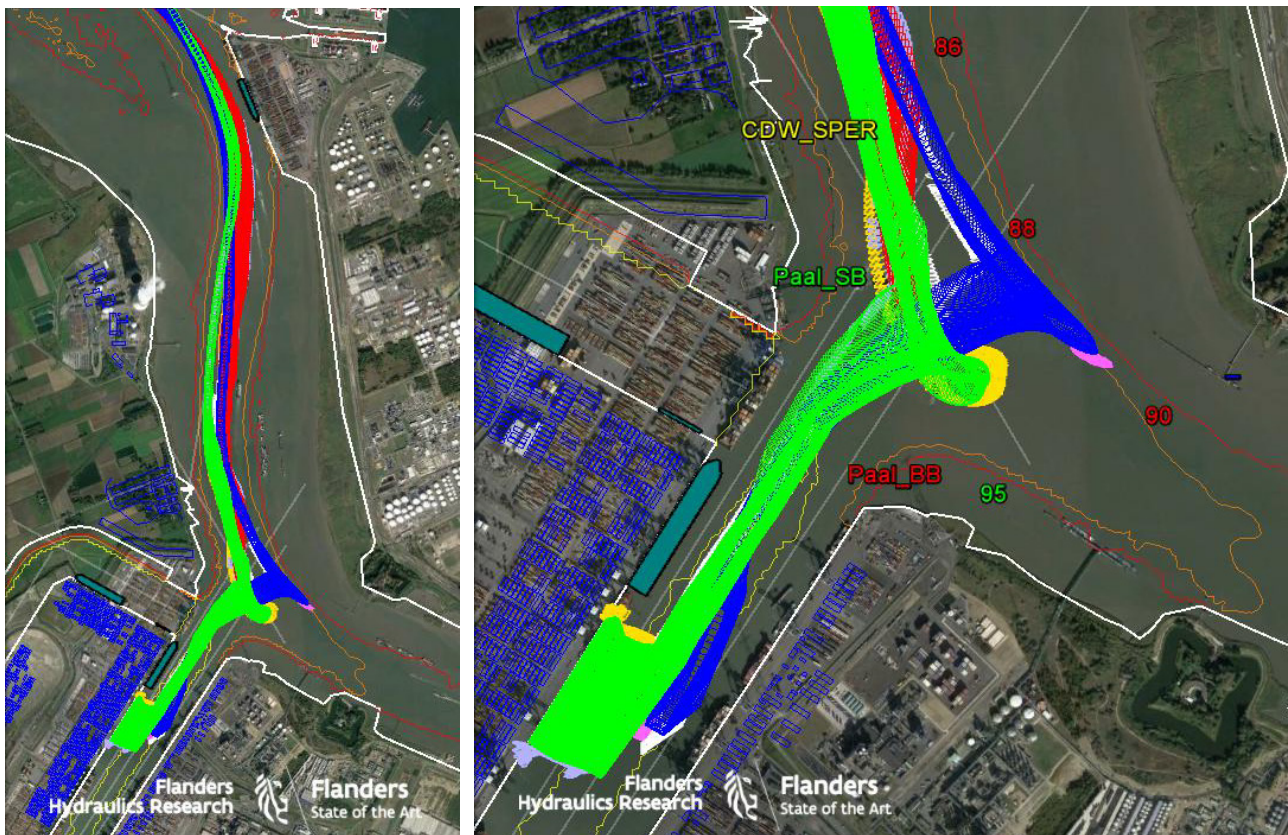
<sup>4</sup> Tug 4 werd in run 02\_P2 minimaal ingezet zowel in tijd als kracht zodat deze inzet verwaarloosd kan worden.

<sup>5</sup> De Pusher werd ofwel als tug 3 (bakboordzijde schip) ofwel als tug 4 (stuurboordzijde schip) ingezet maar nooit tegelijkertijd.



Vervolgens draait het schip vanuit deze positie met slechts één achterboot achteruit het dok in. Deze achtersleepboot moet wel ongeveer 20 minuten maximaal trekken waardoor er geen reserve meer is en minstens een tweede sleepboot zou ingezet moeten worden. Voor 400 m schepen kan het aantal sleepboten naargelang de windinvloed en de stroomconditie variëren tussen twee of drie 80 ton sleepboten.

Figuur 4 – Opvaart naar Deurganckdok: 400 m ULCS bij vloed



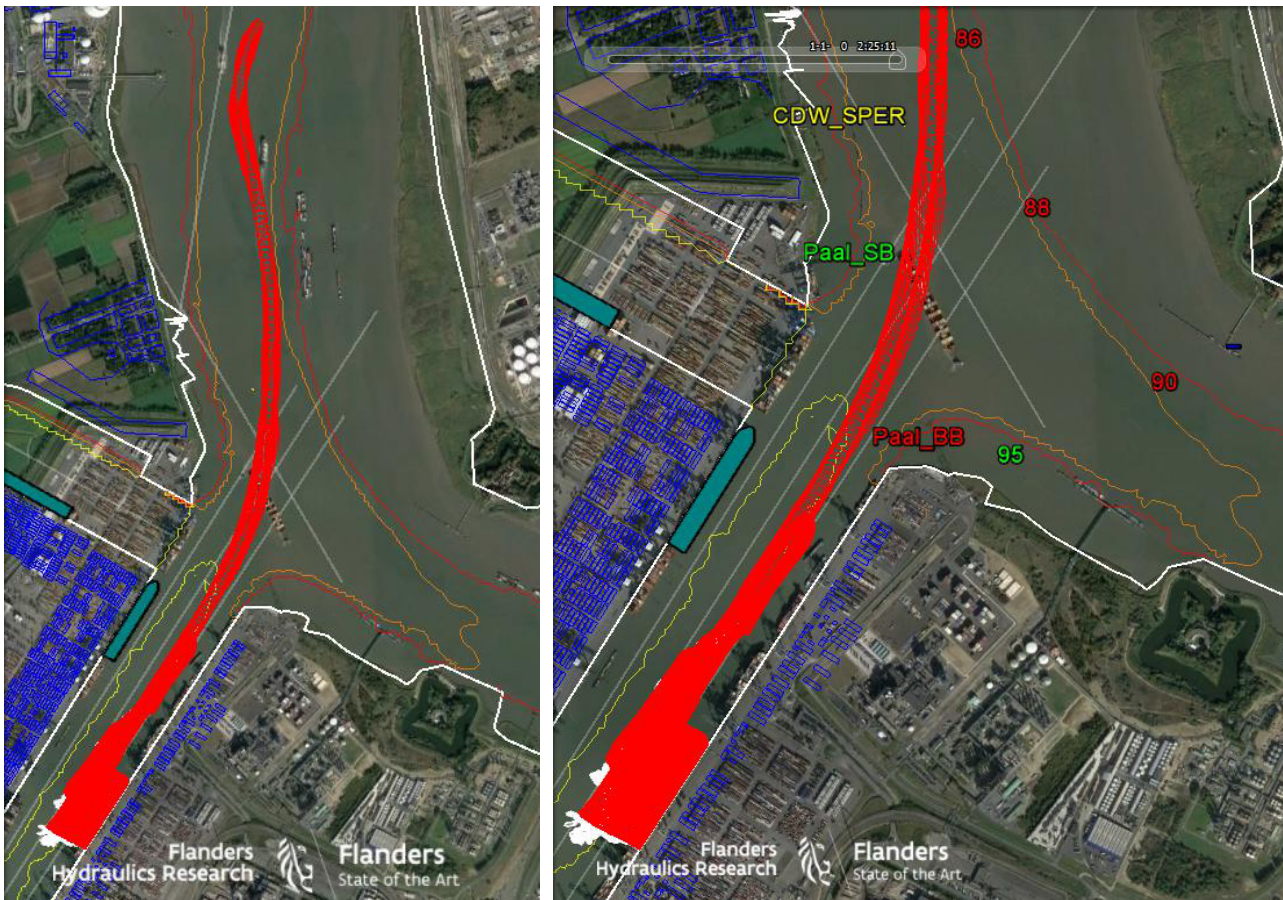
Run 00\_P1 rood (ZW5), run 02\_P2 blauw (ZW6) en run 04\_P1 groen (NW5)

Er wordt door een loods opgemerkt dat na de bouw van het TGD de monding met dokken ertoe kan leiden dat het zwaaien met bestemming DGD niet meer op stroom zal gebeuren. Het schip zal dan zijn manoeuvre uitvoeren net zoals het bestemming TGD heeft en zijn boeg in het TGD steken waardoor het dan doorzwaait naar het DGD. Dit scenario maakt dat er quasi twee schepen tegelijk kunnen zwaaien aan het DGD, het eerste op de hierboven vermelde manier, het tweede op de conventionele wijze.

In Figuur 5 wordt de enige afvaart vanuit het DGD voorgesteld in run 00\_P4 bij een zuidwestelijke wind. Het schip moet een grote tijd wachten in het DGD om te kunnen afvaren en wordt daarbij geassisteerd door één achtersleepboot. Vervolgens voert het schip een standaard afvaart uit het DGD uit. Het zigzagmanoeuvre op de rivier tussen boeien 86 en 93 is te wijten aan een ontmoeting met een opvarend schip ter hoogte van boei 86. Dit opvarende schip 00\_P1 (Figuur 4) zat midden vaarwater waardoor het schip 00\_P4 gedwongen werd om heel dicht in de rode kant te varen.



Figuur 5 – Afvaart vanuit Deurganckdok: 400 m ULCS (run 00\_P4 ZW5) bij vloed



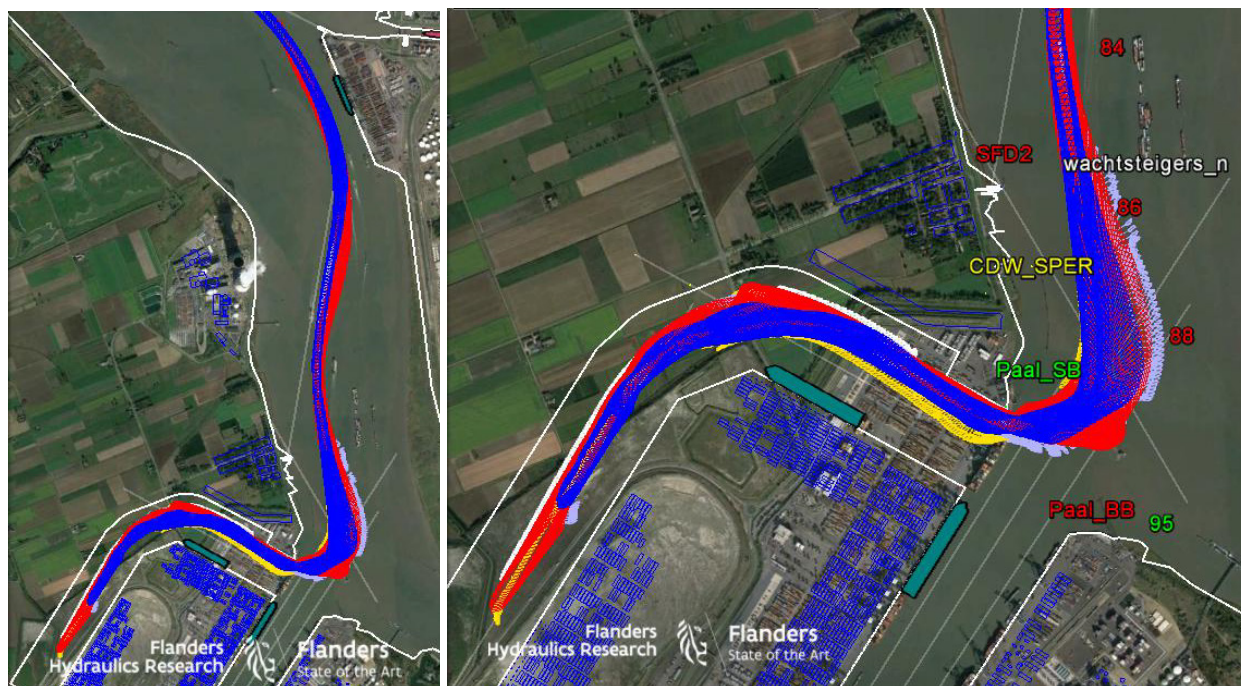
### 3.2.2 Manoeuvres naar het Tweede Getijdendok bij vloedstroom

De simulaties naar het TGD bij vloedstroom werden voor het 430 m containerschip uitgevoerd bij stroomwaarden overeenkomend met -30 min (run 07\_P2) en -120 min (run 02\_P3) tot hoog water (Figuur 6) en voor het 400 m schip met -60 min (4 simulaties, Figuur 8), -120 min (3 simulaties, Figuur 9) en -240 min (2 simulaties, Figuur 10) tot hoog water.

Voor het 430 m containerschip wordt bij dezelfde wind (ZW6) voor het invaren van het TGD met een 80 ton voor- en achtersleepboot gewerkt (Tabel 12). In run 07\_P2 wordt voor het rondnavigeren van de knik nog met een bijkomende 80 ton pusher gewerkt aan stuurboordzijde om te duwen tegen de wind in. In vorige simulaties naar het Deurganckdok was gebleken dat voor een 430 m schip vanaf windkracht 5 Bft bij voorkeur drie sleepboten beschikbaar zijn. Run 02\_P3 bij een minder sterke vloedstroom lukte ook met twee sleepboten (en een 100% werkende boegschroef) maar de reserve is op sommige momenten van de simulatie beperkt (invaren dok of rondnavigeren knik). Beide runs zijn qua track gelijkaardig (Figuur 6) waarbij echter een groot deel van het bochten naar het TGD op de rivier wordt uitgevoerd waardoor het schip te lang onder de stroominvloed blijft en zeer noordelijk in het TGD terecht komt terwijl dit beter in het midden van het dok zou zijn (gevaar voor aanvaring van de noordelijke infrastructuur). Uit volgende simulaties met het 400 m containerschip (bijvoorbeeld 01\_P2, Figuur 7) zal blijken dat voor de aanloop vanop de rivier naar het TGD het aangewezen is om een track te volgen dicht bij de CDW, de langssnelheid te doseren (rond 3 knopen over de grond) en het opbouwen van de rate of turn voor het indraaien van het TGD pas te starten wanneer het schip zich volledig langs de CDW bevindt. Run 01\_P2 geeft bij vloedstroom een centraler invaren van het TGD dan de runs met het 430 m schip. Tussen het Berendrecht-Zandvlietsluizencomplex en de CDW zijn de tracks van 07\_P2 en 02\_P3 centraal in de vaarweg en wordt de groene kant niet aangehouden.

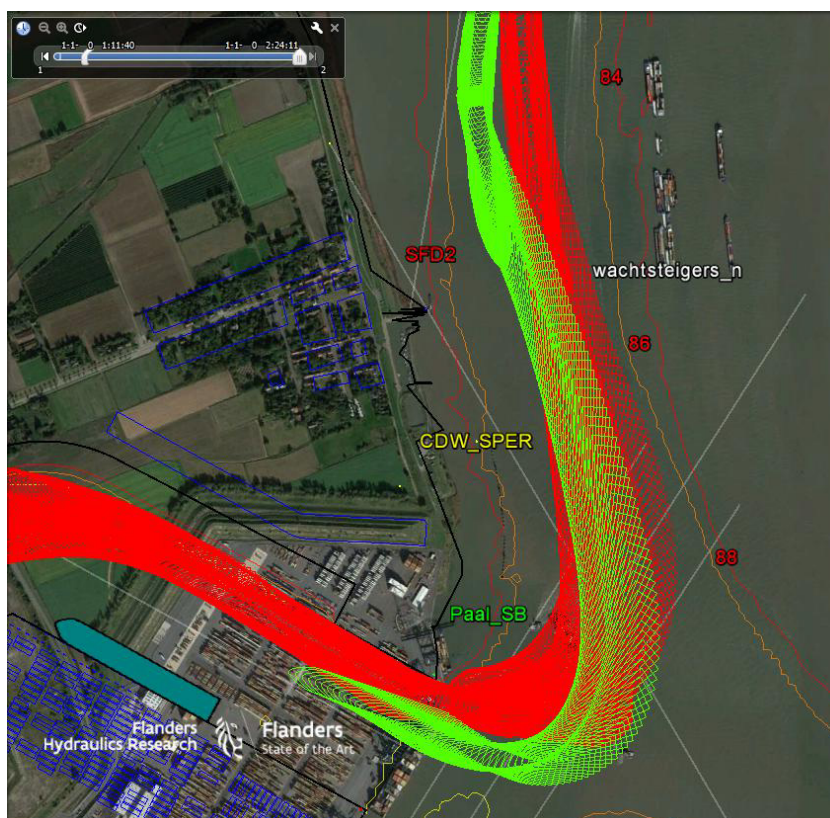


Figuur 6 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 430 m ULCS bij vloed (07\_P2 en 02\_P3)



Run 07\_P2 rood (ZW6) en run 02\_P3 blauw (ZW6)

Figuur 7 – Vergelijking van de aanlopen 07\_P2 en 02\_P3 (rood, 430 m schip, ZW6)  
ten opzichte van 01\_P2 (groen, 400 m schip, ZW5)



Tabel 12 – Sleepbootgebruik voor de simulaties naar het TGD bij vloedstroom

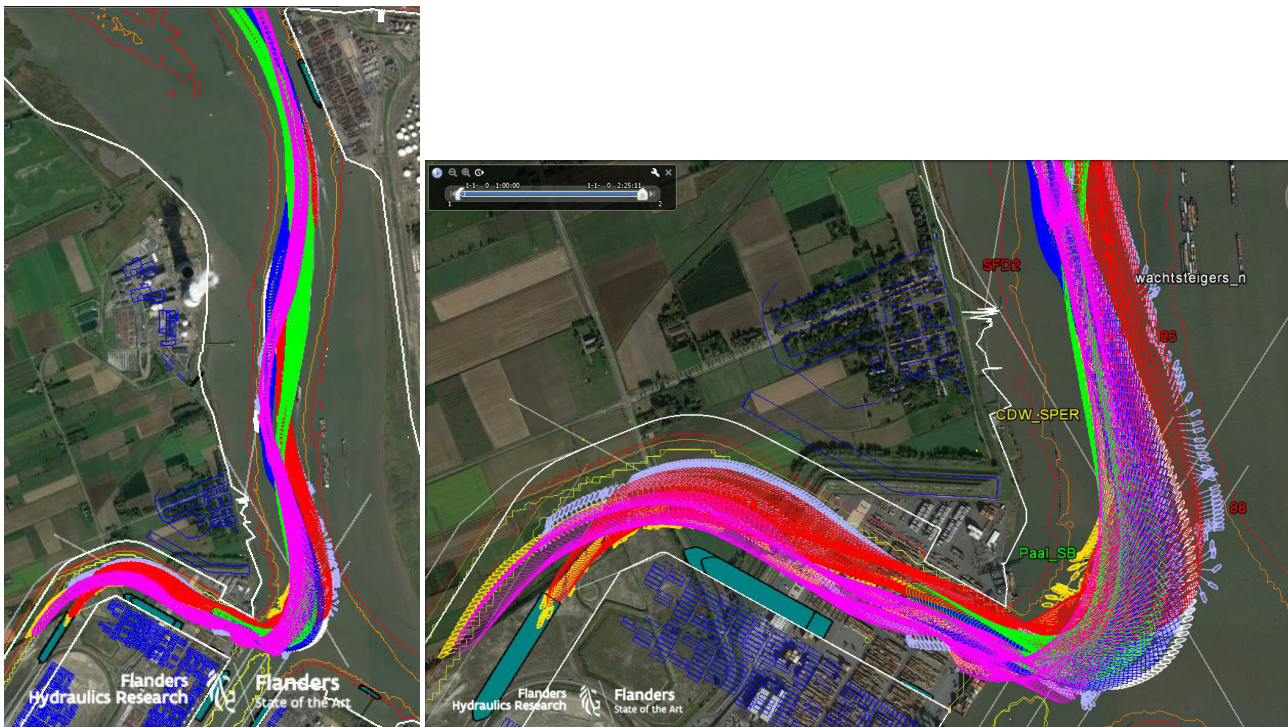
| Run   | Schip | Wind | Tug 1 | Tug 2 | Tug 3  | Tug 4  |
|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|
| 07_P2 | 430 m | ZW6  | Fore  | Aft   | Pusher | -      |
| 02_P3 | 430 m | ZW6  | Fore  | Aft   | -      | -      |
| 00_P2 | 400 m | ZW5  | Fore  | Aft   | -      | -      |
| 01_P2 | 400 m | ZW5  | -     | -     | Aft    | Fore   |
| 08_P1 | 400 m | NW5  | Fore  | Aft   | -      | -      |
| 08_P2 | 400 m | NW5  | Fore  | Aft   | -      | -      |
| 02_P1 | 400 m | ZW6  | Fore  | Aft   | -      | -      |
| 11_P1 | 400 m | ZW6  | Fore  | Aft   | Aft    | -      |
| 11_P4 | 400 m | ZW6  | Fore  | Aft   | -      | Pusher |
| 03_P4 | 400 m | NW5  | Fore  | Aft   | -      | -      |
| 04_P2 | 400 m | NW5  | Fore  | Aft   | -      | -      |

Vier simulaties werden uitgevoerd met een 400 m schip bij een vloedstroom 60 min voor hoog water (Figuur 8) waarvan track 00\_P2 te noordelijk uitkomt in het TGD. Deze run (rood in Figuur 8) geeft ook het breedste pad op de rivier waardoor het schip zeer lang onder de invloed van de vloedstroom is en waarbij nogmaals bevestigd wordt dat de hoek met de stroming best zo klein mogelijk wordt gehouden tot het volledige schip ter hoogte van de CDW is (en zo dicht mogelijk bij de CDW) waarna het schip kan doordraaien naar de monding van het TGD. Voor de runs bij NW5 (08\_P1 en 08\_P2) kan bij een centrale invaart van het TGD het schip mits sleepbootassistentie van minstens twee 80 ton sleepboten voldoende ver van het afgemeerde schip in het eerste deel van het TGD gehouden worden.

Voor de tracks van de opvarende schepen tussen het sluizencomplex en de CDW treedt geen ontmoeting op tussen 00\_P2 of 08\_P2 en andere afvarende schepen, wel een ontmoeting tussen 01\_P2 en 01\_P1 net afwaarts boei 86 (het schip 01\_P2 moet zich op de rivier ophouden tot de monding vrij is) en een ontmoeting tussen 08\_P1 en 08\_P4 tussen boeien 84 en 86 waarbij 08\_P1 (groene track in Figuur 8) onder invloed van de noordwestelijke wind en door het ophouden op de rivier dichtbij de rode kant van de rivier terecht komt en weinig ruimte laat voor het afvarende schip 08\_P4. Tijdens run 08\_P1 worden geen sleepboten ingezet tot het schip aan de rode kant ter hoogte van boei 93 is waarna eerst enkel de achtersleepboot wordt ingezet om het schip meer manoeuvreerbaarheid te geven. De snelheid over de grond was ook minder dan 4 knopen met een stroomsnelheid van minstens 2 knopen waardoor de snelheid door het water minimaal was.



Figuur 8 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij tijstand 60 min voor HW



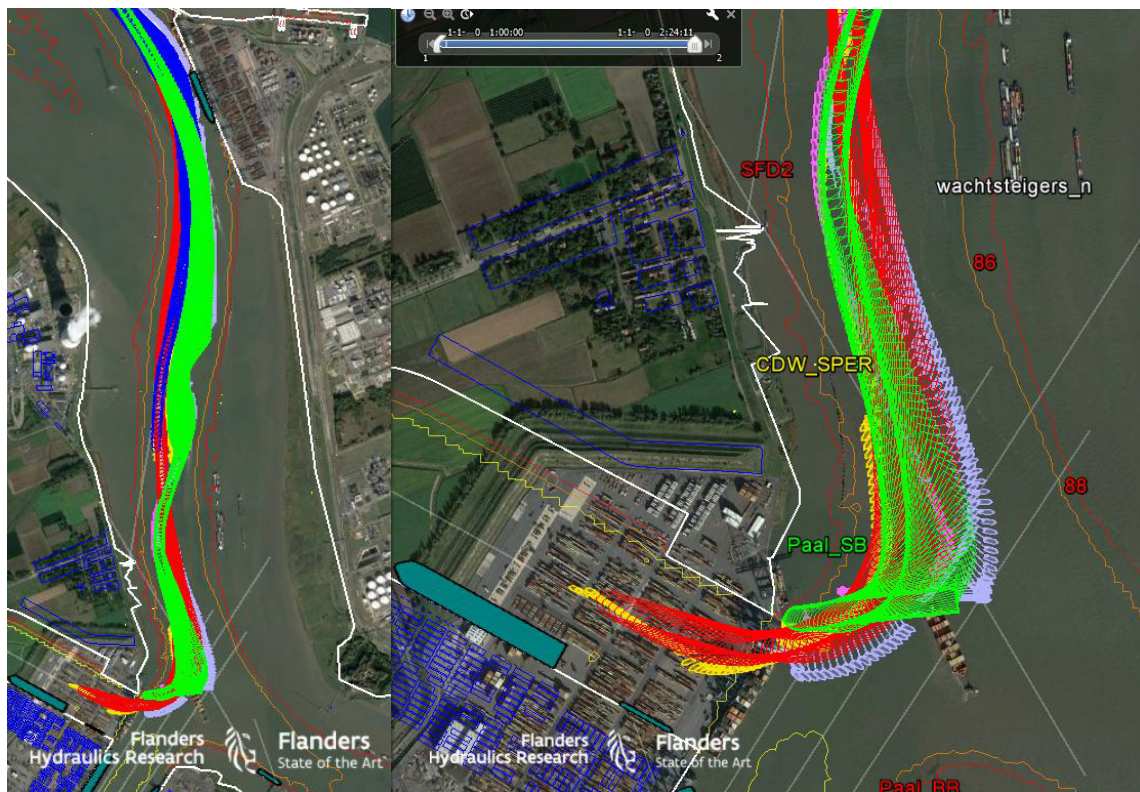
*Run 00\_P2 rood (ZW5), run 01\_P2 blauw (ZW5), run 08\_P1 groen (NW5) en run 08\_P2 magenta (NW5)*

Drie simulaties werden uitgevoerd met een 400 m schip bij een gematigde vloedstroom 120 min voor hoog water (Figuur 9) waarvan track 11\_P1 (blauw) niet tot de monding is gekomen omdat de simulatie gestopt werd (respecteren van het afgesproken uur voor einde van de simulatiedag) en track 11\_P4 door een misrekening van de loads te noordelijk uitkomt op de hoek van het TGD. In realiteit zou men niet op deze locatie willen uitkomen. Ook track 02\_P1 komt dicht tegen de noordelijke hoek uit maar het invaarmanoeuvre is wel onder controle. De track van run 11\_P4 tussen boei 91 en de CDW vertoont een verschillend pad dan een gewenste passage aan de groene kant omdat het schip tussen boei 91 en 93 zich moet ophouden om twee afvarende schepen uit het TGD voorrang te verlenen waarbij het laatste uitvarende schip uit het TGD (11\_P2) in de monding nog voor het eerste afvarende schip (11\_P3) uit het TGD komt. Deze manoeuvres duren lang waardoor run 11\_P4 aan de rode kant komt, vervolgens zich moet opwerken naar de groene kant om run 11\_P2 te ontmoeten ter hoogte van boei 86 en run 11\_P3 ter hoogte van de CDW. Deze complexere situatie bij een krachtige ZW 6 Bft zal er ook toe geleid hebben dat de inschatting bij het invaren van het TGD verkeerd was voor run 11\_P4. De rate of turn werd te snel opgebouwd met een duwer aan stuurboord achterzijde. Training op de specifieke manoeuvres bij verschillende wind- en stroomcondities en een betere afstemming in tijd (de schepen niet te dicht op elkaar laten varen in opvaart wanneer vier schepen in één scenario allen van of naar het TGD gaan) zouden hier ook kunnen aan tegemoet komen.

Twee simulaties werden uitgevoerd met een 400 m schip bij een vloedstroom 240 min voor hoog water (Figuur 10) en beide ook bij NW 5 Bft. Deze vloedstroom is minder sterk wat voor beide tracks in de monding van het DGD en het TGD een geslaagde invaart geeft. De track die het dichtste bij de noordelijke punt van de monding komt is track 03\_P4. Voor deze run was er nog een ontmoeting met run 03\_P3 ter hoogte van boei 84 maar dit is voldoende ver van de monding en dit heeft het invaarmanoeuvre in het TGD niet beïnvloed.

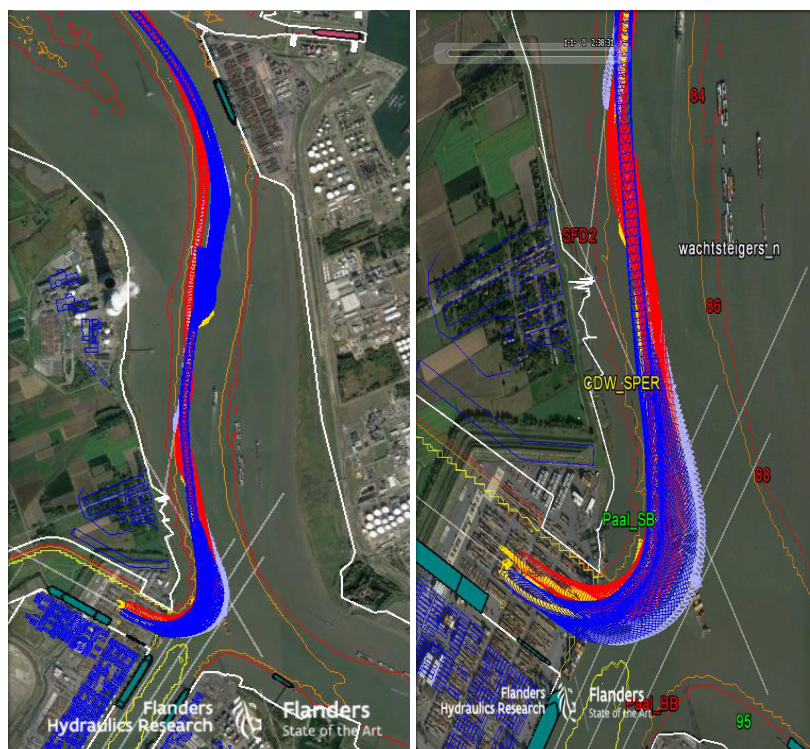


Figuur 9 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij tijdstand 120 min voor HW



Run 02\_P1 rood (ZW6), run 11\_P1 blauw (ZW6) en run 11\_P4 groen (ZW6)

Figuur 10 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij tijdstand 240 min voor HW



Run 03\_P4 rood (NW5) en run 04\_P2 blauw (NW5)



De tracks tussen de Europaterminal en de monding van het DGD verschillen per simulatie. Tussen boeien 91 en 93 volgt run 03\_P4 de groene kant maar bij run 04\_P2 moet het schip zich ophouden in deze zone waardoor het een breder pad inneemt. Het schip in run 04\_P2 zit enerzijds te dicht op het voorliggende schip 04\_P1 en anderzijds komen er twee afvarende schepen uit het TGD waardoor het schip 04\_P2 een half uur moet wachten tussen boeien 91 en 93. Ook al vaart men voorstrooms (tussen 1 en 1.5 knoop stroomsterkte), kan het schip op de rivier dichtbij de groene kant gehouden worden onder een noordwestelijke 5 Bft wind met boegschroef en achtersleepboot. Tussen boeien 84 en 88 zitten beide schepen aan de groene kant en draaien vanuit die positie de monding en het TGD in waarbij de padbreedte op de rivier niet over de helft van de vaarwegbreedte tussen de boeien gaat. Beide simulaties bij noordwestelijke windrichting werden uitgevoerd met één voor- en één achtersleepboot (voldoende reserve met zelfs enkel inzet van de achtersleepboot in run 04\_P2).

Aangezien simulaties werden uitgevoerd met opvarende schepen naar het TGD bij verschillende stroomsterktes variërend tussen maximale (-60 min tot HW) en beperkte vloedstroom (-240 min tot HW) blijkt naast de windinvloed ook het verschil in stroomsterkte een belangrijke invloed te hebben. Vooral de combinatie van een sterke vloedstroom en krachtige ZW 6 Bft wind vraagt een goede dosering van snelheid en rate of turn bij het head in indraaien van het TGD.

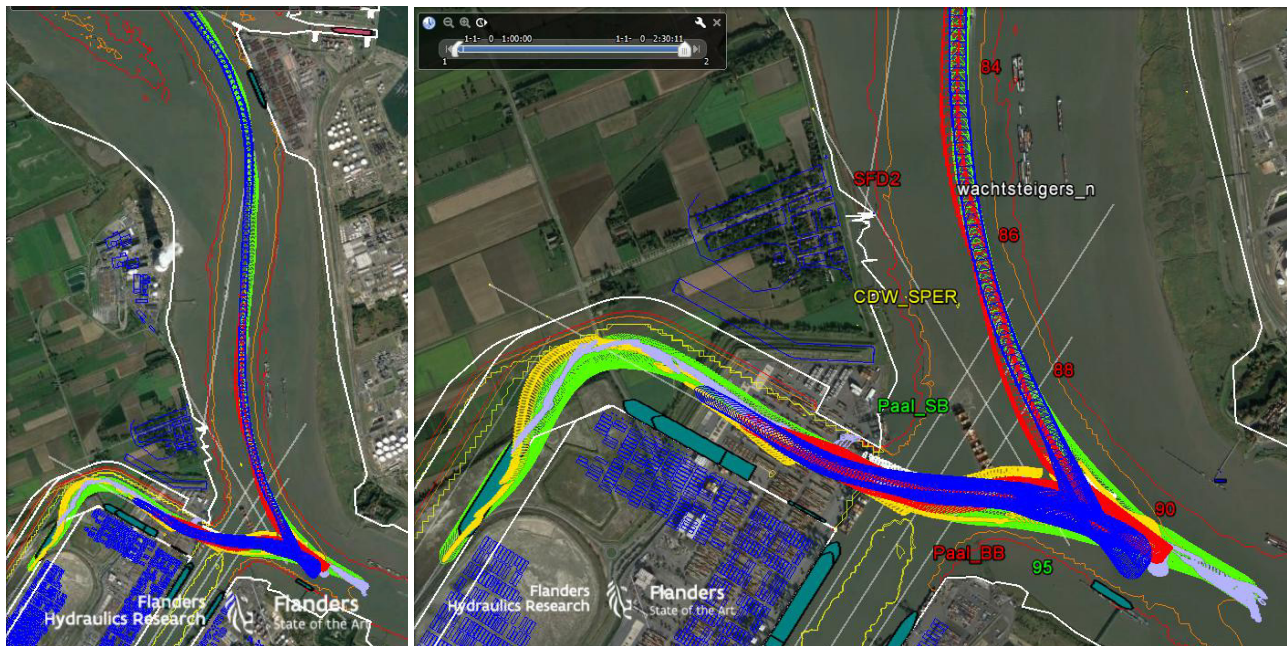
### 3.2.3 Manoeuvres vanuit het Tweede Getijdendok bij vloedstroom

De simulaties in afvaart komende uit het TGD bij vloedstroom werden voor het 430 m containerschip uitgevoerd bij stroomwaarden overeenkomend met -120 min (run 11\_P3) en -240 min (03\_P3 en 04\_P3) tot hoog water (Figuur 11). Voor het 400 m schip wordt er een onderscheid gemaakt tussen de simulaties waarbij vanuit het TGD direct naar de rivier (Figuur 12 voor -60 en -120 min en Figuur 13 voor -240 min tot hoog water) wordt gevaren en waarbij vanuit het TGD eerst in het DGD (Figuur 14) wordt gevaren.

Voor het 430 m schip werden tijdens twee van de drie simulaties één 80 ton voor- en één 80 ton achtersleepboot (Tabel 12) ingezet. In één simulatie werd nog een bijkomende 80 ton duwer ingezet voor run 11\_P3 bij een zuidwestelijke wind van 6 Bft (sterkste windconditie van de simulaties) in het eerste deel van het TGD tussen monding en knik. Voor een afvaart uit het TGD zouden twee 80 ton sleepboten kunnen volstaan tot en met 5 Bft en kan een bijkomende duwer assisteren vanaf 6 Bft bij windcondities dwars op de kades.

Vanuit het parallelle deel met het Deurganckdok of het deel tussen de monding en de knik vertrekken de afvarende schepen die head in waren afgemeerd. Enkel bij run 04\_P3 werd de knik gerond (Figuur 11) en bij deze run gaat het schip achteruit het verst op de rivier tot voorbij boei 90 waar de waterdiepte afneemt. De waterdiepte midscheeps neemt af tot -16.0 m (Appendix D) voor een schip met een diepgang van -15.5 m waardoor het schip bijna aan de grond loopt. Deze positie op de rivier kan echter vermeden worden gezien de overige simulaties in de buurt van boei 90 blijven met voldoende waterdiepte (run 03\_P3 met minimale waterdiepte van -17.0 m). In het dok respecteren de afvarende schepen voldoende afstand tot de afgemeerde schepen en talud of verticale muur aan de monding. Enkel de sleepboten komen dicht bij deze oevers. Ook op de rivier houden alle tracks de rode kant eens ter hoogte van boei 88 en is er weinig verschil tussen de verschillende runs. Er vond een ontmoeting plaats tussen 04\_P3 (groen op Figuur 11) en 04\_P1 ter hoogte van boei 93.

Figuur 11 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok: 430 m ULCS bij vloed 120 min (11\_P3) en 240 min voor HW (03\_P3 en 04\_P3)



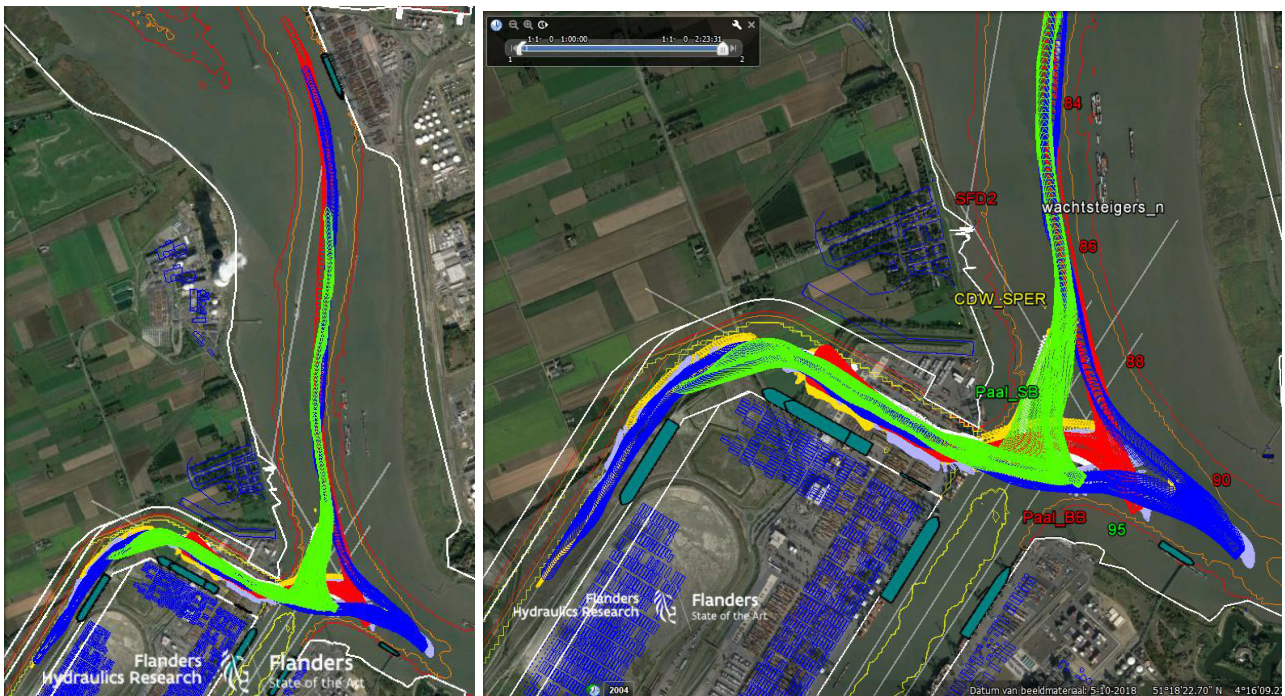
Run 11\_P3 rood (ZW6), run 03\_P3 blauw (NW5) en run 04\_P3 groen (NW5)

Tabel 13 – Sleepbootgebruik voor de simulaties vanuit het TGD bij vloedstroom

| Run   | Schip | Wind | Tug 1 | Tug 2 | Tug 3                 | Tug 4    |
|-------|-------|------|-------|-------|-----------------------|----------|
| 11_P3 | 430 m | ZW6  | Fore  | Aft   | (Pusher) <sup>6</sup> | (Pusher) |
| 03_P3 | 430 m | NW5  | Fore  | Aft   | -                     | -        |
| 04_P3 | 430 m | NW5  | Fore  | Aft   | -                     | -        |
| 01_P1 | 400 m | ZW5  | Fore  | Aft   | Pusher                | -        |
| 08_P4 | 400 m | NW5  | Fore  | Aft   | -                     | -        |
| 11_P2 | 400 m | ZW6  | Fore  | Aft   | Pusher                | -        |
| 03_P1 | 400 m | NW5  | Fore  | Aft   | -                     | -        |
| 04_P4 | 400 m | NW5  | Fore  | Aft   | -                     | -        |
| 01_P4 | 400 m | ZW5  | Fore  | Aft   | -                     | -        |
| 02_P4 | 400 m | ZW6  | Fore  | Aft   | -                     | -        |
| 03_P2 | 400 m | NW5  | -     | -     | Aft                   | Fore     |

<sup>6</sup> De Pusher werd ofwel als tug 3 (stuurboordzijde schip) ofwel als tug 4 (bakboordzijde schip) ingezet maar nooit tegelijkertijd.

Figuur 12 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij vloed 60 min (01\_P1 en 08\_P4) en 120 min voor HW (11\_P2)



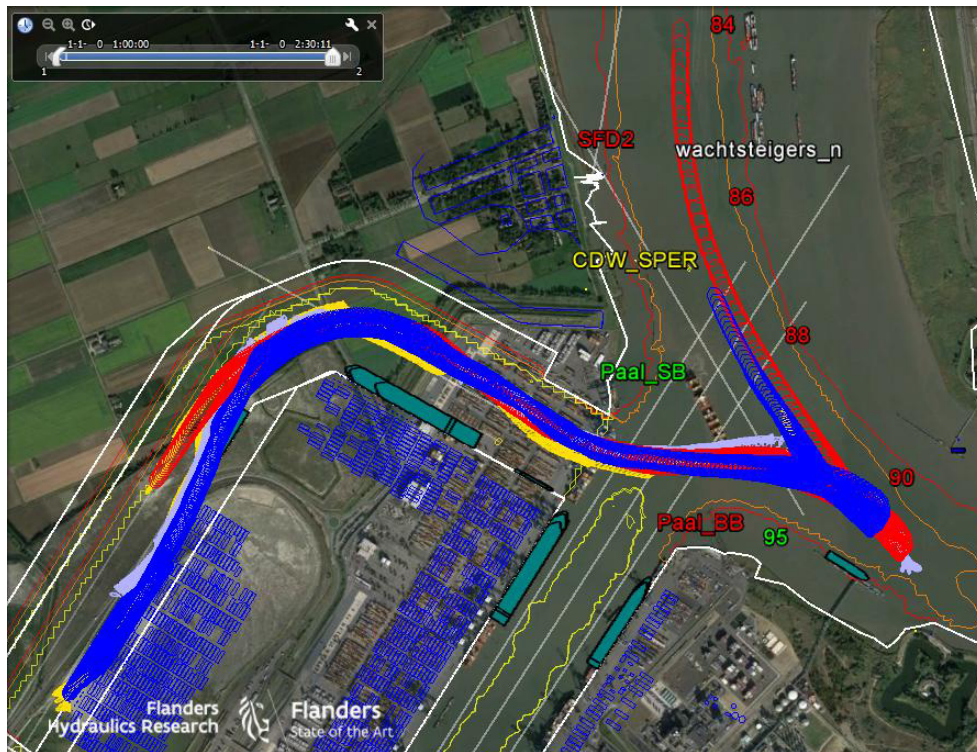
Run 01\_P1 rood (ZW5), run 08\_P4 blauw (NW5) en run 11\_P2 groen (ZW6)

Drie simulaties werden uitgevoerd met het 400 m schip bij een vloedstroom van 60 min en 120 min voor hoog water (Figuur 12) waarbij runs 01\_P1 en 08\_P4 gelijkaardige tracks geven als voor het 430 m schip (achteruit op de rivier) en waarbij run 11\_P2 de noodzakelijke koerswijziging in de monding van het DGD realiseert alvorens op de rivier te komen. Run 08\_P4 werd in de variant VOVB\_HA uitgevoerd waaruit blijkt dat na start van de simulatie weinig afstand gerespecteerd werd tussen het afgemeerde schip (opwaarts de knik) en het afvarende schip. Er is echter een grote afstand nog tot het talud aan de overzijde zodat meer afstand kan gehouden worden. De knik is vlot te nemen. In het deel tussen de monding en de knik komen de sleepboten dicht bij het afgemeerde schip maar respecteren de afvarende schepen minstens een scheepsbreedte tot het afgemeerde schip. Ook in voorgaande figuren en in Figuur 12 kan men vaststellen dat een 430 m schip werd afgemeerd op twee locaties net afwaarts de knik in het TGD. Doel was om na te gaan of ook bij een zuidelijkere ligging van een afgemeerd schip nog voldoende ruimte in de monding en omgeving beschikbaar is. Het zuidelijker afgemeerde schip had vanaf het hek nog een afstand van 480 m langs de kade tot de hoek tussen TGD en DGD in de monding.

Ook voor een 400 m schip zijn bij windkracht 5 Bft minstens twee 80 ton sleepboten noodzakelijk. In run 01\_P1 werd de simulatie gestart in het deel tussen monding en knik en moest een bijkomende duwer ingezet worden om het schip te assisteren tegen de zuidwestelijke 5 Bft wind in. Indien men vanuit het parallelle deel was vertrokken was de simulatie eventueel mogelijk geweest met twee sleepboten in het volledige dok. In run 11\_P2 werden bij de zuidwestelijke 6 Bft wind gedurende de volledige passage in het TGD drie 80 ton sleepboten ingezet waarvan één duwer aan stuurboordzijde tegen de wind. De tracks op de rivier lopen opnieuw geconcentreerd langs de rode kant wat een verschil is met de opvarende schepen, besproken in 3.2.1 en 3.2.2, aangezien deze vaak moesten afremmen tussen boei 91 en de CDW terwijl de afvarende schepen, eens opgelijnd, kunnen doorvaren (met matige snelheid).



Figuur 13 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij vloed 240 min voor HW

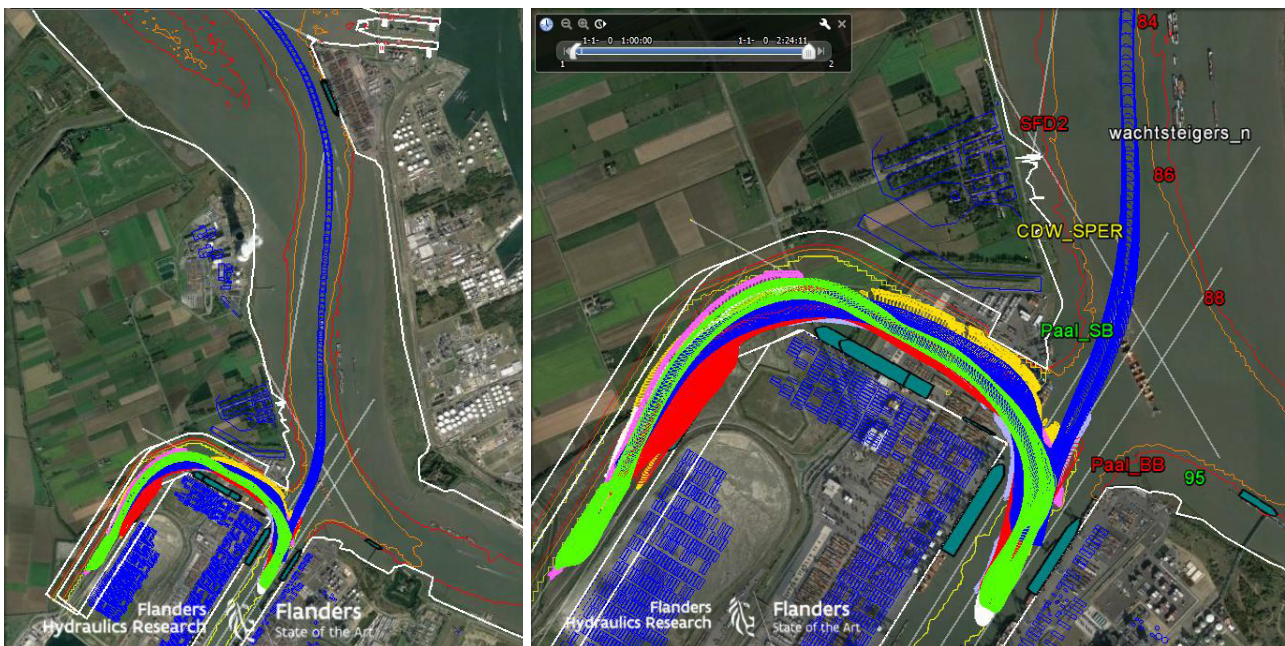


Run 03\_P1 rood (NW5) en run 04\_P4 blauw (NW5)

De twee simulaties die werden uitgevoerd met een 400 m schip bij een beperkte vloedstroom van 240 min voor hoog water (Figuur 13) geven opnieuw vergelijkbare tracks in de monding. In run 03\_P1 komt het schip voorbij boei 90 maar met een diepgang van 13.5 m en een waterdiepte van minstens 17 m is de kielspeling ruim voldoende. Runs 03\_P1 en 04\_P4 werden bij een noordwestelijke wind uitgevoerd die vooral invloed uitoefent in het parallelle deel van het TGD. De knik kan bij beide varianten VOVB en VOVB\_HA goed gerond worden. De twee simulaties bij deze stroomconditie werden uitgevoerd met twee sleepboten waarbij telkens een configuratie van één voor- en één achtersleepboot werd toegepast. Deze volstaan dus ongeacht de windrichting bij een windkracht van 5 Bft.



Figuur 14 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok naar het Deurganckdok: 400 m ULCS bij vloed  
60 min (01\_P4), 120 min (02\_P4) en 240 min (03\_P2) voor HW



Run 01\_P4 rood (ZW5), run 02\_P4 blauw (ZW6) en run 03\_P2 groen (NW5)

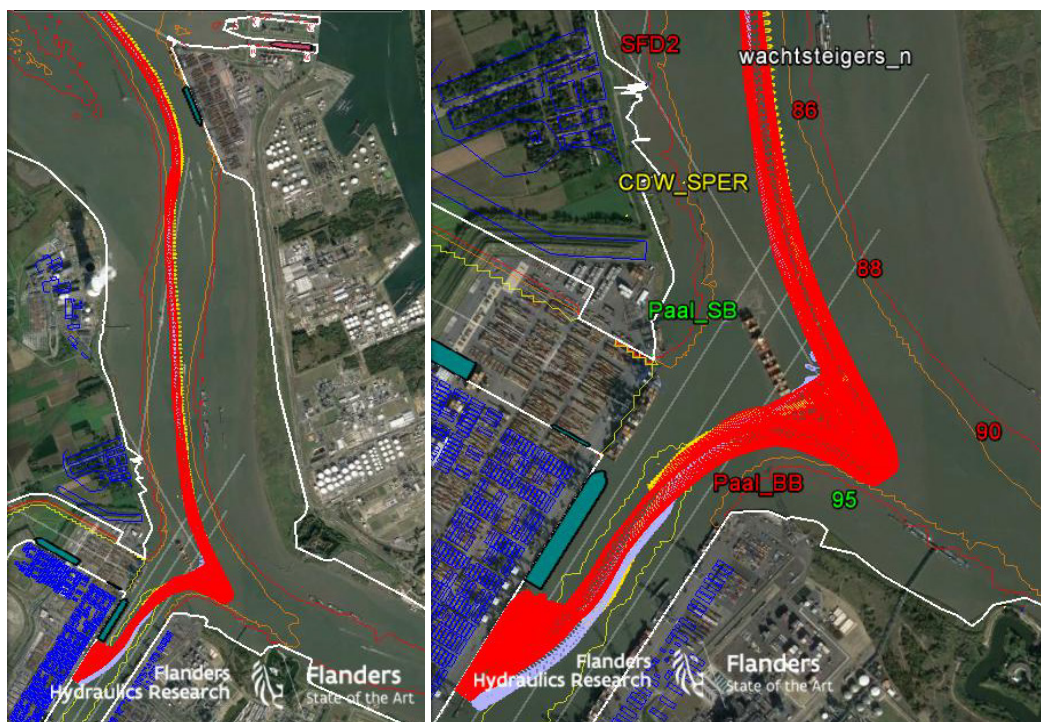
Drie simulaties werden uitgevoerd in afvaart bij verschillende stroomcondities waarbij het 400 m schip achteruit vanuit het TGD eerst het DGD invaart om vervolgens vooruit het DGD uit te varen. Aangezien het schip de noodzakelijke koerswijziging in het DGD uitvoert waar de stroom ongeacht het getij minimaal is, speelt de stroominvloed enkel bij het uitvaren van het DGD wat een gekend manoeuvre is. In vergelijking met het rondenvan de knik in het TGD verloopt het rondenvan de hoek tussen het TGD en het DGD ook veilig maar het schip komt in alle runs dichtbij deze hoek. De breedte van de monding van 350 m van het TGD in het DGD is noodzakelijk om deze manoeuvres mogelijk te maken. Samen met de sleepboten (telkens één voor- en één achtersleepboot) wordt de volledige breedte van de monding ingenomen indien men de verschillende simulaties beschouwt. In run 03\_P2 bij NW 5 Bft worden de boegschroef en de voorsleepboot maximaal ingezet bij het rondenvan de hoek tussen TGD en DGD zodat er geen reserve meer is bij het assisteren van de boeg. In run 02\_P4 bij ZW 6 Bft is er dan weer wel nog reserve op de boegschroef- en sleepbootcombinatie zodat bij dit manoeuvre van TGD naar DGD waarbij het schip minder lang op een traject zit dwars op het DGD er eventueel toch nog variatie voor het aantal sleepboten is naar gelang de windrichting.

#### 3.2.4 Manoeuvres naar het Deurganckdok bij ebstroom

Er werd slechts één simulatie uitgevoerd bij ebstroom waarbij naar het DGD werd gevaren (run 05\_P2). Deze simulatie bij een oostelijke 5 Bft is vlot uitgevoerd en voorgesteld in Figuur 15. Tussen boeien 91 en 84 steekt het schip de vaarweg over naar de rode kant. Het schip zit vrij kort achter de opvarende 05\_P3 en vaart voorbij de monding naar boei 95 om het afvarende schip 05\_P4 eerst op de rivier te laten komen. Met één achtersleepboot en een duwende sleepboot aan de bakboordzijde achteraan kan het schip vlot in het DGD gebracht worden.

Er wordt door een loods opgemerkt dat de bouw van het TGD de beperking om head out af te meren in het DGD grotendeels zal opheffen. Bij vertrek uit het DGD kan het schip dat head in afgemeerd ligt, dan met de achterstevan in het TGD draaien en met de boeg (bij ebstroom) doordraaien tot dat het head out ligt en de rivier is opgevaren.

Figuur 15 – Opvaart naar Deurganckdok: 400 m ULCS bij eb



Run 05\_P2 rood (05)

### 3.2.5 Manoeuvres naar het Tweede Getijdendok bij ebstroom

Alle simulaties naar het TGD bij ebstroom werden uitgevoerd bij 240 min na hoog water. Drie simulaties (Figuur 16) werden uitgevoerd met het 430 m containerschip in opvaart bij oostelijke (05\_P3 en 06\_P3) en noordoostelijke wind (09\_P3). Er werd voor de 400 m schepen een onderscheid gemaakt naar de windrichting met de runs uitgevoerd bij een oostelijke wind (drie simulaties, Figuur 17) en de runs bij een noordoostelijke wind (vier simulaties, Figuur 18). De oostelijke windrichting werd door de loodsen gekozen omdat het indraaimanoeuvre naar het TGD dan tegengewerkt wordt door stroom en wind.

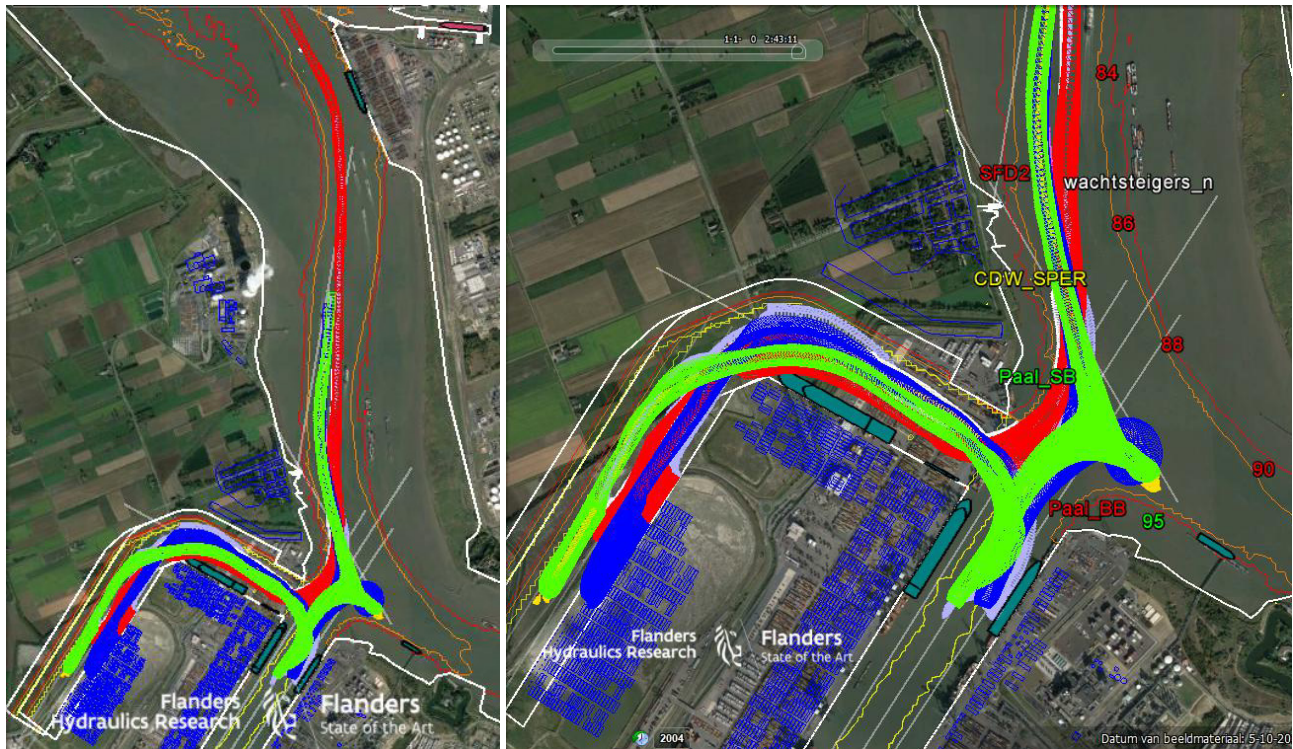
Bij simulatie 05\_P3 (rood in Figuur 16) met het 430 m containerschip werd rechtstreeks van de rivier in het TGD gevaren. Dit geldt niet voor runs 06\_P3 en 09\_P3 waarbij het manoeuvre werd uitgevoerd zoals in run 05\_P2 met als bestemming het DGD. Eerst werd tot net voorbij de monding gevaren om dan vervolgens achteruit het DGD in te varen en dan vanuit het DGD naar het TGD. Voor run 05\_P3 moet bij het indraaien van de monding de ebstroom tegengewerkt worden door het gebruik van boegschroef en sleepboten (Tabel 14, één achtersleepboot en één duwer aan de stuurboordzijde van het schip). De reserve op boegschroef en sleepboten is beperkt. Het schip komt in het eerste deel van het TGD tussen de monding en de knik ook dicht bij het afgemeerde schip (minder dan een scheepsbreedte) en zonder een voorsleepboot is het moeilijk om dit te corrigeren. Het loopt mis bij het rondenvan de knik waarbij het schip tegen het afgemeerde schip vaart (verkeerde inschatting van het windeffect door de loods). De twee runs waarbij eerst achteruit in het DGD wordt gevaren, werden uitgevoerd met één achtersleepboot voor elke simulatie en voor run 06\_P3 eerst een duwer aan bakboordzijde in de monding en vervolgens een duwer aan stuurboordzijde in het eerste deel van het TGD en voor run 09\_P3 een voorsleepboot. Er is nog reserve op de boegschroef en de sleepboten die wel tijdelijk maximaal worden ingezet.

Het manoeuvre van run 06\_P3 of 09\_P3 werd zoals het klassieke manoeuvre bij eb naar het DGD uitgevoerd omdat het afvarende schip 06\_P1 of 09\_P1 komende uit het TGD nog niet uit dit dok was en het schip 06\_P3 of 09\_P3 zich in het DGD ophield om vervolgens het TGD in te draaien. Het standaardmanoeuvre naar het TGD bij ebstroom is head in indraaien in het dok en kan veilig uitgevoerd worden bij aangepaste



sleepbootassistentie. Bij het afstemmen van verschillende manoeuvres van verschillende schepen op elkaar in het DGD en het TGD kan er echter voor gekozen worden om eerst het klassieke manoeuvre naar het DGD uit te voeren bij eb gevolgd door het invaren van het TGD.

Figuur 16 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 430 m ULCS bij eb



Run 05\_P3 rood (O5), 06\_P3 blauw (O5) en 09\_P3 groen (NO5)

Tabel 14 – Sleepbootgebruik voor de simulaties naar het TGD bij ebstroom

| Run   | Schip | Wind | Tug 1                    | Tug 2 | Tug 3    | Tug 4    |
|-------|-------|------|--------------------------|-------|----------|----------|
| 05_P3 | 430 m | O5   | -                        | Aft   | Pusher   | -        |
| 06_P3 | 430 m | O5   | -                        | Aft   | (Pusher) | (Pusher) |
| 09_P3 | 430 m | NO5  | Fore                     | Aft   | -        | -        |
| 05_P1 | 400 m | O5   | -                        | Aft   | Pusher   | -        |
| 06_P1 | 400 m | O5   | Fore                     | Aft   | -        | -        |
| 06_P2 | 400 m | O5   | Pusher/Fore <sup>7</sup> | Aft   | -        | -        |
| 09_P2 | 400 m | NO5  | Fore                     | Aft   | Aft      | -        |

<sup>7</sup> Vanop de rivier tot voor de monding van het TGD werd een duwer gebruikt waarna deze sleepboot in het TGD zelf als voorsleepboot werd ingezet.

| Run   | Schip | Wind | Tug 1 | Tug 2 | Tug 3  | Tug 4 |
|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|
| 09_P4 | 400 m | NO5  | Fore  | Aft   | Aft    | -     |
| 10_P1 | 400 m | NO3  | Fore  | Aft   | Pusher | -     |
| 10_P4 | 400 m | NO3  | Fore  | Aft   | Aft    | -     |

Figuur 17 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij eb en oostelijke windrichting 5 Bft



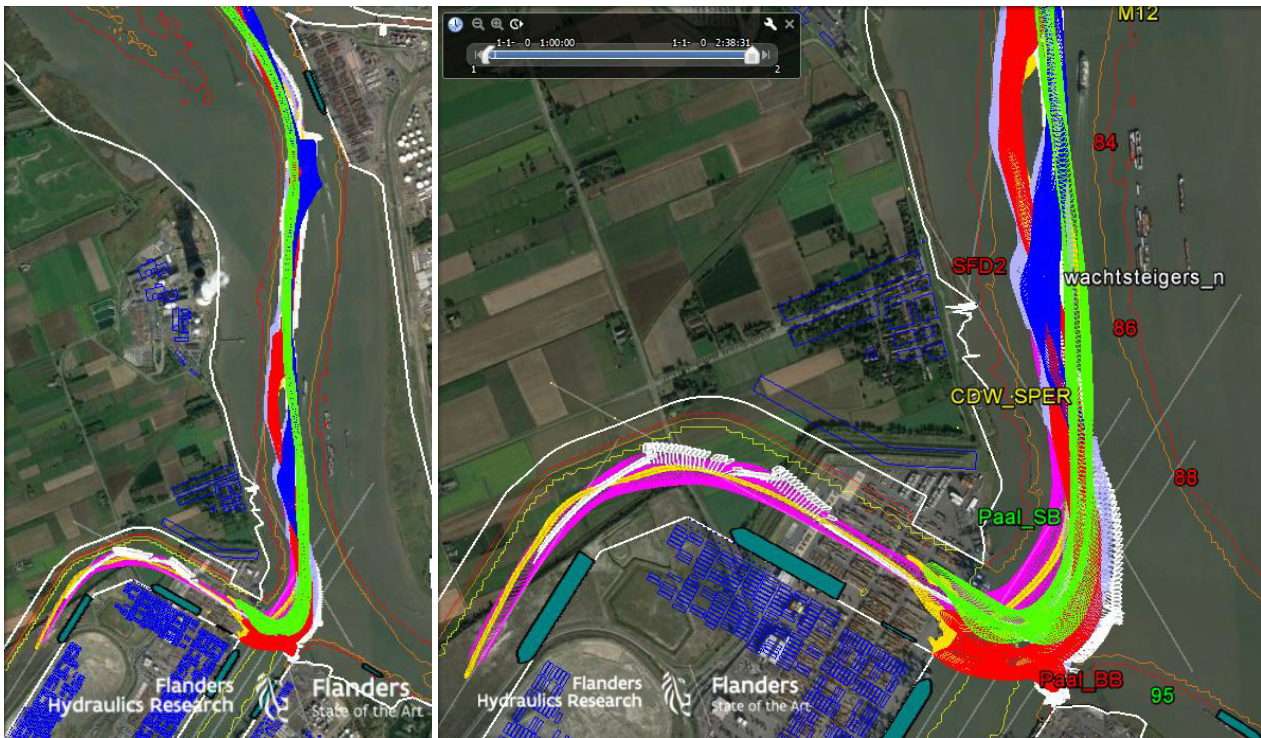
Run 05\_P1 rood, 06\_P1 blauw en 06\_P2 groen

Drie simulaties werden uitgevoerd met het 400 m schip bij eb en een oostelijke 5 Bft wind waarbij het TGD rechtstreeks vanop de rivier werd ingevaren. De tegenwerkende ebstroom zorgt er voor dat in tegenstelling tot de indraaimanoeuvres bij vloedstroom de schepen in het midden van de monding indraaien (06\_P1 en 06\_P2) of te zuidelijk terecht komen (05\_P1) waardoor het schip in het DGD te dicht bij het afgemeerde schip en de hoek tussen DGD en TGD komt. Ondanks de ebstroom, bedroeg de langssnelheid van run 05\_P1 bij het indraaien van het DGD nog 4 knopen wat te veel is om op tijd het TGD in te draaien. Ook voor vloedstroom werd aangegeven dat deze snelheid beheerst moet zijn (eerder 2 à 3 knopen over de grond). Enkel in run 06\_P2 werd de knik gerond wat bij een oostelijke 5 Bft wind vlot verliep met voldoende afstand tot afgemeerd schip en kade.

Tussen boeien 84 en 88 zitten de schepen centraal in de vaarweg of dicht bij de groene kant. Bij run 06\_P1 en 06\_P2 proberen de loodsen het langst in de strekking van de ebstroom te varen. De positie van deze twee runs ter hoogte van boei 88 is wel verschillend. Door de lage snelheid bij het indraaien van de monding en met twee sleepboten en boegschroef slaagt men er in veilig het TGD in te varen. Dit gold niet voor run 05\_P1 waarbij niet de sleepbootconfiguratie (identiek aan run 06\_P2) maar wel de langssnelheid verschilde. Ter hoogte van boei 93 moet het schip 06\_P2 ongeveer 20 min wachten op de rivier alvorens de vaarweg en de dokken vrij zijn om de reis verder te zetten. Bij de ebstroom en O 5 Bft kan het schip ter plaatse gehouden worden met de boegschroef en de sleepboten. Echter door het ontbreken van een voorsleepboot wordt de boegschroef lang (ongeveer de volledige duur van 20 minuten) net onder het maximum vermogen ingezet.



Figuur 18 – Opvaart naar Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij eb en noordoostelijke windrichting



Run 09\_P2 rood (NO5), 09\_P4 blauw (NO5), 10\_P1 groen en 10\_P4 magenta (NO3)

Vier simulaties werden uitgevoerd met een 400 m schip bij eb en noordoostelijke 5 Bft wind. Voor run 09\_P4 werd de simulatie met de vier schepen in het scenario gestopt toen het schip nog op de rivier was en voor run 09\_P2 (Figuur 18) is het indraaimanoeuvre in het TGD niet geslaagd. Bij het invaren van de monding tijdens run 09\_P2 wordt er te ver (zuidelijk) in de monding gevaren waardoor het niet meer mogelijk is om een voldoende grote rate of turn op te bouwen om met het schip in één beweging nog het TGD in te varen. Hierdoor komt het schip dwars in het DGD te liggen en wordt de zuidelijke punt tussen TGD en DGD aangevaren (ook verkeerde instelling van het schip op de PPU).

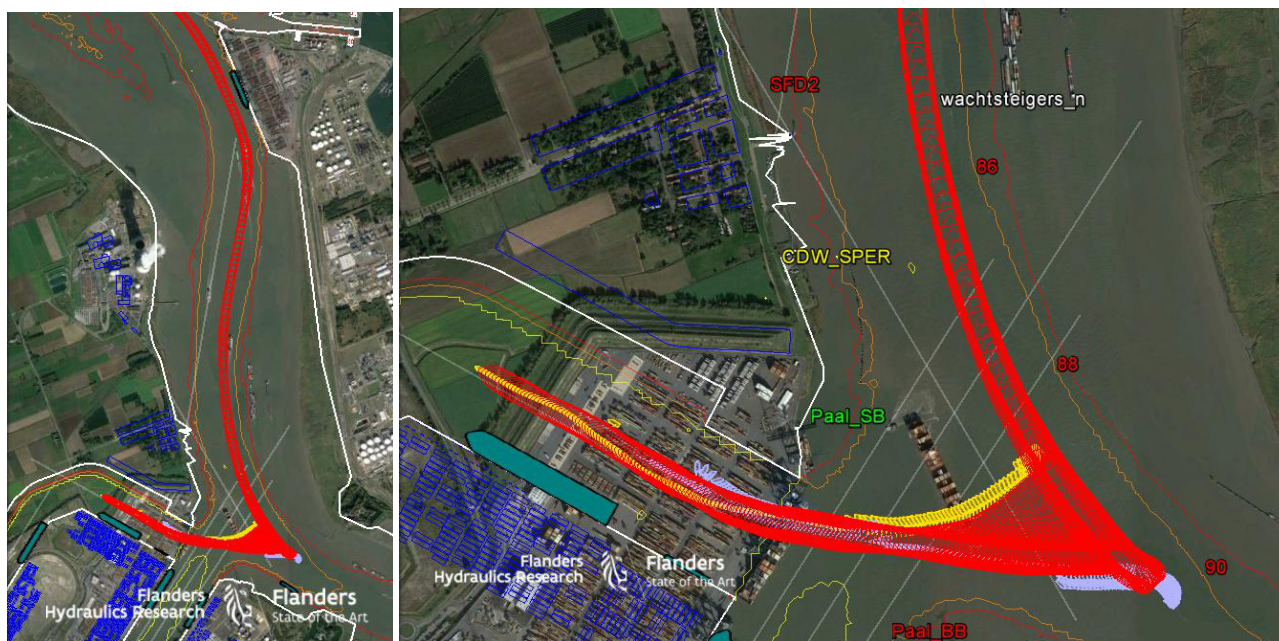
De tracks tussen de Europaterminal en de monding van het DGD zijn zeer uiteenlopend per simulatie. Tussen boeien 91 en 93 volgen de meeste schepen de groene kant maar bij run 09\_P4 moet het schip zich ophouden in deze zone waardoor het een breder pad inneemt. Het schip in run 09\_P4 houdt zich enigszins op om vervolgens een ontmoeting te realiseren met 09\_P1 opwaarts boei 82.

Tussen boeien 84 en 86 zitten sommige schepen aan de groene kant en andere zoals 10\_P1 aan de rode kant van de rivier. Normaal gezien zouden, aangezien de Schelde een tweewegsrivier is, opvarende schepen aan de groene kant moeten zitten. Het schip in run 09\_P2 (rood in Figuur 18) ontmoet 09\_P1 ter hoogte van boei 84 net zoals 10\_P4 met 10\_P3. Het schip in run 10\_P1 ontmoet 10\_P3 opwaarts boei 82 waarna het opvarende schip 10\_P1 naar de rode kant van de rivier vaart en pas ter hoogte van boei 86 de rivier oversteekt naar de monding van het DGD. Alle simulaties werden uitgevoerd met drie sleepboten waarbij meestal een configuratie met één voor- en twee achtersleepboten werd toegepast. In run 10\_P1 werd één achtersleepboot vervangen door een duwer. Bij windkracht 3 Bft in runs 10\_P1 en 10\_P4 werden de sleepboten alleen bij het invaren van het TGD ingezet (10\_P1) of werd de voorsleepboot helemaal niet ingezet (10\_P4). In run 09\_P2 en algemeen voor invaart van het TGD bij een sterke ebstroom vanaf windkracht 5 Bft zijn drie sleepboten noodzakelijk en zou training en correcte instellingen van de PPU moeten voorkomen dat het schip in contact komt met de kade.

### 3.2.6 Manoeuvres vanuit het Tweede Getijdendok bij ebstroom

Eén simulatie werd uitgevoerd met het 430 m schip bij eb (240 min na HW) en een noordoostelijke 3 Bft wind (Figuur 19). Voor het 400 m schip werden vier simulaties uitgevoerd bij eb en bij oostelijke en noordoostelijke windrichtingen (Figuur 20). Het sleepbootgebruik is samengevat in Tabel 15.

Figuur 19 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok: 430 m ULCS bij eb met run 10\_P3 (NO3)



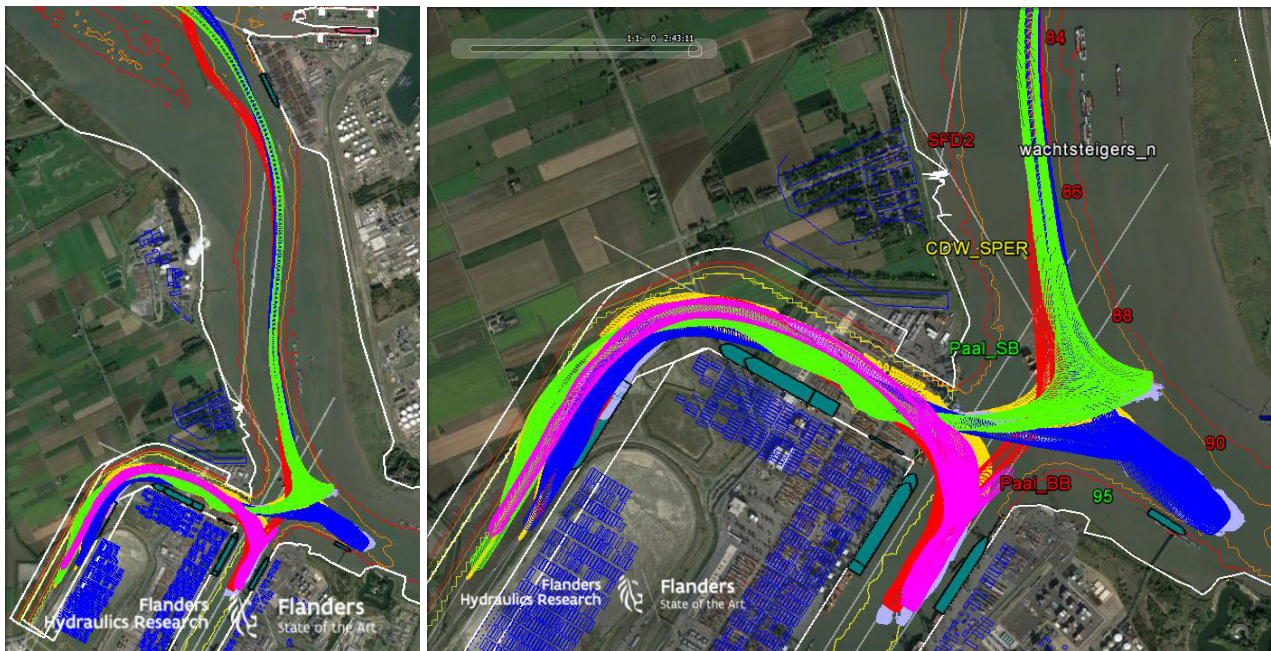
Tabel 15 – Sleepbootgebruik voor de simulaties vanuit het TGD bij ebstroom

| Run   | Schip | Wind | Tug 1 | Tug 2 | Tug 3 | Tug 4 |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 10_P3 | 430 m | NO3  | Fore  | Aft   | -     | -     |
| 05_P4 | 400 m | O5   | Fore  | Aft   | -     | -     |
| 06_P4 | 400 m | O5   | Fore  | Aft   | -     | -     |
| 09_P1 | 400 m | NO5  | Fore  | Aft   | -     | -     |
| 10_P2 | 400 m | NO3  | Fore  | Aft   | -     | -     |

Simulatie 10\_P3 met het 430 m ULCS wordt gestart in het deel van het TGD tussen de knik en de monding met een voor- en achtersleepboot van elk 80 ton. Het op de rivier komen verloopt vlot met een goede reserve op boegschroef en sleepboten (beperkte wind van NO 3 Bft). Op de rivier houdt het schip de rode kant in afvaart maar komt ter hoogte van de Europaterminal dichtbij het afgemeerde schip aan deze terminal. Dit is te wijten aan een ontmoeting met 10\_P1 net opwaarts boei 82 wat te dicht is bij de Europaterminal om dan voldoende afstand tussen afvarend en afgemeerd schip te garanderen (slechts ongeveer een scheepsbreedte als tussenafstand).



Figuur 20 – Afvaart vanuit Tweede Getijdendok: 400 m ULCS bij eb



*Run 05\_P4 rood (O5), 06\_P4 blauw (O5), 09\_P1 groen (NO5) en 10\_P2 magenta (NO3)*

Alle runs met het 400 m ULCS starten in het parallel deel van het TGD met het DGD. Er werd in de twee varianten gevaren met run 05\_P4 en 06\_P4 bij O 5 Bft in de VOVB variant en 09\_P1 en 10\_P2 in de VOVB\_HA variant (Figuur 20). Bij run 05\_P4 en 10\_P2 werd vanuit het TGD eerst achteruit het DGD ingevaren om vervolgens vanuit het DGD de rivier op te gaan, dit om ruimte te maken voor een opvarend schip naar het TGD. Voor de andere simulaties werd achteruit vanuit het TGD de rivier opgevaren. Het traject is voor 06\_P4 en 09\_P1 nogal verschillend waarbij het schip in 06\_P4 achteruit tot voorbij boei 90 vaart (minstens -18 m waterdiepte) en ook dichtbij de Ineos Phenolsteiger komt. In run 09\_P1 wordt de rivier dwars opgevaren om een opvarend schip niet te lang te laten wachten waarbij de ebstroom deels gebruikt wordt om de koerswijziging tussen boeien 90 en 88 te realiseren.

In het TGD komt het schip in run 06\_P4 bij een oostelijke 5 Bft wind het dichtste bij het afgemeerde schip na het rondenvan de knik. Er zou meer afstand kunnen bewaard worden. De afstand in run 09\_P1 is iets ruimer maar wel minder dan een scheepsbreedte. Alle simulaties werden uitgevoerd met een voor- en achtersleepboot. Tijdens run 09\_P1 moet de achtersleepboot meer dan 10 minuten vol trekken wat volgens de sleepbootkapitein in realiteit niet aan te raden is. Het is dus aangewezen om een extra sleepboot te voorzien (achtersleepboot of duwer) om de grote windvang te compenseren bij hogere windkracht of lage snelheid door bijvoorbeeld wachten in het TGD op andere schepen.

Op de rivier volgen run 05\_P4, 06\_P4 en 09\_P1 gelijkaardige trajecten tot boei 82. Het traject van run 05\_P4 langs de Europaterminal is niet realistisch omdat de loodsen het schip niet meer bestuurden en door tussenkomst van de operator het schip weer op de vaarweg werd gebracht. De afstand tussen het afvarende schip in run 06\_P4 of 09\_P1 en het afgemeerde schip aan de Europaterminal is wel groter dan in run 10\_P3.



### 3.3 Analyse per scenario

Naast het analyseren van de individuele simulatieruns per op- of afvaart en stroomconditie en uitgevoerd manoeuvre is het ook belangrijk om een analyse uit te voeren waarbij gekeken wordt naar de afstemming van de verschillende manoeuvres in een scenario met vier (of in run 07 twee) ULCS. Doel is om na te gaan welke de aandachtspunten zijn bij het organiseren van manoeuvres naar/van het Deurganckdok en het Tweede Getijdendok. Uiteraard zullen in realiteit ook nog binnenschepen en schepen van en naar de Kieldrechtsluis moeten beschouwd worden maar in Deelrapport 6 (Eloot *et al.*, 2018c) werden, bij een verkennend onderzoek naar de manoeuvres van getijafhankelijke schepen in de monding van het Deurganckdok, vooral combinaties van containerschepen naar/van het DGD en TGD als prioritair te onderzoeken scenario's gekozen.

Er wordt een onderscheid gemaakt naar de volgende scenario's zoals ook aangegeven in 2.2:

- drie schepen in opvaart en één schip in afvaart;
- twee schepen in opvaart en twee schepen in afvaart;
- drie schepen in afvaart en één schip in opvaart;
- twee schepen in opvaart (run 07).

Voor elk uitgevoerd type scenario wordt nog een onderscheid gemaakt naar de stroomconditie omdat dit ook aanleiding geeft tot gewijzigde manoeuvres zoals besproken in Hoofdstuk 3.2. In een kwalitatief/kwantitatief beschrijvende tabel worden de volgende parameters beschreven (zie bijvoorbeeld Tabel 16):

- variable/player in het scenario (P1, P2, P3 of P4);
- schip (lengte/diepgang): de lengte en de diepgang van het schip worden gegeven zodat het duidelijk is welk schip (400 m of 430 m) welk traject gevaren heeft en met welke diepgang (dichter bij de getijonafhankelijke diepgang van 131 dm of de maximale diepgang van 150 dm en meer, afhankelijk van op- of afvaart);
- startpositie: de boei of het dok wordt aangegeven (noord of zuid voor DGD of voor of na knik voor TGD);
- tussenpositie: met deze positie wordt aangegeven of het schip zich ergens moet ophouden of dus moet wachten om zijn manoeuvre verder te kunnen zetten;
- eindpositie: de boei of het dok wordt aangegeven (zie ook startpositie). Mogelijk wordt ook de monding vermeld indien de simulatie gestopt werd toen het schip zich in de monding van het DGD bevond;
- tijd op rivier: de tijd dat het schip vanaf de start van de simulatie bij opvaart of na verlaten van de monding bij afvaart op de rivier heeft doorgebracht. Belangrijk hierbij is het moment waarop het schip de rivier verlaat of opvaart in relatie tot de positie in de monding. Dit kan per manoeuvre verschillen aangezien er manoeuvres zijn waarbij het schip in opvaart rechtstreeks de monding doorvaart of eerst de monding voorbijvaart om vervolgens achteruit de monding in te varen. Hetzelfde geldt voor een afvaart. De tijden geven dus globale interpretaties.
- tijd in monding (Figuur 21): de tijd dat het schip doorbrengt tussen het moment waarop het door de denkbeeldige verbindinglijn tussen boeien CDW\_SPER en 95 vaart of er parallel mee ligt op de rivier en voorbij de lichtenlijn van het TGD is voor schepen met bestemming of vertrek het DGD of wanneer het schip over de volledige scheepslengte net in het TGD is;
- tijd in dok: de tijd dat het schip doorbrengt in het DGD of het TGD;
- totale tijd scenario: deze tijd is de volledige duur van de uitgevoerde simulatie;
- ontmoeting: er wordt aangegeven welke players (schepen) elkaar ontmoet hebben op ongeveer parallelle koersen op welke locatie op de rivier. Situaties waarbij de schepen aan lage snelheid in de monding dicht bij elkaar komen, werden niet opgenomen als ontmoeting.

Figuur 21 – Omschrijving van de monding



### 3.3.1 Drie schepen in opvaart en één schip in afvaart

Tijdens de zes simulaties die werden uitgevoerd, werden er twee uitgevoerd met een grotere afstand tussen de opvarende schepen (eerder 15 minuten zoals in 2.1.1 beschreven met runs 00 en 08) en vier met een kortere afstand tussen de opvarende schepen (runs 02, 05, 06 en 09). In Tabel 16 worden de simulaties uitgevoerd bij vloedstroom beschreven en in Tabel 17 deze bij ebstroom.

#### Vloedstroom

De simulaties bij vloedstroom met drie opvarende schepen en één afvarend schip duren allen ongeveer even lang (ongeveer 1 uur 24 min, Tabel 16). De simulaties verschillen wel in start/tussen/eindposities van de verschillende schepen en de uitgevoerde manoeuvres. Voor het afvarende schip bijvoorbeeld vertrekt 00\_P4 vanuit het DGD terwijl 02\_P4 en 08\_P4 vertrekken vanuit een positie opwaarts de knik in het TGD. De tussenpositie verschilt ook met enerzijds wachten in het DGD (00\_P4 en 02\_P4) of wachten aan boei 90 (08\_P4). Ten gevolge van dit wachten is de eindpositie van het afvarende schip verschillend tussen boeien 72 en 93. Waar de opvarende schepen naar toe moeten, bepaalt uiteraard mee hoe het afvarende schip zijn traject kan uitvoeren. De wachttijd in het DGD voor 00\_P4 (1 uur 8 min) en voor 02\_P4 (28 min) zal ook de bewegingen van andere schepen in het DGD bepalen maar volgens de prognose zal het aantal tijafhankelijke schepen naar/van de Kieldrechtshuis beperkt zijn (gemiddeld één om de vijftien dagen). De tijd die nodig was voor 02\_P4 en 08\_P4 om vanaf een positie in het TGD na de knik naar de ingang te komen varieerde tussen respectievelijk 22 en 39 minuten waarbij beide schepen ongeveer een scheepslengte verschil hadden in hun startpositie (Figuur 22). Hoewel de gemiddelde snelheid die een ULCS van 400 m en meer in het TGD wil aanhouden rond de 2 à 3 knopen is (zowel vooruit als achteruit) kan door het afstemmen op opvarende schepen de ULCS moeten wachten in het TGD. Deze wachttijd verklaart bijkomend het verschil tussen 02\_P4 (wachten in het DGD) en 08\_P4 (wachten in het TGD tot 08\_P1 achteruit in het DGD is gevaren). De tijd die de schepen in de monding doorbrengen, varieert tussen 4 en 7 minuten.

In run 00 en 08 vertrekken de opvarende schepen op drie locaties die in beide runs identiek zijn (boeien 66 – 76 en 89) en zijn ook de eindposities ongeveer gelijkaardig (run 00\_P1 was voor het DGD bestemd maar de simulatie werd gestopt toen het schip in de monding kwam). De schepen die naar het DGD gaan (00\_P3, 02\_P2 en 08\_P3), blijven het langst in de monding (15 min) wanneer het schip direct het zwaaimanoeuvre

uitvoert en daarbij de snelheid van positief naar negatief moet gebracht worden. In run 02\_P2 wordt eerst gewacht op de rivier tussen boeien 88 en 90 en wordt de monding direct met een negatieve snelheid over de grond ingevaren. Hierdoor is de tijd in de monding korter (tot 7 minuten). De schepen die direct van de rivier het TGD indraaien (00\_P2, 02\_P1, 02\_P3, 08\_P1 en 08\_P2), verblijven tussen 5 en 8 minuten in de monding waarbij vier van de vijf schepen afgerond 8 minuten in de monding zijn. Run 02\_P1 met de kortste tijd werd uitgevoerd 2 uur voor HW en bij ZW 6 Bft waarbij het dichtst bij de CDW werd genaderd (groen in Figuur 23).

Tabel 16 – Scenario met drie schepen in opvaart en één in afvaart bij vloedstroom

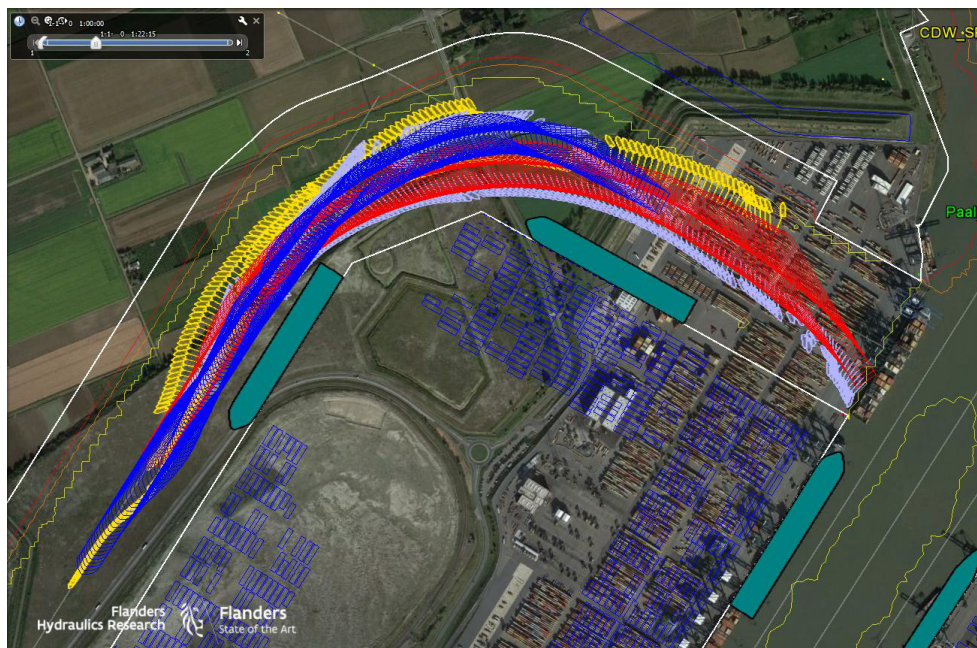
| Run | Variabele/player         | P1                                                                        | P2             | P3             | P4                           |
|-----|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------------------------|
| 00  | Schip (lengte, diepgang) | 400 m / 135 dm                                                            | 400 m / 142 dm | 430 m / 150 dm | 400 m / 135 dm <sup>8</sup>  |
|     | Startpositie             | Boei 66                                                                   | Boei 76        | Boei 89        | DGD Zuid                     |
|     | Tussenpositie            | Geen                                                                      | Geen           | Geen           | DGD                          |
|     | Eindpositie              | Monding                                                                   | TGD (na knik)  | DGD Noord      | Boei 93                      |
|     | Tijd op rivier           | 1 uur 25 min                                                              | 1 uur          | 30 min         | 13 min                       |
|     | Tijd in monding          | -                                                                         | 8 min          | 15 min         | 4 min                        |
|     | Tijd in dok              | -                                                                         | 17 min         | 40 min         | 1 uur 8 min                  |
|     | Totale tijd scenario     | 1 uur 25 min                                                              |                |                |                              |
|     | Ontmoeting               | (P3, P4) op 51 min (in DGD) en (P4, P1) op 1 uur en 17 min (boei 84 - 86) |                |                |                              |
| 02  | Schip (lengte, diepgang) | 400 m / 135 dm                                                            | 400 m / 142 dm | 430 m / 150 dm | 400 m / 135 dm               |
|     | Startpositie             | Boei 66                                                                   | Boei 72        | Boei 80        | TGD (na knik)                |
|     | Tussenpositie            | Geen                                                                      | Boei 88 – 90   | Geen           | DGD                          |
|     | Eindpositie              | TGD (ingang)                                                              | DGD            | TGD (na knik)  | Boei 72                      |
|     | Tijd op rivier           | 1 uur 19 min                                                              | 1 uur 7 min    | 42 min         | 30 min                       |
|     | Tijd in monding          | 5 min                                                                     | 7 min          | 8 min          | 4 min                        |
|     | Tijd in dok              | -                                                                         | 10 min         | 34 min         | 22 min (TGD)<br>28 min (DGD) |
|     | Totale tijd scenario     | 1 uur 24 min                                                              |                |                |                              |
|     | Ontmoeting               | (P1, P4) op 1 uur 4 min (boei 93)                                         |                |                |                              |

<sup>8</sup> De afvarende schepen worden in de tabel in grijsintint opgevuld om het onderscheid te maken met de opvarende schepen. De richting van uitvoering wijzigt immers waarbij de schepen in opvaart eerst op de rivier zijn en in afvaart eerst in het dok.



| Run | Variabele/player         | P1                                     | P2             | P3                     | P4             |
|-----|--------------------------|----------------------------------------|----------------|------------------------|----------------|
| 08  | Schip (lengte, diepgang) | 400 m / 135 dm                         | 400 m / 142 dm | 430 m / 150 dm         | 400 m / 135 dm |
|     | Startpositie             | Boei 66                                | Boei 76        | Boei 89                | TGD (na knik)  |
|     | Tussenpositie            | Geen                                   | Geen           | Geen                   | Boei 90        |
|     | Eindpositie              | TGD (ingang)                           | TGD (na knik)  | DGD                    | Boei 89a       |
|     | Tijd op rivier           | 1 uur 16 min                           | 58 min         | 26 min                 | 37.5 min       |
|     | Tijd in monding          | 7.5 min <sup>9</sup>                   | 8 min          | 15 min                 | 7 min          |
|     | Tijd in dok              | -                                      | 17.5 min       | 42.5 min <sup>10</sup> | 39 min         |
|     | Totale tijd scenario     | 1 uur 23.5 min                         |                |                        |                |
|     | Ontmoeting               | (P1, P4) op 1 uur 9 min (boei 84 – 86) |                |                        |                |

Figuur 22 – Detail vloedstroom: 02\_P4 (rood, ZW6) en 08\_P4 (blauw, NW5) in TGD



<sup>9</sup> Het schip was nog niet volledig met het achterschip in het TGD.

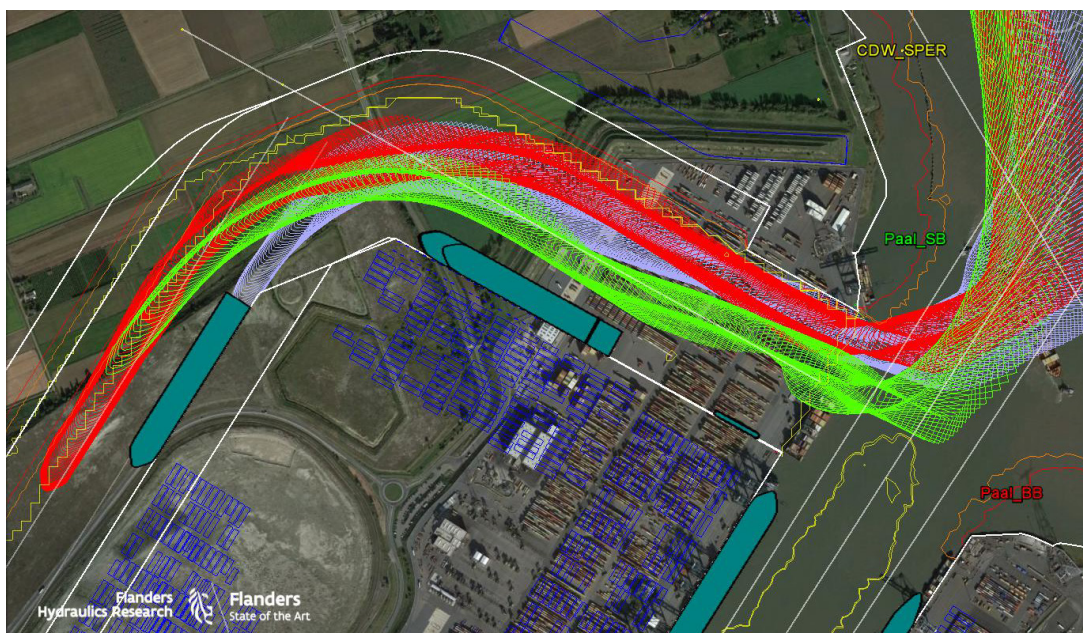
<sup>10</sup> Een tijd die in grijs is geschreven, is minder relevant, bijvoorbeeld omdat het schip in het dok gaat afmeren en de resterende simulatietijd, relevant voor de andere schepen in het scenario, hiermee wordt opgevuld.

Figuur 23 – Detail vloedstroom: 02\_P1 (groen, ZW6) en andere runs (grijs, 00\_P2 ZW5, 02\_P3 ZW6, 08\_P1 en 08\_P2 NW5)



De tijd dat runs 00\_P2, 02\_P3 en 08\_P2 in het TGD zijn, varieert tussen 17 en 34 minuten waarbij de variatie te wijten is aan de verschillende eindpositie en het wachten van de ULCS in 02\_P3 gedurende 8 minuten op de eindpositie (plus extra tijd voor vertragen). De dubbele tijd van run 02\_P3 (rood in Figuur 24) is dus eerder te wijten aan een wachttijd (stilliggend met sleepboten) in het tweede deel van het TGD in vergelijking met run 08\_P2 (groen) voor de variant VOVB\_HA. De tijd om van de ingang van het TGD tot parallel met de knikzijde te komen varieert gering met waarden tussen 13 en 15 minuten voor 08\_P2 respectievelijk 02\_P3 (gemiddelde snelheden tussen 2.3 en 2.6 knopen).

Figuur 24 – Detail vloedstroom: 00\_P2 (grijs, ZW5), 02\_P3 (rood, ZW6) en 08\_P2 (groen, NW5)





## Ebstroom

De simulaties bij ebstroom met drie opvarende schepen en één afvarend schip duren langer dan deze bij vloedstroom en verschillen ook met waarden tussen 1 uur 32 min en 1 uur 43 min (Tabel 17). Het moeilijkere manoeuvre van het invaren van de monding bij eb zowel voor schepen met bestemming het TGD of het DGD bepaalt dit mee.

De afvarende schepen 05\_P4, 06\_P4 en 09\_P1 starten allen in het TGD opwaarts de knik maar hebben wel allen verschillende tussenposities. 05\_P4 (groen in Figuur 25) vaart achteruit het DGD in en gaat vooruit in de kortste tijd door de monding naar de rivier (4 minuten). In 06\_P4 gaat het schip achteruit de monding in en vaart tot op de rivier naar boei 90 om daar te wachten. De tijd in de monding is dan 10 minuten door de achterwaartse beweging. In 09\_P1 wordt direct vanuit de monding de rivier opgevaren en loopt de tijd in de monding op tot 14 minuten (grotere koerswijziging). De tijden die de afvarende schepen in het TGD zijn, varieert tussen 28 en 39 minuten en komen overeen het bereik van 22 tot 39 minuten bij vloedstroom. Aangezien er geen stroom is in de dokken is er wel geen verband op basis van stroomconditie te verwachten. De spreiding heeft opnieuw te maken met de startpositie in het TGD (09\_P1 ligt verder in het TGD) en de vlotheid waarmee het dok wordt doorgevaren door het optreden van wachttijden in het TGD. De ULCS 05\_P4 en 06\_P4 gaan in één beweging van hun startpositie naar de monding (niet wachten in het TGD, tijden van 28 en 29 minuten) terwijl de ULCS 09\_P1 ook vlot naar de ingang van het TGD vaart maar daar moet vertragen en wachten tot 09\_P3 achteruit het DGD is ingevaren. Een iets meer opwaartse startpositie en het wachten in het TGD om de monding op te komen verklaren het verschil van ongeveer 10 minuten.

Tabel 17 – Scenario met drie schepen in opvaart en één in afvaart bij ebstroom

| Run | Variabele/player         | P1                                | P2             | P3             | P4                           |
|-----|--------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|------------------------------|
| 05  | Schip (lengte, diepgang) | 400 m / 135 dm                    | 400 m / 142 dm | 430 m / 150 dm | 400 m / 135 dm               |
|     | Startpositie             | Boei 70                           | Boei 76        | Boei 89        | TGD (na knik)                |
|     | Tussenpositie            | Geen                              | Boei 88 - 90   | Geen           | DGD                          |
|     | Eindpositie              | TGD (ingang)                      | DGD            | TGD (na knik)  | Boei 82 <sup>11</sup>        |
|     | Tijd op rivier           | 1 uur 20 min                      | 55 min         | 35 min         | 40 min                       |
|     | Tijd in monding          | <i>12 min</i> <sup>12</sup>       | 11 min         | 13 min         | 4 min                        |
|     | Tijd in dok              | -                                 | 26 min         | 44 min         | 28 min (TGD)<br>20 min (DGD) |
|     | Totale tijd scenario     | 1 uur 32 min                      |                |                |                              |
|     | Ontmoeting               | (P1, P4) op 1 uur 2 min (boei 93) |                |                |                              |

<sup>11</sup> Het schip/de simulatorbrug van P4 werd door de loodsen verlaten (simulatie liep nog door voor alle simulatoren) ter hoogte van boei 82 op 1 uur 5 min.

<sup>12</sup> Het schip is niet volledig in het TGD gevaren. Dit wordt in cursief voorgesteld.



| Run | Variabele/player         | P1                                 | P2                   | P3                           | P4                            |
|-----|--------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 06  | Schip (lengte, diepgang) | 400 m / 135 dm                     | 400 m / 142 dm       | 430 m / 150 dm               | 400 m / 135 dm                |
|     | Startpositie             | Boei 72                            | Boei 80 (NZT)        | Boei 93                      | TGD (na knik)                 |
|     | Tussenpositie            | Geen                               | Geen                 | DGD                          | Boei 88 - 90                  |
|     | Eindpositie              | TGD                                | TGD (na knik)        | TGD                          | Boei 78                       |
|     | Tijd op rivier           | 1 uur 37 min                       | 1 uur 2 min          | 14 min                       | 25 min<br>(boei 90)<br>39 min |
|     | Tijd in monding          | 6 min <sup>13</sup>                | 15 min               | 18 min                       | 10 min                        |
|     | Tijd in dok              | -                                  | 26 min               | 16 min (DGD)<br>55 min (TGD) | 29 min                        |
|     | Totale tijd scenario     | 1 uur 43 min                       |                      |                              |                               |
|     | Ontmoeting               | (P1, P4) op 1 uur 15 min (boei 93) |                      |                              |                               |
| 09  | Schip (lengte, diepgang) | 400 m / 135 dm                     | 400 m / 142 dm       | 430 m / 150 dm               | 400 m / 135 dm                |
|     | Startpositie             | TGD (na knik)                      | Boei 80 (NZT)        | Boei 93                      | Boei 76                       |
|     | Tussenpositie            | Geen                               | Geen                 | DGD                          | Geen                          |
|     | Eindpositie              | Boei 70                            | DGD (dwars)          | TGD (na knik)                | Boei 86                       |
|     | Tijd op rivier           | 43 min                             | 1 uur 23 min         | 18 min                       | 1 uur 38 min                  |
|     | Tijd in monding          | 14 min                             | 15 min <sup>14</sup> | 24 min                       | -                             |
|     | Tijd in dok              | 39 min                             | -                    | 23 min (DGD)<br>33 min (TGD) | -                             |
|     | Totale tijd scenario     | 1 uur 38 min                       |                      |                              |                               |
|     | Ontmoeting               | (P1, P2) op 1 uur 8 min (boei 84)  |                      |                              |                               |

Tijdens drie runs wordt het manoeuvre bij eb uitgevoerd naar het DGD (achteruit zwaaien) waarbij in run 05\_P2 eerst gewacht wordt aan boei 95 om daarna in 11 minuten door de monding te varen (Figuur 26). In de andere twee runs 06\_P3 en 09\_P3 vaart het schip via het DGD naar het TGD waarbij respectievelijk 18 en 24 minuten in de monding worden doorgebracht. Het vertragen voor het zwaaien maar ook het vertragen

<sup>13</sup> Het schip was nog niet volledig met het achterschip in het TGD.

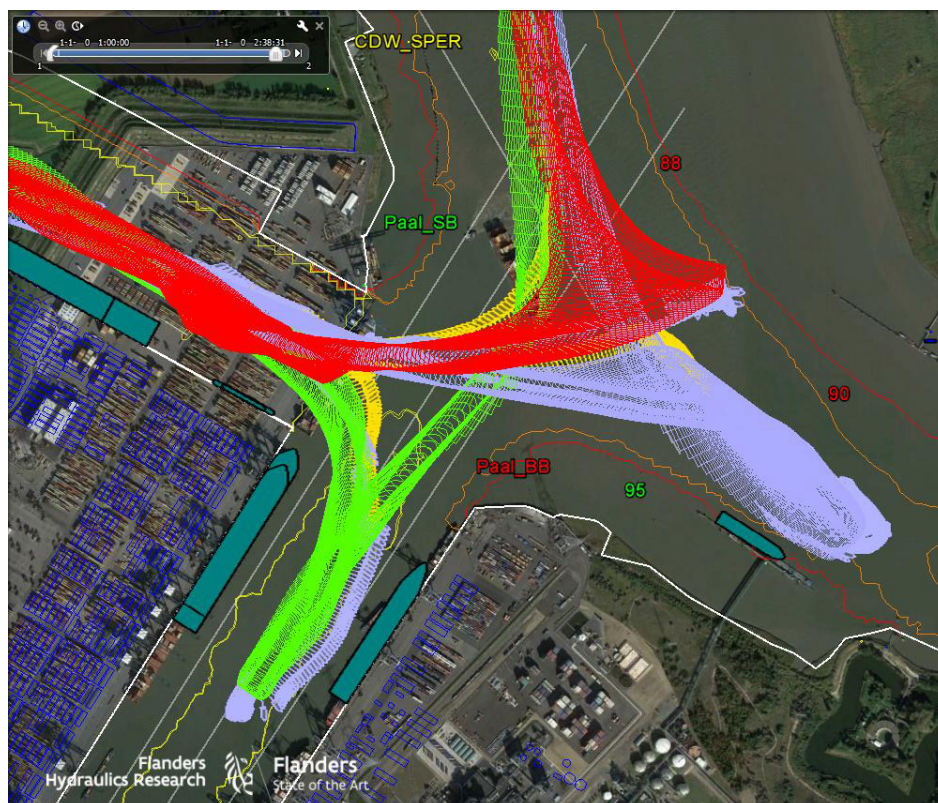
<sup>14</sup> Het schip was nog niet volledig met het achterschip in het TGD.

voor de schepen die naar het TGD moeten, bepaalt mee de tijd dat de monding bezet is en is groter dan de tijden van 8 tot 15 minuten bij vloedstroom.

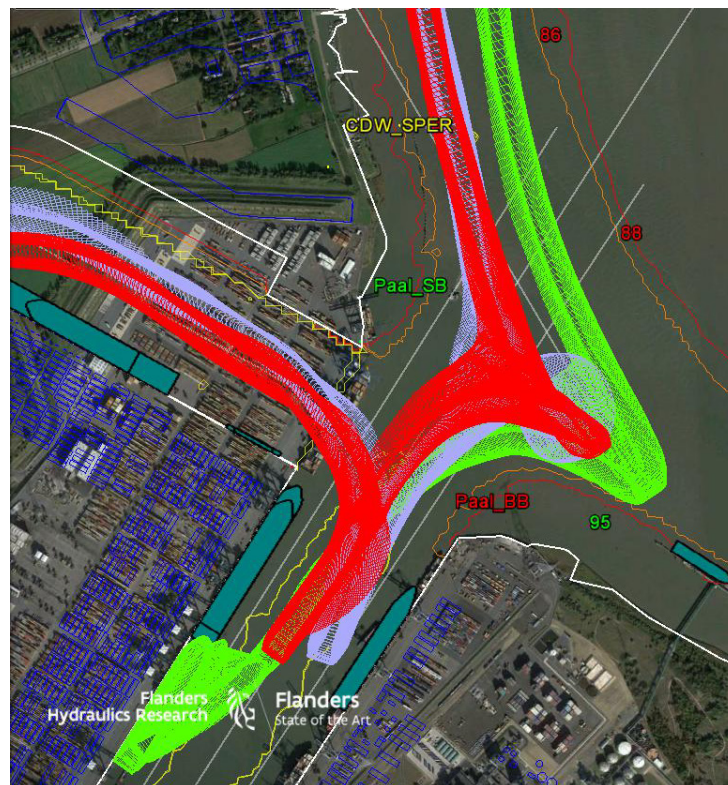
De runs waarbij het schip vanop de rivier rechtstreeks het TGD invaart, geven voor de runs waarbij het schip volledig tot in het TGD is gevaren (05\_P3 en 06\_P2) tijden in de monding van 13 en 15 minuten. In de andere runs (05\_P1, 06\_P1 en 09\_P2, niet volledig in het TGD) verloopt het invaren ook niet altijd vlot waarbij men dicht bij de hoek tussen het TGD en het DGD komt.

In run 06\_P3 en 09\_P3 waarbij het schip via het DGD naar het TGD vaart, moet het schip in het DGD verblijven (16 tot 23 minuten). Aangezien deze schepen in het DGD nagenoeg stilliggen, moet een ontmoeting met andere schepen naar het DGD of de KIS goed overwogen worden. Schepen in afvaart uit de KIS moeten ook rekening houden met de opvarende schepen en blijven dus ook wachten terwijl een opvarend schip naar het DGD of de KIS het drijvende schip (op de 100 m lichtenlijn) mogelijk kan passeren.

Figuur 25 – Detail ebstroom: 05\_P4 (groen, O5), 06\_P4 (grijs, O5) en 09\_P1 (rood, NO5)



Figuur 26 – Detail ebstroom: 05\_P2 (groen, O5), 06\_P3 (grijs, O5) en 09\_P3 (rood, NO5)



### 3.3.2 Twee schepen in opvaart en twee schepen in afvaart

Voor het scenario met twee schepen in opvaart en twee schepen in afvaart zijn er drie simulaties uitgevoerd bij vloedstroom (Tabel 18) en één bij ebstroom (Tabel 19).

#### Vloedstroom

Voor de runs bij vloedstroom verschilt de totale duur van elke run omdat de startposities van de schepen verschillen per run. Run 01 en 04 (duur: 1 uur 12 min en 1 uur 30 min) zijn vergelijkbaar met startposities voor de opvarende schepen tussen boei 76 en 93 en voor de afvarende schepen in het TGD net voor of na de knik. In run 011 (47 min) zijn de afvarende schepen aan de ingang van het TGD of in de knik gelegd en vertrekken de opvarende schepen ook op boei 76 of 89.

Omdat twee schepen per run afvarend zijn en beide in het TGD vertrekken, kan de tijd in het dok voor één van beide oplopen omdat het TGD een one-way dok<sup>15</sup> is en het meest opwaartse schip moet wachten op het meest afwaartse. De langste gelinkte tijden zijn 35 en 53 minuten voor run 01 en 26 en 55 minuten voor run 04. De tijden lopen op omdat er ook moet gewacht worden in het dok op de opvarende schepen. Dit laatste geldt niet voor run 011 waarbij de afvarende schepen (1.5 en 16 minuten in het TGD) direct aan de ingang en in de knik liggen. Door de tijden op de rivier en in het dok te vergelijken voor de afvarende en opvarende schepen in één scenario in Tabel 18 of andere tabellen kan men ook de volgorde van de schepen in de monding visualiseren. De afvarende schepen uit TGD brengen 8, 9, 10 of 14 minuten door in de monding. Het merendeel komt overeen met de gemiddelde 8 minuten voor één afvarend schip bij vloedstroom. Run 11\_P2

<sup>15</sup> Het TGD is een one-way dok voor ULCS omdat het dok geen kruising van twee varende schepen in het dok toelaat naast de afgemeerde schepen. Uiteraard speelt de grootte van de schepen (bijvoorbeeld binnenschepen) hier ook een rol bij.



geeft 14 minuten in de monding omdat het schip in de monding zelf zijn koerswijziging om op de rivier te komen realiseert, terwijl de afvarende ULCS 11\_P3 ter hoogte van boei 90 wacht om de 11\_P2 voor te laten.

Voor de opvarende schepen die als bestemming het DGD hebben (01\_P3 en 04\_P1), is de tijd in de monding gelijk en bedraagt 15 minuten wat in overeenstemming is met de tijden met drie opvarende schepen in een scenario (3.3.1). Voor de opvarende schepen die direct van de rivier het TGD indraaien, varieert de tijd in de monding tussen 6 (01\_P2) en 9 (04\_P2) minuten. Voor run 11\_P4 bevindt het schip zich nog volledig in de monding wat de korte tijd van 4 minuten verklaart. Deze tijden zijn opnieuw in overeenkomst met deze van het scenario met drie opvarende schepen.

Tabel 18 – Scenario met twee schepen in opvaart en twee in afvaart bij vloedstroom

| Run | Variabele/player         | P1                             | P2                     | P3                     | P4                           |
|-----|--------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|
| 01  | Schip (lengte, diepgang) | 400 m / 135 dm                 | 400 m / 142 dm         | 430 m / 150 dm         | 400 m / 135 dm               |
|     | Startpositie             | TGD (voor knik)                | Boei 76                | Tussen boeien 91 en 93 | TGD (na knik)                |
|     | Tussenpositie            | Geen                           | Geen                   | Geen                   | DGD                          |
|     | Eindpositie              | Tussen boeien 89 en 89a        | TGD                    | DGD                    | DGD                          |
|     | Tijd op rivier           | 27 min                         | 1 uur 6 min            | 20 min                 | -                            |
|     | Tijd in monding          | 10 min                         | 6 min                  | 15 min                 | -                            |
|     | Tijd in dok              | 35 min                         | -                      | 37 min                 | 53 min (TGD)<br>19 min (DGD) |
|     | Totale tijd scenario     | 1 uur 12 min                   |                        |                        |                              |
|     | Ontmoeting               | (P1, P2) op 57 min (boei 86)   |                        |                        |                              |
| 04  | Schip (lengte, diepgang) | 400 m / 135 dm                 | 400 m / 142 dm         | 430 m / 150 dm         | 400 m / 135 dm               |
|     | Startpositie             | Boei 89                        | Tussen boeien 76 en 78 | TGD (na knik)          | TGD (na knik)                |
|     | Tussenpositie            | Geen                           | Geen                   | Geen                   | Boei 90                      |
|     | Eindpositie              | DGD                            | TGD                    | Boei 87                | Boei 88                      |
|     | Tijd op rivier           | 41 min                         | 1 uur 21 min           | 56 min                 | 17 min (Boei 90)<br>9 min    |
|     | Tijd in monding          | 15 min                         | 9 min                  | 8 min                  | 9 min                        |
|     | Tijd in dok              | 34 min                         | -                      | 26 min                 | 55 min                       |
|     | Totale tijd scenario     | 1 uur 30 min                   |                        |                        |                              |
|     | Ontmoeting               | (P2, P3) 1 uur 8 min (boei 93) |                        |                        |                              |

| Run | Variabele/player         | P1                                                                                                                                   | P2               | P3                           | P4                  |
|-----|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------|---------------------|
| 11  | Schip (lengte, diepgang) | 400 m / 135 dm                                                                                                                       | 400 m / 142 dm   | 430 m / 150 dm               | 400 m / 135 dm      |
|     | Startpositie             | Boei 76                                                                                                                              | TGD (knik)       | TGD (na ingang)              | Boei 89             |
|     | Tussenpositie            | Geen                                                                                                                                 | Geen             | Boei 90                      | Geen                |
|     | Eindpositie              | Boei 93                                                                                                                              | Opwaarts boei 82 | Boei 93                      | TGD                 |
|     | Tijd op rivier           | 47 min                                                                                                                               | 17 min           | 23.5 min (boei 90)<br>14 min | 43 min              |
|     | Tijd in monding          | -                                                                                                                                    | 14 min           | 8 min                        | 4 min <sup>16</sup> |
|     | Tijd in dok              | -                                                                                                                                    | 16 min           | 1.5 min                      | -                   |
|     | Totale tijd scenario     | 47 min                                                                                                                               |                  |                              |                     |
|     | Ontmoeting               | (P2, P4) 37 min (boei 86), (P2, P3) 40 min (tussen boeien 86 en 88), (P1, P2) 45 min (afwaarts boei 93) en (P1, P3) 47 min (boei 93) |                  |                              |                     |

### Ebstroom

Enkel run 10 werd uitgevoerd met twee opvarende en twee afvarende schepen bij ebstroom. Het afvarende schip 10\_P3 gaat eerst uit het TGD en verblijft 10 minuten in de monding. Het volgende afvarende schip 10\_P2 draait achteruit het DGD in en blijft daar wachten tot alle opvarende schepen naar het TGD zijn gevaren. Hierdoor loopt de wachttijd in het DGD op tot 56 minuten. Dit is aanzienlijk meer dan de tijden voor het scenario met drie opvarende schepen. Het tweede afvarende schip zou vanuit het TGD beter direct de rivier opgegaan zijn zodat het met de opvarende schepen had kunnen kruisen op de rivier en niet in het DGD moest blijven wachten om de monding vrij te houden (kruisen niet mogelijk met schepen die voor het TGD bestemd zijn). De opvarende schepen verblijven 9 (10\_P1, nog niet volledig in het TGD) en 11 minuten (10\_P4) in de monding wat lager is dan voorgaande simulaties. In Figuur 27 zijn de simulaties voorgesteld en tonen zij bij een lage windconditie (NO 3 Bft) een vlotte invaart.

Tabel 19 – Scenario met twee schepen in opvaart en twee in afvaart bij ebstroom

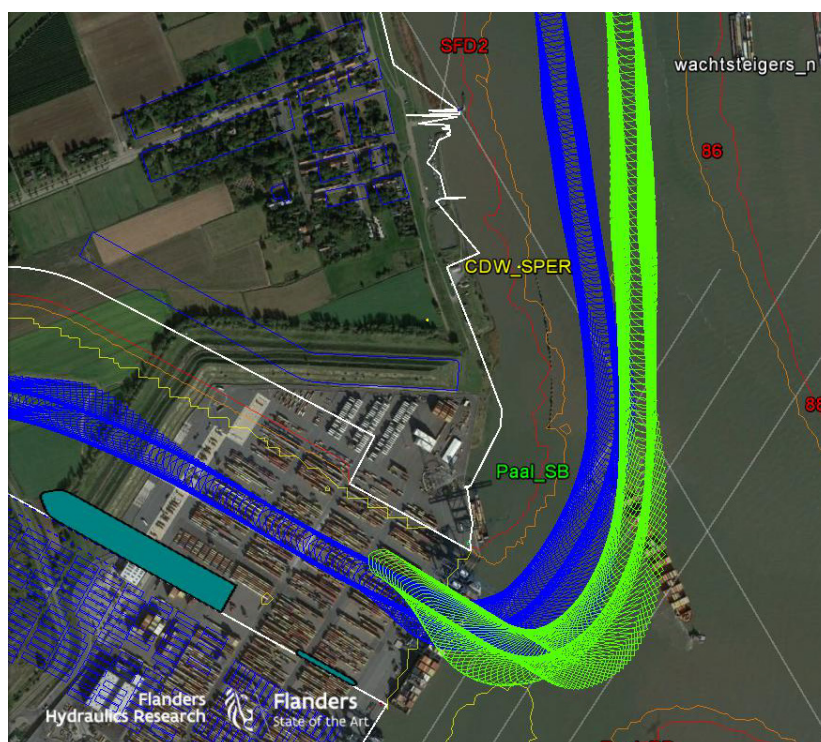
| Run | Variabele/player         | P1             | P2             | P3                   | P4             |
|-----|--------------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|
| 10  | Schip (lengte, diepgang) | 400 m / 135 dm | 400 m / 142 dm | 430 m / 150 dm       | 400 m / 135 dm |
|     | Startpositie             | Boei 76        | TGD (na knik)  | TGD (voor knik)      | Boei 89        |
|     | Tussenpositie            | Geen           | DGD            | Geen                 | Geen           |
|     | Eindpositie              | TGD (ingang)   | DGD            | Boei 78              | TGD (na knik)  |
|     | Tijd op rivier           | 1 uur 15 min   | -              | 41 min <sup>17</sup> | 53 min         |

<sup>16</sup> Het schip ligt nog volledig in de monding.

<sup>17</sup> Het schip werd voor het einde van de simulatie door de loodsen verlaten.

|  |                      |                                                                 |                              |        |        |
|--|----------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|--------|
|  | Tijd in monding      | 9 min <sup>18</sup>                                             | -                            | 10 min | 11 min |
|  | Tijd in dok          | -                                                               | 28 min (TGD)<br>56 min (DGD) | 7 min  | 20 min |
|  | Totale tijd scenario | 1 uur 24 min                                                    |                              |        |        |
|  | Ontmoeting           | (P4, P3) 37 min (boei 84) en (P1, P3) 41 min (opwaarts boei 82) |                              |        |        |

Figuur 27 – Detail ebstroom: 10\_P1 (blauw) en 10\_P4 (groen) bij NO3



### 3.3.3 Drie schepen in afvaart en één schip in opvaart

In run 03 (totale duur 51 minuten) werden drie afvarende schepen uit het TGD gesimuleerd en één opvarend schip dat ook als bestemming het TGD had. Aangezien het TGD een one-way dok is (geen kruisen mogelijk) moeten eerst alle afvarende schepen eruit voor het opvarende schip er in kan. Het scenario bij een beperkte vloedstroom kan gevolgd worden met de tijden die zijn opgegeven voor de verschillende schepen in Tabel 20. De afvarende schepen volgen elkaar op in het TGD met tussentijden van 12 of 17 minuten. De verblijftijd voor de twee afvarende schepen (03\_P1 en 03\_P3) en voor het opvarende schip (03\_P4) in de monding varieert tussen 8 en 9 minuten. Dit zijn gangbare tijden bij vloedstroom. Wanneer het opvarende schip aan de monding komt, is het schip 03\_P2 aan het wachten in het DGD en het schip 03\_P1 aan boei 90 op de rivier. De wachttijden voor deze schepen zijn respectievelijk 18 en 13 minuten.

<sup>18</sup> Het schip is nog niet volledig in het TGD.



Tabel 20 – Scenario met drie schepen in afvaart en één in opvaart bij vloedstroom

| Run | Variabele/player         | P1                           | P2                           | P3              | P4             |
|-----|--------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|
| 03  | Schip (lengte, diepgang) | 400 m / 135 dm               | 400 m / 142 dm               | 430 m / 150 dm  | 400 m / 135 dm |
|     | Startpositie             | TGD (na knik)                | TGD (na knik)                | TGD (voor knik) | Boei 80        |
|     | Tussenpositie            | Boei 90                      | DGD                          | Geen            | Geen           |
|     | Eindpositie              | Boei 84                      | DGD                          | Boei 78         | TGD (ingang)   |
|     | Tijd op rivier           | 13 min<br>(boei 90)<br>8 min | -                            | 39 min          | 43 min         |
|     | Tijd in monding          | 9 min                        | -                            | 8 min           | 8 min          |
|     | Tijd in dok              | 21 min                       | TGD (33 min)<br>DGD (18 min) | 4 min           | -              |
|     | Totale tijd scenario     | 51 min                       |                              |                 |                |
|     | Ontmoeting               | (P3, P4) 30 min (boei 84-86) |                              |                 |                |

### 3.3.4 Twee schepen in opvaart

Er werd één simulatie 07 (totale duur 1 uur 20 min) uitgevoerd met slechts twee schepen in één scenario. Beide schepen zijn in opvaart met een startpositie aan boei 89 en 93. De volgorde van de schepen wordt gewijzigd door het meest opwaartse schip 07\_P1 eerst voorbij de monding te laten varen en ter hoogte van boei 95 een half uur te laten wachten (beperkte afstand van het schip tot de monding gedefinieerd in Figuur 21 waardoor 07\_P1 weinig ruimte laat voor 07\_P2). 07\_P2 draait rechtstreeks vanop de rivier de monding in maar de verblijftijd in de monding is dubbel zo lang als gangbaar (16 minuten) voor vloed. Dit is te wijten aan een slechte aanloop van de ingang van het TGD (te snel doordraaien bij vloed en ZW6 waardoor te noordelijk in het TGD) waardoor dit gecorrigeerd moest worden en deze correctie extra lang duurt omdat slechts twee sleepboten werden ingezet terwijl vanaf windkracht 6 Bft drie 80 ton sleepboten zijn aangewezen. De totale duur is ongeveer dezelfde als deze voor het scenario met drie opvarende schepen en één afvarend schip waardoor het moeten wijzigen van de volgorde van schepen wel mogelijk wordt aan het knooppunt van het DGD maar wel tot een langer volledig scenario leidt. Enerzijds liet 07\_P1 te weinig ruimte voor 07\_P2 in de monding omdat 07\_P1 vlakbij de monding lag te wachten waardoor het aan te bevelen is om bij afstemming van manoeuvres van ULCS waarvan minstens één naar het TGD moet, de monding vrij te houden voor één ULCS (dus 07\_P1 verder op de rivier). Anderzijds had 07\_P1 ook vooruit het DGD kunnen invaren om daar te wachten voorbij de monding tot 07\_P2 het TGD was ingevaren. Vervolgens kon 07\_P1 achteruit terug naar de monding en vervolgens vooruit het TGD indraaien (waarbij de vloedstroom op het achterschip helpt).

Tabel 21 – Scenario met twee schepen in opvaart bij vloedstroom

| Run | Variabele/player         | P1                                                     | P2             |
|-----|--------------------------|--------------------------------------------------------|----------------|
| 00  | Schip (lengte, diepgang) | 430 m / 150 dm                                         | 430 m / 150 dm |
|     | Startpositie             | Boei 93                                                | Boei 89        |
|     | Tussenpositie            | Boei 88-90/DGD                                         | Geen           |
|     | Eindpositie              | TGD (knik)                                             | TGD (na knik)  |
|     | Tijd op rivier           | 14 min (rivier)<br>29 min (boei 88-90)<br>13 min (DGD) | 30 min         |
|     | Tijd in monding          | 10 min                                                 | 16 min         |
|     | Tijd in dok              | 14 min                                                 | 34 min         |
|     | Totale tijd scenario     | 1 uur 20 min                                           |                |
|     | Ontmoeting               | Geen                                                   |                |

### 3.3.5 Ontmoetingen

De ontmoetingen op de rivier tussen de verschillende schepen werden opgesomd in Tabel 16 tot en met Tabel 21. Alle ontmoetingen waarbij de schepen ongeveer parallel liggen ten opzichte van elkaar, worden visueel voorgesteld per locatie. De locaties spreiden zich uit van boei 88 op de rivier aan het DGD tot boei 82 ten zuiden van de Europaterminal. Eén ontmoeting is ook in het DGD uitgevoerd. De positie van de schepen ten opzichte van elkaar in de monding van het DGD en de aansluitende dokken (DGD, TGD) en rivier worden dus niet besproken omdat door de lagere snelheden de posities ten opzichte van elkaar beter onder controle leken. De posities van de schepen ten opzichte van elkaar bij ontmoetingen op de rivier worden gevisualiseerd omdat de afstand en hoek tussen de schepen tijdens de passage soms tot een moeilijkere ontmoeting leiden. Nooit echter is een onveilige situatie ontstaan.

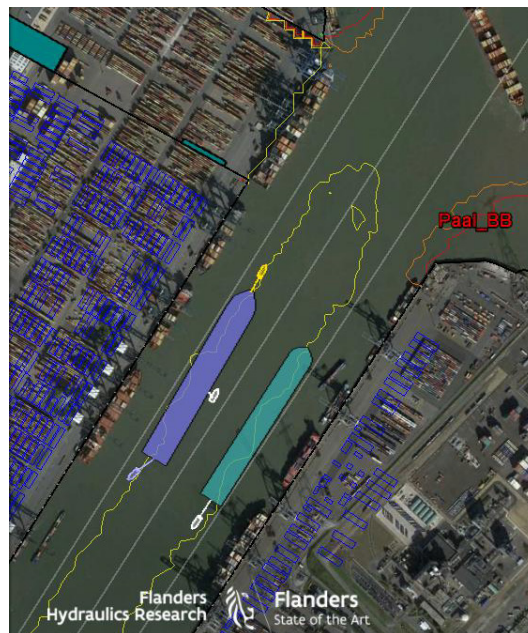
### Deurganckdok

Er werd één ontmoeting in het Deurganckdok gerealiseerd (Figuur 28). In run 00 is P3 in opvaart en vaart achteruit in het dok terwijl P4 in afvaart is en wacht om het dok uit te varen. De schepen liggen binnen de buitenste lichtenlijnen van het DGD ongeveer parallel met sleepboten.

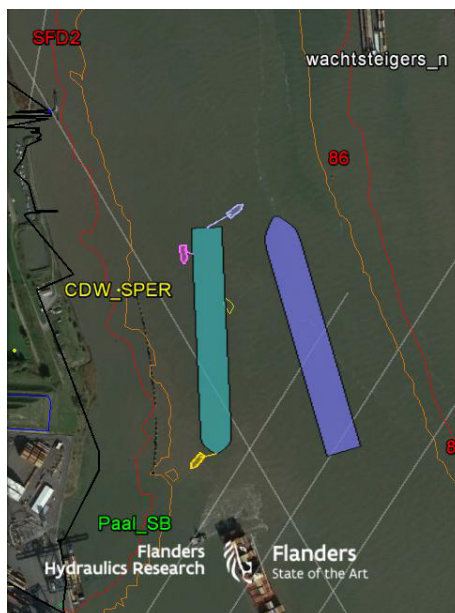
### Boeien 86 – 88

Er werd één ontmoeting tussen boeien 86 en 88 gerealiseerd (Figuur 29). In run 11 is P4 in opvaart en ligt ter hoogte van de CDW tijdens de passage. Het afvarende schip P3 wacht ter plaatse van boei 90 om dan op deze locatie te ontmoeten. Omdat voor de aanloop van de monding bij voorkeur het schip nog parallel ligt met de stroom en dus ook met de CDW (zowel eb als vloed) kon deze passage (bij vloedstroom) nog net. Het opvarende schip moet echter direct na de ontmoeting de rate of turn kunnen opbouwen om de monding in te draaien naar het TGD. In run 11 verliep dit indraaien van P4 bij vloed te vlot waardoor het schip langer had kunnen wachten om de koers te wijzigen (gunstiger voor de passage op deze locatie). Bij eb weet men dat de stroom het indraaien tegenwerkt, zodat het schip de koerswijziging niet kan uitstellen door een passage op de rivier. Om het invaarmanoeuvre van het opvarende schip niet te verstoren zou een ontmoeting best iets noordelijker uitgevoerd worden (zeker bij eb) hoewel uit de simulatie gebleken is dat deze ontmoeting bij vloed niet bepalend was voor het draaien in het TGD.

Figuur 28 – Ontmoeting: run 00 – P3 (blauw) en P4 (groen)



Figuur 29 – Ontmoeting: run 11 - P3 (blauw) en P4 (groen)



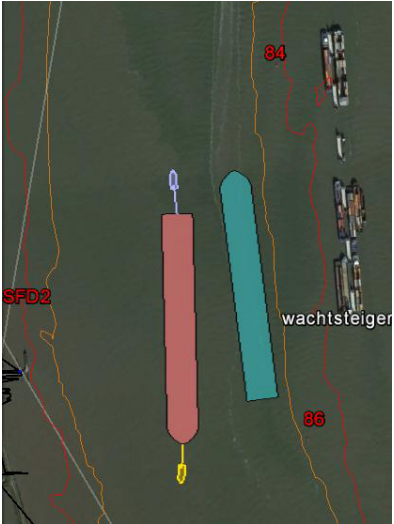
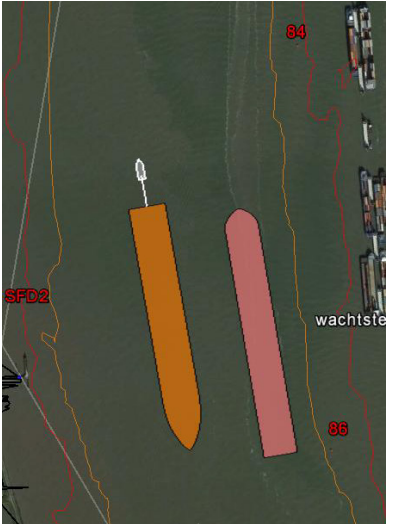
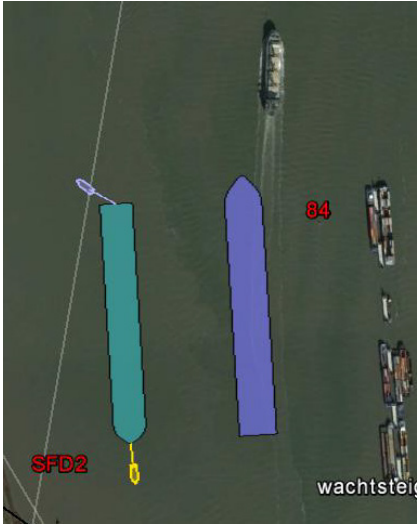
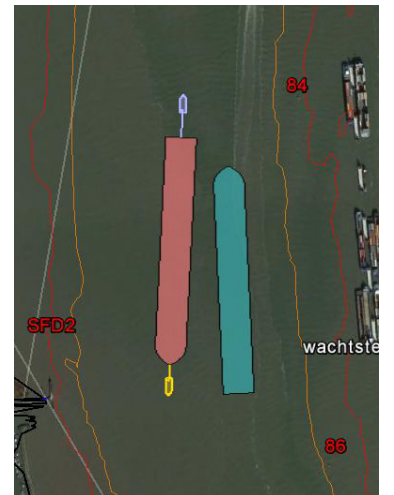
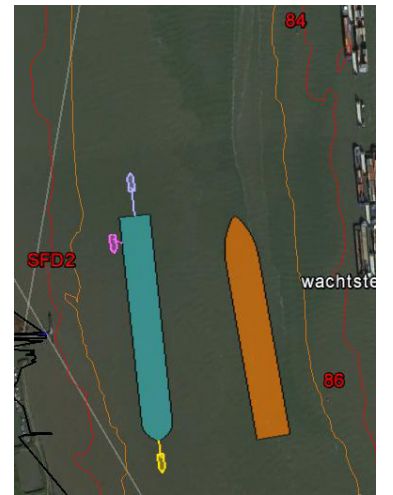
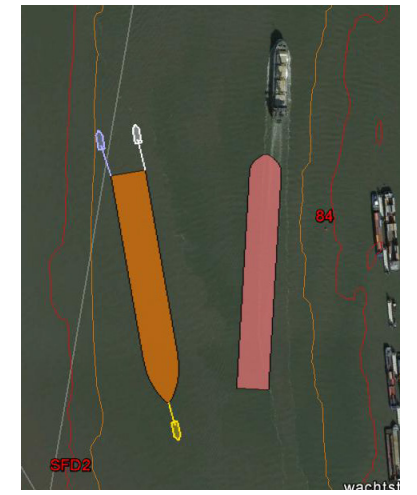
## Boeien 84 – 86

De meeste ontmoetingen vonden plaats tussen boeien 84 en 86 of ter hoogte van boei 93 (boeien 82a en 84) onder meer door de keuze van startposities voor de verschillende schepen en de verschillende scenario's. Het is ook het meest aangewezen om de ontmoetingen in de zone tussen boei 86 en boei 82a te laten plaatsvinden omdat dit voldoende afwaarts het DGD is en voldoende opwaarts de Europaterminal. De waterweg naast de Europaterminal is nu reeds gekend als een one-way waterweg voor grote schepen aangezien deze schepen bij de aanwezigheid van afgemeerde schepen aan deze terminal tijdens de ontmoeting moeten rekening houden met het mogelijk los trekken van de afgemeerde schepen. Voor de meeste ontmoetingen is er voldoende afstand tussen de schepen en tot de oevers maar in twee runs 00 en 08 komen de schepen dicht bij elkaar (Tabel 22). In beide runs vaart het opvarende schip in het midden van



het vaarwater waardoor onvoldoende ruimte gelaten wordt voor het afvarende schip. De windconditie was ZW5 in run 00 en NW5 in run 08, beiden vanuit westelijke richting. Op basis van de andere runs kan men zien dat er wel voldoende ruimte is op de waterweg.

Tabel 22 – Ontmoetingen tussen boeien 84 en 86<sup>19</sup>

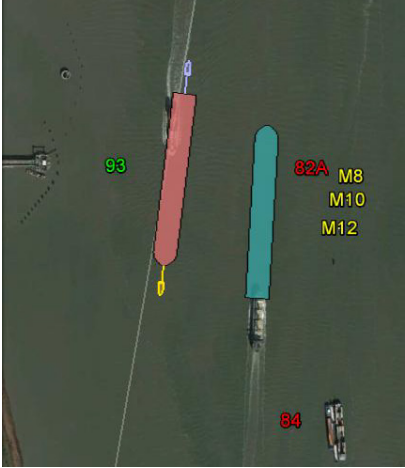
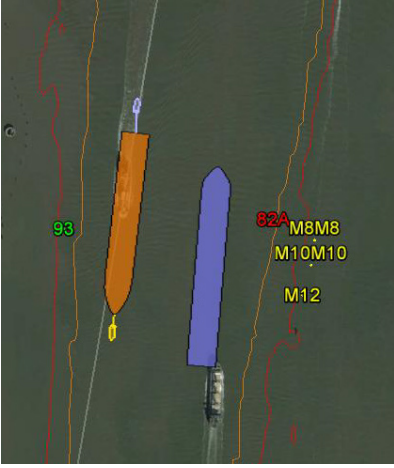
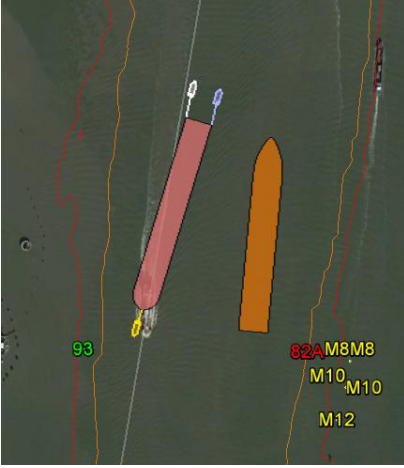
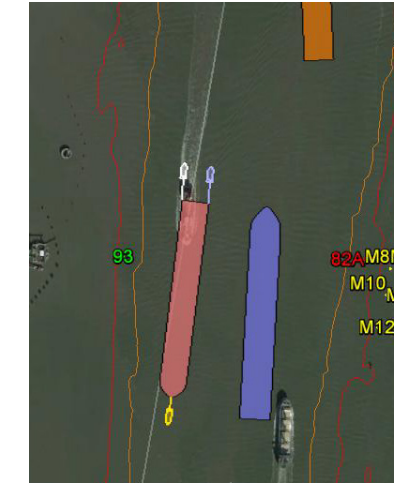
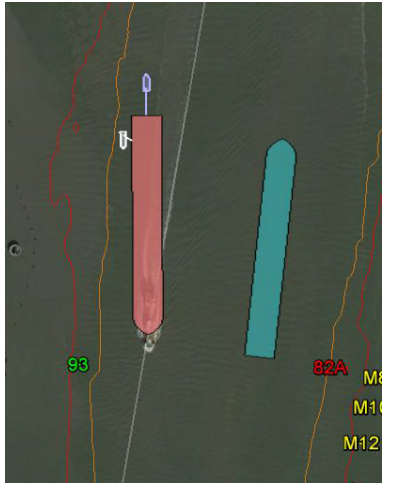
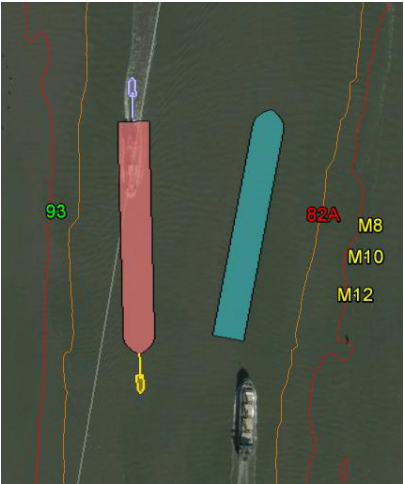
| Run 00 - P4 en P1                                                                   | Run 01 –P1 en P2                                                                    | Run 03 - P3 en P4                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |   |
| Run 08 - P1 en P4                                                                   | Run 11 – P2 en P4                                                                   | Run 09 - P1 en P2                                                                     |
|  |  |  |

### Boei 93 of boeien 82a en 84

De ontmoetingen ter plaatse van boei 93 of tussen boeien 82a en 84 worden voorgesteld in Tabel 23. Alle ontmoetingen behalve run 10 vonden plaats ter plaatse van boei 82a of net opwaarts of afwaarts. Tijdens run 10 vond de ontmoeting plaats ter hoogte van boei 84 waar de Schelde iets smaller is dan aan boei 82a. Niettemin is de tussenafstand tussen de schepen bij alle ontmoetingen voldoende (anderhalve scheepsbreedte) tot ruim.

<sup>19</sup> De kleurencode voor de players is: P1 = rood, P2 = oranje, P3 = blauw, P4 = groen. Eerst worden de simulaties bij vloedstroom vermeld en vervolgens deze bij ebstroom.

Tabel 23 – Ontmoetingen tussen boeien 82a en 84

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Run 02 - P1 en P4                                                                   | Run 04 - P2 en P3                                                                   | Run 11 - P1 en P2                                                                    |
|    |   |   |
| Run 11 - P1 en P3                                                                   | Run 05 - P1 en P4                                                                   | Run 06 - P1 en P4                                                                    |
|   |  |  |
| Run 10 - P4 en P3                                                                   |                                                                                     |                                                                                      |
|  |                                                                                     |                                                                                      |

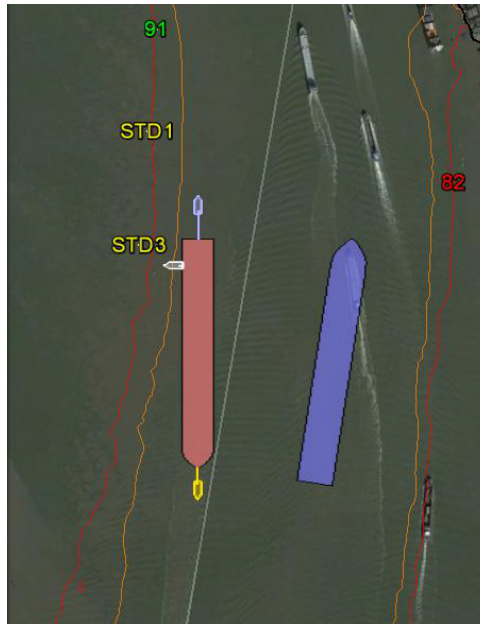
## Boei 82

Er werd één ontmoeting aan boei 82 gerealiseerd (Figuur 30). In run 10 verloopt de ontmoeting goed maar aangezien het afvarende schip dicht bij de rode boeienlijn zit en bovendien een voorligging heeft die niet aangewezen is voor een passage van de Europaterminal met afgemeerde schepen, wordt deze locatie voor een ontmoeting tussen ULCS afgeraden.

---

Figuur 30 – Ontmoeting: run 10 - P1 (rood) en P3 (blauw)

---





## 4 Conclusies

Bij de uitvoering van het onderzoek voor de nautische toegankelijkheid van het Tweede Getijdendok werden reeds verschillende realtime simulaties uitgevoerd met één of twee ultra large containerschepen (ULCS), gestuurd door loodsen, in één scenario. Deze realtime simulaties hadden tot doel verschillende varianten van een Tweede Getijdendok op Linkerscheldeoever te beoordelen voor een 430 m containerschip bij sterke stroom- en windcondities. In dit rapport wordt de interactie tussen ULCS opgedreven door vier ULCS in één scenario te simuleren. In Hoofdstuk 5 van Deelrapport 6 (Eloot *et al.*, 2018c) is immers gebleken dat met de prognose voor 2030 en de verdeling van scheepstypes en scheepsgroottes voor een totaal van 37 zeeschepen per dag die de monding van het DGD passeren, gemiddeld vier schepen (in beide richtingen) getijafhankelijk zijn. Ten behoeve van dit onderzoek werd de simulatiesoftware van het Waterbouwkundig Laboratorium uitgebreid met een multiplayer functionaliteit. Verder werden het aantal simulatoren voor zeeschepen op het WL (SIM225 en SIM360+) uitgebreid met een aangepaste console van de binnenvaartsimulator Lara voor zeeschepen en een bijkomende beperkte simulator SIM5 (Figuur 1).

Er werd gedurende drie simulatiedagen (10 en 12 september en 14 oktober 2019) gesimuleerd met Nederlandse en Vlaamse loodsen (telkens twee op SIM225 en SIM360+ en telkens één op SIM5 en Lara) en met de assistentie van sleepbootkapiteins van Boluda en Antwerp Towage voor de bediening van de sleepboten. Twaalf scenario's werden gevaren met vier ULCS behalve in één simulatie (slechts twee ULCS) met een totaal van 46 individuele simulaties. Voor de voorbereiding van de simulatieomgeving werd een nieuwe variant (VOVB\_HA) toegevoegd aan de variant met een parallel deel van het TGD met het DGD (VOVB), die in deelrapport 8 (Eloot *et al.*, 2019b) onderzocht werd. De bredere terminal in VOVB\_HA resulteert in een langere knik om de twee delen van het TGD met elkaar te verbinden (Figuur 2). Het eerste deel van het TGD dat ongeveer loodrecht op het DGD staat, is identiek in beide varianten. Er werd gesimuleerd met numerieke stroom/getijberekeningen waarbij er geen drempel aanwezig was aan de ingang van het TGD. Deze drempel is nautisch ongewenst om de tijvensters voor de schepen éénmaal voorbij de monding van het DGD niet bijkomend te beperken (drempel aan de monding van het DGD bepalend<sup>20</sup>). Er werd gevaren met ULCS van 400 tot 430 m en de schepen werden steeds head in afgemeerd in het TGD en head out in het DGD. De volgende scenario's werden onderscheiden:

- drie opvarende schepen en één afvarend schip;
- twee opvarende en twee afvarende schepen;
- drie afvarende schepen en één opvarend schip;
- twee opvarende schepen en geen afvarend schip.

Er wordt een chronologisch overzicht van de uitgevoerde simulaties gegeven in Tabel 3, Tabel 4 en Tabel 5 en een overzicht van de individuele simulaties per stroming, wind, op- of afvaart en bestemming of vertrekpunt in Tabel 6.

De analyse werd enerzijds per individueel uitgevoerde simulaties besproken en anderzijds per scenario. De analyse is gebaseerd op KMZ bestanden die een overzicht geven van de uitgevoerde tracks van schepen en sleepboten in een Google Earth View (digitale bijlage bij het rapport, Appendix B voor een manual), feedback van de loodsen (gestandaardiseerd en vrij in Appendix C) en tijdsgrafieken per schip/player (Appendix D).

---

<sup>20</sup> De drempel van het DGD is vooral belangrijk voor de tijvensters van de individuele schepen. Wordt deze drempel verdiept dan zal voor elk schip het tijvenster toenemen (meer of minder naargelang de diepgang van het schip). Op de duur van de manoeuvres tijdens de verkeersafwikkeling zal dit minder invloed hebben (mogelijk een lichte toename van de duur door de grotere hydrodynamische weerstand bij kleinere kielspelingen die echter gecompenseerd kan worden door krachtigere en/of meer sleepboten in te zetten).

Uit de gestandaardiseerde feedback van de loodsen, met betrekking tot de reserve bij het uitvoeren van het manoeuvre en de moeilijkheidsgraad van de simulatie, blijkt dat zowel bij vloedstroom als ebstroom er simulaties zijn met incidenten of schade (vier in het totaal op 46 simulaties) maar dat het overgrote deel van de simulaties uitgevoerd is met voldoende of weinig reserve zonder incidenten. De moeilijkheidsgraad varieert van vlot uitgevoerd tot uitgevoerd met meer dan normale moeilijkheid. In de beoordeling komt het invaarmanoeuvre bij eb (enkel maximale ebstroom onderzocht) naar voren als een moeilijker manoeuvre (vooral voldoende sleepboten voorzien) en de invaarmanoeuvres bij de sterkste vloedstroom (gevarieerd tussen 1 uur – maximaal - en 4 uren voor hoog water – beperkt, vooral uitgangspositie op stroom en controle over de scheepssnelheid en de rate of turn).

Bij de analyse van de individuele simulaties was het doel om duidelijk aan te geven dat het in- en uitvaren van het TGD, net zoals dit geldt voor het DGD, naargelang de heersende getij- en windconditie, specifieke aandachtspunten vergen waarop getraind zal moeten worden door de loodsen. Door het opsplitsen van deze analyse naar de bestemming/het vertrek (DGD of TGD) en de getijconditie en een analyse van de tracks en de kinematische (snelheden, rate of turn) en controleparameters (schroef, roer, boegschroef, sleepboten: twee of drie 80 ton sleepboten) van elke individuele simulatie kan men vergelijken waarom het ene in- of uitvaarmanoeuvre vlotter verloopt dan het andere. Algemeen kan gesteld worden dat, wat ook geldt voor het Deurganckdok, het draai- (head in naar het TGD) of zwaaimanoeuvre (head out naar het DGD) dicht bij de monding dient uitgevoerd te worden en niet met het schip over een groot deel van de scheepslengte (dwars) op stroom. De stroom (vloed of eb) kan uiteraard gebruikt worden om het draai/zwaaimanoeuvre te helpen maar tegelijkertijd zijn er ook situaties waarbij de stroom het noodzakelijke manoeuvre tegenwerkt. Voor het head in manoeuvre naar het TGD bij zowel eb- als vloedstroom wordt het manoeuvre het vlotst en meest gecontroleerd uitgevoerd indien het schip zo lang mogelijk gelijnd op de stroom de monding nadert (tot het schip volledig ter hoogte van en dichtbij de Current Deflecting Wall is) om vervolgens het draaimanoeuvre uit te voeren bij een gecontroleerde snelheid (eerder een maximale 3 knopen over de grond voor een ULCS) en gecontroleerde rate of turn. Deze laatste kan bij een sterke vloedstroom hoog oplopen waardoor bij het niet afbouwen van deze rate of turn en het aanpassen van de scheepssnelheid het indraaiende schip met de boeg op de noordelijke punt van de ingang van het TGD terecht kan komen. Bij ebstroom en opvaart werkt de stroom het indraaien van het TGD tegen en moet voldoende sleepbootkracht voorzien worden om het schip te assisteren. Vanaf windkracht 5 Bft blijken de simulaties die slechts met twee sleepboten zijn uitgevoerd weinig reserve te geven op het gebruik van boegschroef en sleepboten zodat beter drie 80 ton sleepboten kunnen ingezet worden bij maximale ebstroom. Er worden sleepbootconfiguraties gebruikt met twee achtersleepboten en een voorsleepboot of met één voor-, één achtersleepboot en één duwer. Het indraaimanoeuvre bij eb in het TGD wordt soms gewijzigd door het klassieke manoeuvre naar het DGD uit te voeren. Dit manoeuvre duurt dan wel langer (eerst achteruit het DGD in en vervolgens vooruit het TGD in) maar in een scenario met andere schepen voor/van het TGD kan de globale afhandeling van meer dan één schip wel in een gelijke tijdsspanne verlopen.

Voor de manoeuvres vanuit het TGD waarbij achteruit de rivier wordt opgevaren bij vloed- of ebstroom worden er geen specifieke problemen ondervonden<sup>21</sup>. De schepen komen over het algemeen slechts onder een kleine hoek met de stroom op de rivier waardoor er met twee sleepboten (één voor- en één achtersleepboot) vlot op de rivier wordt gevaren om vervolgens de sleepboten los te gooien en de afvaart op de rivier aan te vatten.

In het TGD zelf zal bij dwarse wind op de dokdelen voor en na de knik moeten rekening gehouden worden met voldoende sleepboten. Vooral wanneer schepen moeten wachten om de monding op te varen (dus in het dokdeel loodrecht op het DGD) en dus nagenoeg stil liggen en veel wind vangen bij windkracht 5 en 6 Bft dan zal het aantal sleepboten moeten opgedreven worden tot drie 80 ton sleepboten. Slechts in uitzonderlijke gevallen kan een schip in een simulatie niet voldoende afstand houden tot de afgemeerde schepen wat eerder te wijten is aan een misrekening door de loods. Voor het rondnemen van de knik zijn beide

---

<sup>21</sup> Men moet enkel de achteruitsnelheid onder controle houden zodat het schip op tijd (voor de ondieptes opwaarts boei 90) gestopt wordt.

configuraties in de varianten VOVB en VOVB\_HA mogelijk. De langere knik lijkt iets voordeliger door de grotere bochtstraal waardoor het rondnemen meer gematigd kan gebeuren. In de knik is voldoende ruimte zodat ook een 430 m containerschip met sleepboten vlot buiten het talud en de veiligheidsafstand tot de afgemeerde schepen kan blijven. Bij het invaren van het TGD is het de bedoeling dat het schip rond het midden van het dok zou invaren maar algemeen wordt vastgesteld dat bij sterkere stroom het schip eerder in de noordelijke helft terecht komt bij vloed en in het midden of zuidelijke helft bij eb. De wind kan naargelang de windrichting (zuidwestelijk voor vloed en (noord)oostelijk voor eb) het stroomeffect versterken. Meer training kan er voor zorgen dat de breedte van de ingang van het TGD beter gebruikt wordt en de manoeuvres steeds veilig zijn. Omwille van de afwijkingen van het ideale pad bij het invaren van het TGD werd er voor gekozen om enkel binnenschepen aan de kade te leggen in de eerste 480 m van het TGD. Vanaf deze afstand kan een ULCS afgemeerd worden of twee kleinere schepen tot de knik. In de knik liggen ook binnenschepen afgemeerd. Deze 480 m geeft een kleine marge tot de lengte van het grootste containerschip waarmee gesimuleerd werd (430 m) zodat de veiligheidsafstand langs de kade voor het afmeren van containerschepen mee kan bepaald worden door de grootste lengte van de containerschepen die het TGD zullen aanlopen.

Bij de analyse per scenario werden de vier getijafhankelijke schepen die volgens de prognose 2030 maximaal per dag de monding zullen passeren allen in één getijmoment behandeld. In werkelijkheid zal men uiteraard deze schepen ook nog kunnen spreiden volgens de beschikbare tijvensters in de 24 uren van een dag.

De scenario's werden geëvalueerd door de start-, tussen- en eindposities van de schepen te vermelden en ook de tijd dat elk schip doorbrengt op de rivier, in de monding en in het dok (DGD of TGD). De totale tijd van het scenario en het optreden van ontmoetingen op de rivier of in het DGD werden ook besproken.

De volgende algemene vaststellingen kunnen geformuleerd worden:

- Manoeuvres: tijdens de uitvoering van een scenario werden voor de schepen met als bestemming of vertrekpunt het DGD de gekende manoeuvres bij vloed of eb uitgevoerd. Voor schepen met als bestemming het TGD konden meerdere manoeuvres uitgevoerd worden waarbij de schepen head in rechtstreeks het TGD ingingen of eerst in het DGD of op de rivier gingen liggen wachten. Hetzelfde geldt voor de manoeuvres head in achteruit uit het TGD waarbij de schepen direct op de rivier kwamen of eerst in het DGD gingen liggen wachten. De monding van het dok wordt dus een knooppunt met verschillende aantakkingen (twee op de rivier, één in het DGD en één in het TGD) waar schepen uit stroom (in de dokken) of gestroomlijnd op de rivier met sleepboten kunnen wachten om het in- en uitvaren van de verschillende schepen zo goed mogelijk af te stemmen. Dit knooppunt zorgt er ook voor dat nog andere manoeuvres mogelijk zijn die niet tijdens de simulatiestudie werden onderzocht zoals head out afmeren in het DGD nabij het TGD en bij vertrek achteruit via het TGD en de monding de rivier opdraaien (bij eb) of bij vloed met als bestemming het DGD eerst de boeg tot stilstand in het TGD brengen om dan met het achterschip door te zwaaien naar het DGD (dus volledig uit stroom zwaaien).
- Duur van de manoeuvres: eerst en vooral is er een verschil in duur van het zwaaimanoeuvre naar het DGD en het indraaimanoeuvre naar het TGD. Terwijl het eerste manoeuvre ongeveer 15 minuten duurt, duurt het tweede manoeuvre eerder de helft bij vloed. De stroomrichting heeft voor dit laatste manoeuvre naar het TGD inderdaad een belangrijke invloed op de tijd die nodig is. Bij ebstroom zal de duur van het indraaimanoeuvre naar het TGD toenemen en meer in de richting van het zwaaimanoeuvre naar het DGD gaan. De schepen die vanuit het TGD direct de rivier opgaan, brengen ook een beperkte tijd door in de monding met eerder 10 minuten en minder. Het al dan niet wachten in het DGD of op de rivier zou moeten afgestemd worden op het andere verkeer dat van/naar Kallo of de Rede van Antwerpen moet of van /naar de KIS.
- Passage van de dokken: de tijd om van de ingang van het TGD tot de achterste ligplaats te varen is vergelijkbaar met de tijd om van de monding tot het einde van het DGD te varen. De tijden lopen soms verder op omdat een schip in het DGD of het TGD moet wachten tot de monding vrij is om deze te passeren. Voor ULCS (zoals de schepen in de simulatiestudie vanaf 400 m) zal de gemiddelde snelheid zowel vooruit als achteruit tussen de 2 en 3 knopen liggen voor een doorgaande vaart.



Indien het schip in afvaart moet afremmen in het dok om de monding vrij te houden voor andere schepen dan neemt de gemiddelde snelheid uiteraard af tot ongeveer 1 knoop waardoor de tijd in het TGD oploopt. Een minimale snelheid van 1 knoop voor- of achteruit is gewenst om niet stil in ongunstige wind te gaan liggen. In (Eloot *et al.*, 2019a) is gebleken dat voor kleinere ULCS (366 m) de gemiddelde snelheid in het TGD hoger kan zijn met 4 knopen. Voor de gemiddelde snelheid in het TGD en het DGD moet uiteraard ook rekening gehouden worden met de toegelaten snelheden om de langs- en dwarsbewegingen van de afgemeerde schepen te beperken tot de toelaatbare limieten.

- Er werden zeer veel verschillende scenario's uitgevoerd waarbij de tussenafstand tussen opvarende schepen zo werd gekozen dat ongeveer 15 minuten tussen de schepen zat, maar anderzijds werd de tussenafstand tussen de opvarende schepen verkleind. Tijdens de simulaties bleek vervolgens dat sommige van deze dichter op elkaar opvarende schepen moesten afremmen om terug voldoende afstand tussen de schepen te laten. Het wachten op de rivier met wind werd over het algemeen met positief gevolg uitgevoerd en ook de kruisingen van schepen in de monding vanuit de aangrenzende vertakkingen (rivier, TGD en DGD) werden uitgevoerd zonder de schepen noemenswaardig in de problemen te brengen (bijvoorbeeld door met de achterschepen of het achter- en voorschip van twee verschillende schepen te dicht bij elkaar te passeren). Er werd gekeken naar de snelheid van de omringende schepen (via de Portable Pilot Units van de loodsen) om op basis daarvan te beslissen of bijvoorbeeld een achteruit manoeuvre vanuit het TGD naar de monding kon uitgevoerd worden of niet.
- Sleepbootconfiguratie: aangezien enkel simulaties werden uitgevoerd bij stroom (van maximale vloedstroom tot gematigde vloedstroom of maximale ebstroom) en de wind meestal 5 en 6 Bft was uit veranderlijke richting, moest het aantal sleepboten voor de ULCS vanaf 400 m eerder twee of drie zijn waarbij de configuratie wijzigde naargelang de specifieke condities. Het moeten wachten op de rivier of in de dokken vereist bij dwarse wind voldoende sleepbootkracht zodat vier ULCS tegelijkertijd in één scenario acht tot twaalf sleepboten vereisen. Dit aantal is groot in vergelijking met het huidige aantal sleepboten op de rivier maar bij moeilijkere weersomstandigheden en/of sterkere stroomcondities (bijvoorbeeld voor de ULCS met een diepgang die niet groter is dan 131 dm) zal men ofwel meer sleepboten moeten voorzien in de toekomst of de schepen meer spreiden in de tijd.
- Gedurende enkele ontmoetingen op de rivier tussen boeien 88 en 82 passeerden de schepen elkaar op minder dan anderhalve scheepsbreedte wat niet aan te raden is. Nochtans is de vaarweg tussen de boeien voldoende breed maar het wachten van een opvarend schip kan er toe leiden dat dit schip naar het midden van het vaarwater afdrijft. Er zijn echter geen botsingen opgetreden. Bijkomend worden ontmoetingen tussen ULCS afgeraden 600 m afwaarts van boei 93 (te dicht bij de Europaterminal) en opwaarts boei 86 (te dicht bij de monding).

Met de informatie die verzameld is in dit deelrapport worden volgende acties voorgesteld:

1. Een doorgedreven training organiseren voor loodsen en hierbij de manoeuvres nog verder afstemmen op de aangewezen posities op de rivier of in het dok bij de heersende wind- en stroomcondities. Ook kleinere schepen kunnen onderzocht worden waarbij de bijhorende sleepbootconfiguratie kan aangepast worden. Om deze marginale manoeuvres met de nodige reserve en in alle veiligheid uit te voeren kan een eventuele selectie zich opdringen.
2. De informatie uit de scenario's gebruiken als input voor verkeerssimulatiemodellen, zogenaamde capaciteitsmodellen. In deze modellen kan de volledige (prognose)vloot voor een maand of een jaar doorgerekend worden. De bekomen tijden en de verbonden wachtplaatsen of passages van specifieke zones beschreven in dit deelrapport, kunnen als input gebruikt worden in het simulatiemodel. Een bijkomende sensitiviteit kan nog onderzocht worden. Hiervoor is het noodzakelijk om verkeersregels op te stellen die ruimer gaan dan de regels die voortkomen uit de scenario's met ULCS (voornamelijk naar het TGD) die tijdens deze simulatiestudie werden uitgevoerd. Deze regels zullen immers wijzigen naargelang de scheepsgrootte, het scheepstype en de diepgangen van de individuele schepen. Verder biedt de bouw van het TGD in de varianten VOVB en VOVB\_HA

zoals ze hier voorlagen, verschillende verkeersoplossende mogelijkheden die ruimer zijn dan de manoeuvres die tijdens deze simulatiestudie werden uitgevoerd. De verkeersafwikkeling kan ook enkel veilig en vlot verlopen indien tijdig voldoende sleepboten beschikbaar zijn. Hierbij is niet enkel de trekkracht van de voorhanden zijnde sleepboten van belang maar tevens het type: Tractor, ASD, Carroussel of conventioneel. Het is dus noodzakelijk om in samenwerking met alle partijen in de ketenwerking een rapport op te stellen dat de verkeersregels beschrijft en de implicaties voor het inzetten van sleepboten en loodsen. Dit rapport moet ook een doorvertaling bevatten naar regels voor een verkeerssimulatiemodel.

Op basis van het leerproces tijdens training en verkeerssimulatiemodellen kan het noodzakelijk worden om nog bijkomende scenario's te onderzoeken. Zo is tijdens deze simulaties gebleken dat, met de focus op ontmoetingen tussen de Europaterminal en de monding van het Deurganckdok, de passage van een afvarend schip langs de Europaterminal niet realistisch verliep wanneer dit schip te dicht langs de afgemeerde schepen aan de Europaterminal passeerde aan snelheden door het water waarbij de afgemeerde schepen niet ter plaatse kunnen gehouden worden.

## Referenties

**Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F. (2018a).** Complex project: extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen: achtergronddocumentatie - deelrapport 3. Geïntegreerd onderzoek - deel nautica: simulatiestudie voor de bouwsteen Saeftinghedok. Versie 4.0. *WL Rapporten, 16\_117\_3*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=303632>

**Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F. (2018b).** Complex project: extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen: achtergronddocumentatie - deelrapport 5. Geïntegreerd onderzoek - deel nautica: simulatiestudie voor de bouwsteen tweede getijdendok loodrecht op het Deurganckdok. Versie 4.0. *WL Rapporten, 16\_117\_5*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=303634>

**Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F. (2019a).** Complex project: extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen: achtergronddocumentatie - Deelrapport 7. Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: simulatiestudie voor de bouwsteen tweede getijdendok van alternatief 9. Versie 4.0. *WL Rapporten, 16\_117\_7*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=312180>

**Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F. (2019b).** Complex project: extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen: Achtergronddocumentatie - Deelrapport 8. Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: simulatiestudie voor een variant tweede getijdendok binnen Alternatief 9. Versie 3.1. *WL Rapporten, 16\_117\_8*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

**Eloot, K.; Verwilligen, J.; Vantorre, M.; Mostaert, F. (2018c).** Complex project: extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen: Deelrapport 6. Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: deskstudie naar aanleiding van alternatief 9 en samenvatting. Versie 4.0. *WL Rapporten, 16\_117\_6*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=305015>

**Verheyen, B.; Van Holland, G. (2019).** Complex project: extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen. Documentreferentie: I/RA/16117/19.133/GVH, K:\PROJECTS\16\16117\_P011368 - ECA - Alternatief 9\10-Rap\Ra19133 Optimalisaties tweede getijdendok\RA19133\_Optimalisaties tweede getijdendok\_v2.0.docx





## Appendix A: Scheepsgegevens

### CON430\_620 PRINCIPLE CHARACTERISTICS

|      |                    |
|------|--------------------|
| Name | con430_620_150.shi |
|------|--------------------|

#### Main Dimensions

|                           |                   |          |
|---------------------------|-------------------|----------|
| LOA                       | [m]               | 430      |
| L <sub>PP</sub>           | [m]               | 409      |
| B                         | [m]               | 62       |
| T <sub>design</sub>       | [m]               | 15       |
| m                         | [ton]             | 242000   |
| A <sub>wind frontal</sub> | [m <sup>2</sup> ] | 2788.76  |
| A <sub>wind lateral</sub> | [m <sup>2</sup> ] | 16336.86 |

#### Propeller

|                  |       |      |
|------------------|-------|------|
| #                | [-]   | 1    |
| n <sub>max</sub> | [1/s] | 1.56 |
| CPP              |       | No   |

#### Thruster

|                |      |      |
|----------------|------|------|
| Bow thruster   | [-]  | 1    |
| Total Power    | [HP] | 4250 |
| Stern Thruster | [-]  | -    |
| Total Power    | [HP] | -    |

#### Rudders

|                      |     |    |
|----------------------|-----|----|
| #                    | [-] | 1  |
| d <sub>max</sub>     | [°] | 35 |
| Time from +35 to -35 | [s] | 23 |

## msc\_atlantis\_135/145 PRINCIPLE CHARACTERISTICS

|      |                          |
|------|--------------------------|
| Name | msc_atlantis_135/145.shi |
|------|--------------------------|

| Main Dimensions           |       |          |          |  |
|---------------------------|-------|----------|----------|--|
| LOA                       | [m]   | 399      |          |  |
| L <sub>PP</sub>           | [m]   | 385      |          |  |
| B                         | [m]   | 54       |          |  |
| T                         | [m]   | 13.5     | 14.5     |  |
| m                         | [ton] | 194144.4 | 213509.3 |  |
| A <sub>wind frontal</sub> | [m²]  | 2504.73  | 2450.30  |  |
| A <sub>wind lateral</sub> | [m²]  | 16888.05 | 16496.61 |  |

| Propeller        |       |      |  |
|------------------|-------|------|--|
| #                | [-]   | 1    |  |
| n <sub>max</sub> | [1/s] | 1.66 |  |
| CPP              |       | No   |  |

| Thruster       |      |      |  |
|----------------|------|------|--|
| Bow thruster   | [-]  | 2    |  |
| Total Power    | [HP] | 5444 |  |
| Stern Thruster | [-]  | 0    |  |
| Total Power    | [HP] | 0    |  |

| Rudders              |     |    |  |
|----------------------|-----|----|--|
| #                    | [-] | 1  |  |
| d <sub>max</sub>     | [°] | 35 |  |
| Time from +35 to -35 | [s] | 25 |  |



## one\_kobe\_135 PRINCIPLE CHARACTERISTICS

|      |                  |
|------|------------------|
| Name | One_kobe_135.shi |
|------|------------------|

### Main Dimensions

|                           |                   |          |
|---------------------------|-------------------|----------|
| L <sub>OA</sub>           | [m]               | 399      |
| L <sub>PP</sub>           | [m]               | 385      |
| B                         | [m]               | 54       |
| T                         | [m]               | 13.5     |
| m                         | [ton]             | 194144.4 |
| A <sub>wind frontal</sub> | [m <sup>2</sup> ] | 2504.73  |
| A <sub>wind lateral</sub> | [m <sup>2</sup> ] | 16888.05 |

### Propeller

|                  |       |      |
|------------------|-------|------|
| #                | [-]   | 1    |
| n <sub>max</sub> | [1/s] | 1.66 |
| CPP              |       | No   |

### Thruster

|                |      |      |
|----------------|------|------|
| Bow thruster   | [-]  | 2    |
| Total Power    | [HP] | 5444 |
| Stern Thruster | [-]  | 0    |
| Total Power    | [HP] | 0    |

### Rudders

|                      |     |    |
|----------------------|-----|----|
| #                    | [-] | 1  |
| d <sub>max</sub>     | [°] | 35 |
| Time from +35 to -35 | [s] | 25 |

## triple-Eirene\_142/145/150 PRINCIPLE CHARACTERISTICS

|      |                               |
|------|-------------------------------|
| Name | Triple-Eirene_142/145/150.shi |
|------|-------------------------------|

| Main Dimensions           |       |         |         |         |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|
| L <sub>OA</sub>           | [m]   | 398     |         |         |
| L <sub>PP</sub>           | [m]   | 376.3   |         |         |
| B                         | [m]   | 59      |         |         |
| T                         | [m]   | 14.2    | 14.5    | 15.0    |
| m                         | [ton] | 216000  | 221000  | 230000  |
| A <sub>wind frontal</sub> | [m²]  | 2915.5  | 2907.6  | 2894.4  |
| A <sub>wind lateral</sub> | [m²]  | 16519.9 | 16463.1 | 16368.4 |

| Propeller        |       |      |  |
|------------------|-------|------|--|
| #                | [-]   | 1    |  |
| n <sub>max</sub> | [1/s] | 1.78 |  |
| CPP              |       | No   |  |

| Thruster       |      |      |
|----------------|------|------|
| Bow thruster   | [-]  | 1    |
| Total Power    | [HP] | 6805 |
| Stern Thruster | [-]  | 0    |
| Total Power    | [HP] | 0    |

| Rudders              |     |    |
|----------------------|-----|----|
| #                    | [-] | 1  |
| d <sub>max</sub>     | [°] | 35 |
| Time from +35 to -35 | [s] | 30 |

## Appendix B: Manual voor de KMZ presentaties

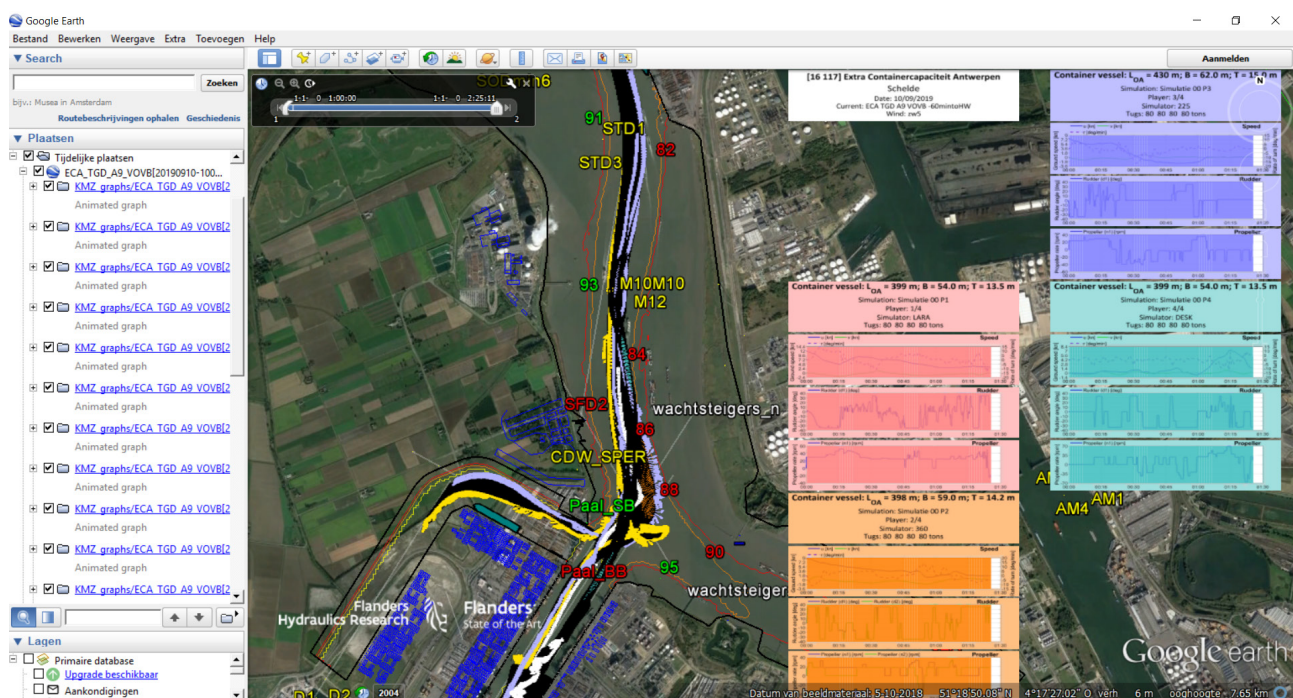
De uitgevoerde simulaties kunnen bekeken worden met animatie in Google Earth op basis van de bijgeleverde KMZ bestanden. Voor het bekijken van deze bestanden werd een korte Engelstalige manual opgesteld.

Install Google Earth (the version used for the images in this manual is a Dutch version)

Go to Windows Explorer and double click on a selected KMZ file or double click on a KMZ attached to the pdf report:

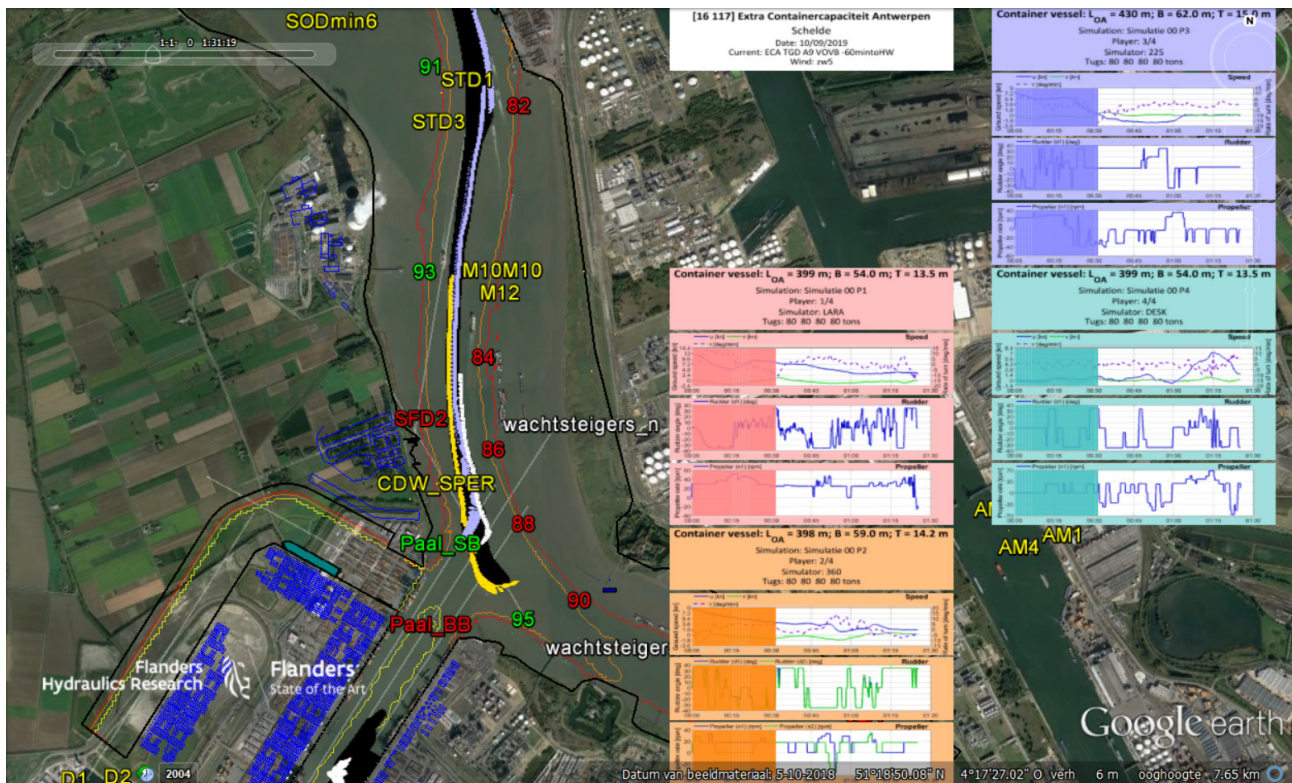
e.g. ECA\_TGD\_A9\_VOVB\_00.kmz (only the tracks of players) and ECA\_TGD\_A9\_VOVB\_00\_Manoeuving.kmz (tracks and time graphs)

The KMZ file with animated graphs and animated simulations can be seen in the temporary locations at the left pull down menu. On the main screen the location is seen with the simulation data on top of it and the overlay graphs (right column with time graphs for each player). You can tick on or off the different overlay graphs in the left pull down menu.

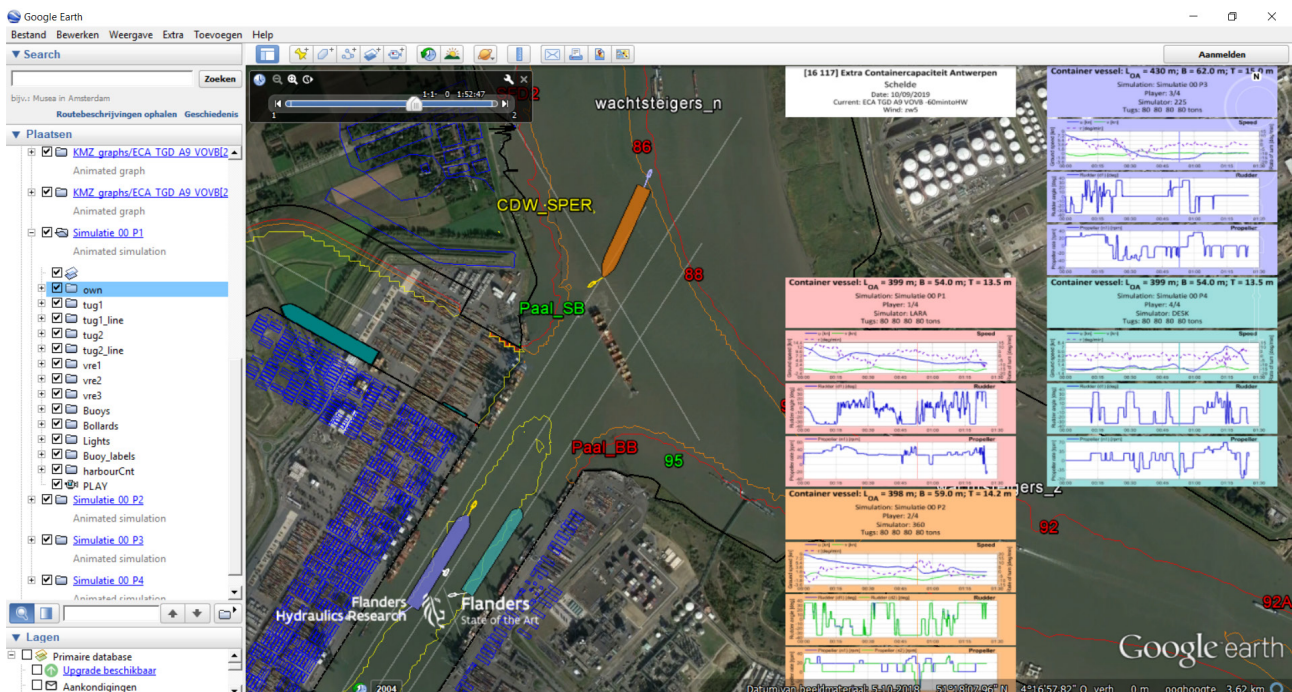


The overlay graphs are light red (player 1), orange (player 2), blue (player 3) and green (player 4) on top of the different series in the graphs because the animation is presented from the start to the end of the simulation. If you use the slider on the top left location (above Oude Doel) you can go back and forward on the graphs and also on the track.



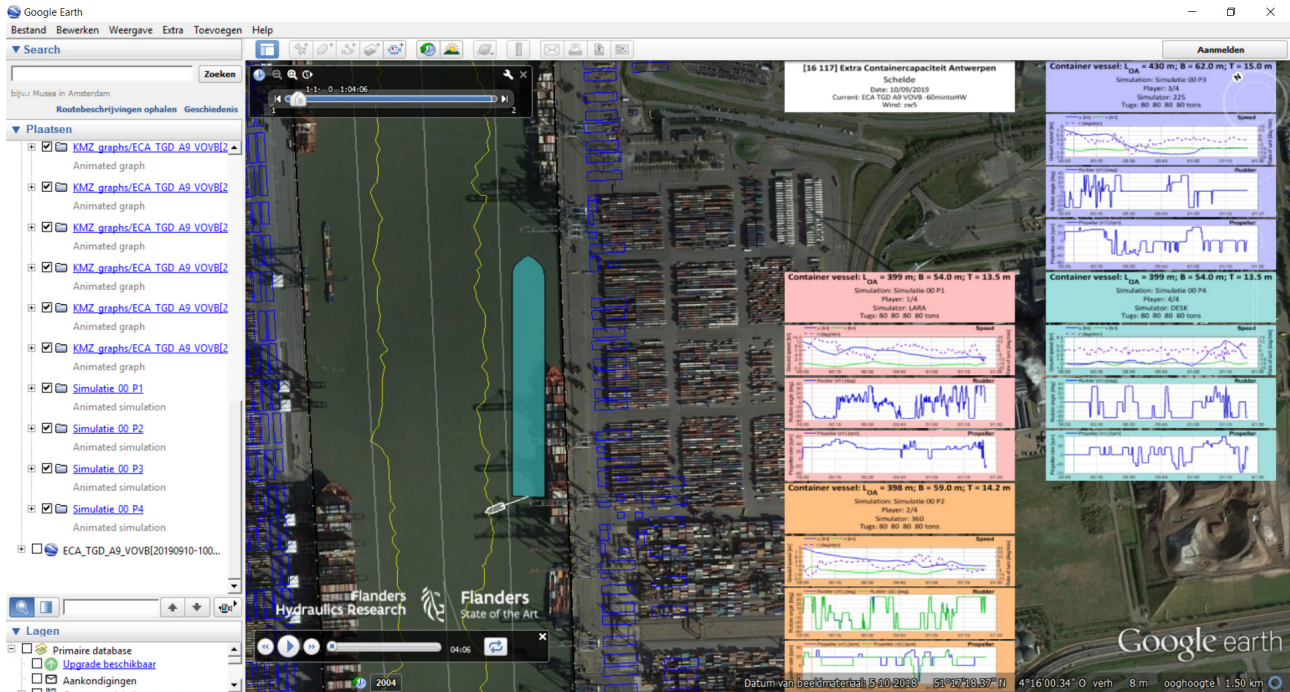


To clearly focus on the track of the four players at each instant you can reduce the animated simulation to the instant and go back and forward in the simulation.





In the pull down list of the animated simulation there is also a PLAY button for each player, by double clicking on this button the simulation replays with a vertical red/orange/blue/green line on the overlay graphs to show where you are in the graphs for the presented player on the Google Earth view. In the left corner below, the play button is presented and can be used for increasing the replay speed.



The following graphs are shown on the Google Earth presentation for each player:

The longitudinal speed component ( $u$ ) of the vessel with the lateral speed component ( $v$ ) of the vessel and the rate of turn ( $r$ ) of the vessel.

The rudder angle ( $d1$ ) with a minimum of -35 degrees (to starboard) and a maximum of 35 degrees (to port).

The propeller rate ( $rn1$ ) with a minimum (astern) and a maximum (ahead) depending on the harbour full setting of each player.

On the Google Earth overview are the red lines the depth lines at -10 m LAT, the orange lines the depth lines at -14.5 m LAT and the yellow lines at -18.0 m LAT.

## Appendix C: Feedback tijdens de simulaties

De gestandaardiseerde evaluatie van elke simulatie is uitgevoerd volgens het standaardformulier:

[16\_117] ECA\_SFD

### Beoordeling reserves

1. gelukt met veel reserve
2. gelukt met voldoende reserve
3. gelukt met weinig reserve
4. ten einde gebracht met incidenten (geen schade)
5. niet gelukt met schade
6. niet gelukt / opgegeven

### Moeilijkheidsgraad op de simulator

1. het werd vlot uitgevoerd
2. het werd normaal uitgevoerd
3. meer dan normale moeilijkheid
4. het was moeilijk
5. het was uiterst moeilijk, riskant
6. onuitvoerbaar

### Uitvoerbaarheid

Is dit manoeuvre - zoals u het op de simulator uitvoerde - ook veilig uitvoerbaar op de rivier? Ja/Nee

Vervolgens werd nog vrije feedback gegeven na elke simulatie door de loodsen van elke simulator/player (Tabel 24).

Tabel 24 – Feedback tijdens de simulaties van september en oktober 2019 per run en player

| Nr. | Player | Feedback                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 00  | P1     | In realiteit misschien doorgaan tot voorbij het dok. Je moet veel langer wachten dan dat je verwacht. Snelheid laag langs de EUT (misschien te laag in vergelijking met de realiteit).                                         |
|     | P2     | Wind- en stroomafhankelijk. Eerst een beetje aan het wachten op de afvarende. Op stroom naar de rode boei verzet. Zwaar manoeuvre van het begin tot het einde. De knik nemen viel mee maar weinig ruimte om wind op te vangen. |

|    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | P3 | Boegschroef werkte niet aanvankelijk (Simbridge Inland ipv Simbridge Sea). Schroefeffect was heel snel (te onderzoeken). Als eerste in het scenario, dus minder rekening houden met de overige.                                                                                                                                              |
|    | P4 | Dit schip wacht tot P2 en P3 in het dok zijn. Achtersleper was niet echt nodig om het schip in de wind in het DGD te houden.                                                                                                                                                                                                                 |
| 01 | P1 | Een probleem met de boegschroef die enkel naar stuurboord werkt. Daarom werd een sleepboot als duwer ingezet. De boegschroef heeft een tijd naar stuurboord met de wind mee gewerkt. Voor het wachten in het dok extra sleepboot nodig om het schip tegen de wind in te houden. Op stroom komen was ok, vaart achteruit er op tijd uithalen. |
|    | P2 | Problemen met Qastor, wachten op stroom was te doen met achterboot (40 ton), dok indraaien voorboot gebruikt, achterboot niet.                                                                                                                                                                                                               |
|    | P3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|    | P4 | Problemen met Qastor, achterboot weinig gebruikt, voorboot tussen half en vol, om het DGD in te gaan dicht bij de kade.                                                                                                                                                                                                                      |
| 02 | P1 | Boegschroef kan enkel naar stuurboord werken, de boegschroef werd niet gebruikt en ook de voorsleepboot werd niet gebruikt om het dok in te draaien. In realiteit zou het schip vlotter draaien (log schip)                                                                                                                                  |
|    | P2 | Het schip wordt voor het dok door de wind sterk naar de rode kant verzet. Het zwaaimanoeuvre loopt verder goed.                                                                                                                                                                                                                              |
|    | P3 | In het begin moeizaam om het dok in te draaien, eigenlijk alles nodig (daardoor weinig reserve)                                                                                                                                                                                                                                              |
|    | P4 | 15 knoop STW langs de EUT. De langere knik variant VOVB_HA is vlotter te nemen (eventueel windafhankelijk).                                                                                                                                                                                                                                  |
| 03 | P1 | Dit schip gaat als tweede uit het TGD, ook op stroom komen maar wachten.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|    | P2 | Dit schip gaat als derde uit het TGD. Dit schip gaat naar het DGD achteruit en wacht. Het moeilijkste was van de kant afkomen met de wind.                                                                                                                                                                                                   |
|    | P3 | Dit schip gaat als eerste uit het TGD. Achteruit op stroom en passeren met het opvarende schip. Aan meer dan 11 knopen langs de EUT.                                                                                                                                                                                                         |
|    | P4 | Dit schip kan maar het TGD in wanneer alle schepen er uit zijn. Zeer comfortabel.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 04 | P1 | Voortdurend achteruit draaien om snelheid onder controle te houden. De loods had het schip nog kunnen stilleggen. Boegschroef werkt maar op halve kracht.                                                                                                                                                                                    |
|    | P2 | Comfortabele plaats om te wachten, en het indraaien ging vlot.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|    | P3 | Het schip wordt belooft door een loods die net categorie 7 is geworden. Het schip loopt op de rivier aan de grond (0.5 m aan het achterschip). Met 3 knopen achteruit op de rivier, ongeveer 7 minuten vooruit slaan, snelheid zeer traag er uit te krijgen.                                                                                 |
|    | P4 | Boegschroeven werkten niet voor het schip gedurende de volledige vaart. Goed dat de ONE direct op stroom is gekomen. Bocht achteruit, blijven draaien in plaats van te drijven. Late beslissing om naar de rivier te gaan dus eventueel een hoekje maken in het TGD, maar het ging comfortabel.                                              |
| 05 | P1 | Het indraaien van de monding en het dok gaat zeer moeizaam. Met snelheid 3 à 4 knopen maar iets te hoog omdat de noodzakelijke rate of turn niet werd gehaald. In het vervolg met een lagere snelheid aankomen (2.5 knopen). Boegschroef werkt maar op halve kracht.                                                                         |
|    | P2 | Het schip gaat naar de phenol en wacht daar tot het schip dat uit het TGD komt en in het DGD wachtte, op stroom is gekomen. Vervolgens wordt achteruit bij eb het DGD ingedraaid.                                                                                                                                                            |

|    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | P3 | Het schip gaat in hoofdzaak met één achtersleepboot en boegschroef bij eb het dok in. Boegschroef vol en achtersleepboot vol. Bij het indraaien van het TGD wordt er dicht bij de zuidelijke kade gevaren door de ebstroom die het achterschip tegenwerkt. Het loopt mis bij het rondenvan de knik in het TGD. Te dicht bij het afgemeerde schip gebleven en vervolgens contact met schip en met de kade. De loods dacht dat de wind meer ging tegen werken voor het rondenvan de knik en dat daarom zo dicht mogelijk bij de kade moest gevaren worden. Evaluatie afgezien van het rondenvan de knik. Misschien beter met drie sleepboten, dus een extra voorsleepboot. |
|    | P4 | Het schip gaat komende uit het TGD achteruit in het DGD wachten. Het schip vaart af nadat de Triple Eirene de monding is gepasseerd en voor de MSC Atlantis verder opvaart. De loodsen zijn voor het einde van de simulatie van boord/simulator gegaan waardoor het schip aan de EUT op de plaat is gekomen, minimale kielspeling blijft tijdens de simulatie, daarna gaat het schip naar de NZT maar is dus niet bemand.                                                                                                                                                                                                                                                |
| 06 | P1 | Voorsleepboot laat ingezet om niet naar de noordhoek te gaan. Door ruimer te gaan kan je minder gemakkelijk aan lager wal geraken. Boegschroef maar op halve kracht te gebruiken tijdens de simulatie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|    | P2 | Het blijft een tegendraadsmanoeuvre. Je komt in de driehoek terecht of je dicht bij de CDW of verder af het zwaaimanoeuvre aanvat.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|    | P3 | [Tijd van het manoeuvre analyseren tov voorgaande simulatie]. Gewijzigd invaarmanoeuvre van het TGD bij eb. Manoeuvre zoals naar het DGD. Vervolgens in het DGD wachten tot de One Kobe uit het TGD is en vervolgens head in in het dok. Zeer comfortabel manoeuvre. Te weinig sleepboten met stroom en wind (ook 430 m).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|    | P4 | Je kan mooi aanpassen met het opvarende schip. Plan met kruisen met afvarende gewijzigd tijdens de simulatie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 07 | P1 | De schepen zitten kort op elkaar zodat de eerste voor het DGD eerst voorbij de monding gaat om het schip voor het TGD in één beweging het dok te laten invaren. De phenolsteiger staat niet op de contour maar wordt wel dicht genaderd. Het schip kan zich door stroom en wind die elkaar tegenwerken op de stroom houden. De loodsen beslissen eens in het DGD om ook het TGD in te varen head in. Zonder probleem. De sleepboot houdt je achteraan in de stroom. ZW was in het voordeel op de rivier.                                                                                                                                                                 |
|    | P2 | Het schip draait te vroeg de monding in waardoor nog gecorrigeerd moet worden om niet tegen de noordkant uit te gaan. Eerst ROT 15 deg/min, maar de kop kwam stuurboord uit (vlakke muur met teflon, talud? voor sediment). ZW6 is te hoog om het schip tegen de wind in het eerste deel van het dok te houden. Meer slepers gezien de wind en de laterale windoppervlakte.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 08 | P1 | Dit schip gaat naar de rode kant op de rivier in afwachting van het opvaren naar de monding. De ontmoeting tussen de MSC Atlantis en One Kobe wordt hierdoor wel kritisch. Combinatie wind, stroming maakt of de aanloop van de monding vanop de rivier verder beïnvloed wordt, noordelijke zijde in het TGD en voor ZW wind voldoende sleepboten noodzakelijk om dit op te vangen. Nu zorgt de NW wind voor geen bijkomende nadelige invloed. Het indraaien van het dok ging vlot maar je moet voldoende voorwaarts gaan. Snel geprobeerd om een hoekje te maken. De loods zou vanaf Vlissingen nog iets meer ruimte tussen de schepen gelaten hebben.                  |
|    | P2 | Dit schip moet zich lange tijd (op te zoeken) gaande houden op de rivier. Het wachten lukte wel. Een moeilijk manoeuvre om het dok in te draaien. Bij voorkeur met drie 80 ton sleepboten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|    | P3 | Dit schip gaat eerst in het DGD. In het echt eerder met drie sleepboten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



|    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | P4 | Dit schip komt als tweede op de monding. Het schip had bij aanvang geen hoek met de wind waardoor even door de 100 m afstandslijn is gevaren. Vanaf de kade zou dit niet het geval geweest zijn. 80 ton achterboot nodig om de wind te compenseren. De knik gaat goed. Goede snelheid achteruit om op de rivier gaande te houden. Ontmoeting ging.                                                                                                                                                                                                             |
| 09 | P1 | De achtersleepboot moet bij het schip in de wind houden te lang vol trekken (10 minuten zou nog aanvaardbaar zijn maar dan moet er geminderd kunnen worden, dus indien noodzakelijk moeten er twee achtersleepboten toegepast worden). NO en ZW winden zijn nadelige windrichtingen voor het eerste deel van het TGD. Derde sleepboot is zeker nodig als je zo lang op het eerste deel in dwarse wind moet liggen.                                                                                                                                             |
|    | P2 | Contact met hoek van het zuidelijke dok, in de Qastor was het verkeerde schip geladen waardoor op basis van de Qastor er nog ruimte was die er niet meer was. De drie sleepboten zijn zeker nodig. Met een 400 m schip dwarsliggen in het DGD gaat niet, dus indien bij het indraaien duidelijk zou worden dat het schip te zuidelijk in het DGD gaat uitkomen dan kan beter niet gezwaaid worden op die plaats (bijvoorbeeld wel in lijn liggen met de voorligging van het DGD). Dus een ander manoeuvre uitvoeren. Voorbij het DGD varen en achteruit er in. |
|    | P3 | Het manoeuvre met het 430 m schip was goed te doen (iets vlotter zelf dan met Triple Eirene). Ook met twee sleepboten te doen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|    | P4 | Uiteindelijk in de eindpositie met 2.5 knopen beslist om niet head in direct in te draaien maar voorbij het dok te varen en achteruit er in.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 10 | P1 | Het manoeuvre wordt uitgevoerd meer vertrekkende van op stroom. Hierdoor worden achtersleper en duwer ingezet (tot 80%) en is ook de voorboot (50%) met maximum boegschroef nodig. Het schip gaat met 3 knopen de monding in en vervolgens wordt achteruit geslagen om de snelheid tot 1 knoop te brengen.                                                                                                                                                                                                                                                     |
|    | P2 | Dit schip gaat als tweede uit het TGD en gaat achteruit in het DGD. Lang wachten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|    | P3 | Dit schip gaat als eerste uit het TGD en komt op rivier. Aan Saeftinge zetten de loodsen het schip aan de grond om de simulatie te kunnen verlaten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|    | P4 | Dit schip gaat als eerste in opvaart naar het TGD en moet uiteraard wachten tot de beide schepen uit het TGD zijn. Het manoeuvre verloopt met twee achtersleepboten die 80% trekken. Bij het indraaien werden boegschroef en voorboot niet gebruikt. Eens in het DGD wordt ook één achterboot losgegooid. Ook in het TGD enkel achterboot gebruikt. Maar als veiligheid voor die lengte wel vastmaken. Twee achtersleepboten die vast staan kunnen ook achteruit wat blijven trekken.                                                                          |
| 11 | P1 | Dit schip heeft uiteindelijk door het beëindigen van de simulatie om 17:00 niet tot de monding gevaren.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|    | P2 | Bij het in de monding liggen trekt de voorboot naar bakboord (tegen de wind in trekken) en duwt de duwer aan bakboord naar stuurboord (die zou nog niet hebben mogen duwen, checken). Deze twee werken elkaar tegen. 3 boten zijn nodig. Dicht tegen de CDW. Snelheid in de gaten houden.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|    | P3 | Voor- en achterboot staan vol om het schip achteruit op de rivier te brengen. 3 boten zijn wel nodig.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|    | P4 | Net voor het indraaien van de monding moet het afvarende Con430 schip nog gepasseerd worden. Het verkeersplan werd door de Triple Eirene laat te kennen gegeven. Eigenlijk vroeger stil gaan liggen. Ontmoeten met beide schepen moeilijk, de twee opvarende schepen moesten meer afwaarts gelegen hebben. Onoplettendheid daardoor te hoge ROT om in te draaien en op de hoek gevaren.                                                                                                                                                                        |

## Appendix D: Tijdsgrafieken per simulatie en player

**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

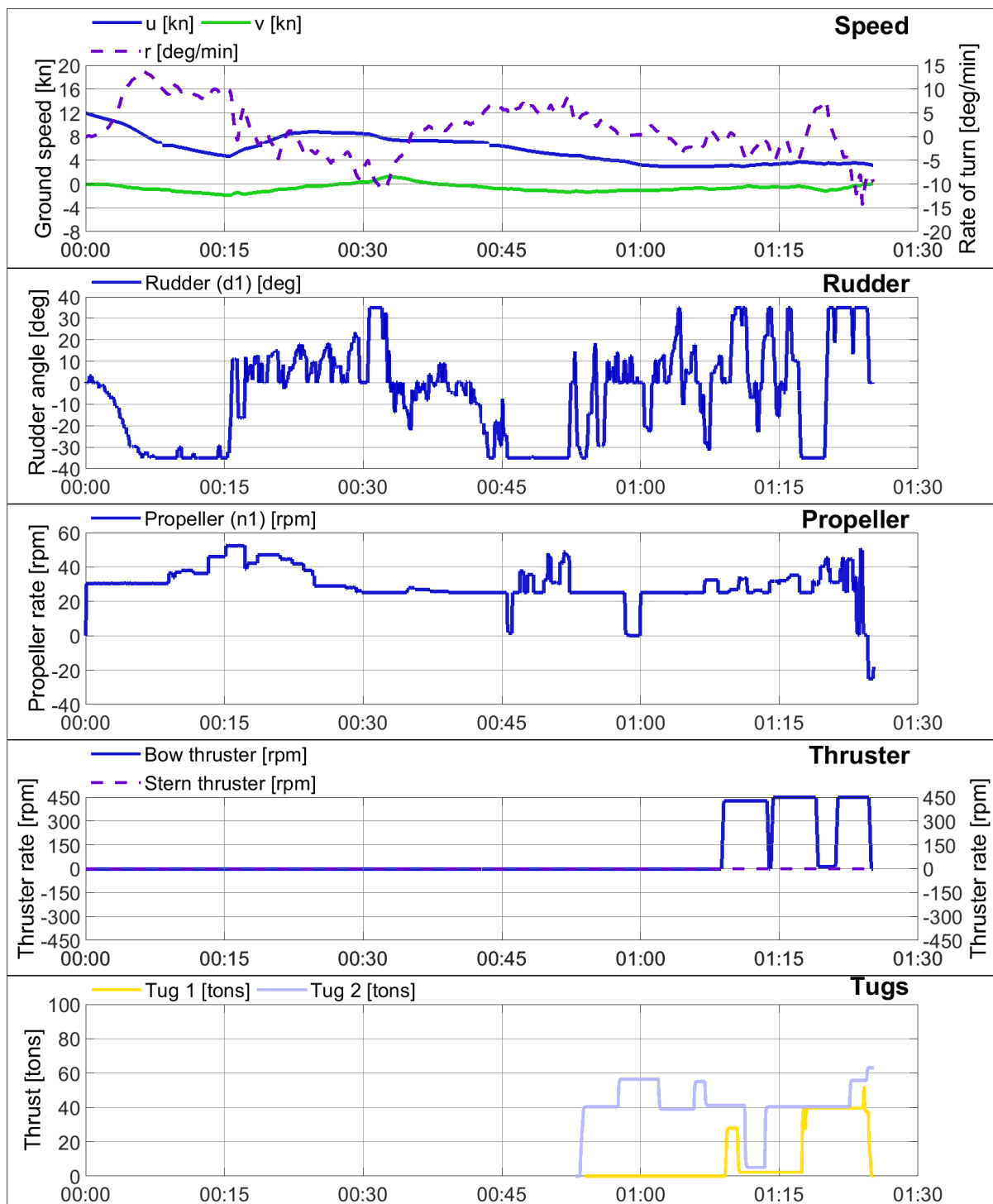
Simulation: Simulatie 00 P1

Time: 10:08:38

Player: 1/4

Simulator: LARA

Tugs: 80 80 80 80 tons



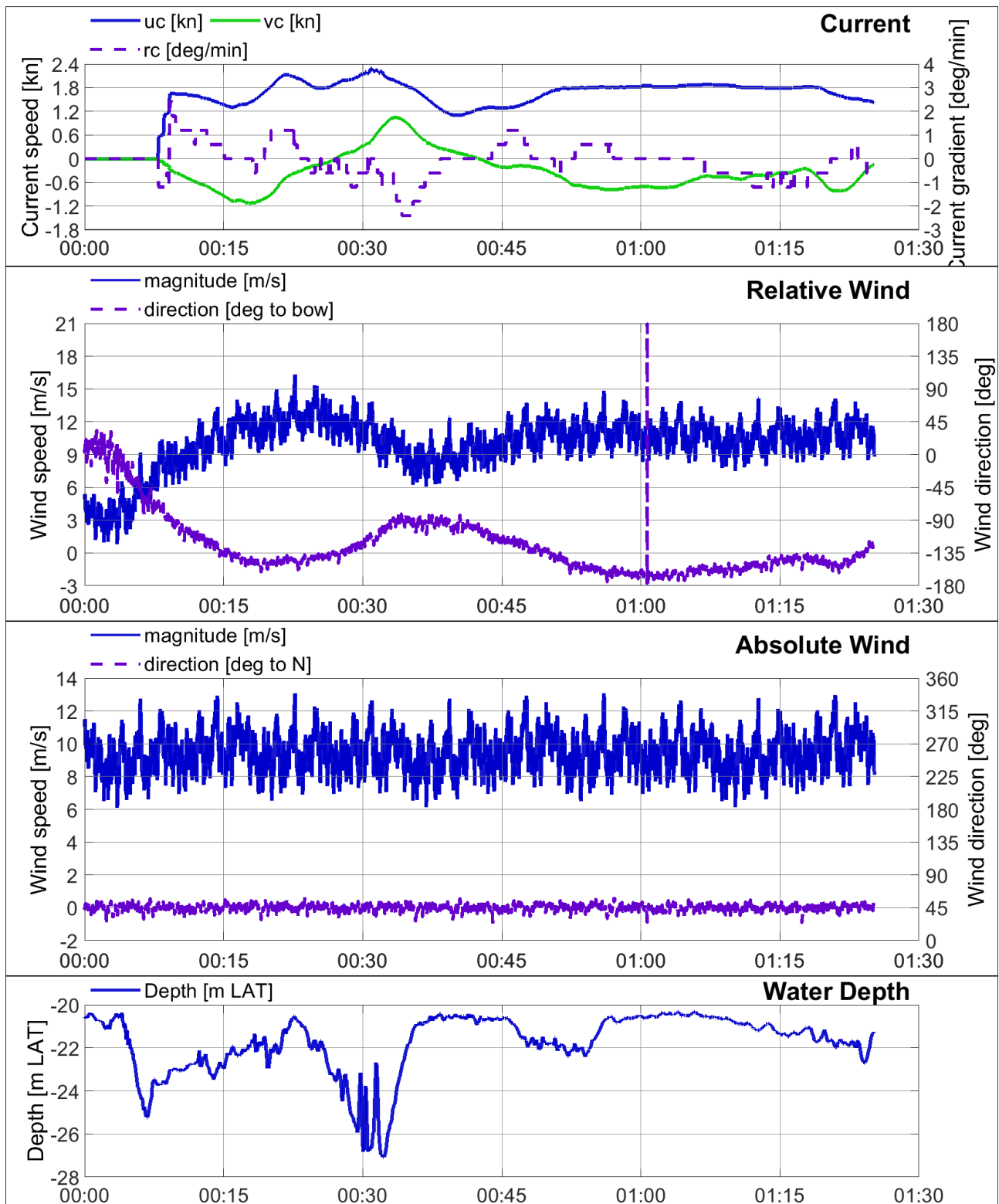
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 10/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -60mintoHW

Wind: zw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 398$  m;  $B = 59.0$  m;  $T = 14.2$  m**

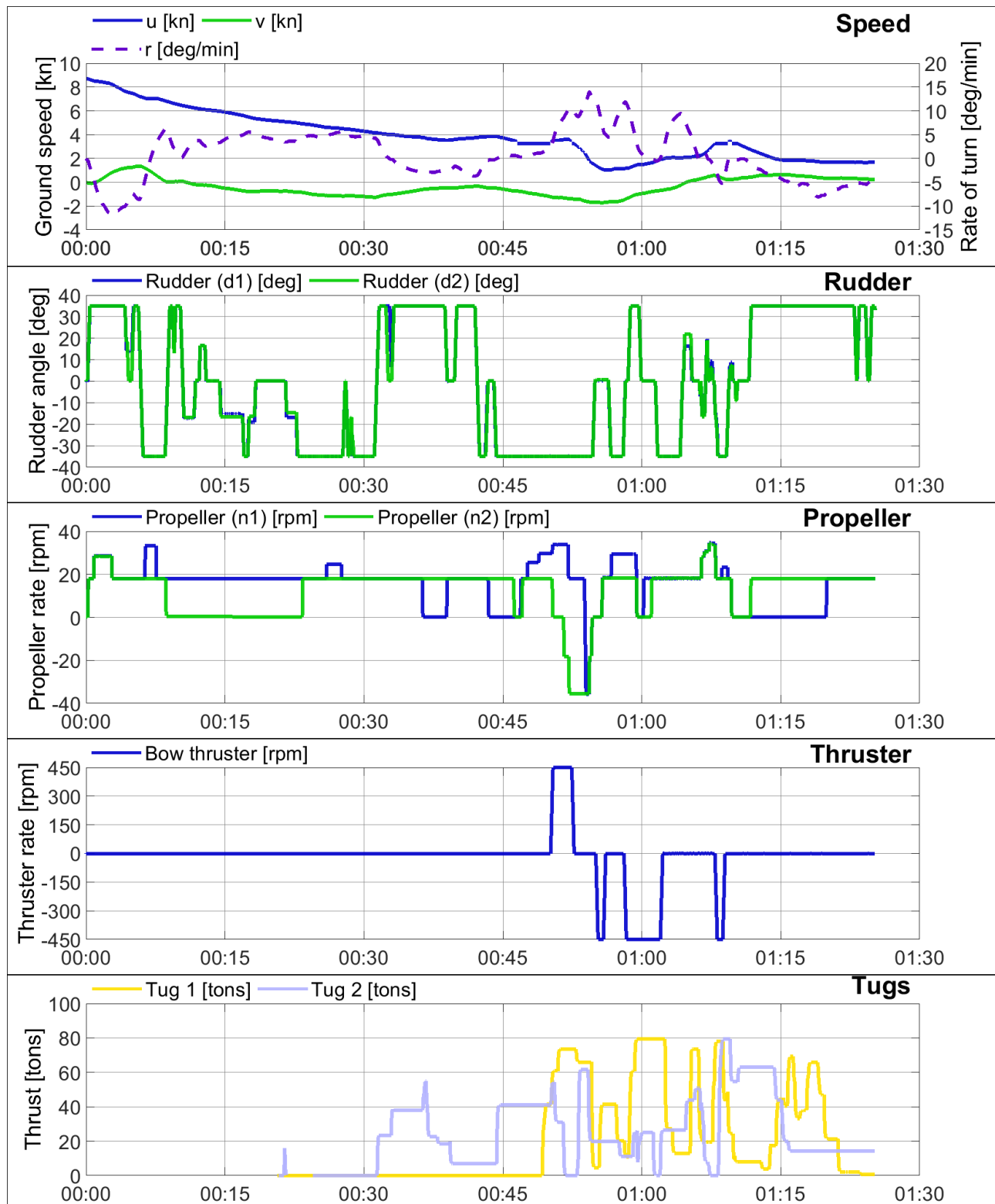
Simulation: Simulatie 00 P2

Time: 10:08:38

Player: 2/4

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons





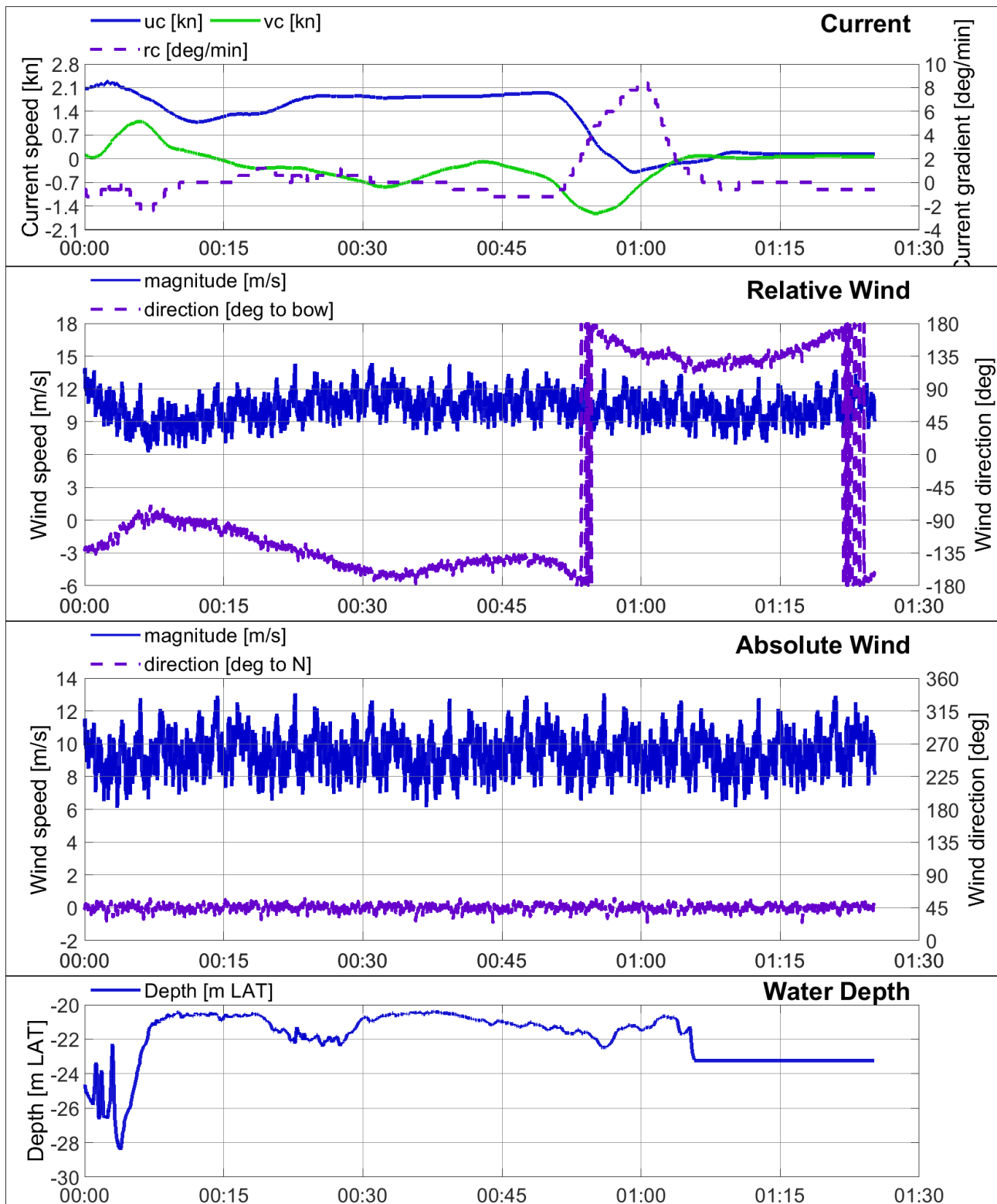
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -60mintoHW

Wind: zw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

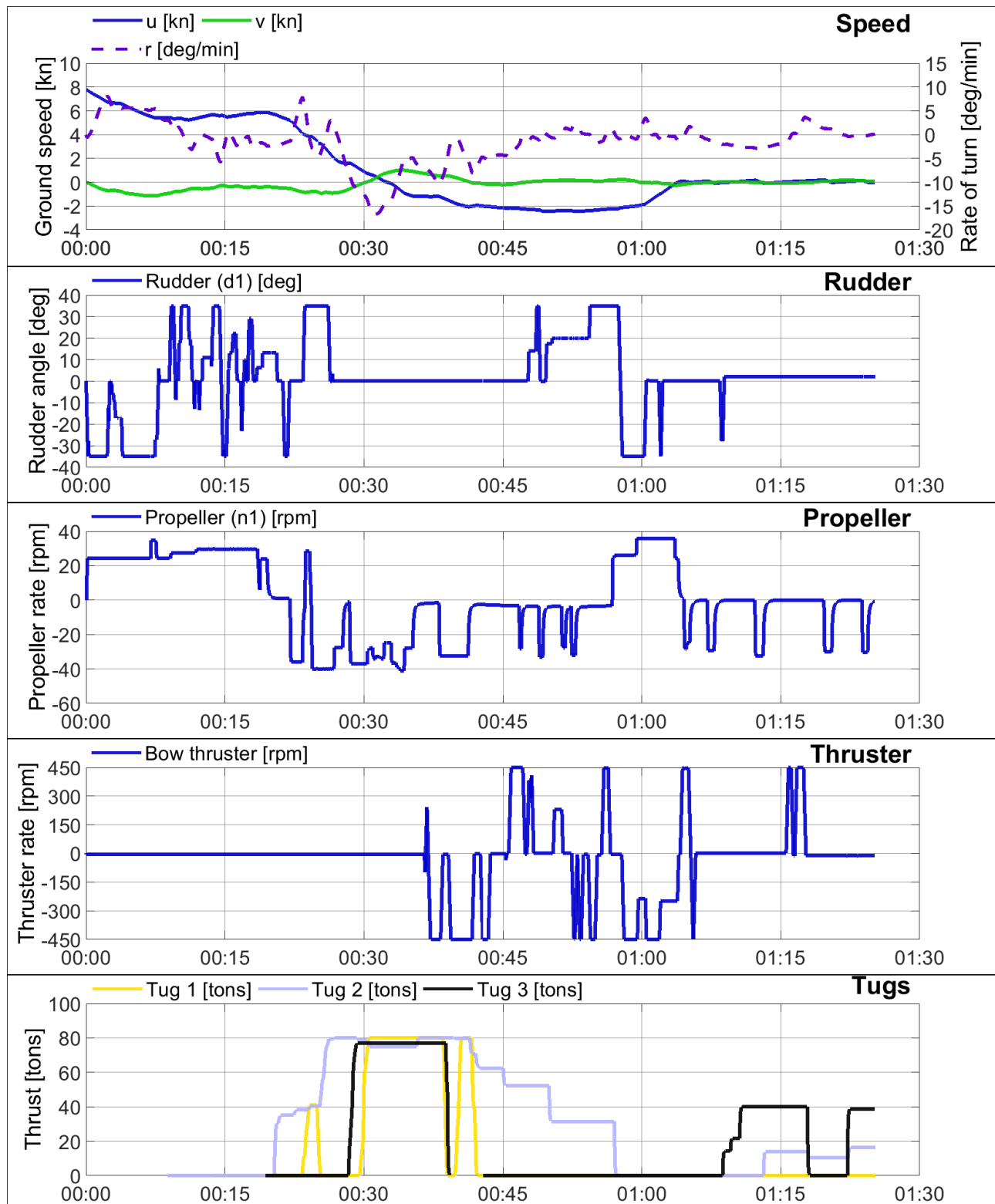
Simulation: Simulatie 00 P3

Time: 10:08:38

Player: 3/4

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons



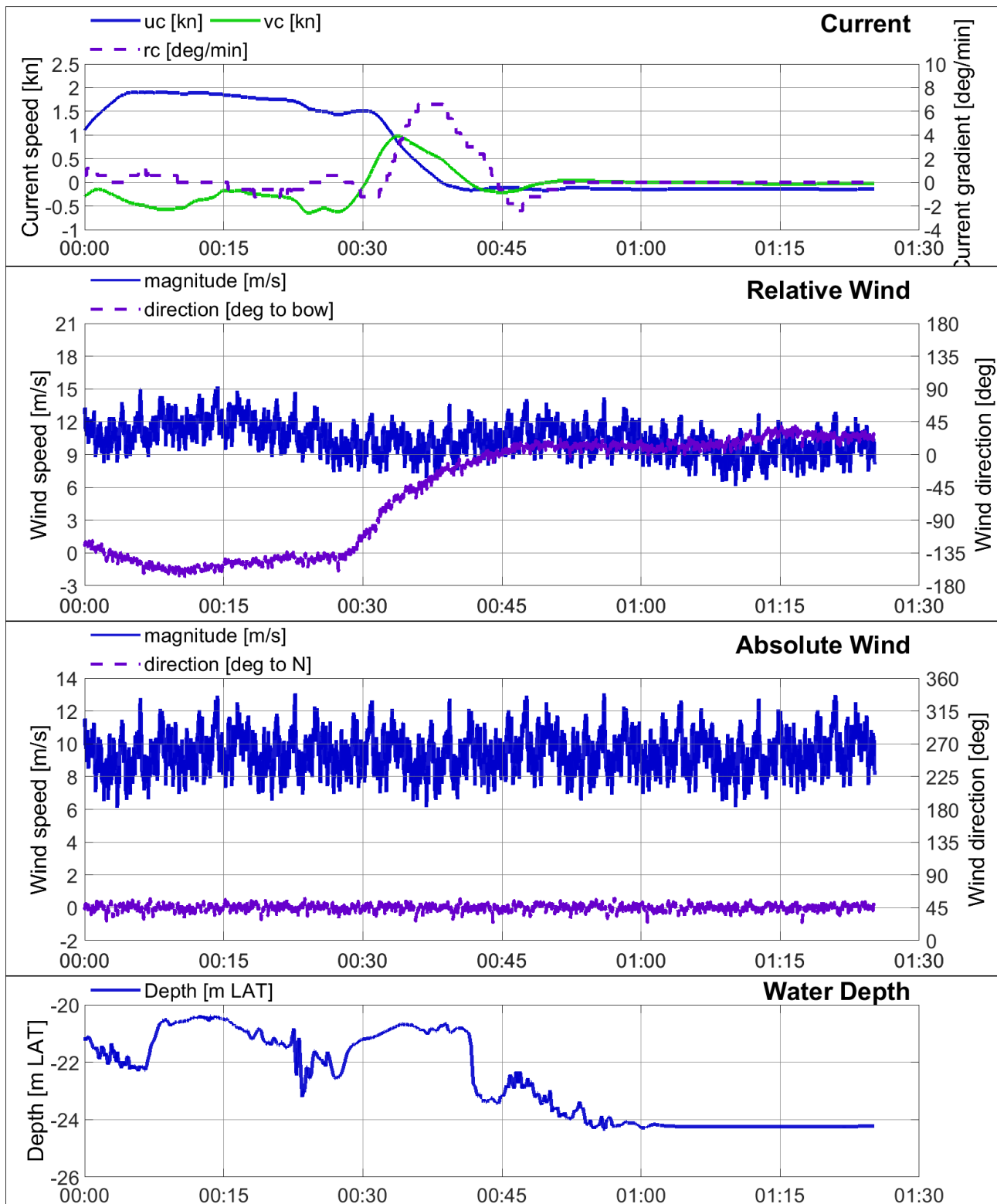
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -60mintoHW

Wind: zw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

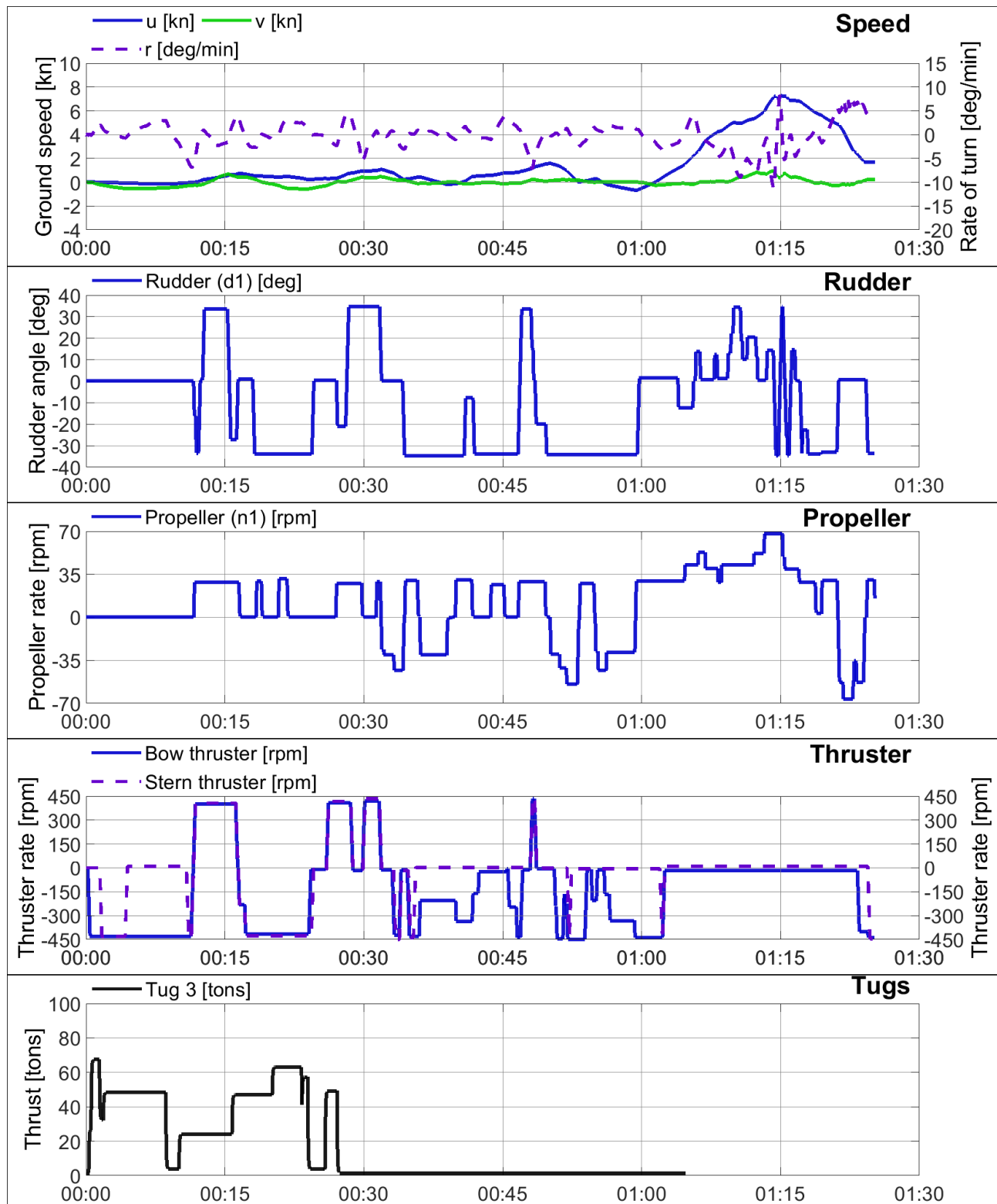
Simulation: Simulatie 00 P4

Time: 10:08:37

Player: 4/4

Simulator: DESK

Tugs: 80 80 80 80 tons





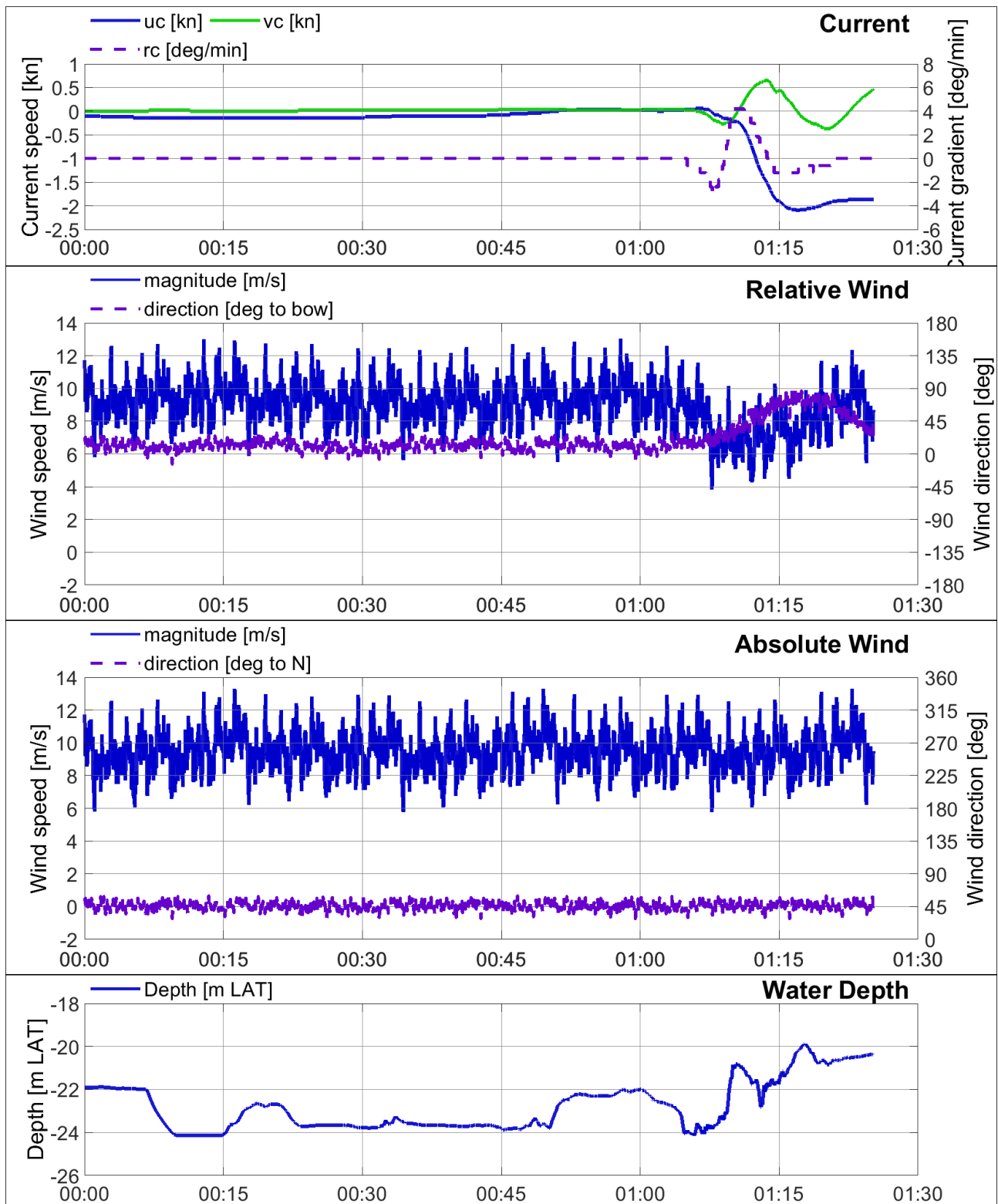
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 10/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -60mintoHW

Wind: zw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

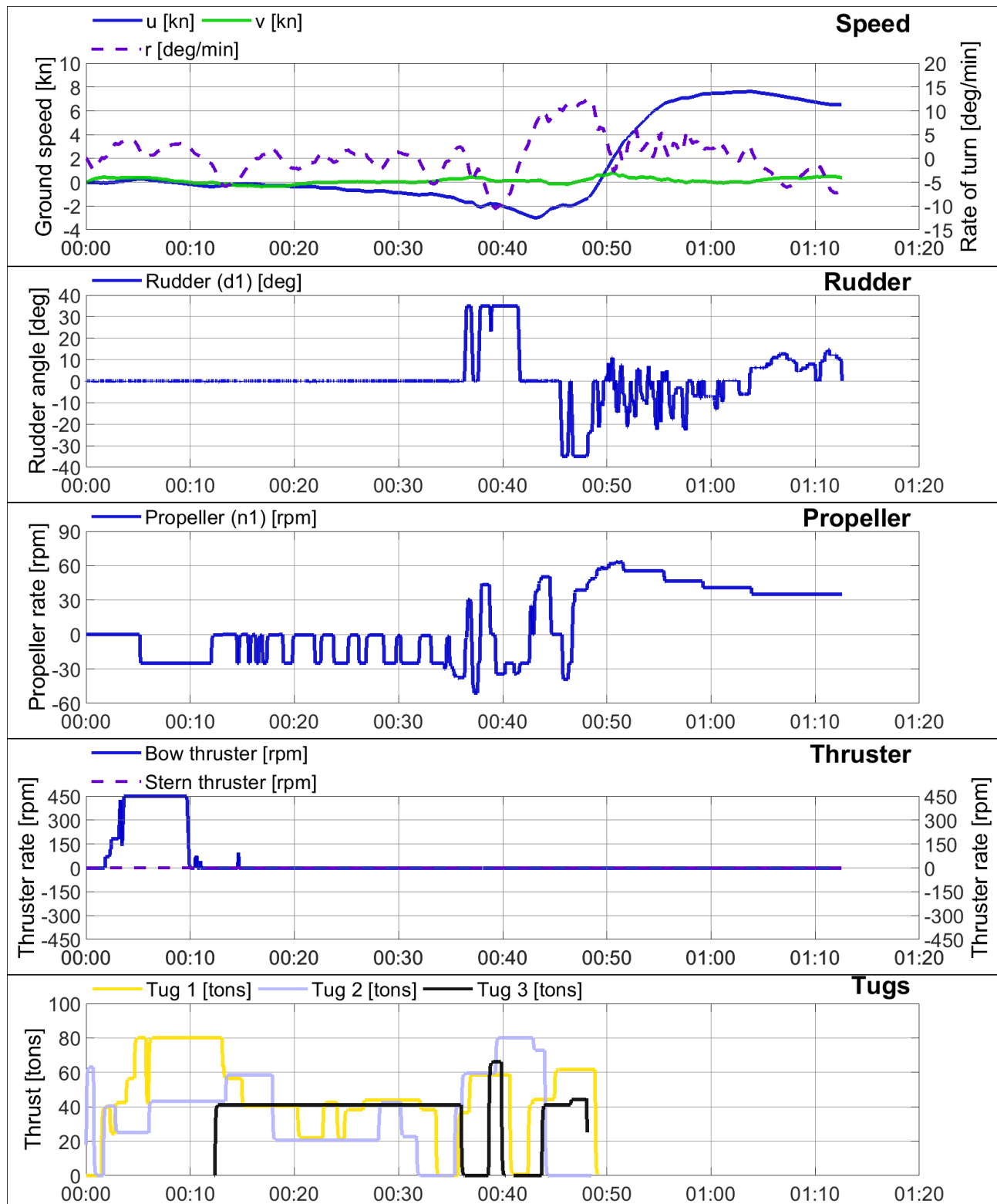
Simulation: Simulatie 01 P1

Time: 12:05:28

Player: 1/4

Simulator: LARA

Tugs: 80 80 80 80 tons



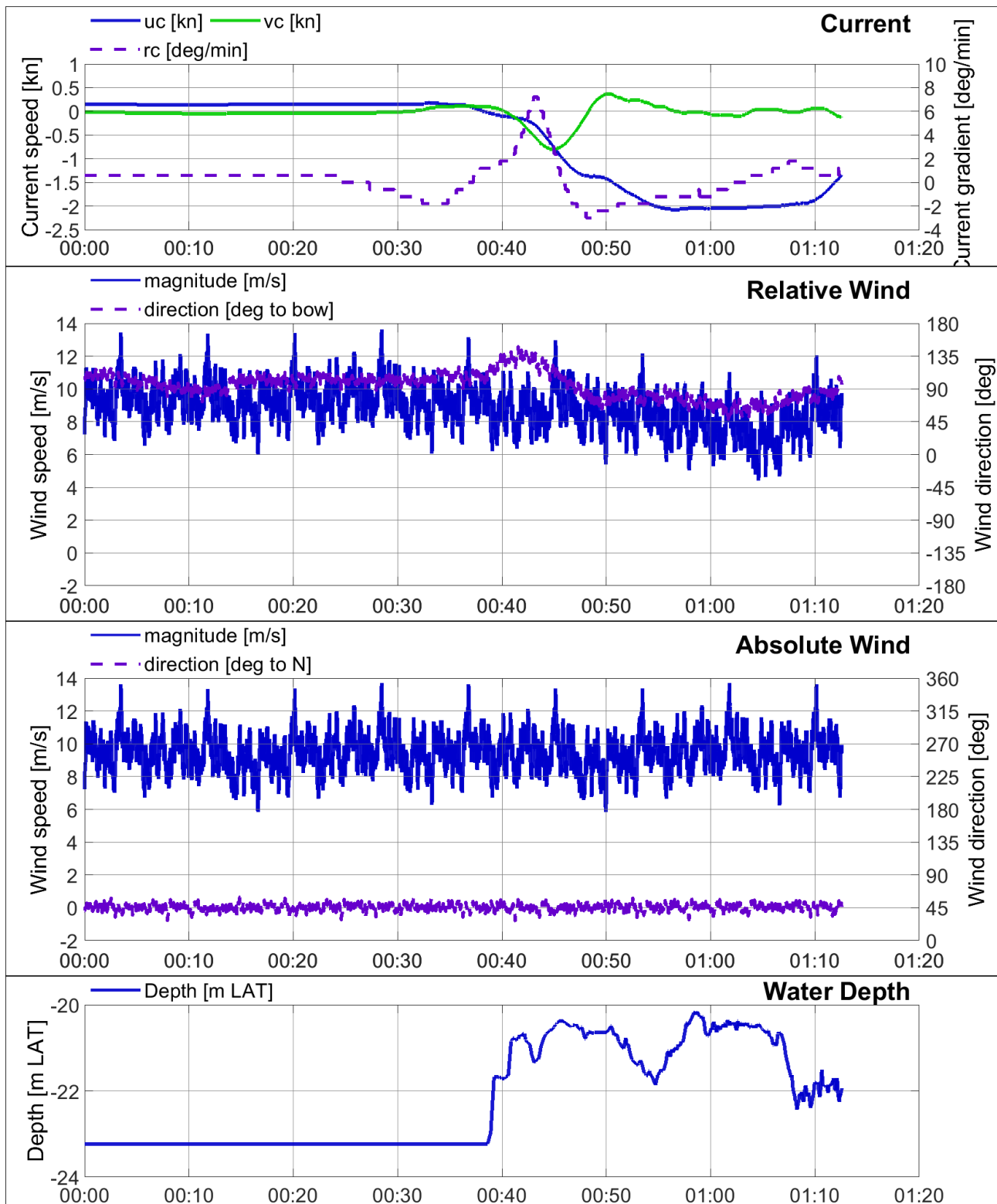
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -60mintoHW

Wind: zw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 398$  m;  $B = 59.0$  m;  $T = 14.2$  m**

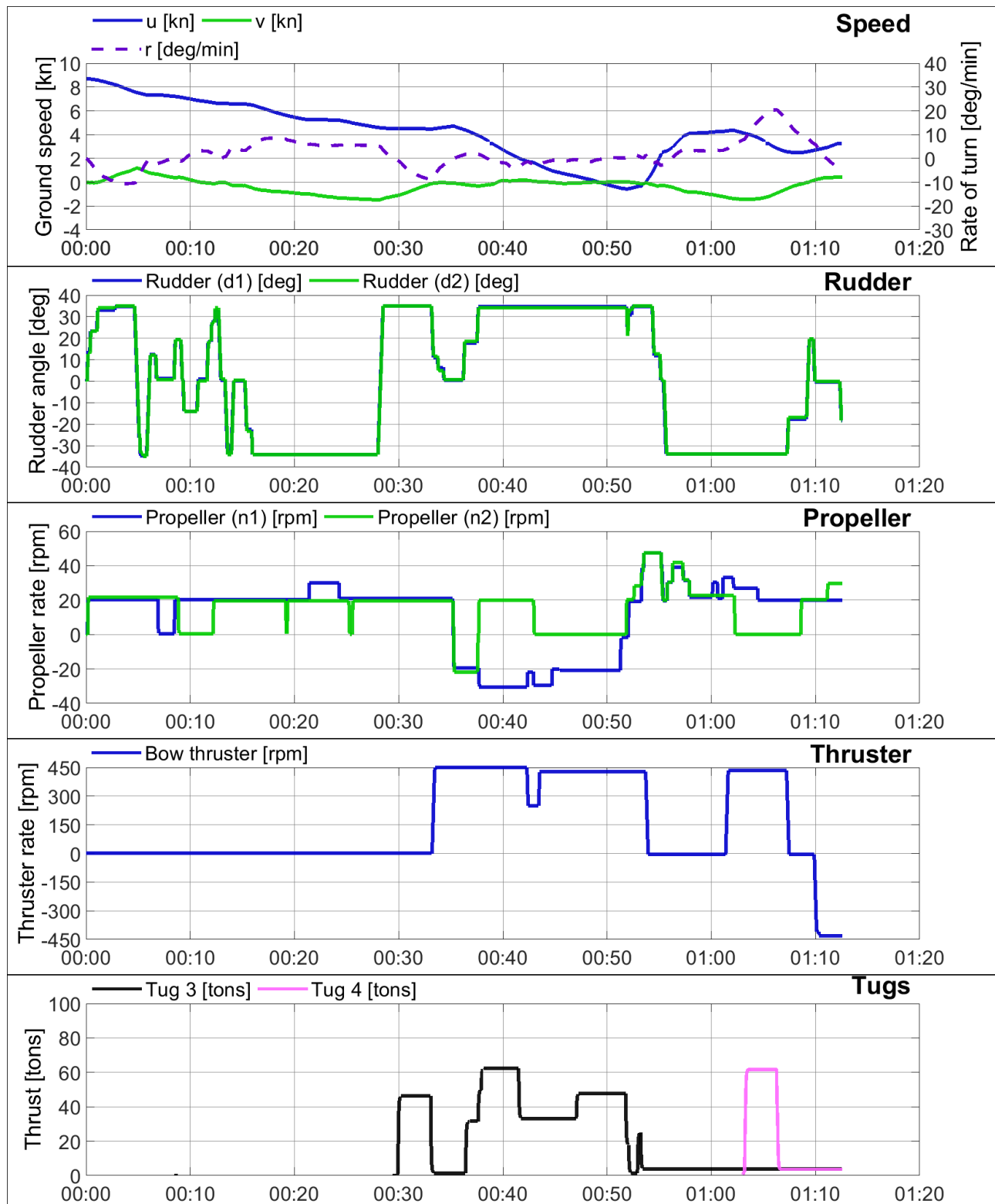
Simulation: Simulatie 01 P2

Time: 12:05:27

Player: 2/4

Simulator: DESK

Tugs: 80 80 80 80 tons





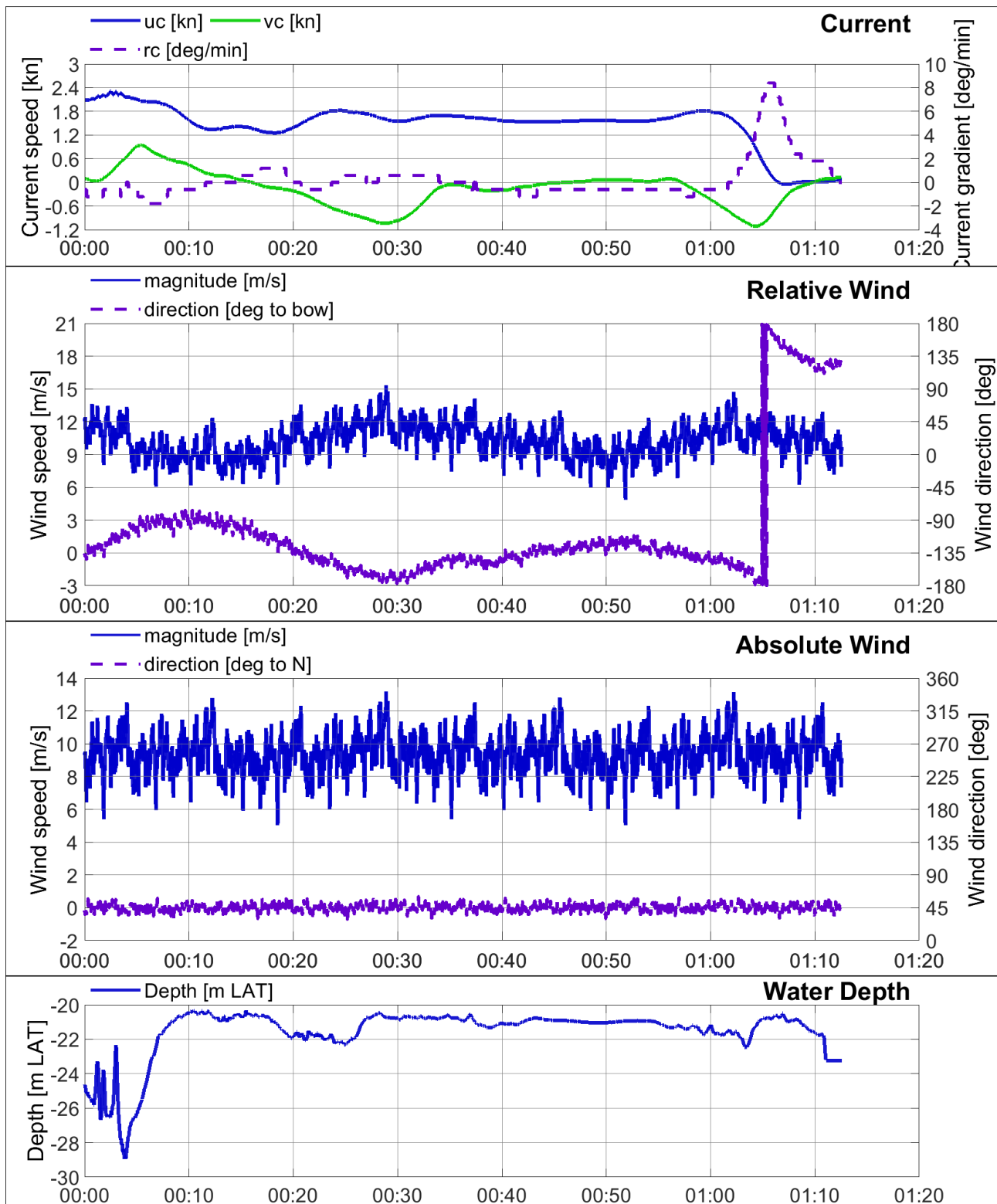
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -60mintoHW

Wind: zw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

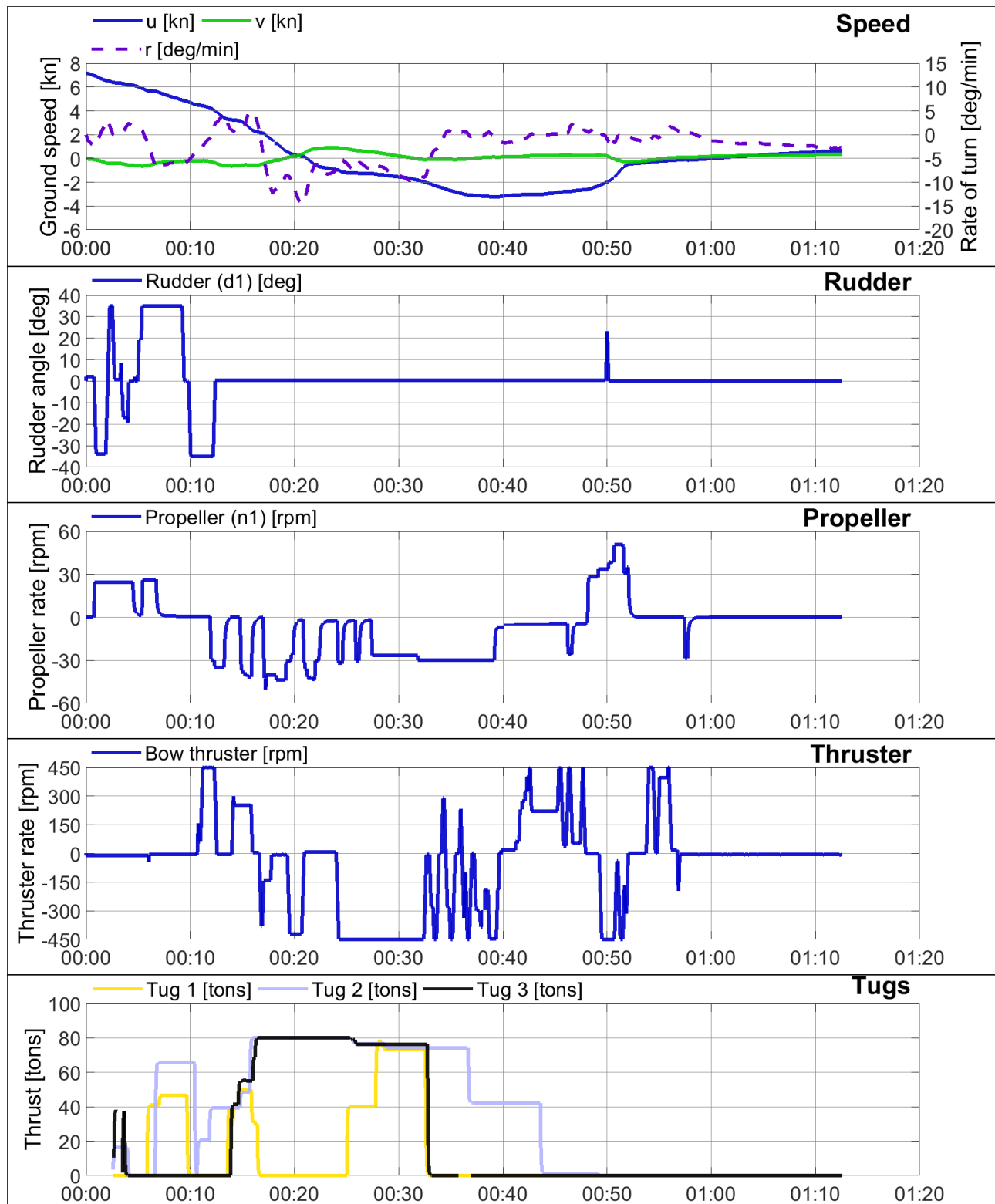
Simulation: Simulatie 01 P3

Time: 12:05:28

Player: 3/4

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons



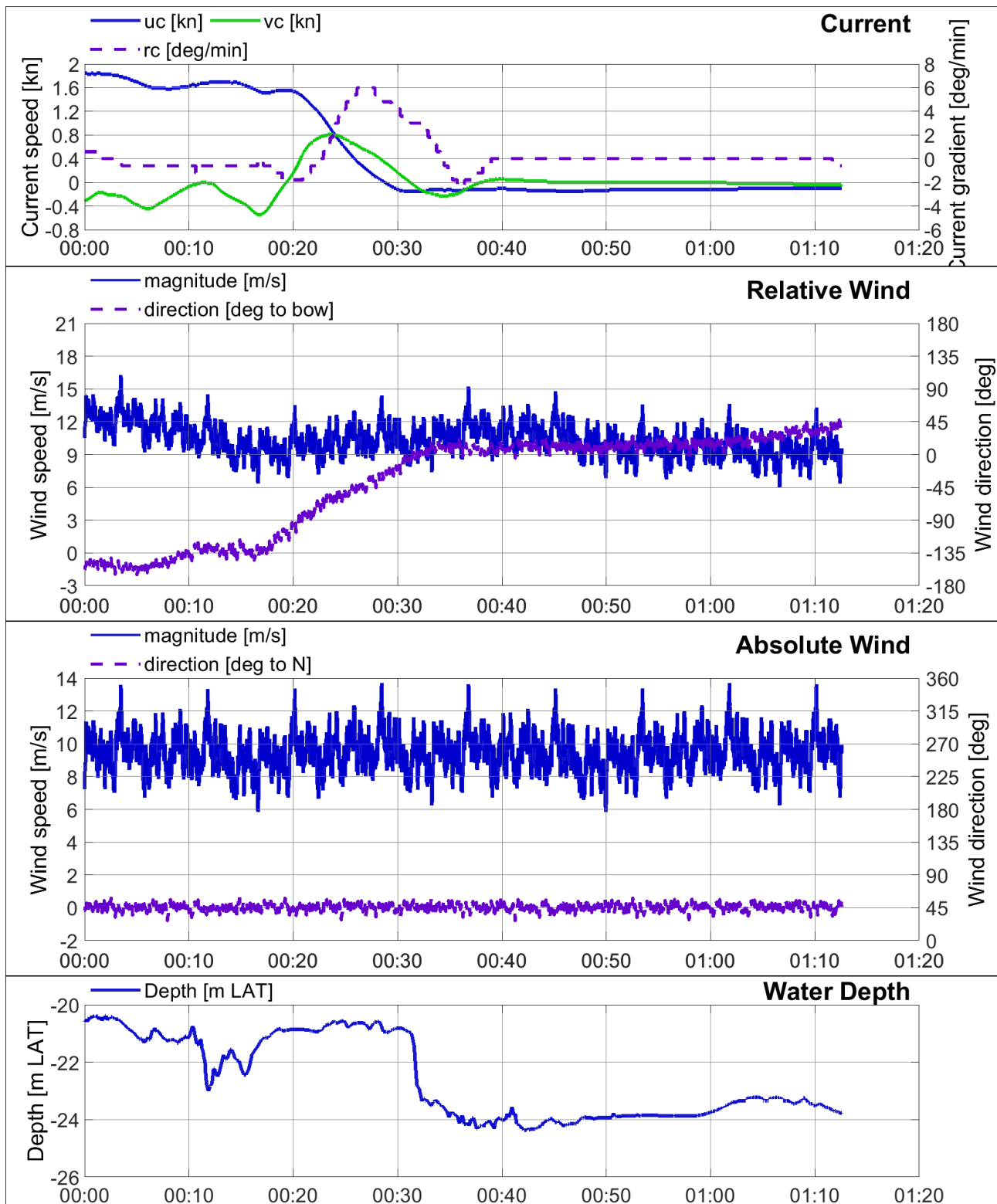
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -60mintoHW

Wind: zw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

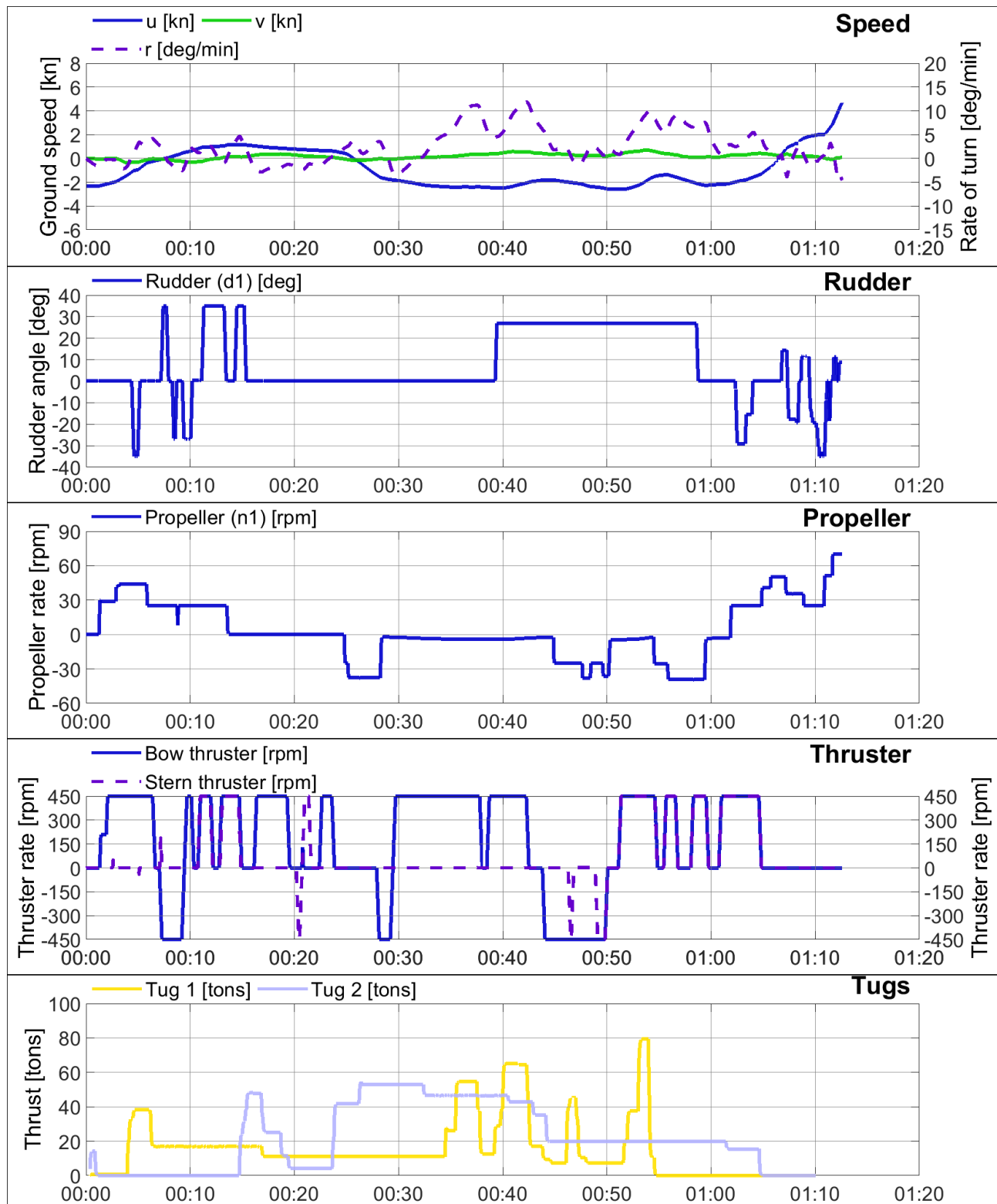
Simulation: Simulatie 01 P4

Time: 12:05:28

Player: 4/4

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons





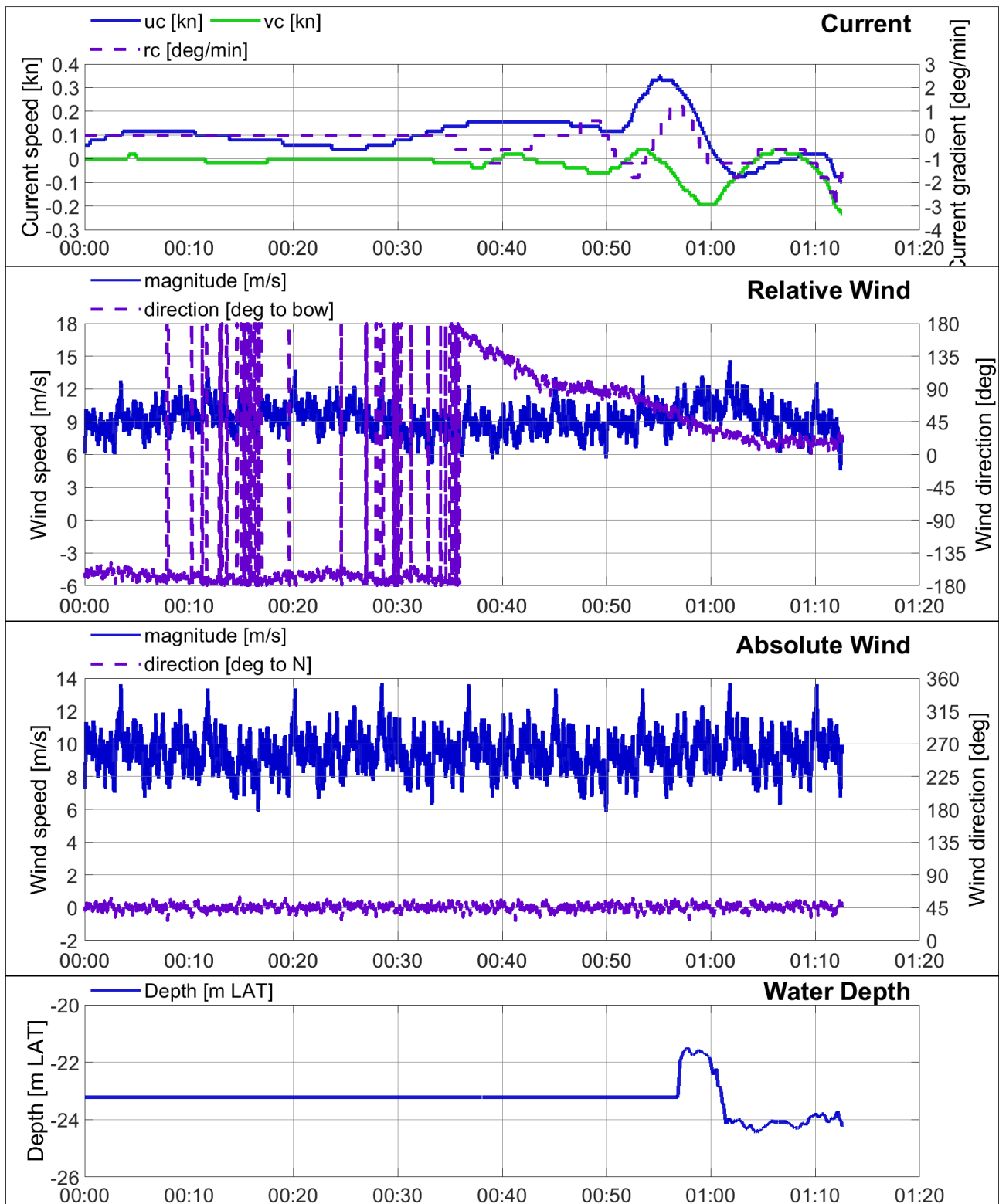
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -60mintoHW

Wind: zw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

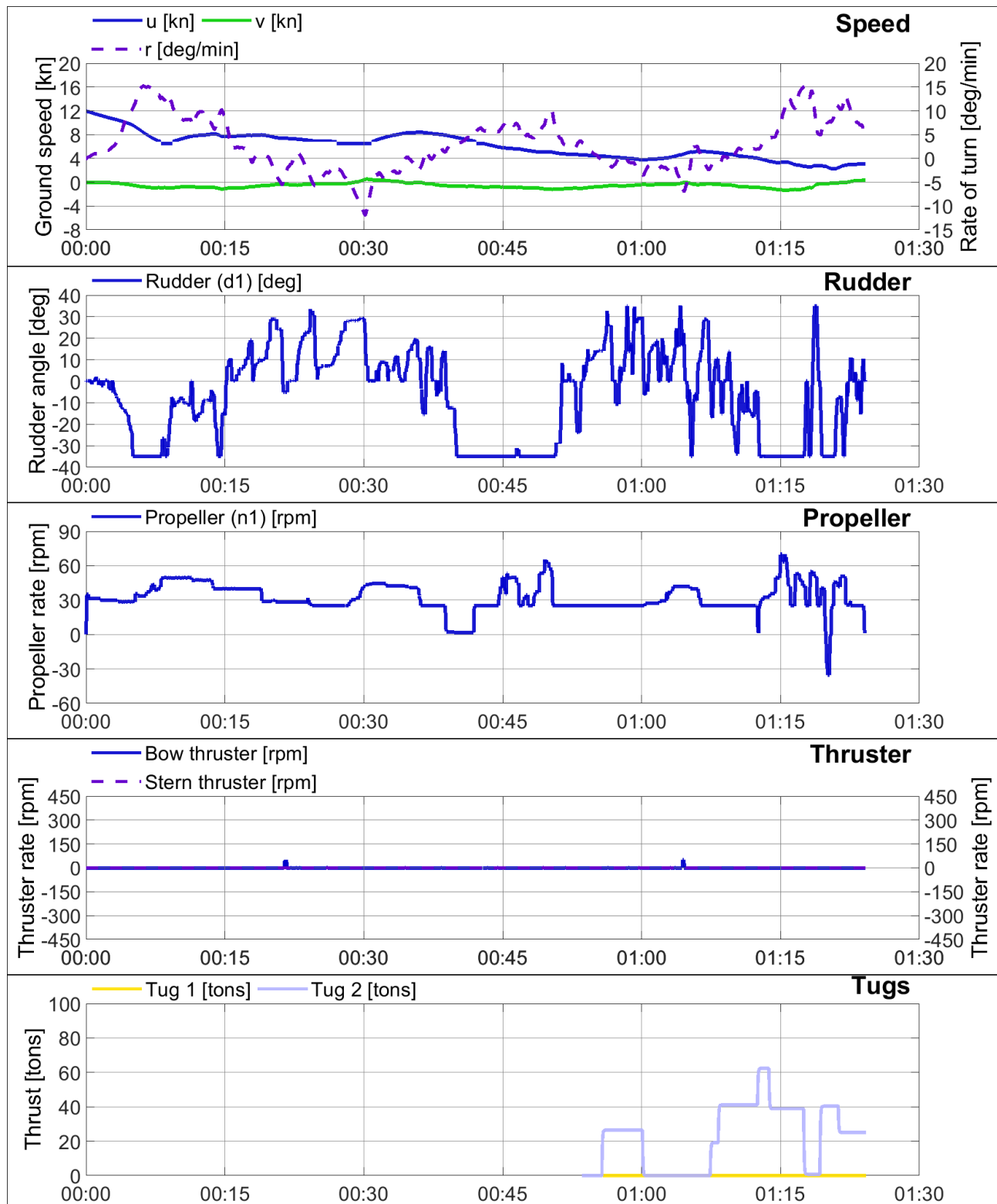
Simulation: Simulatie 02 P1

Time: 14:27:22

Player: 1/4

Simulator: LARA

Tugs: 80 80 80 80 tons

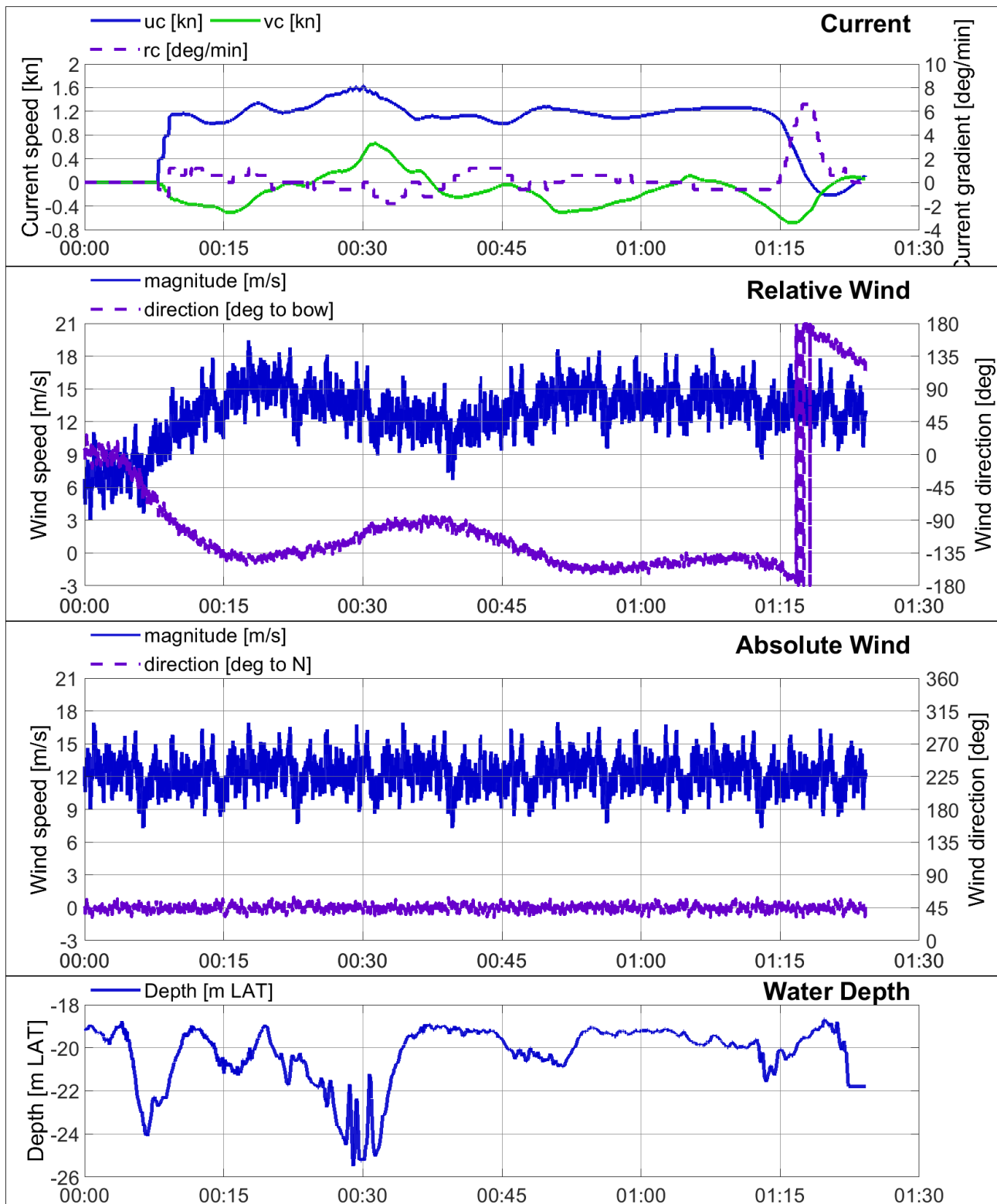


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Wind: zw6



**Container vessel:  $L_{OA} = 398$  m;  $B = 59.0$  m;  $T = 14.2$  m**

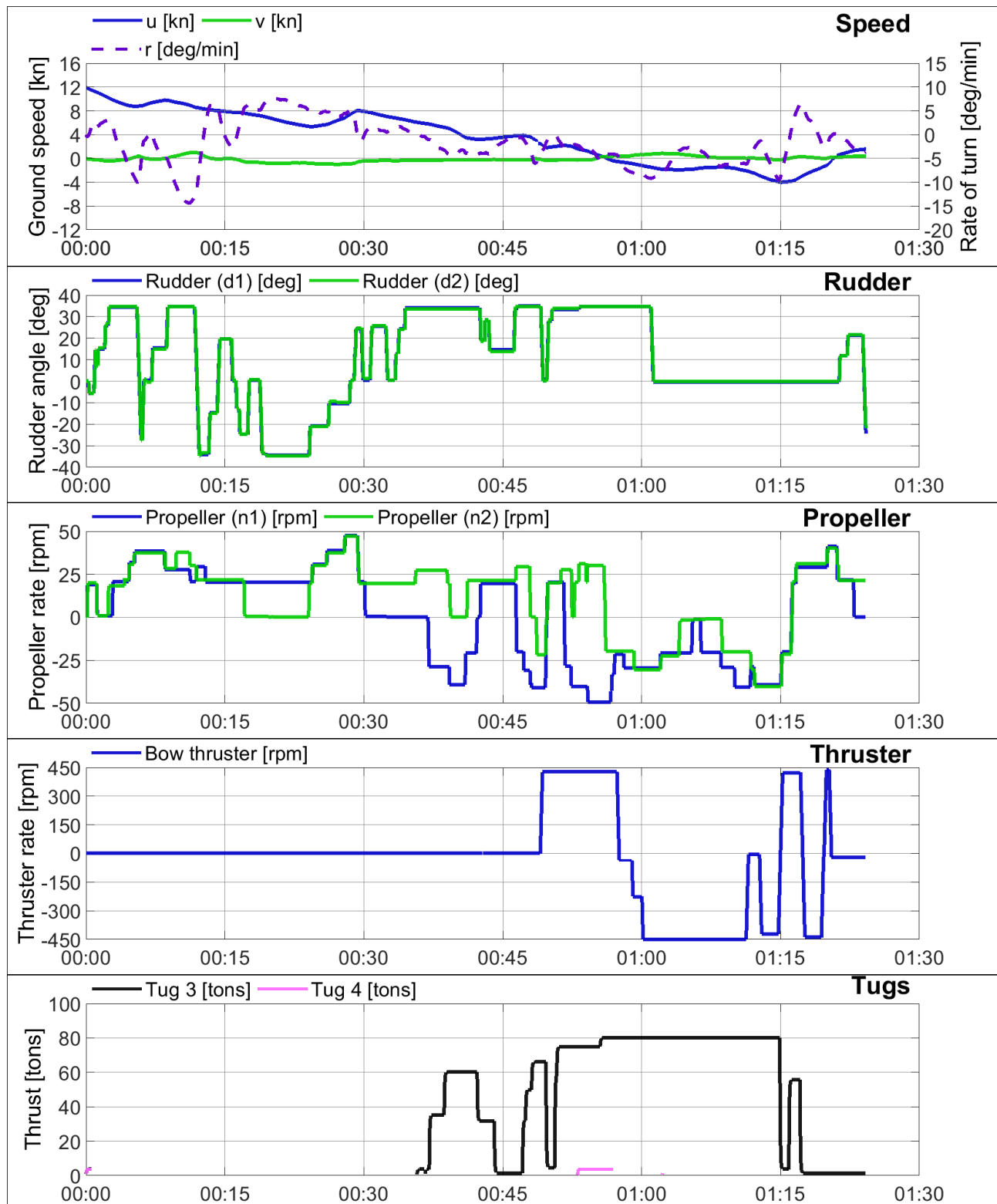
Simulation: Simulatie 02 P2

Time: 14:27:22

Player: 2/4

Simulator: DESK

Tugs: 80 80 80 80 tons



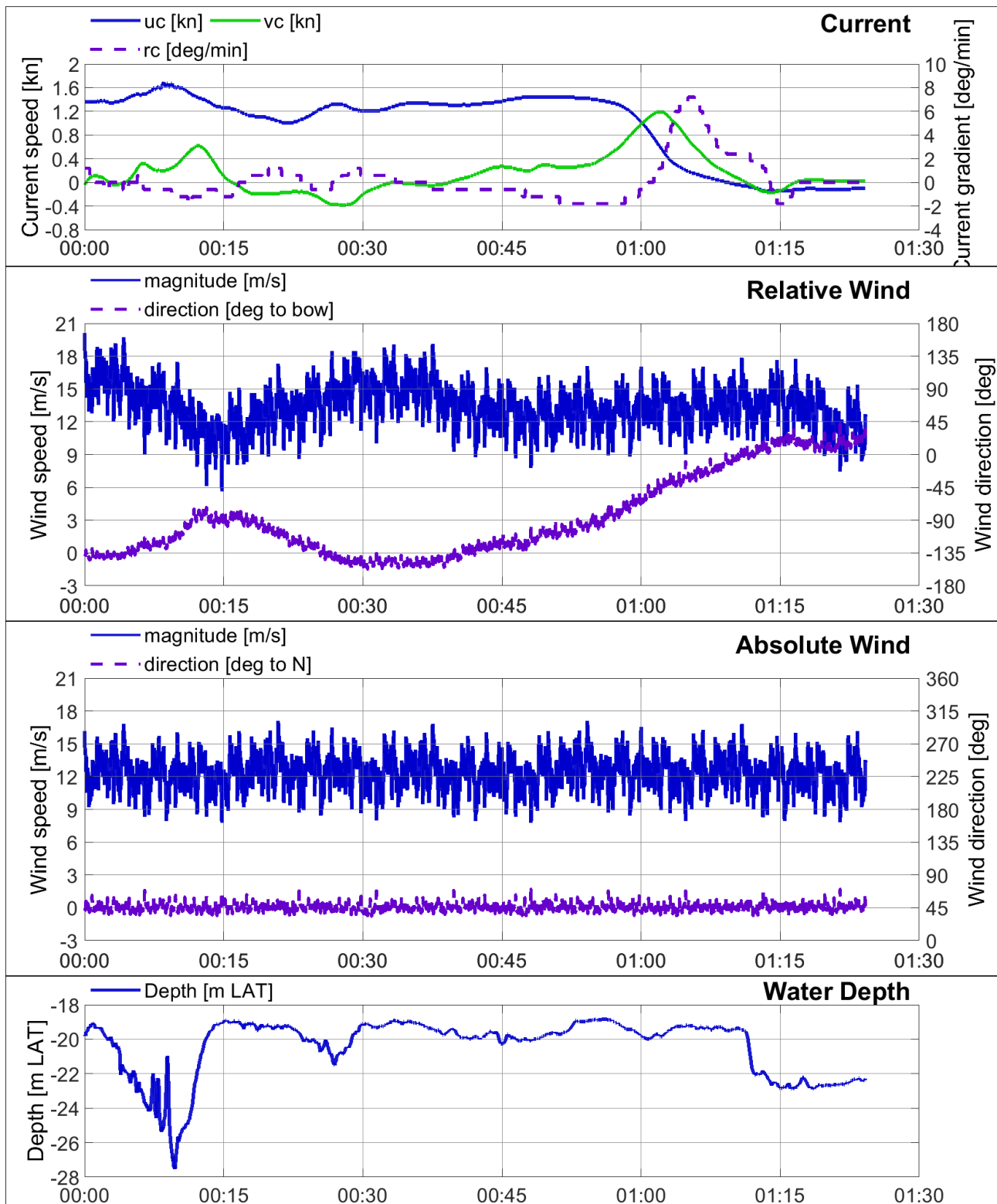


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Wind: zw6



**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

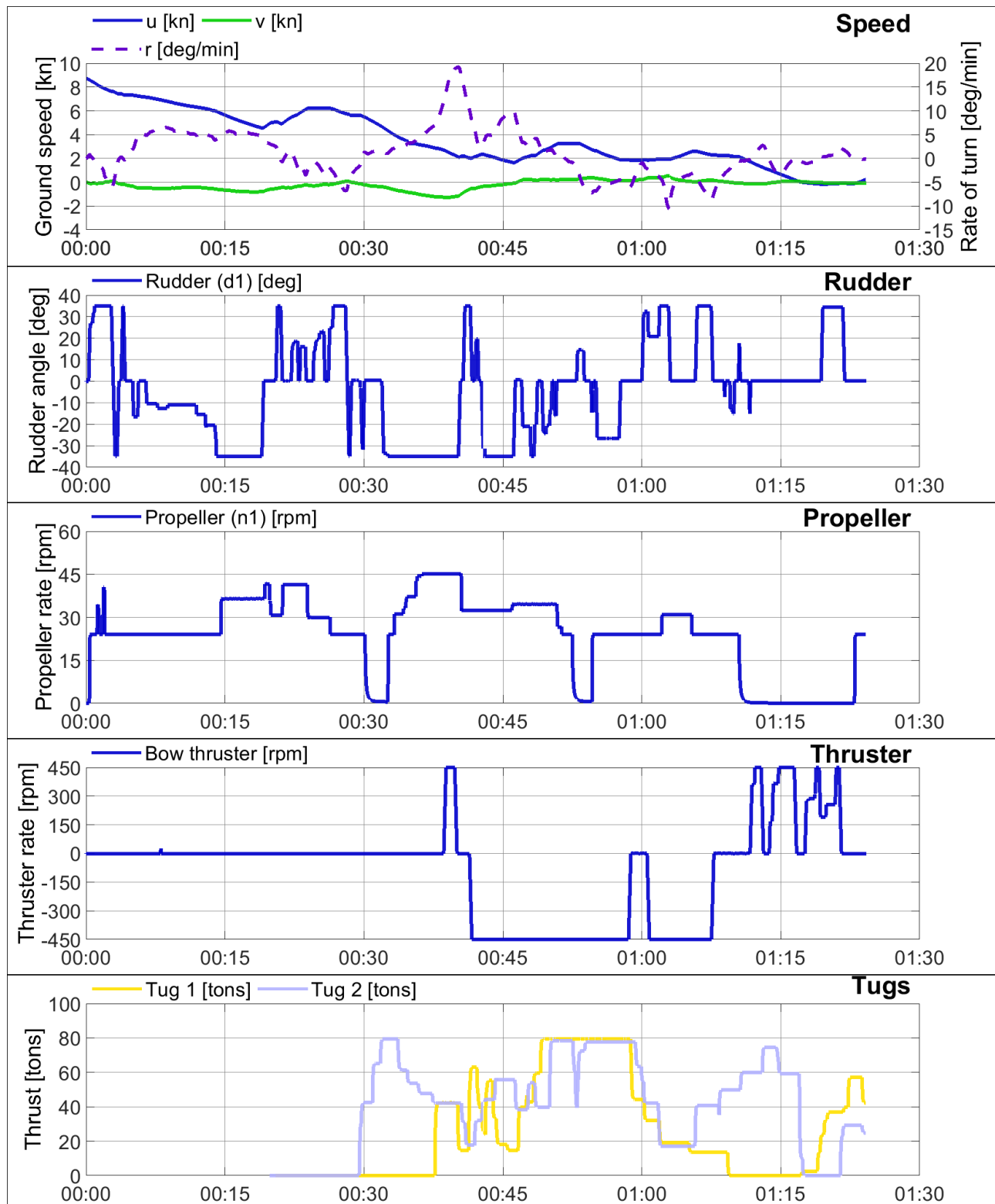
Simulation: Simulatie 02 P3

Time: 14:27:22

Player: 3/4

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons

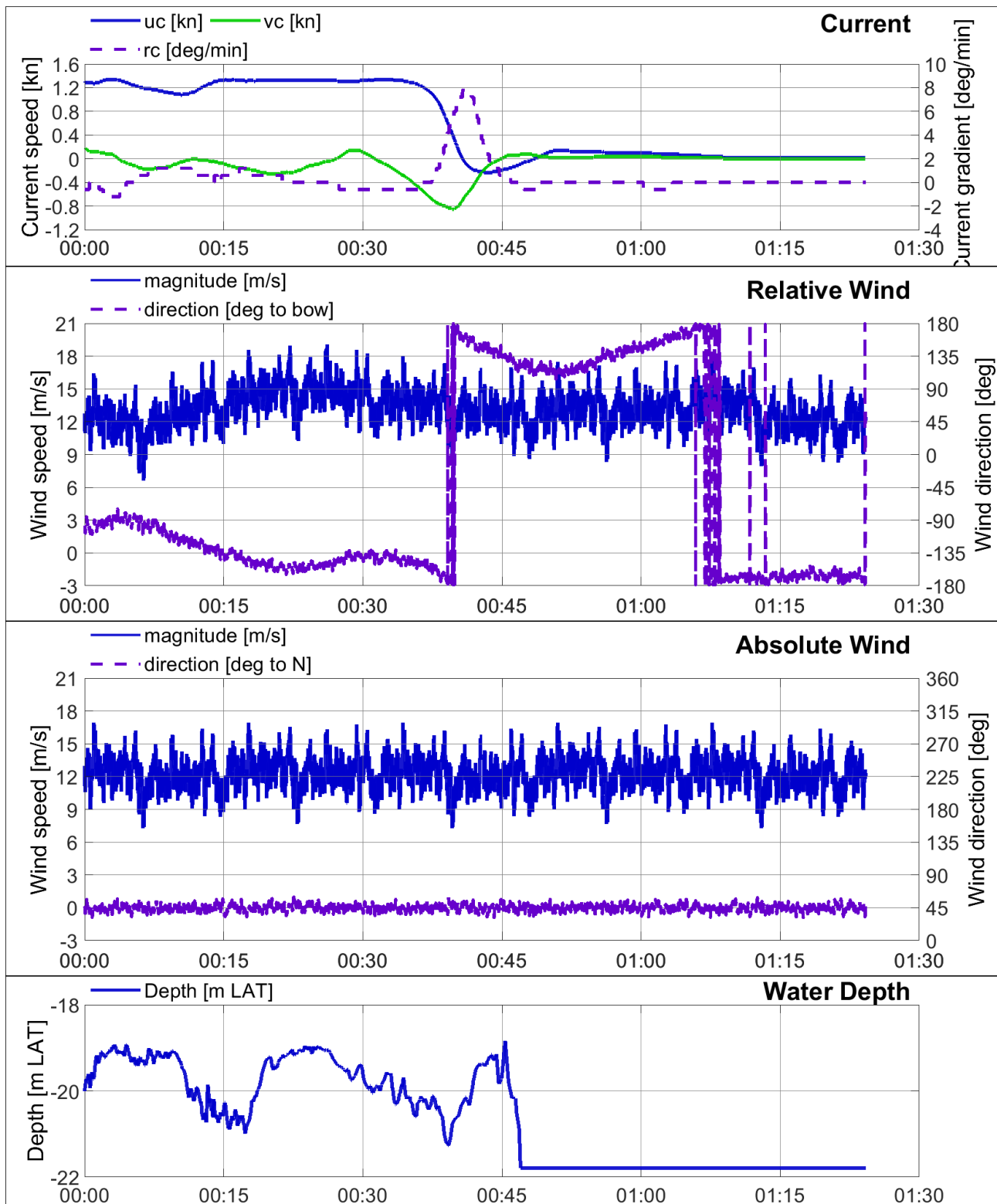


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Wind: zw6



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

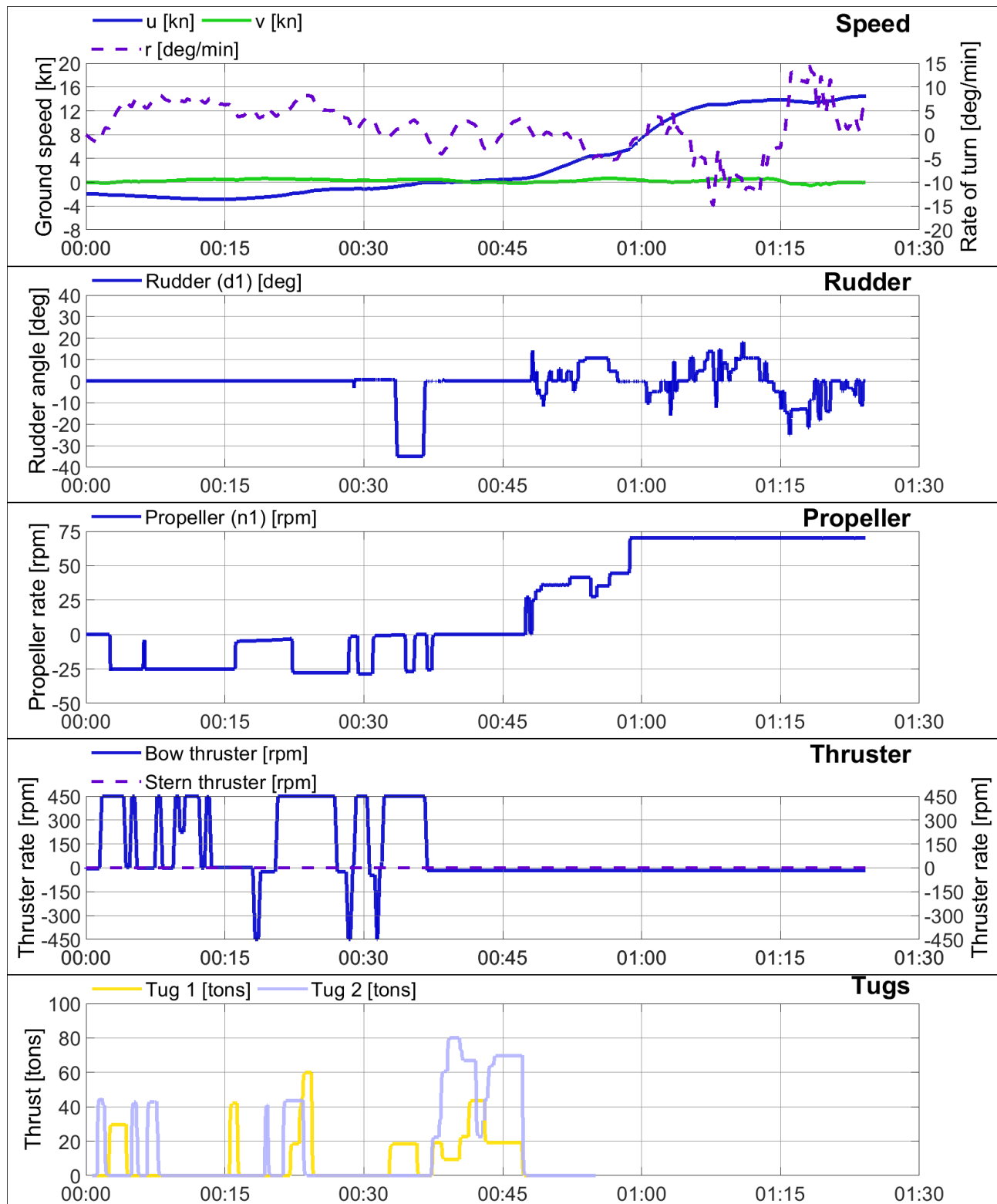
Simulation: Simulatie 02 P4

Time: 14:27:23

Player: 4/4

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons



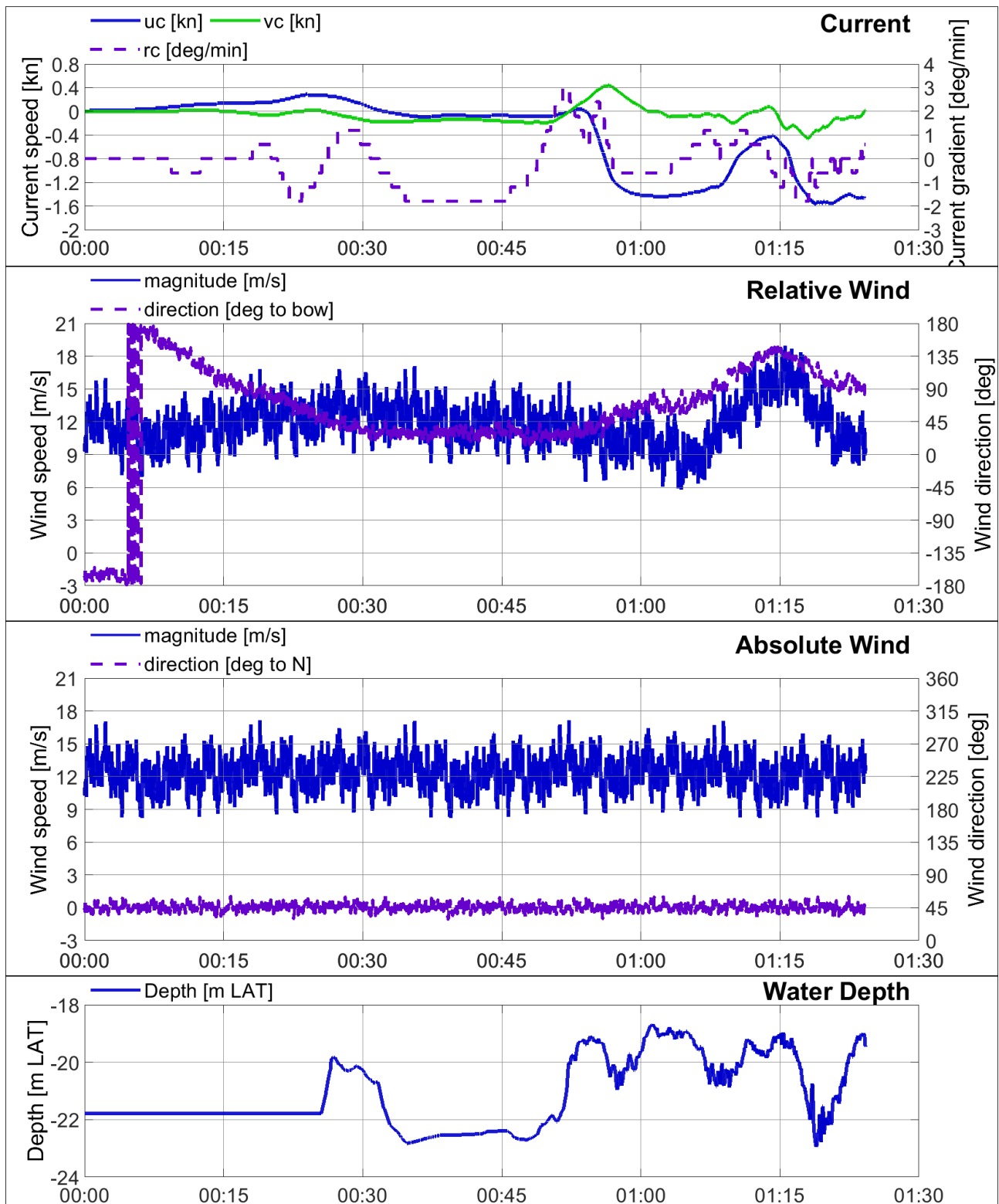


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Wind: zw6



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

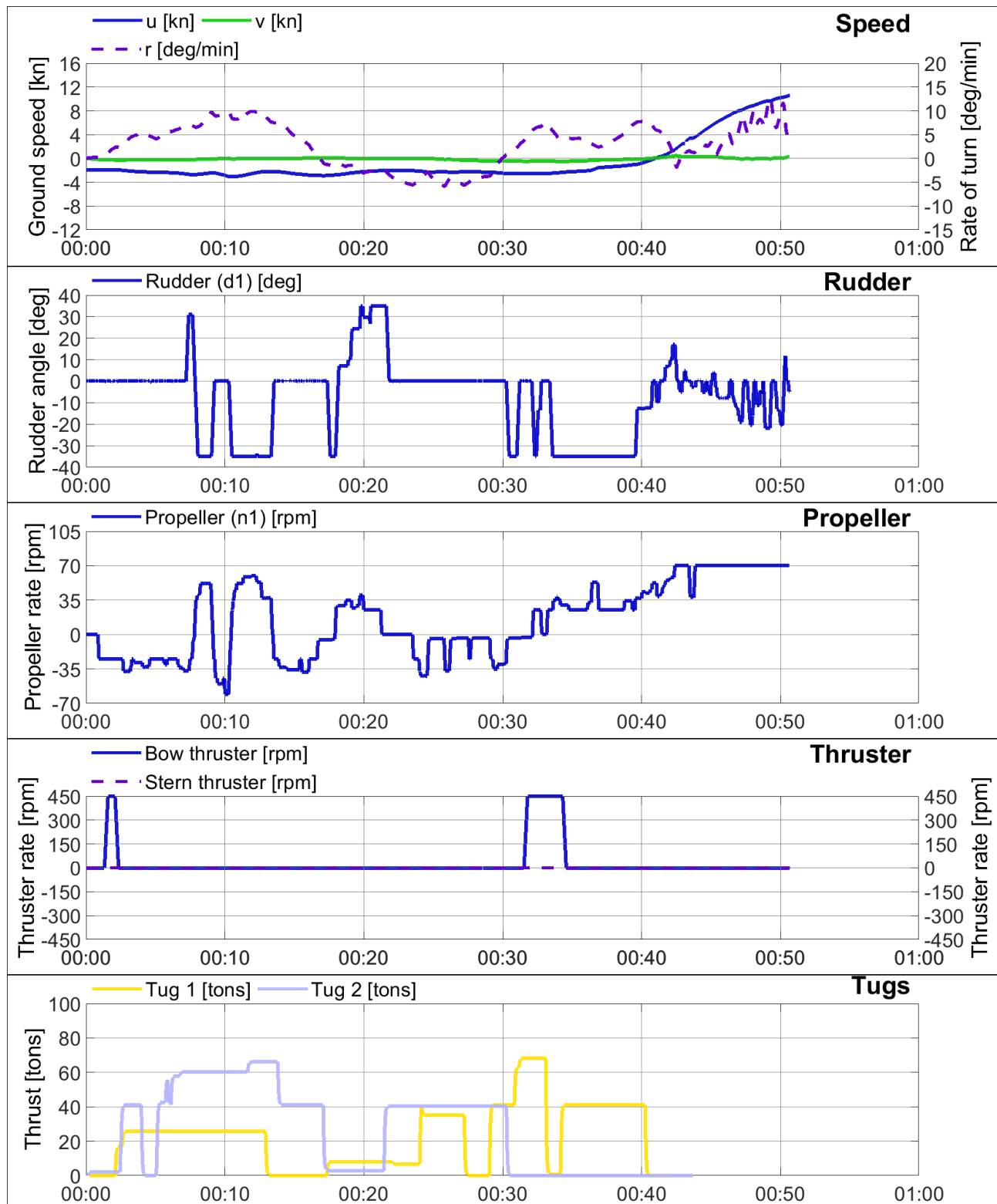
Simulation: Simulatie 03 P1

Time: 16:17:01

Player: 1/4

Simulator: LARA

Tugs: 80 80 80 80 tons

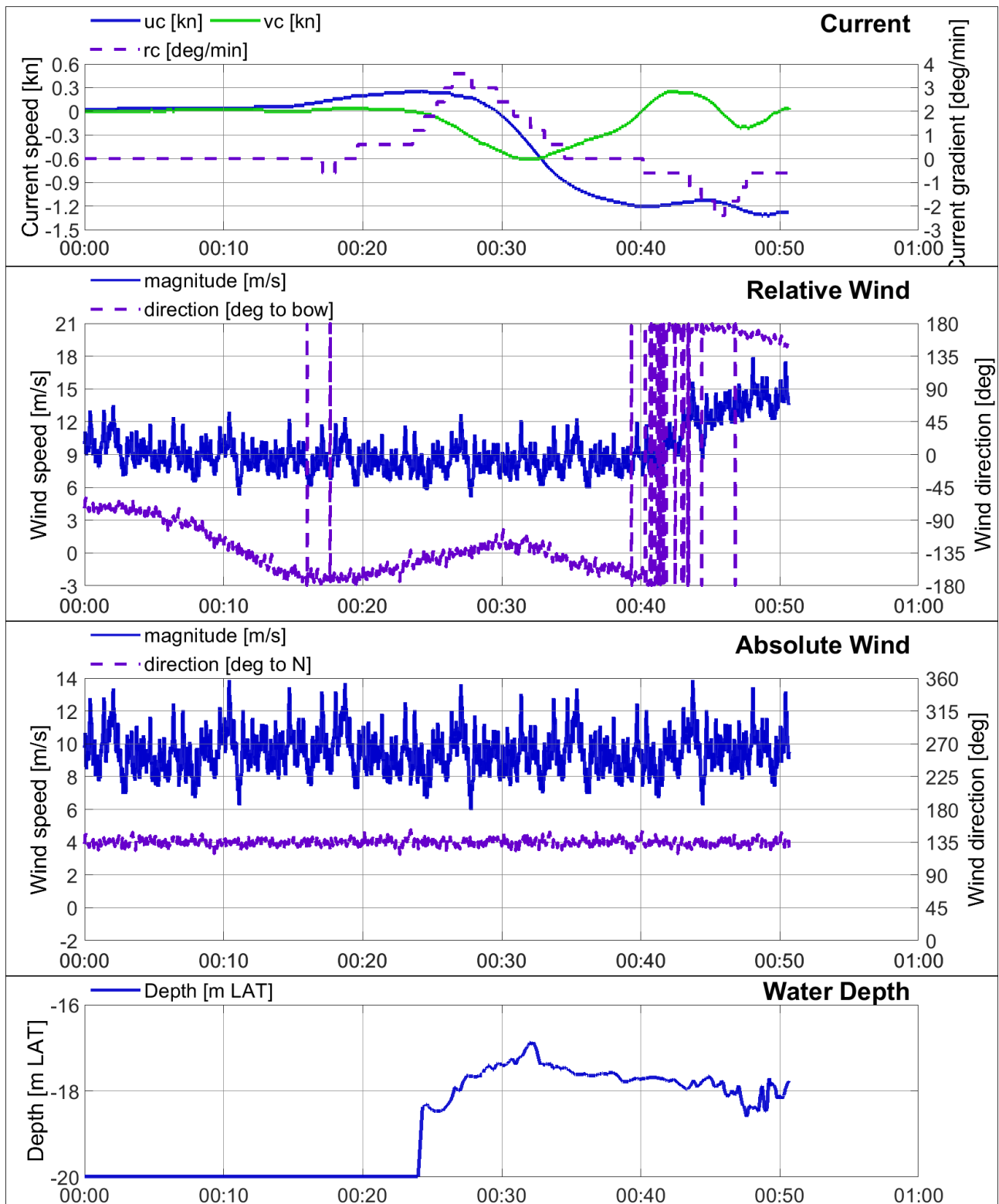


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Wind: nw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 398$  m;  $B = 59.0$  m;  $T = 14.2$  m**

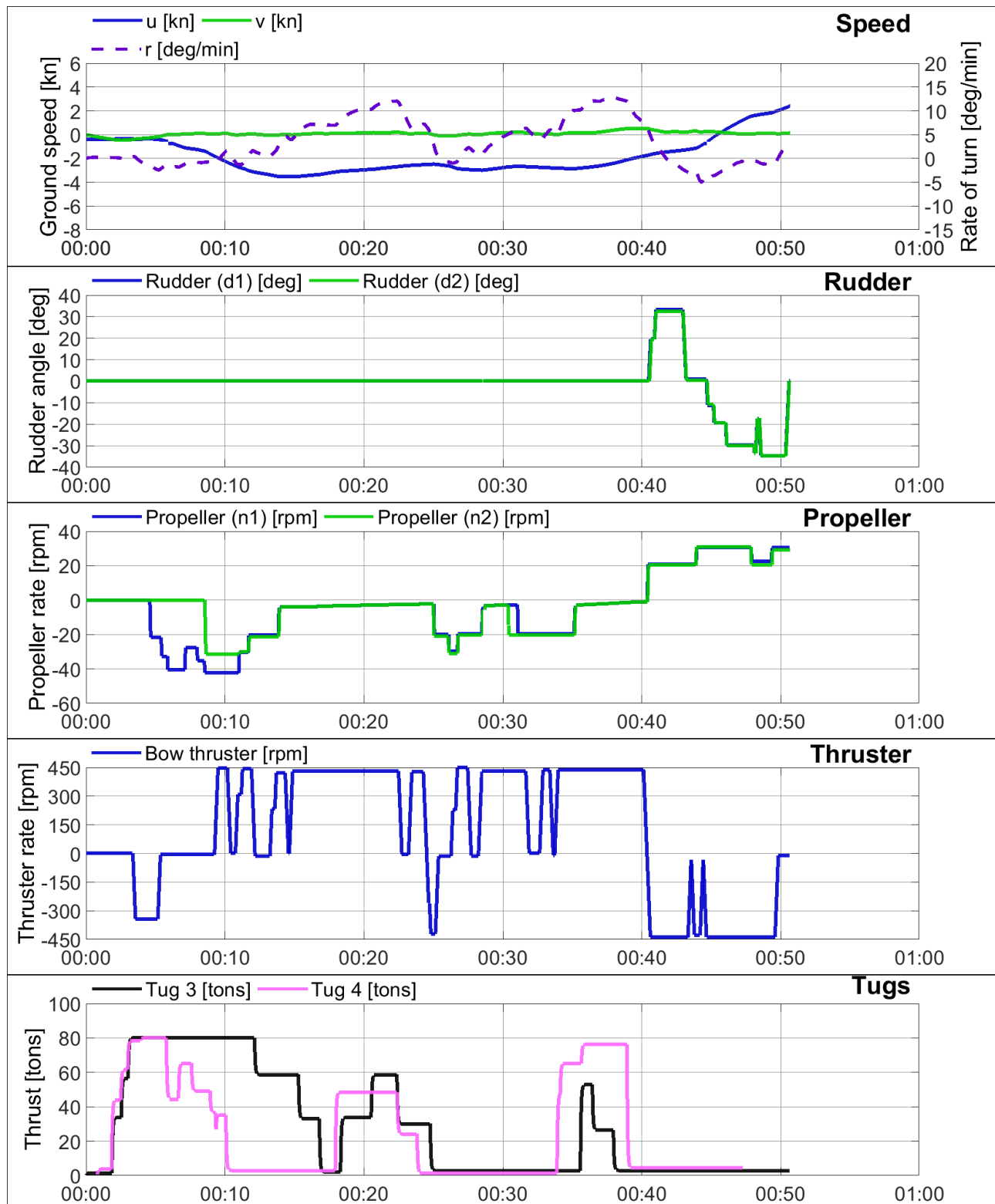
Simulation: Simulatie 03 P2

Time: 16:17:00

Player: 2/4

Simulator: DESK

Tugs: 80 80 80 80 tons



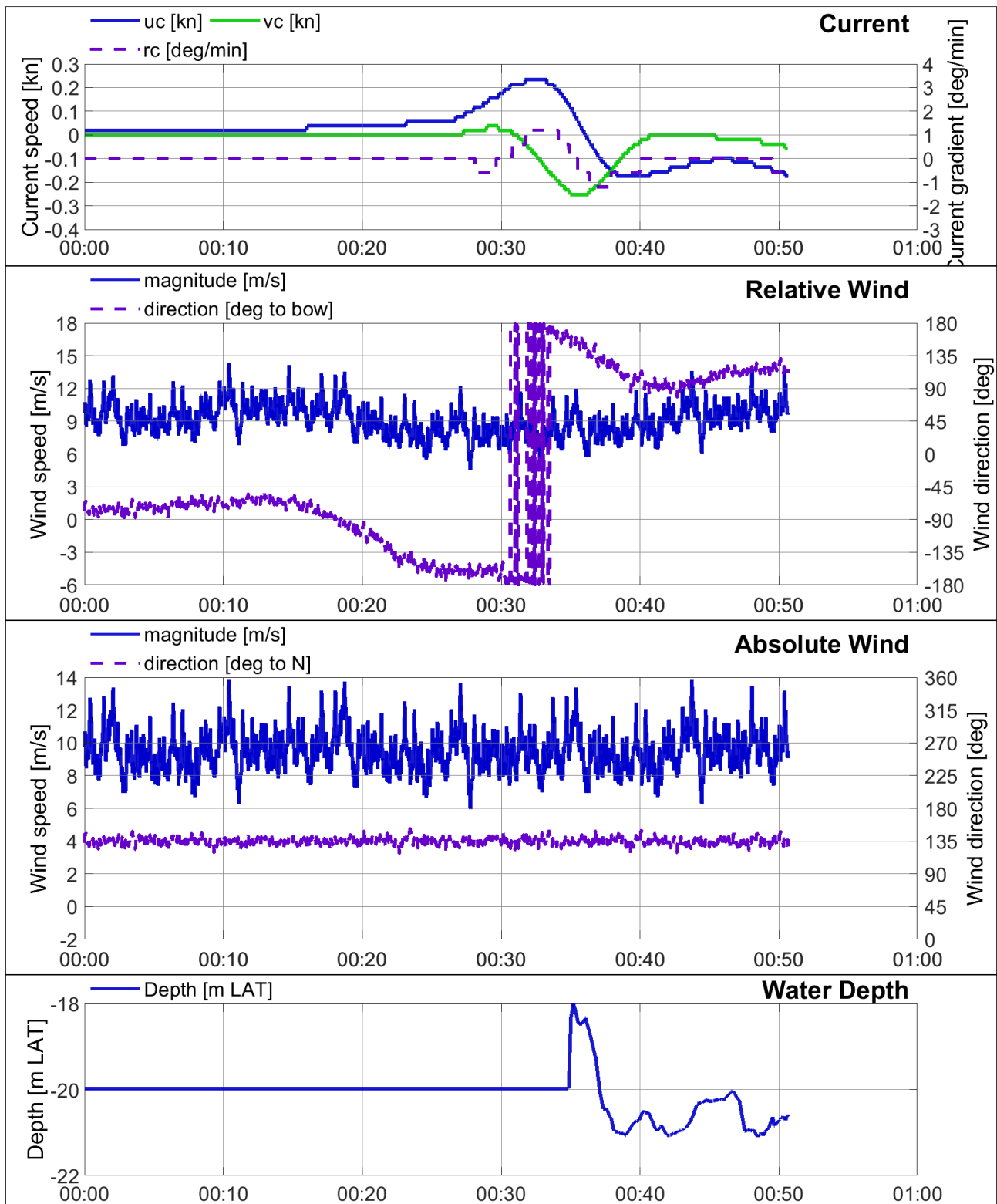


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Wind: nw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

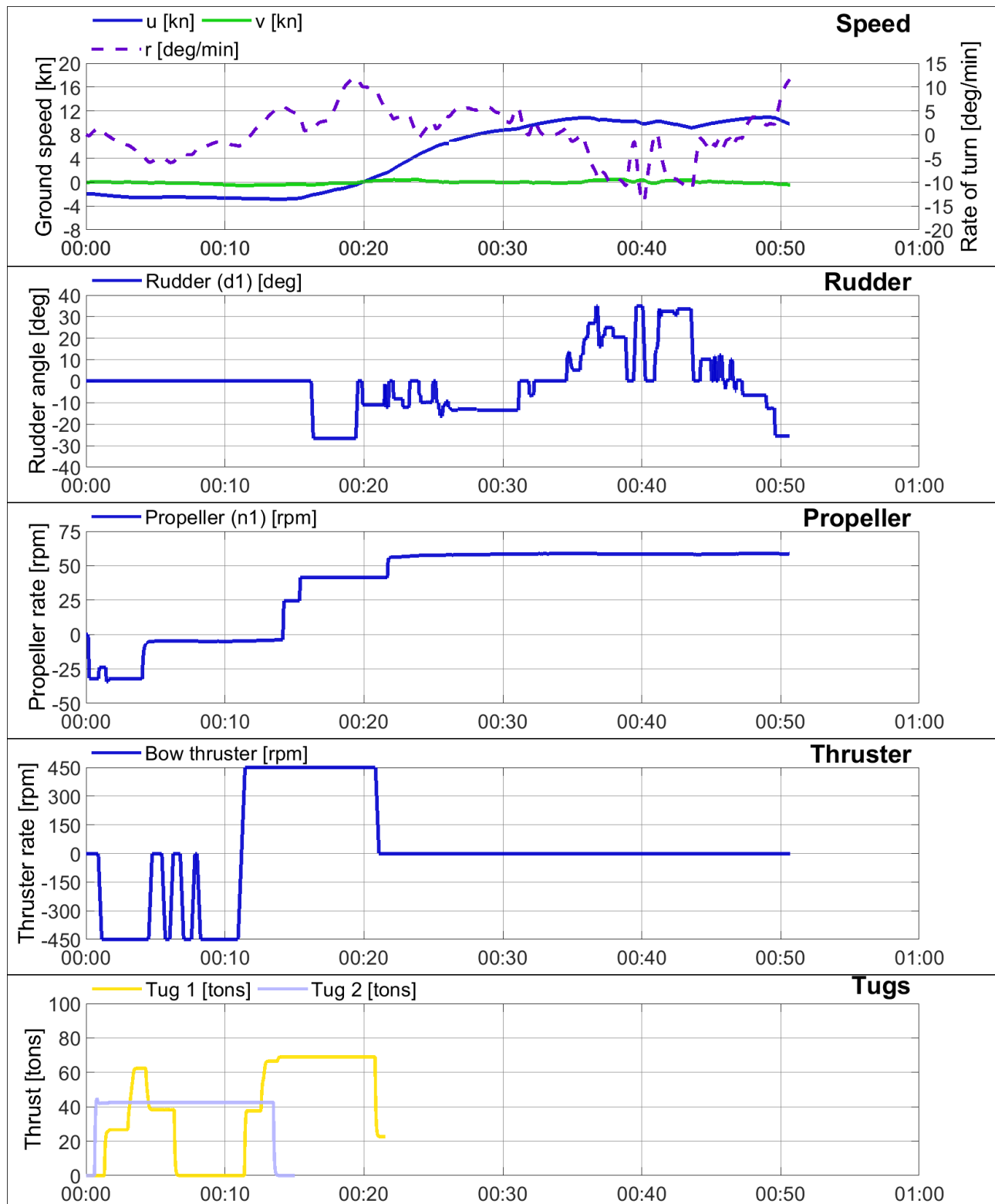
Simulation: Simulatie 03 P3

Time: 16:17:01

Player: 3/4

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons

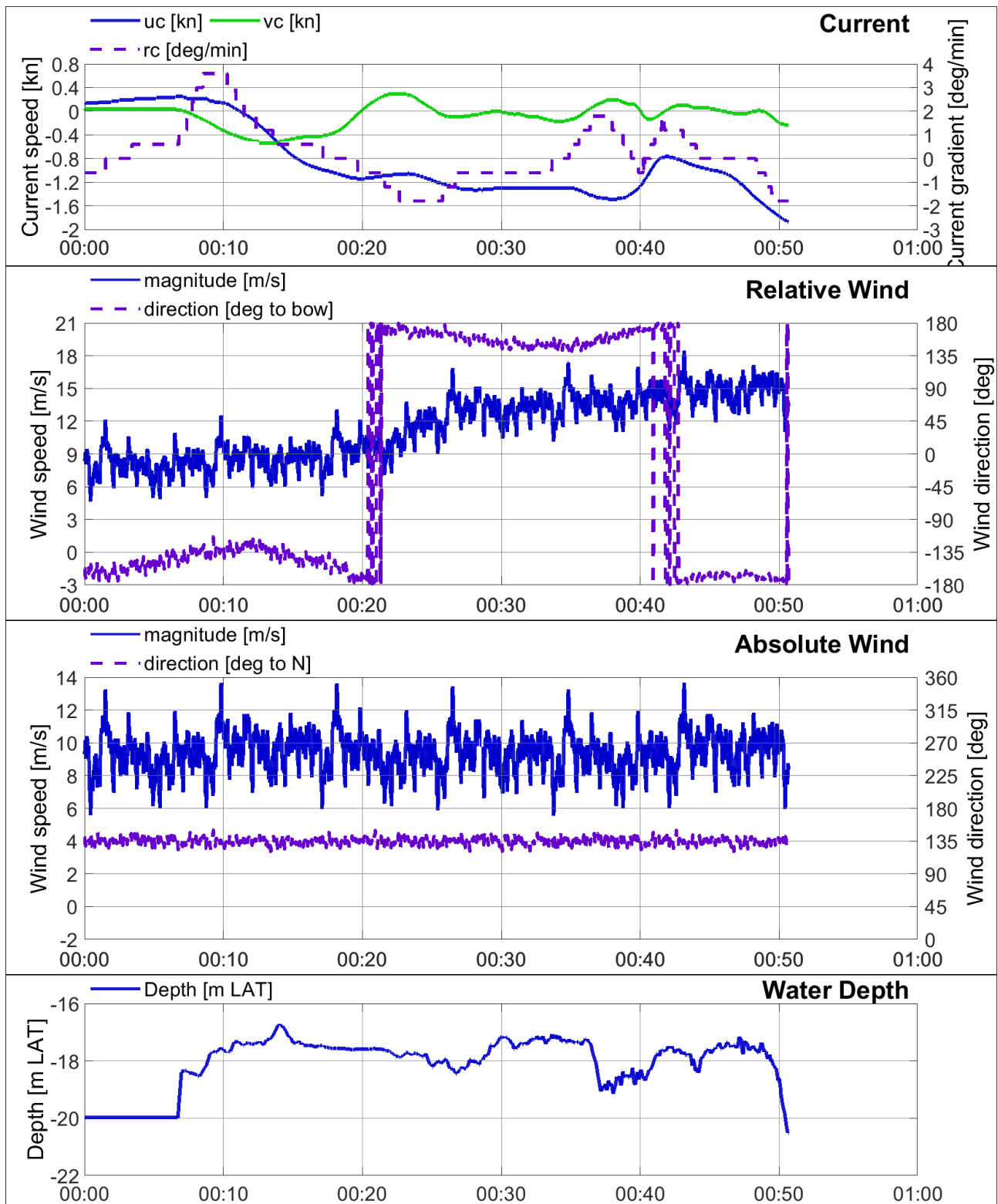


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 10/09/2019

Wind: nw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

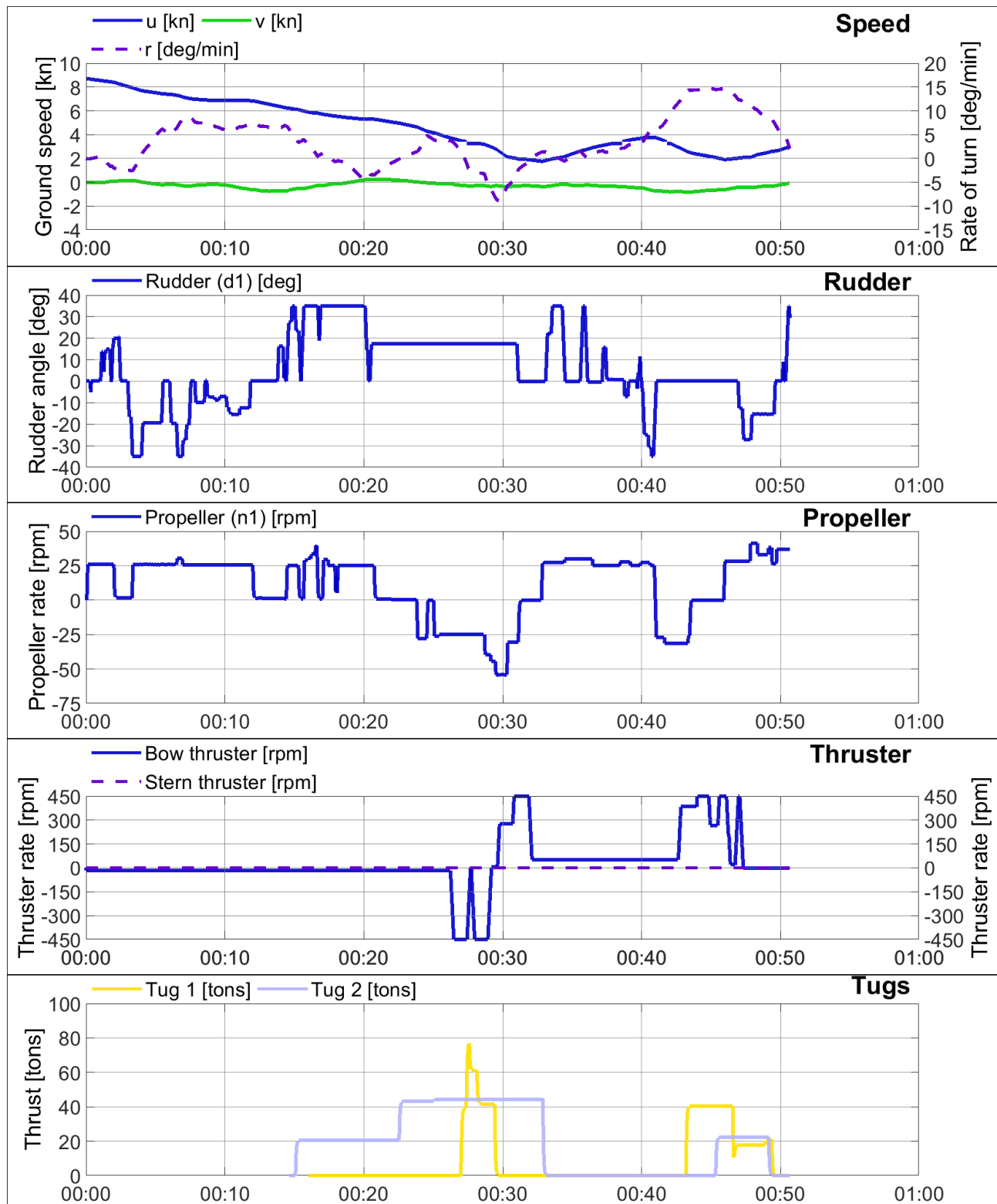
Simulation: Simulatie 03 P4

Time: 16:17:01

Player: 4/4

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons



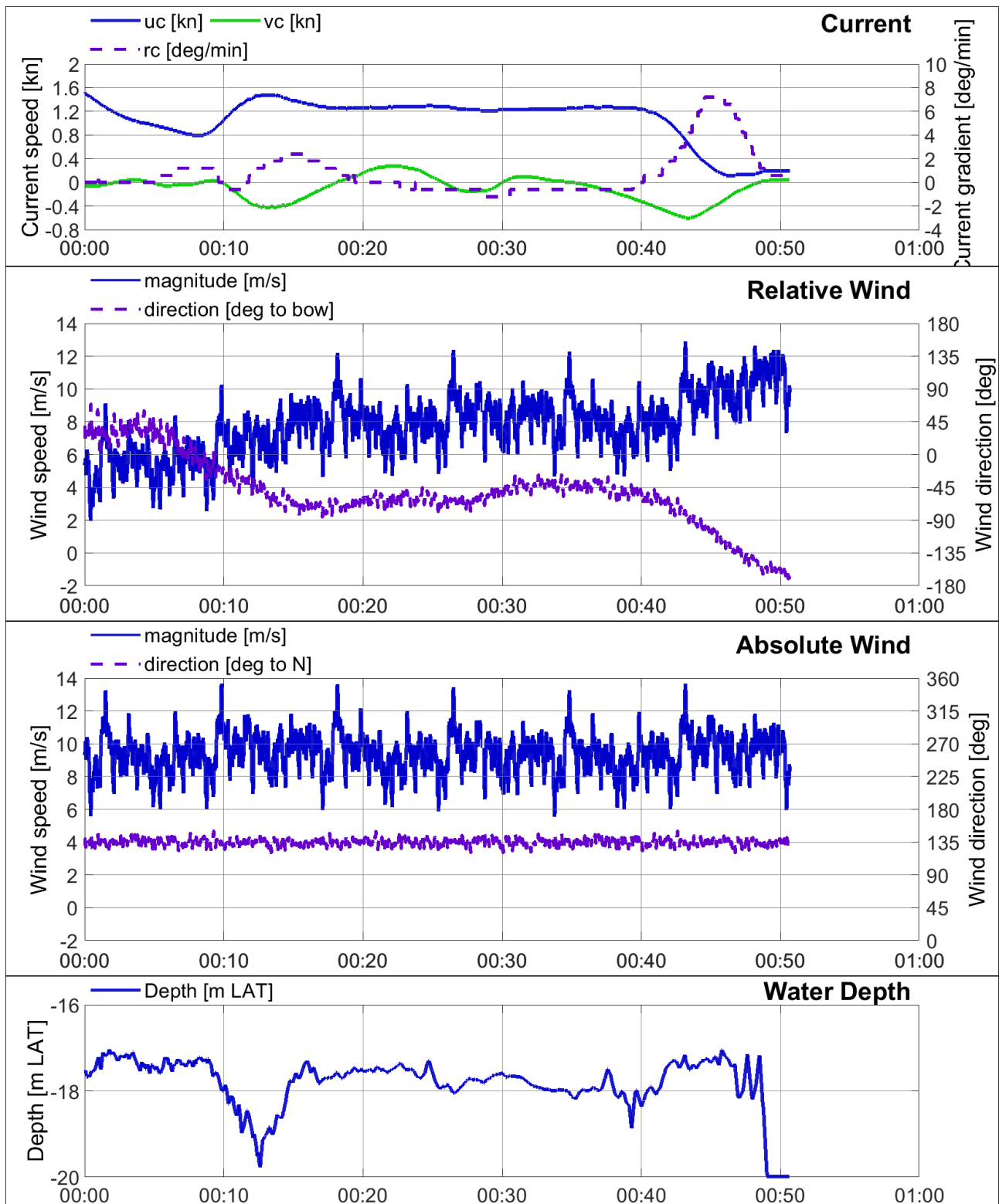


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

Schelde

Date: 10/09/2019

Wind: nw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

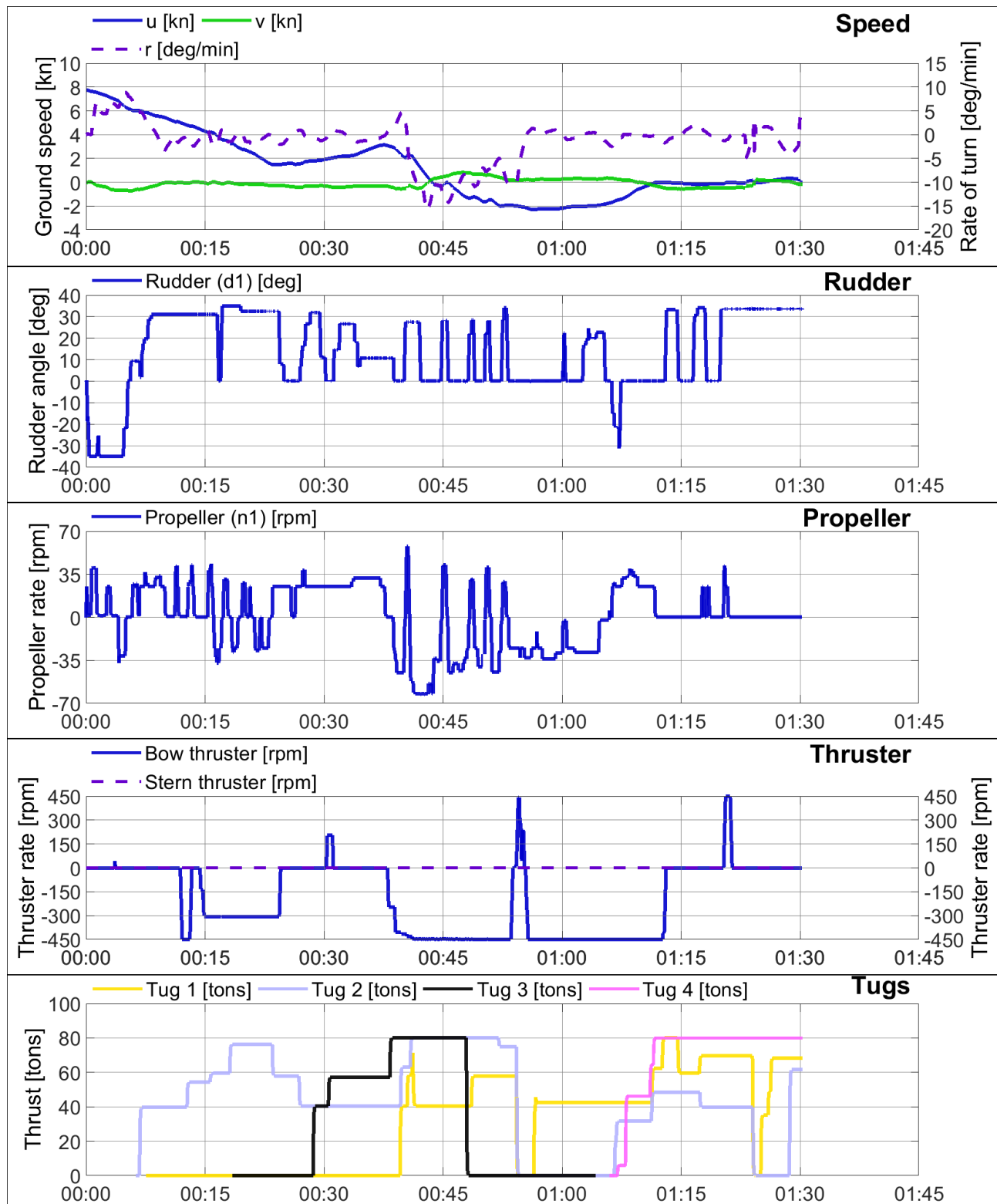
Simulation: Simulatie 04 P1

Time: 09:50:38

Player: 1/4

Simulator: LARA

Tugs: 80 80 80 80 tons



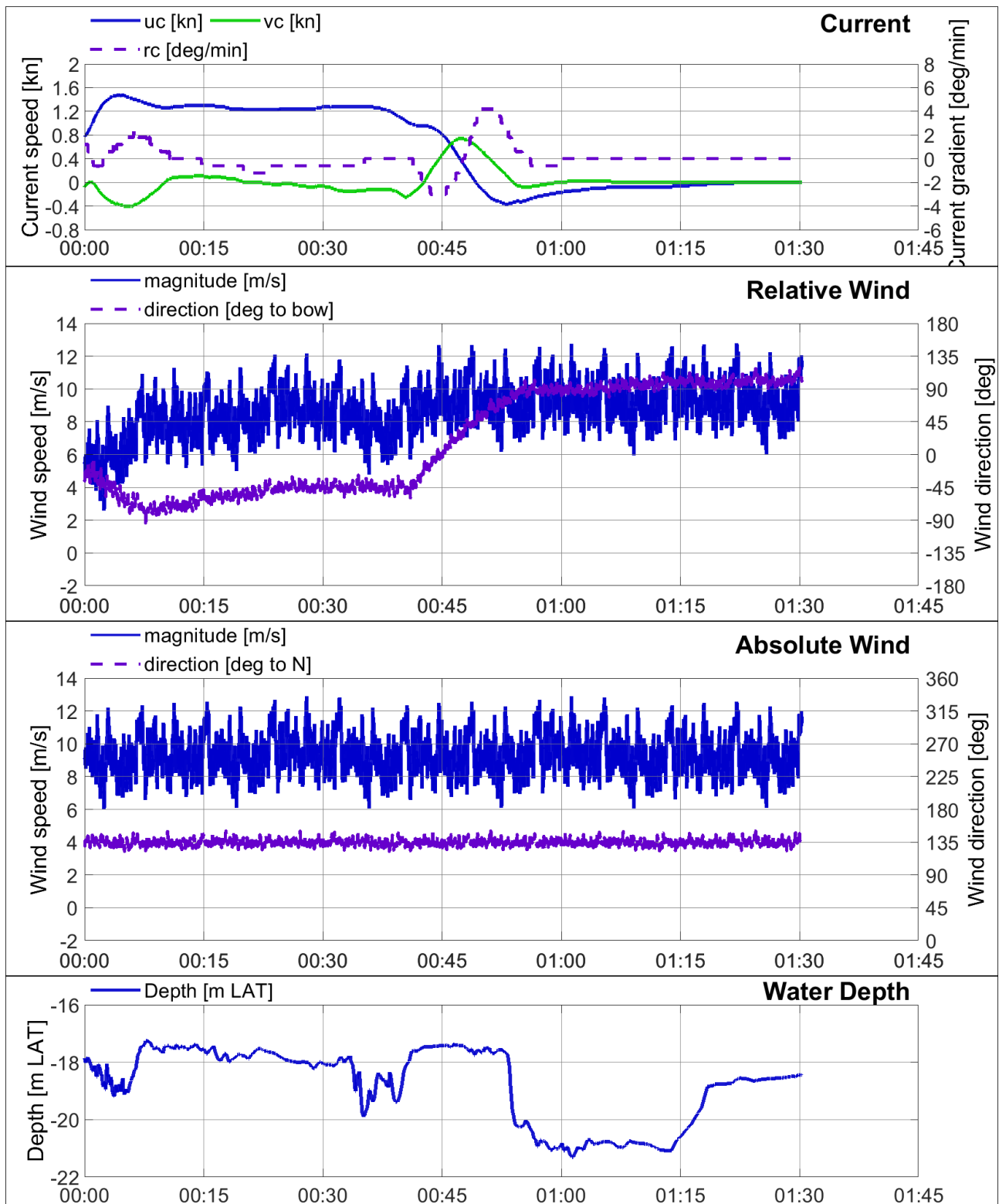
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -240mintoHW

Wind: nw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 398$  m;  $B = 59.0$  m;  $T = 14.2$  m**

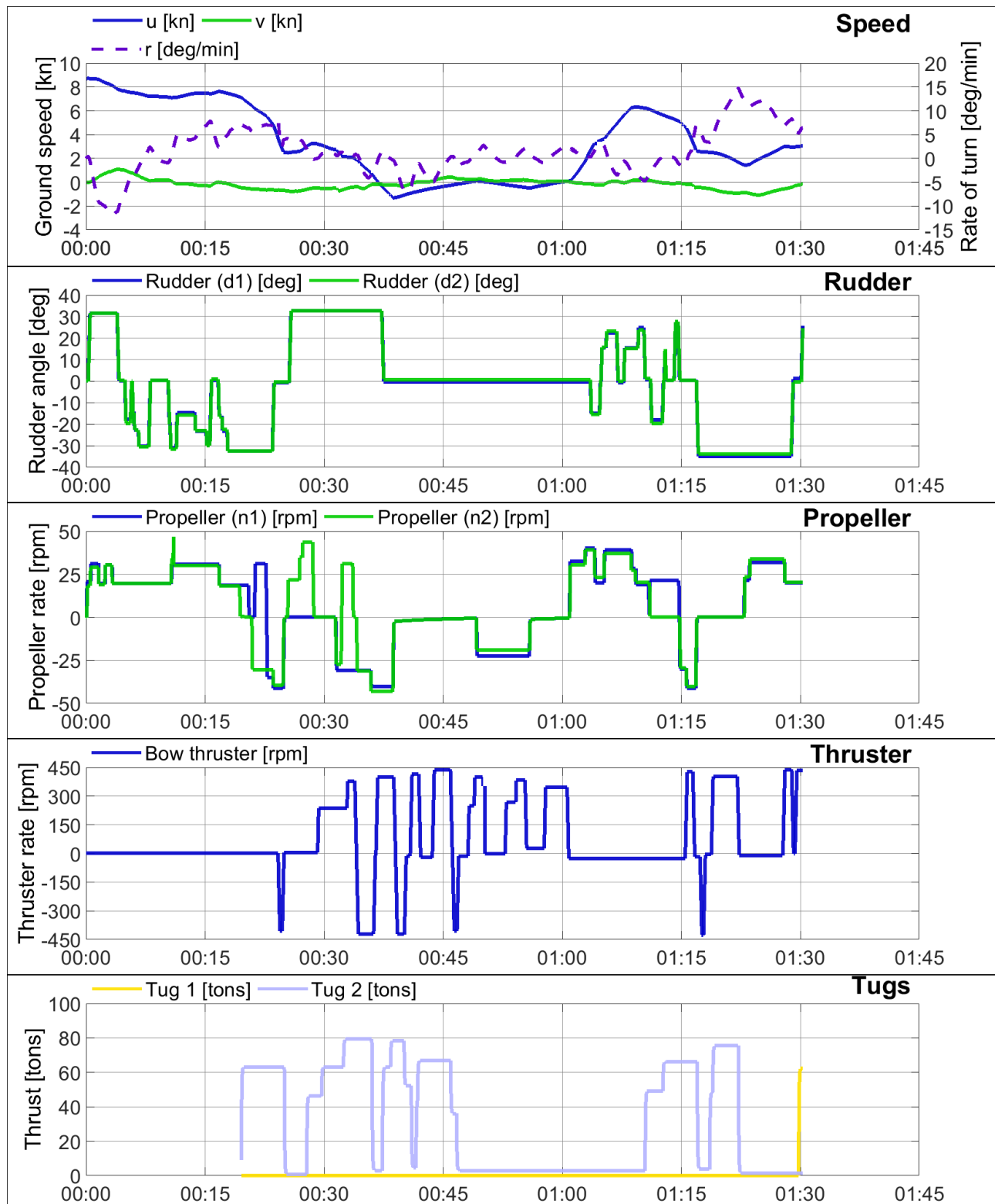
Simulation: Simulatie 04 P2

Time: 09:50:35

Player: 2/4

Simulator: DESK

Tugs: 80 80 80 80 tons





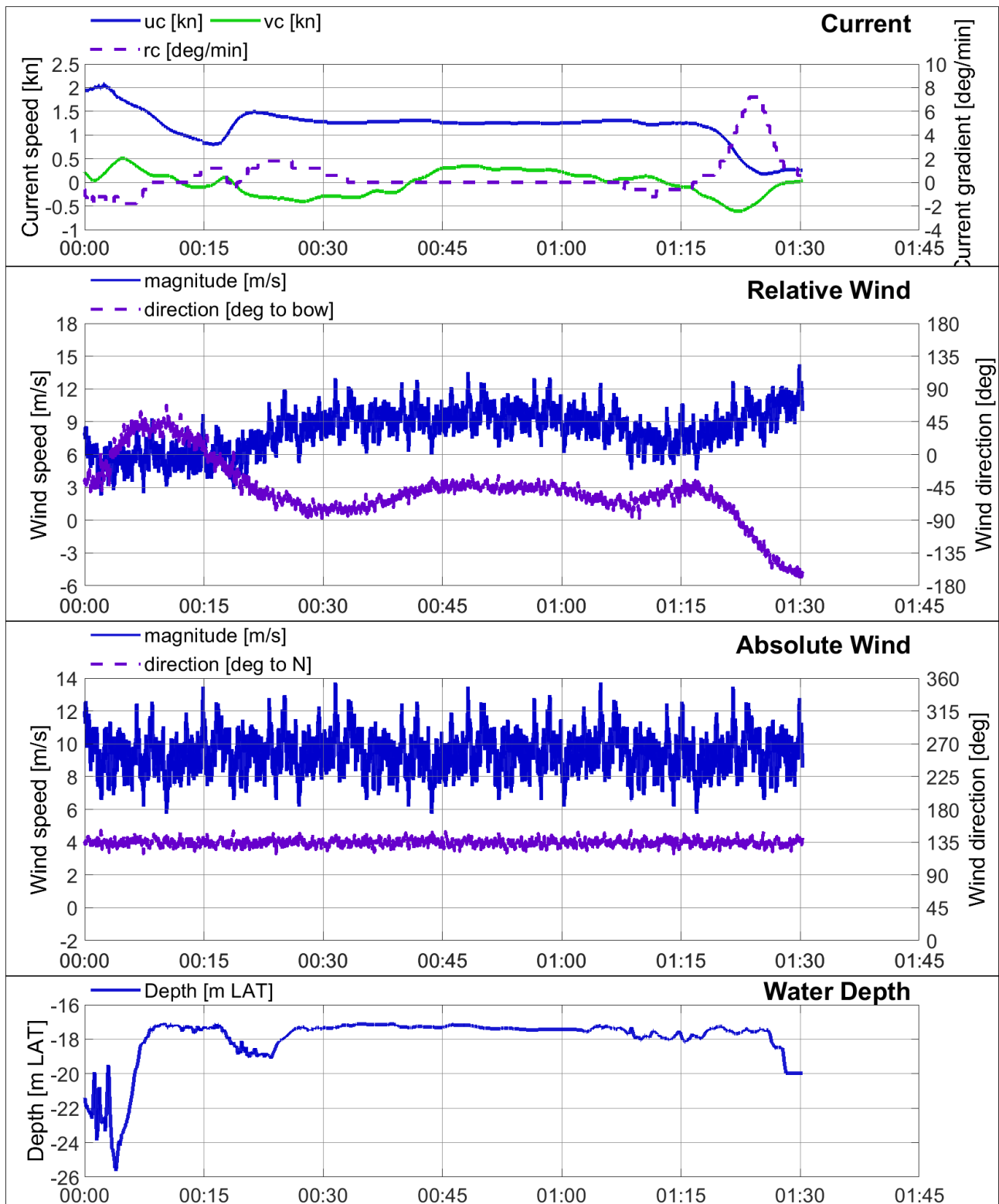
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -240mintoHW

Wind: nw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

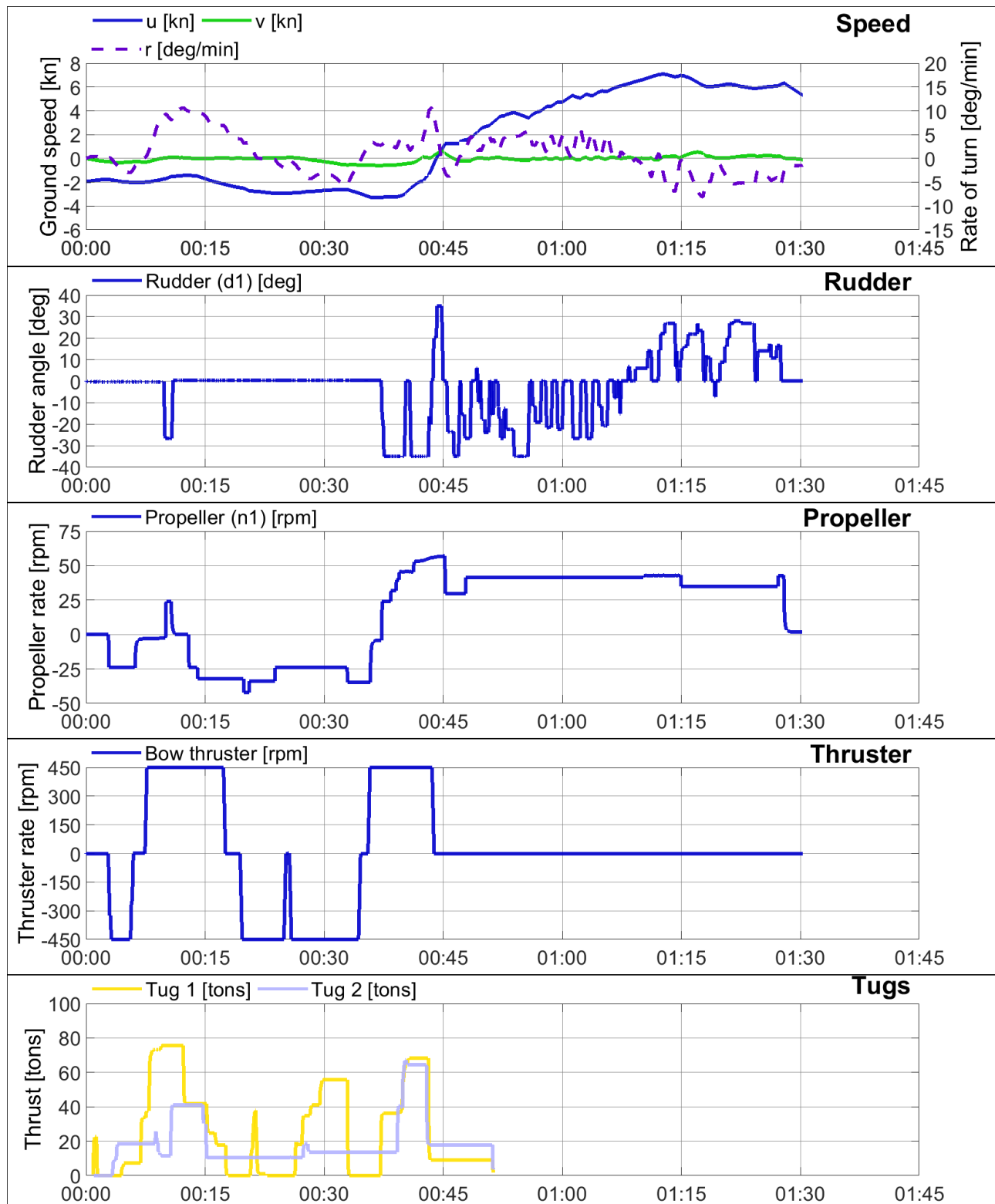
Simulation: Simulatie 04 P3

Time: 09:50:39

Player: 3/4

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons



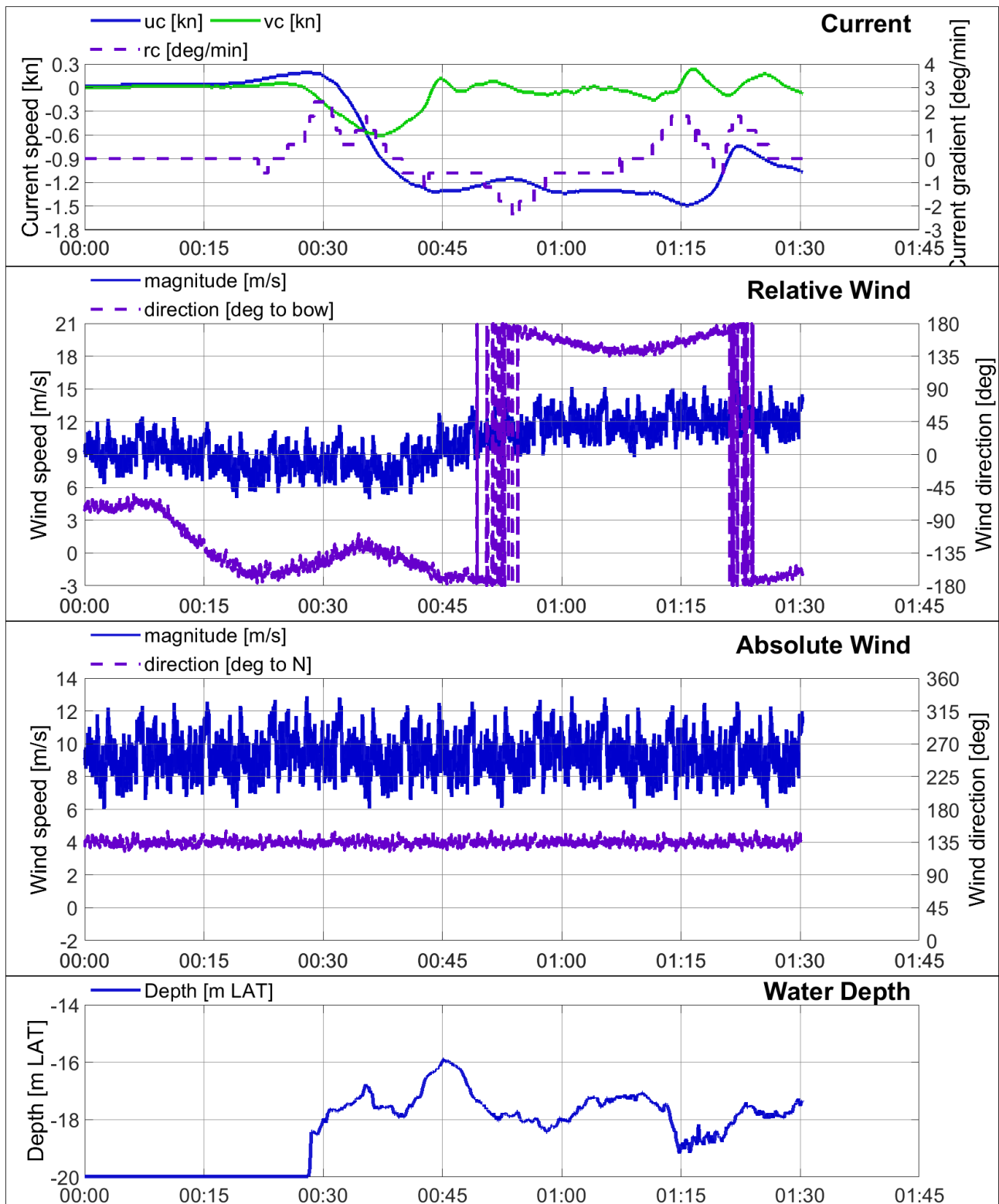
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -240mintoHW

Wind: nw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

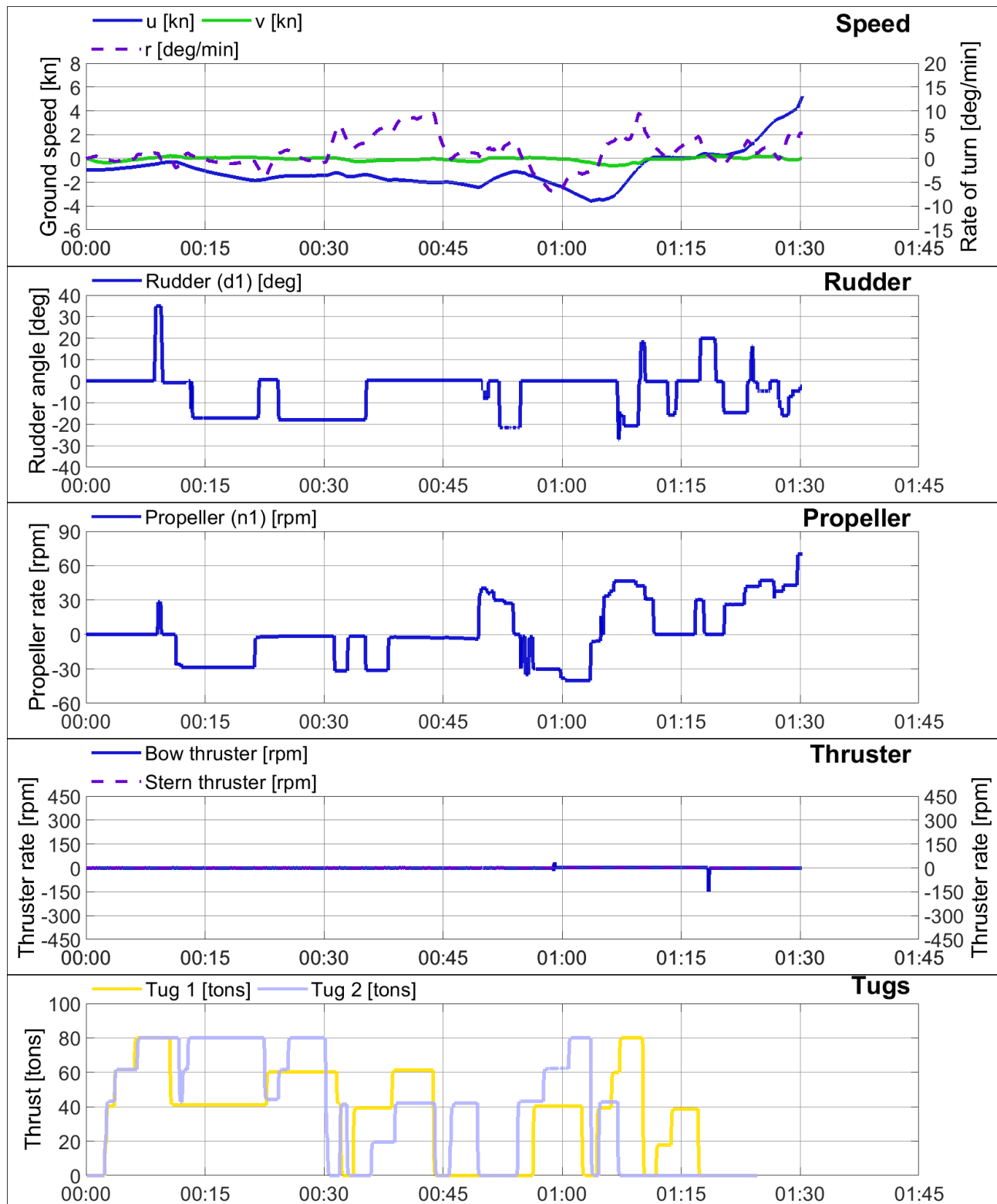
Simulation: Simulatie 04 P4

Time: 09:50:40

Player: 4/4

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons





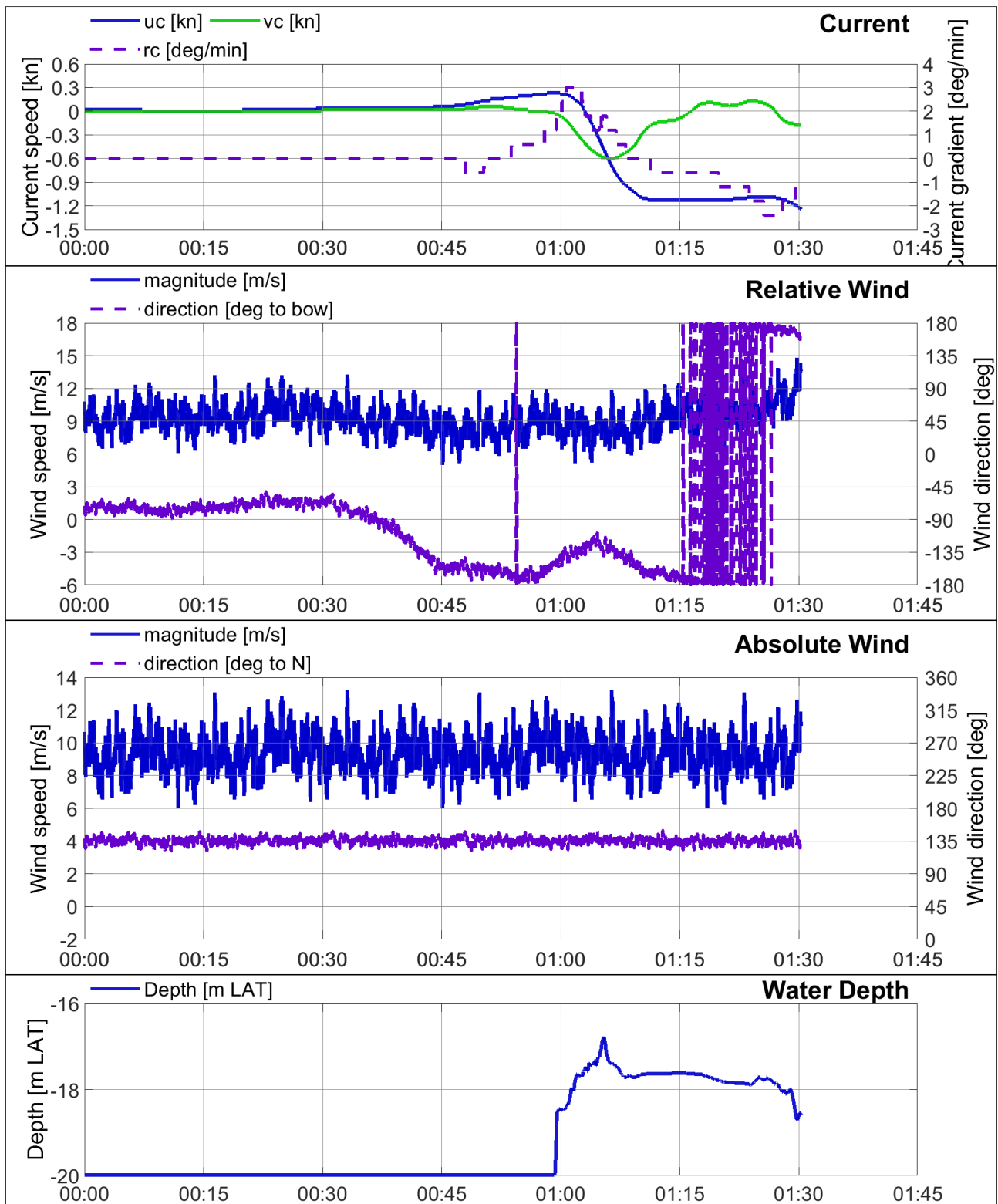
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB -240mintoHW

Wind: nw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

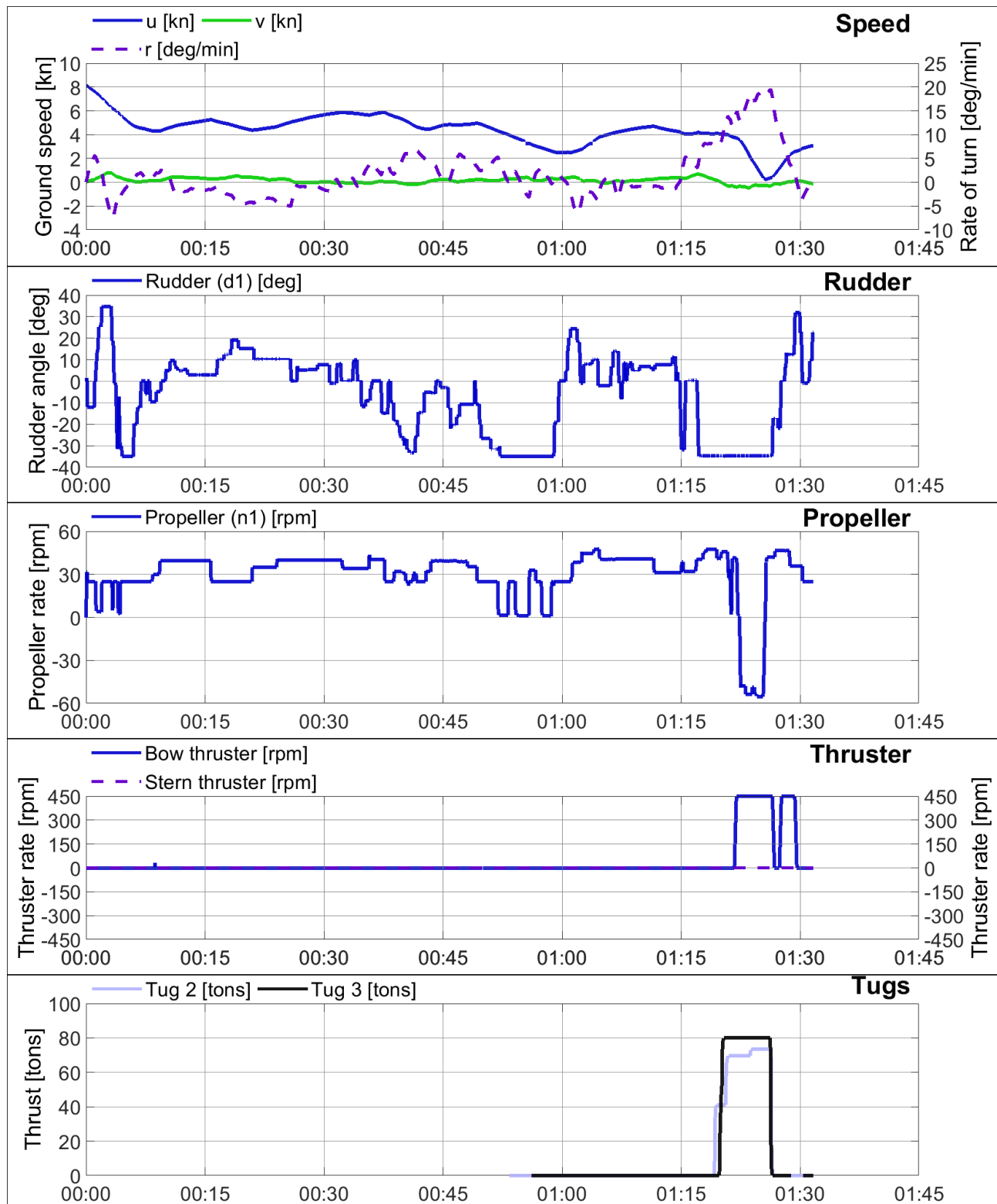
Simulation: Simulatie 05 P1

Time: 11:59:11

Player: 1/4

Simulator: LARA

Tugs: 80 80 80 80 tons



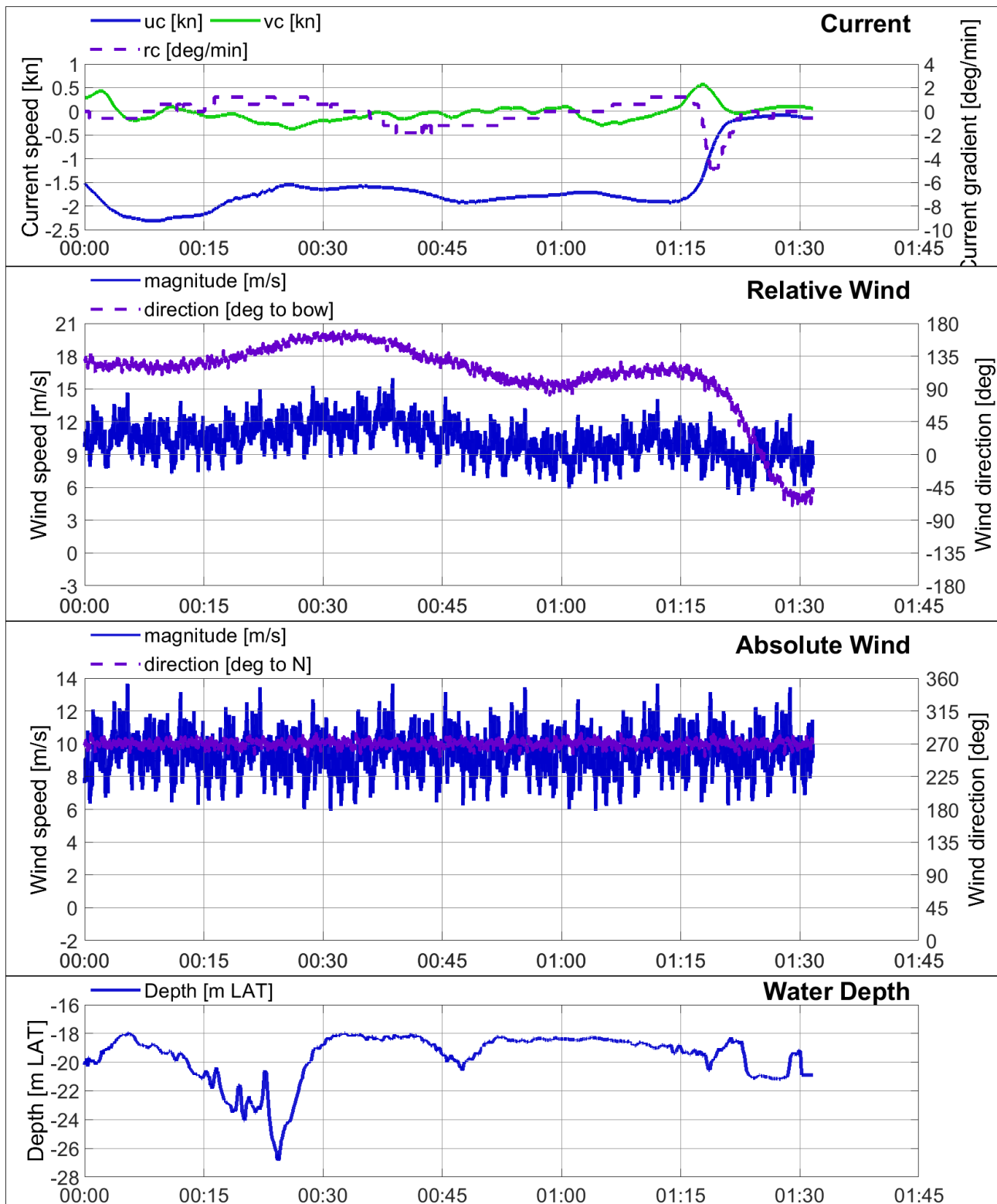
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB 240mintoHW

Wind: o5



**Container vessel:  $L_{OA} = 398$  m;  $B = 59.0$  m;  $T = 14.2$  m**

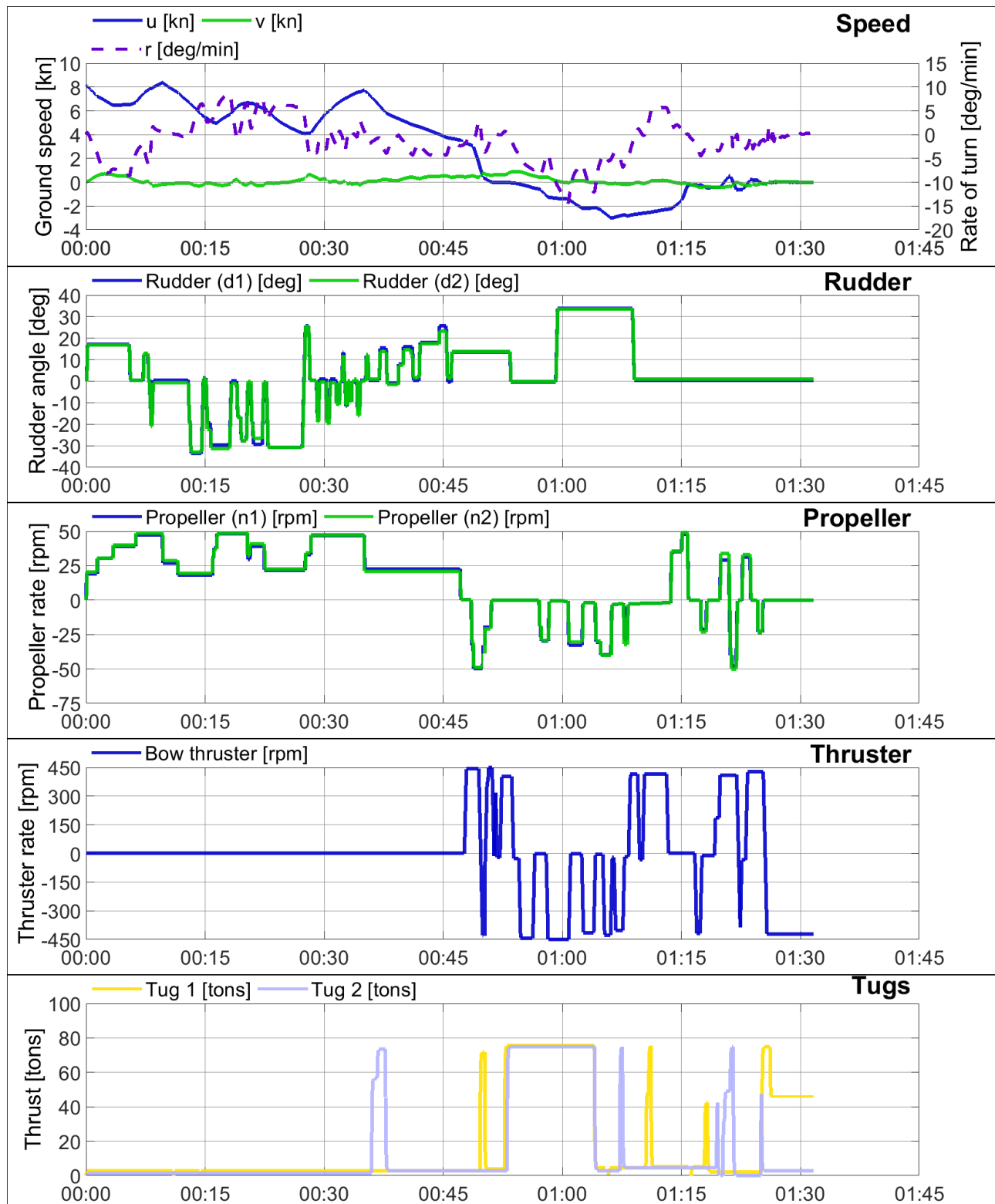
Simulation: Simulatie 05 P2

Time: 11:59:08

Player: 2/4

Simulator: DESK

Tugs: 80 80 80 80 tons



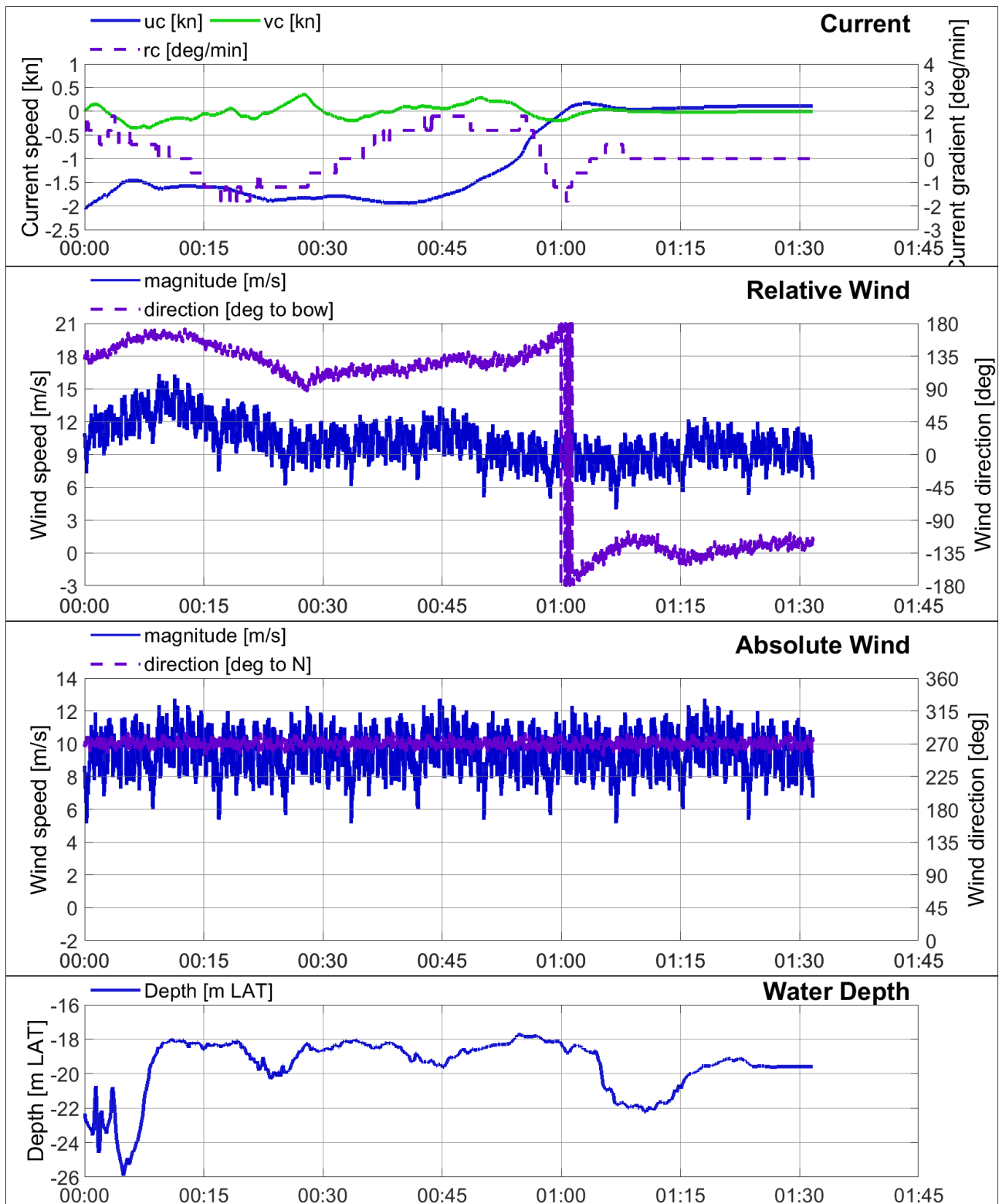
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB 240mintoHW

Wind: o5





**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

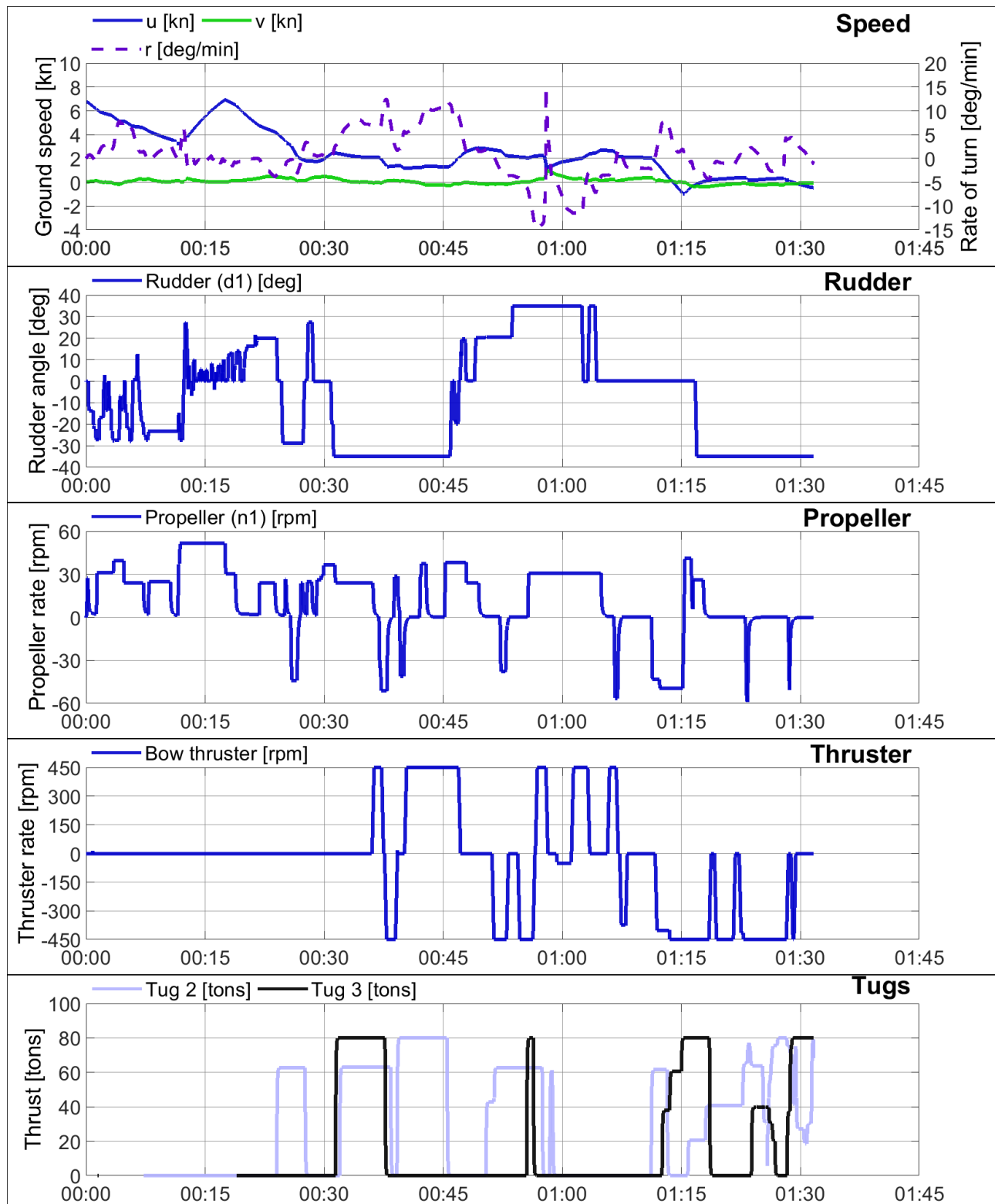
Simulation: Simulatie 05 P3

Time: 11:59:13

Player: 3/4

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons



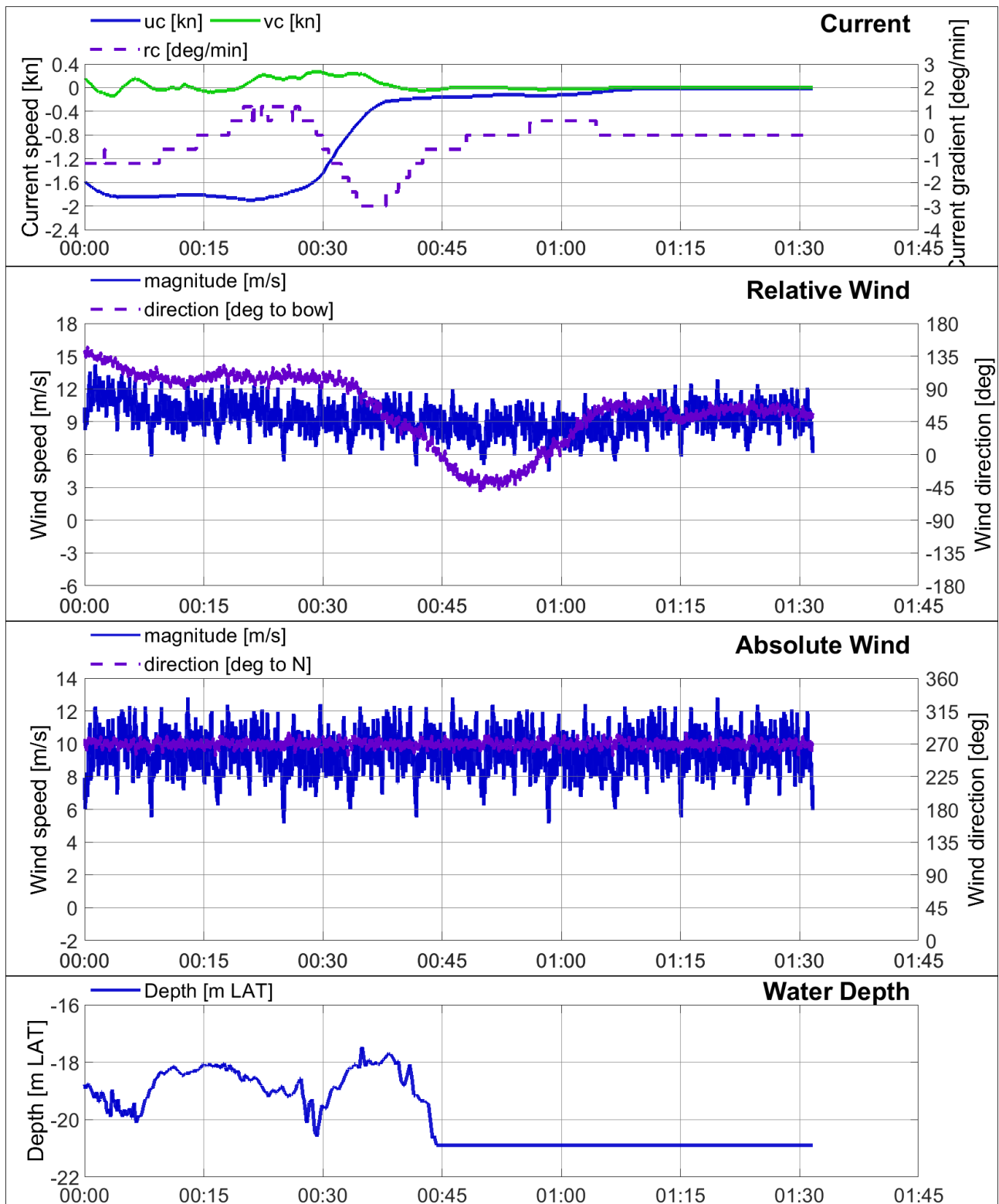
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB 240mintoHW

Wind: o5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

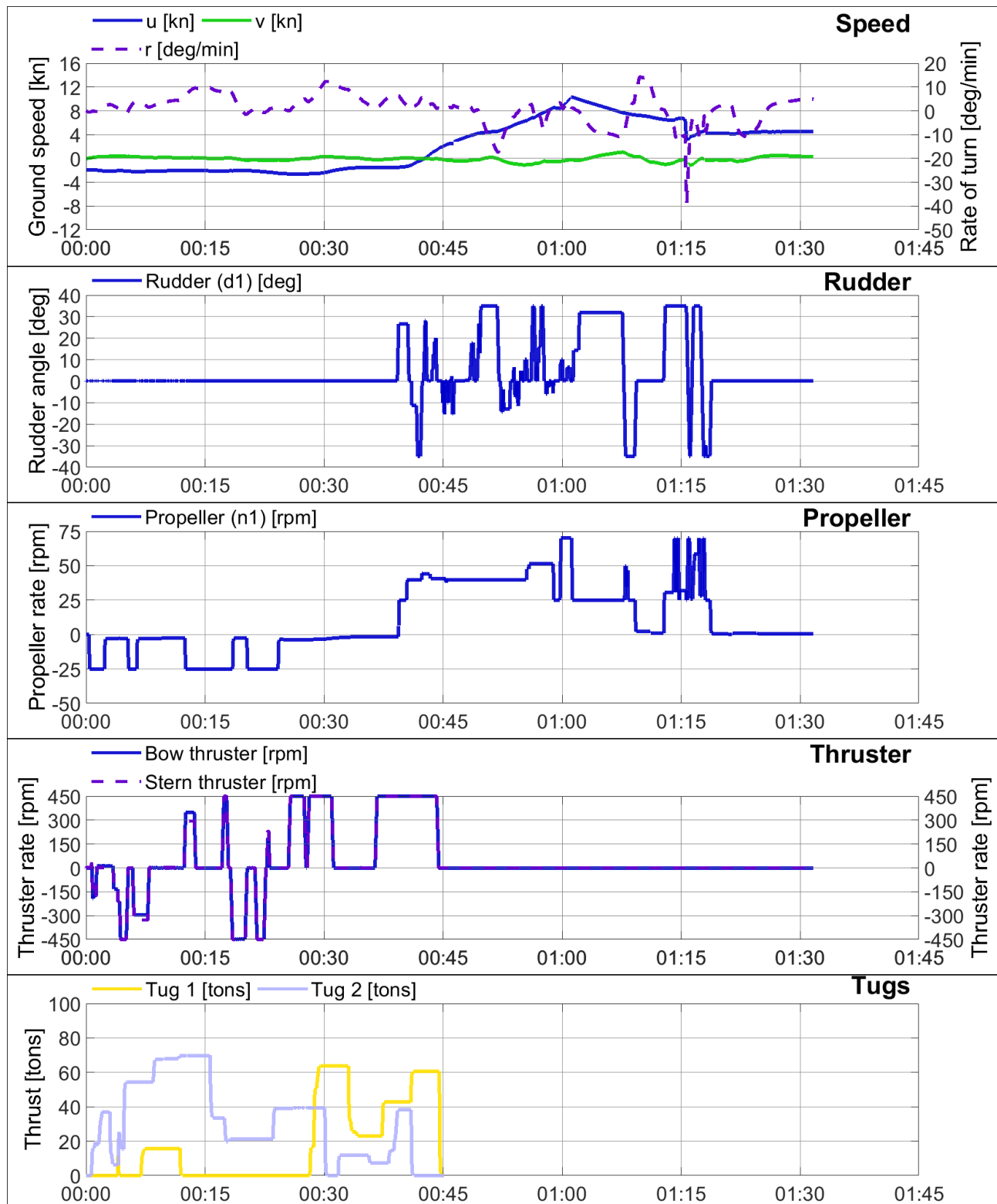
Simulation: Simulatie 05 P4

Time: 11:59:12

Player: 4/4

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons



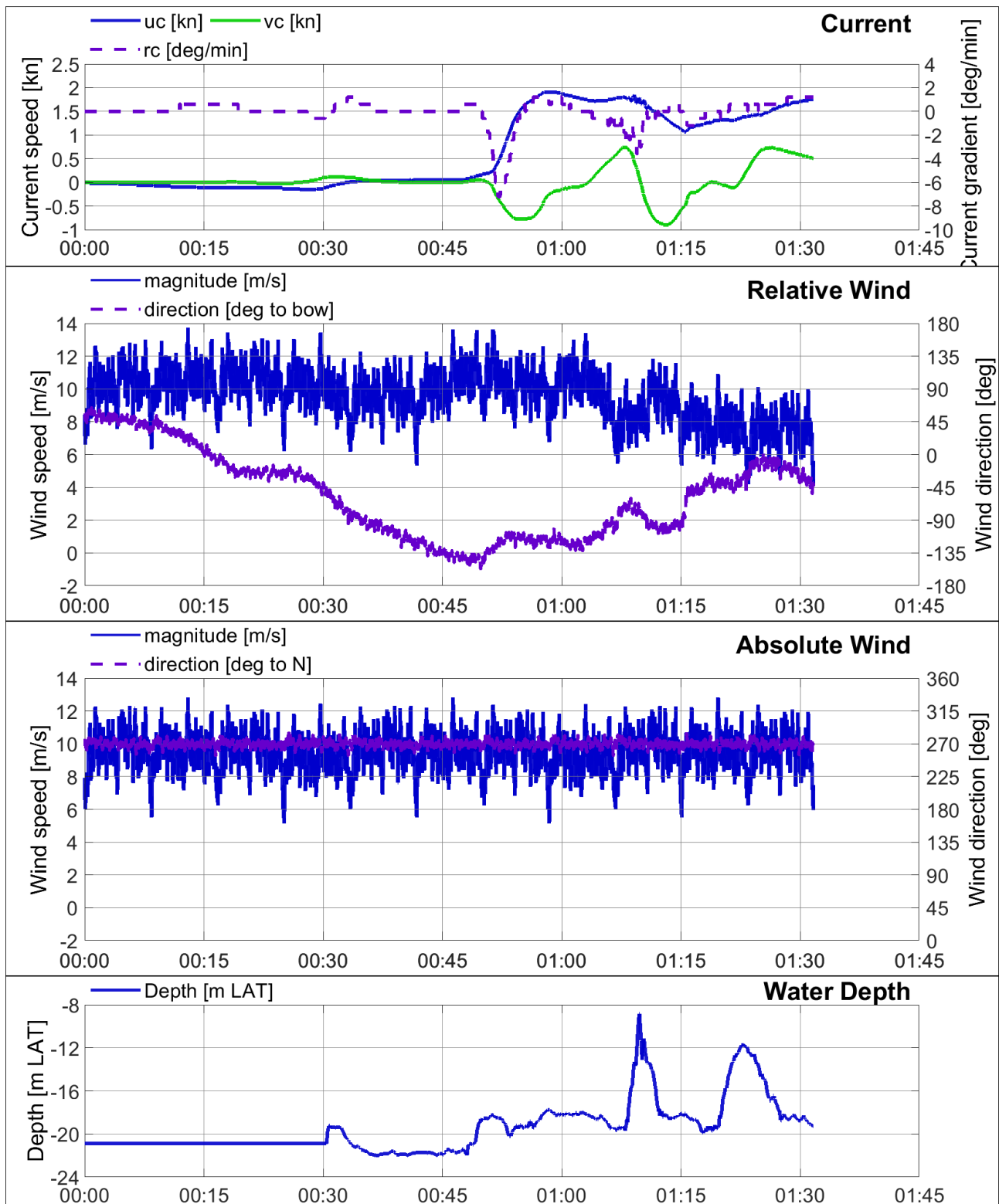
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB 240mintoHW

Wind: o5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

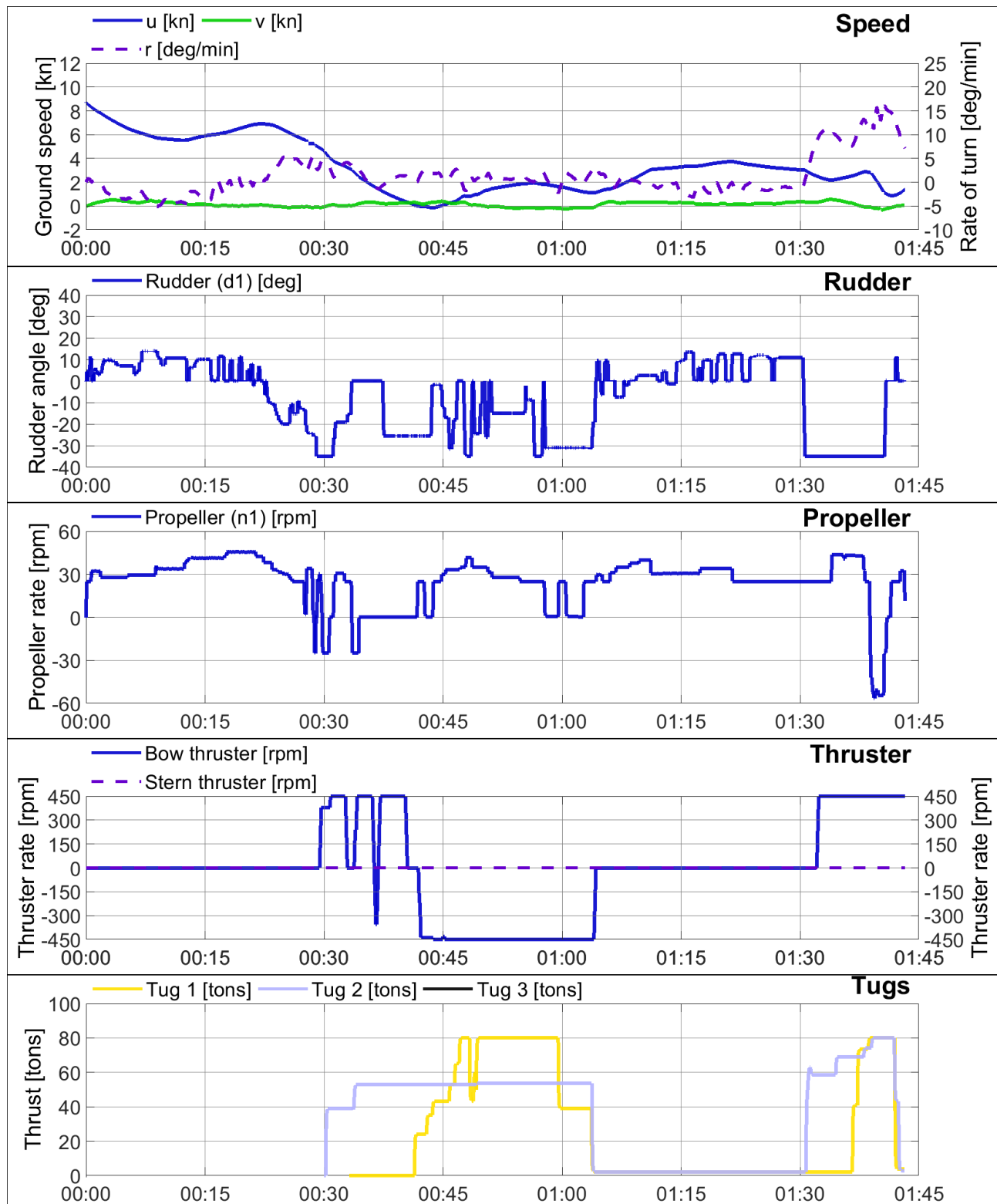
Simulation: Simulatie 06 P1

Time: 14:30:30

Player: 1/4

Simulator: LARA

Tugs: 80 80 80 80 tons





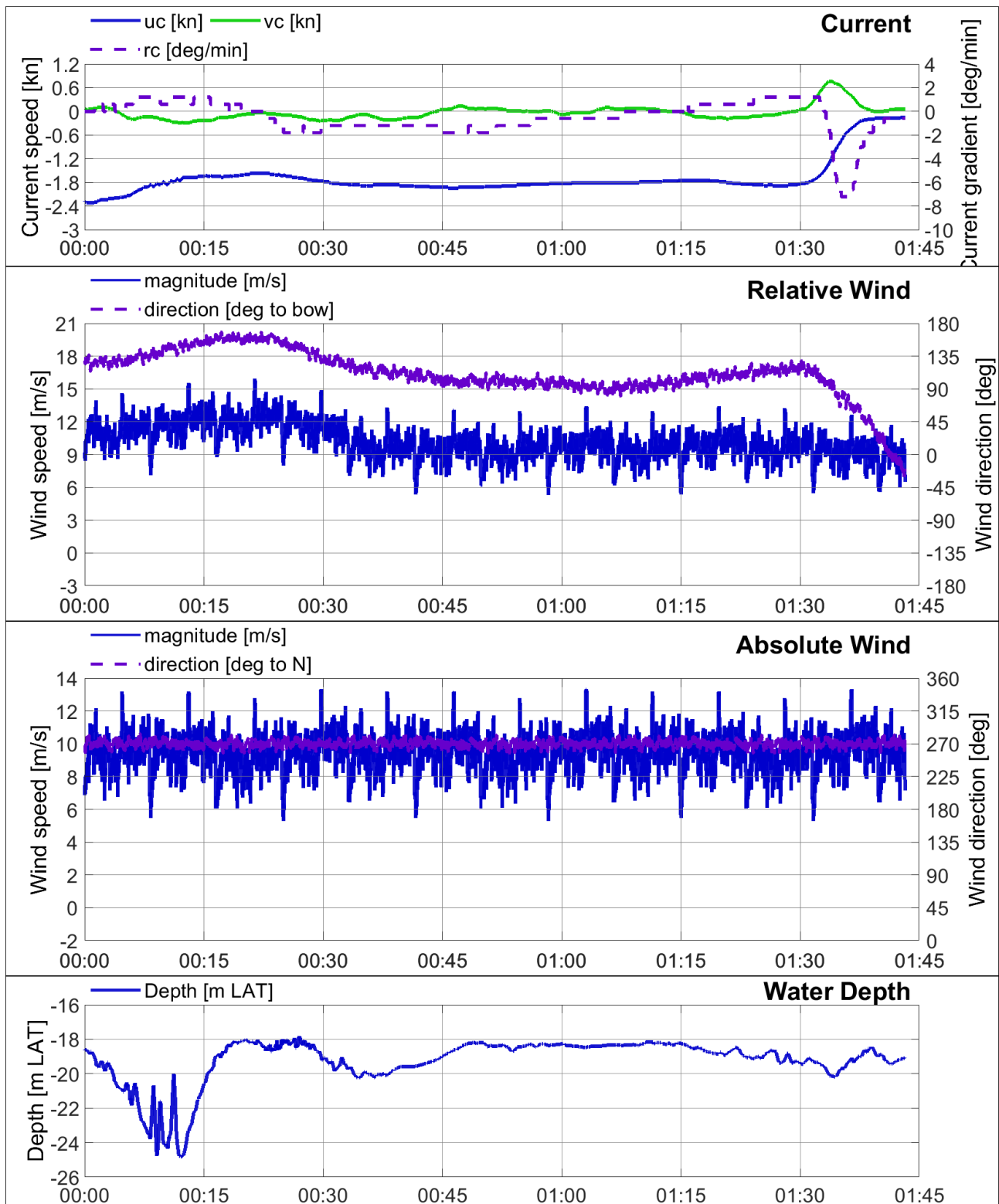
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB 240mintoHW

Wind: o5



**Container vessel:  $L_{OA} = 398$  m;  $B = 59.0$  m;  $T = 14.2$  m**

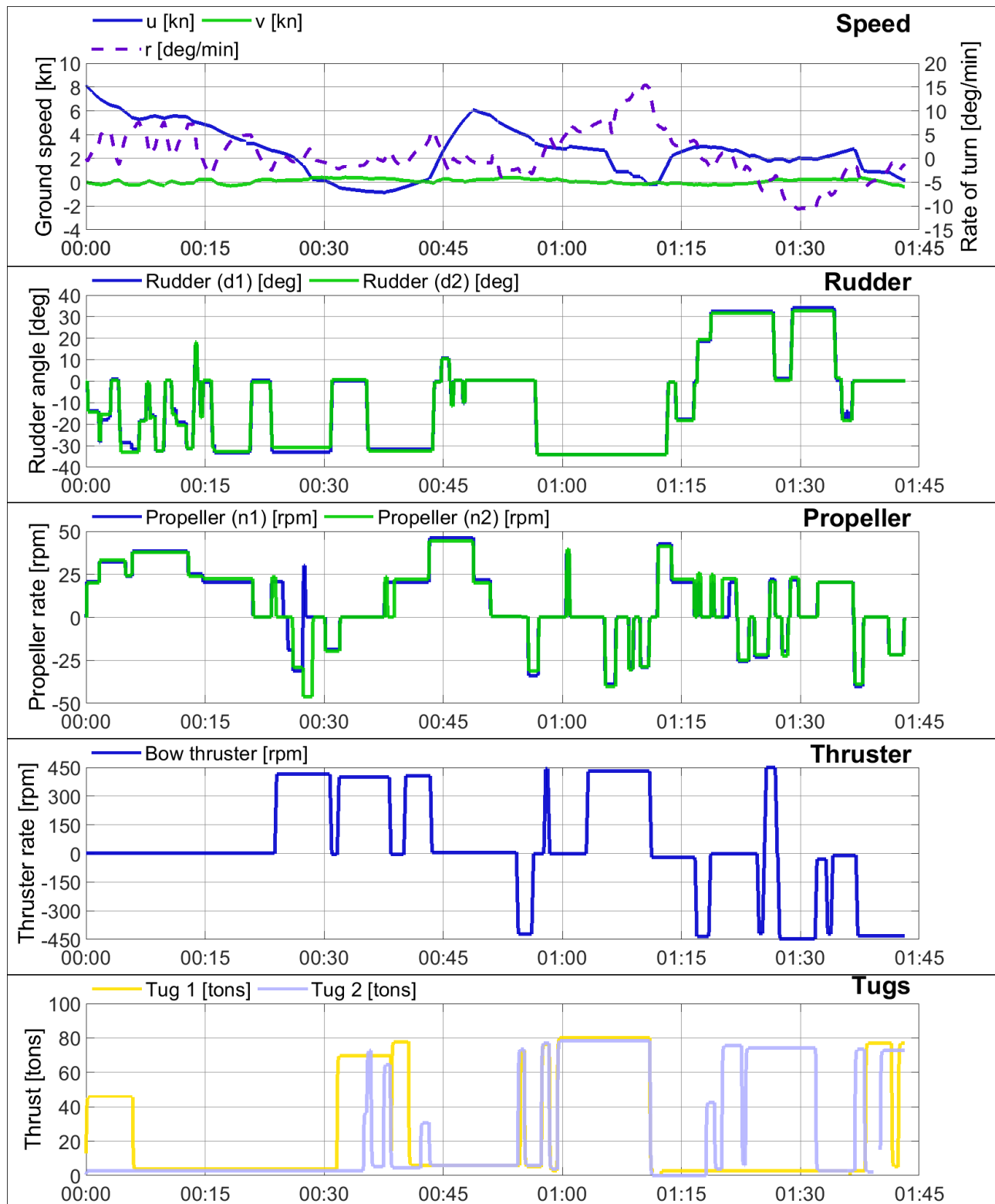
Simulation: Simulatie 06 P2

Time: 14:30:28

Player: 2/4

Simulator: DESK

Tugs: 80 80 80 80 tons



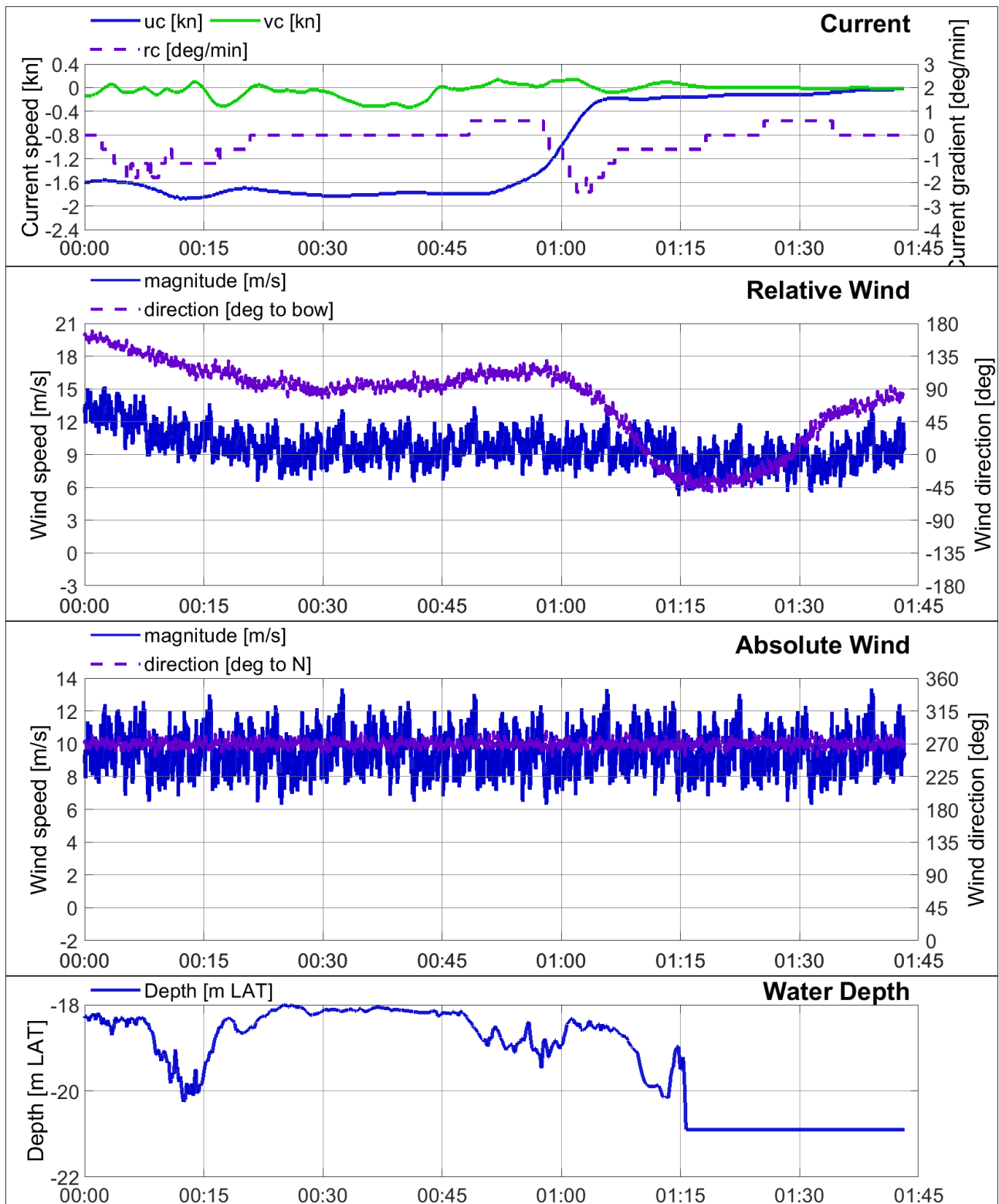
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB 240mintoHW

Wind: o5



**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

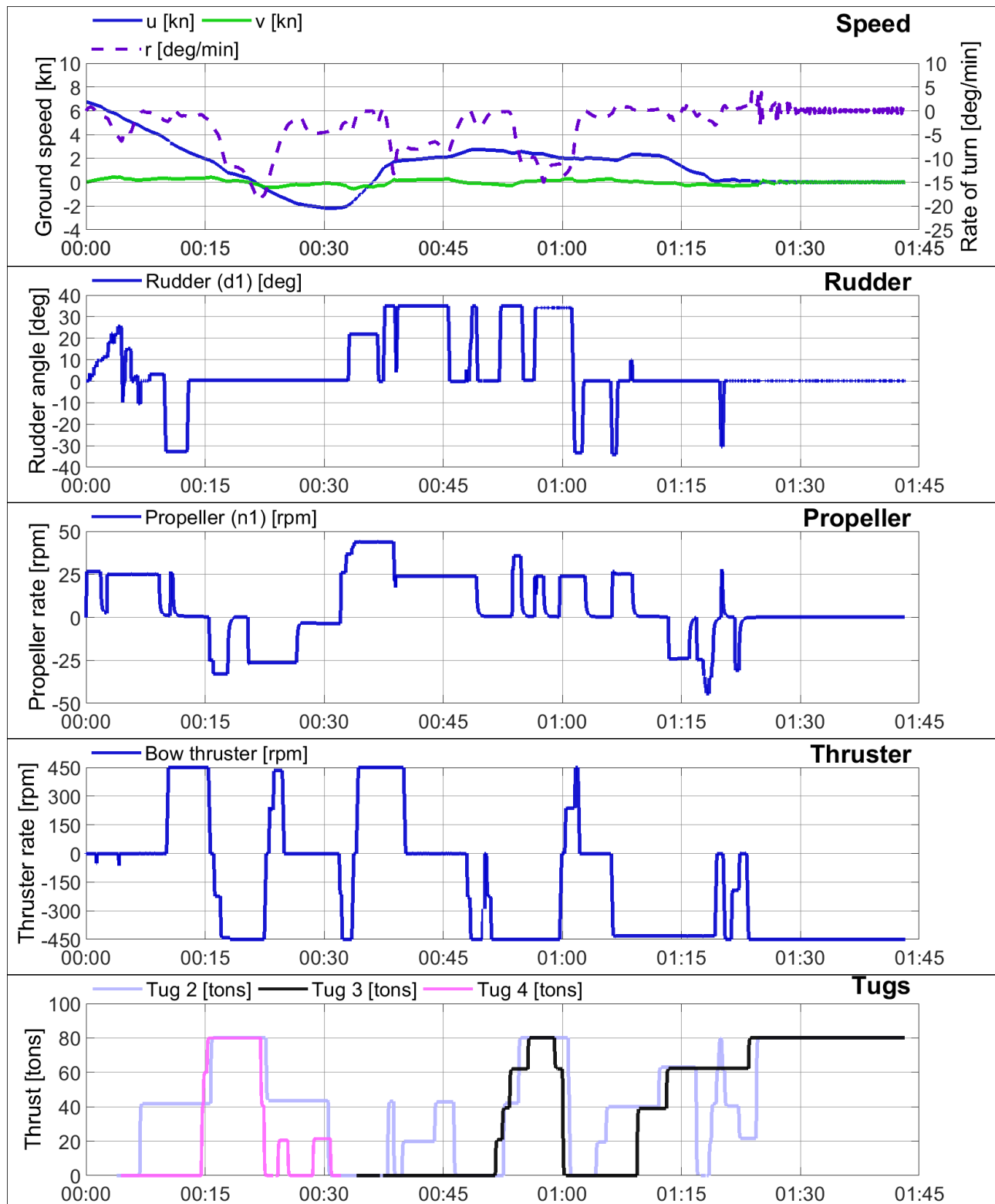
Simulation: Simulatie 06 P3

Time: 14:30:32

Player: 3/4

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons



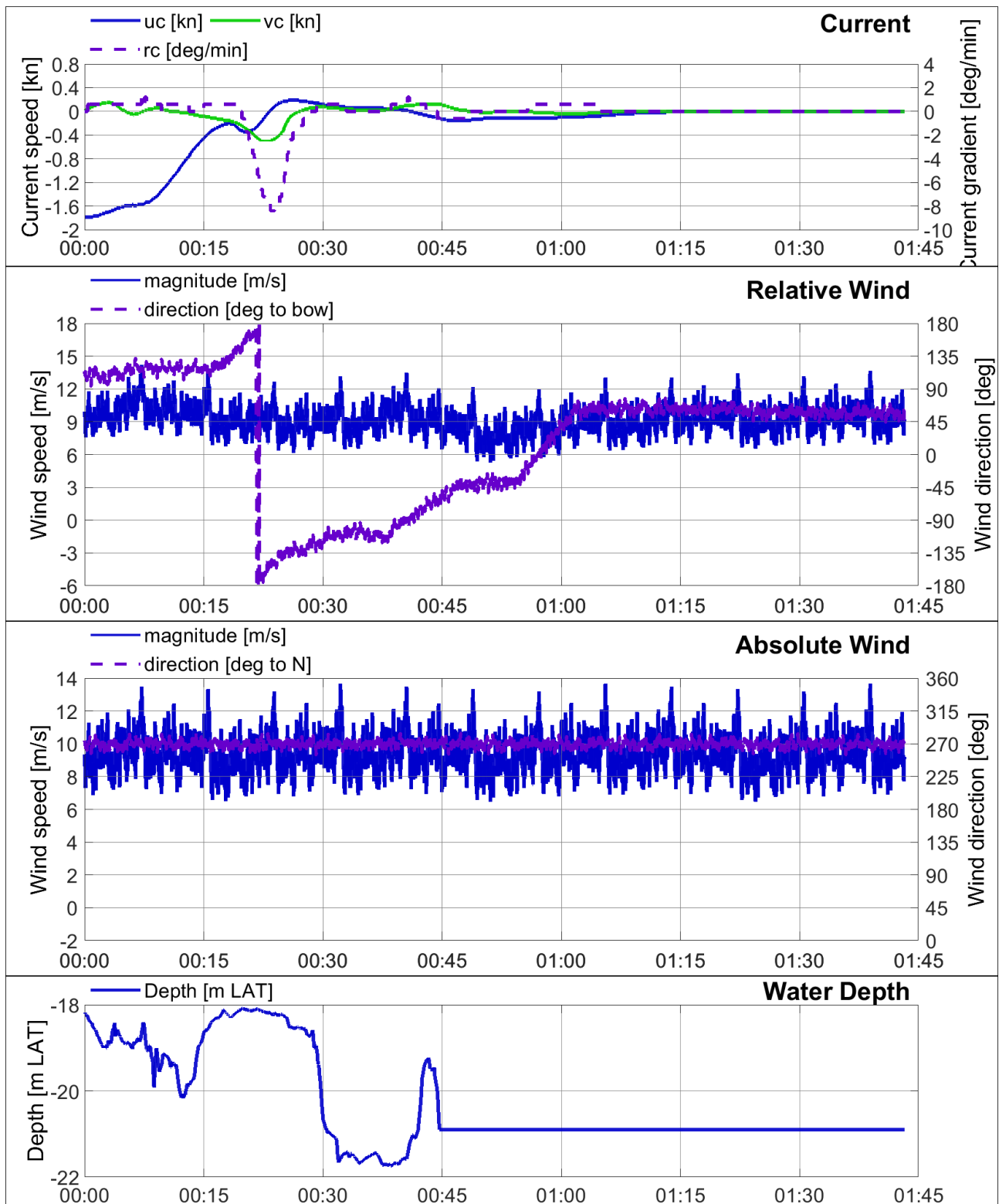
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB 240mintoHW

Wind: o5





**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

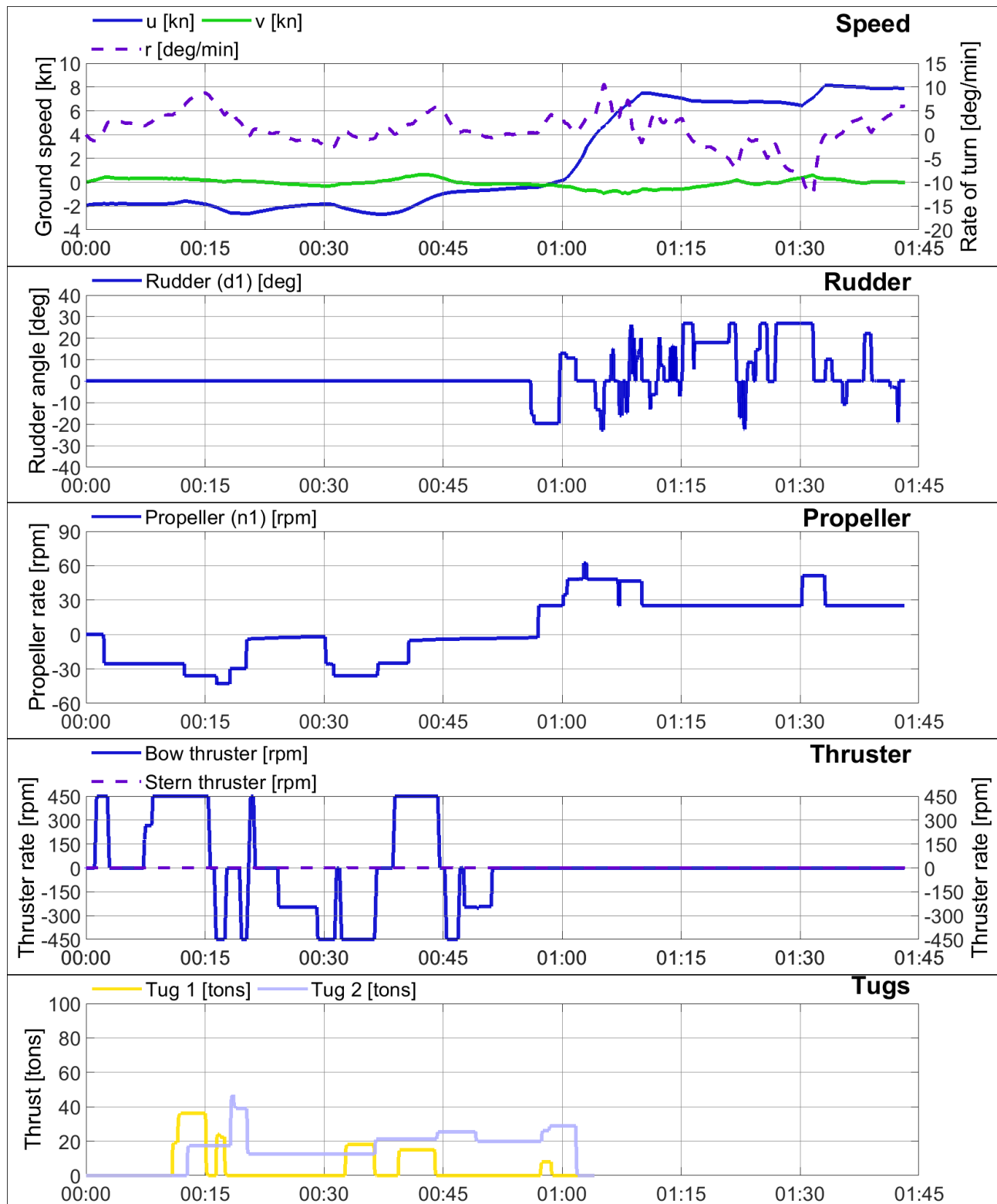
Simulation: Simulatie 06 P4

Time: 14:30:31

Player: 4/4

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons



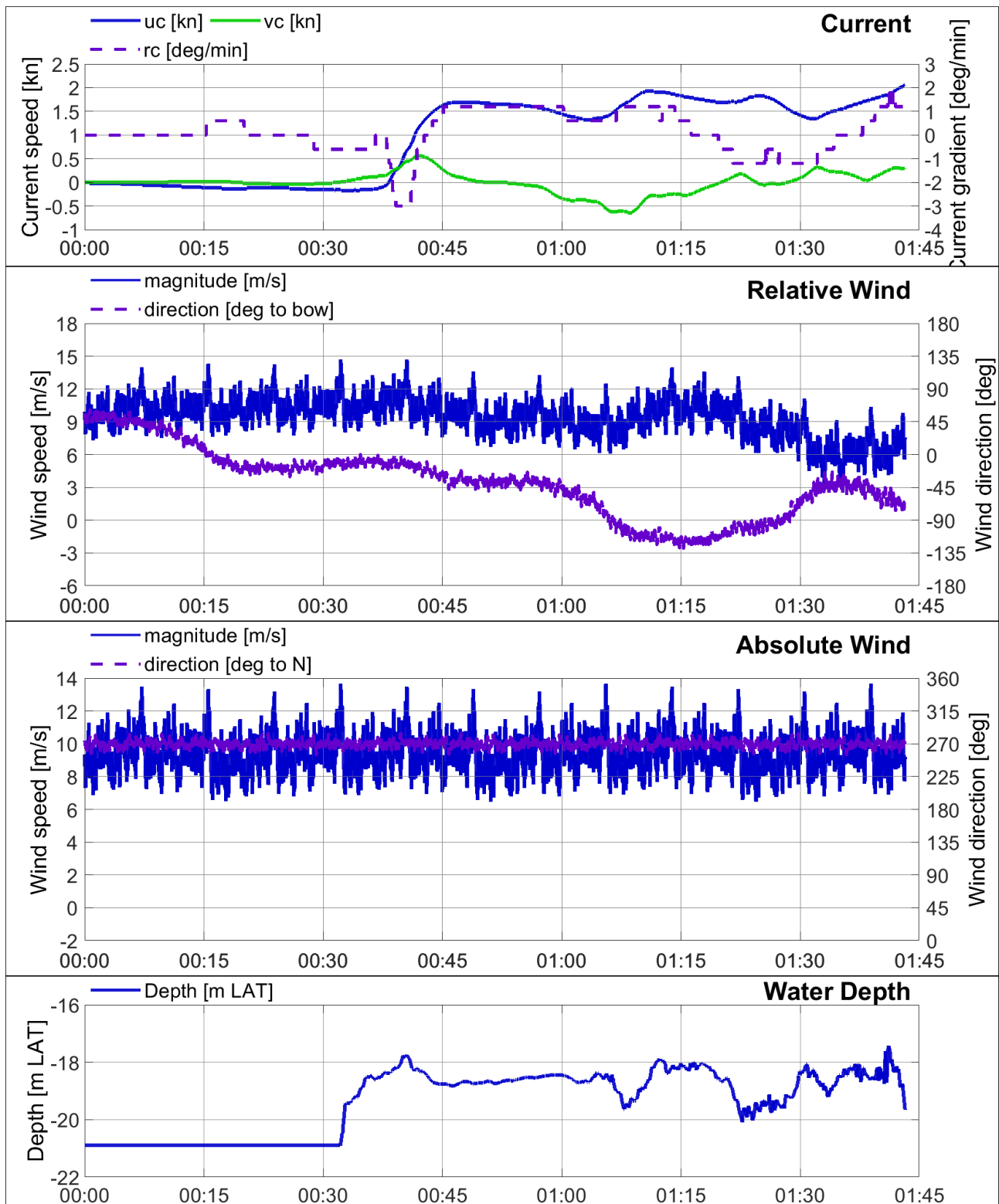
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB 240mintoHW

Wind: o5



**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

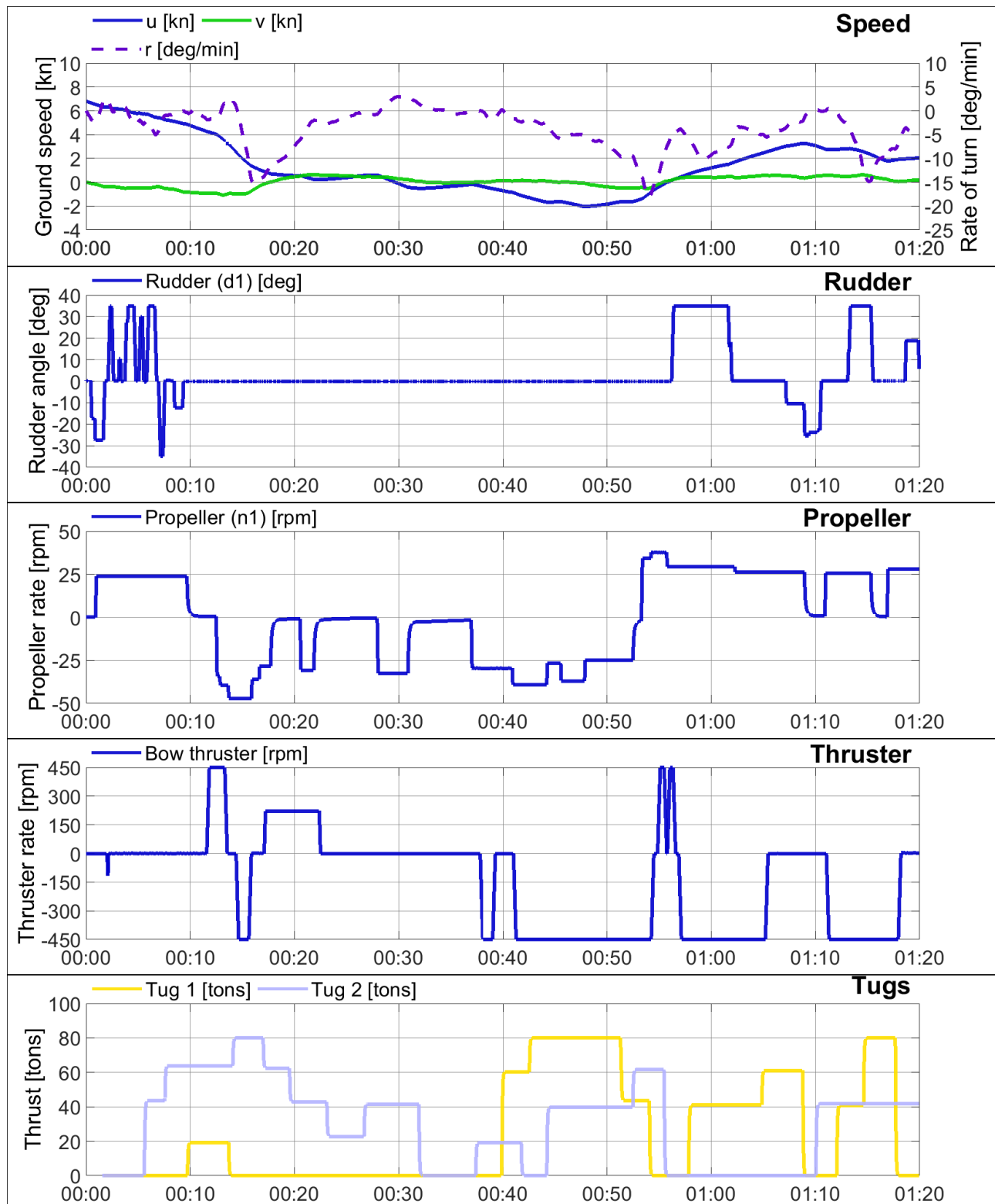
Simulation: Simulatie 07 P1

Time: 16:35:29

Player: 1/2

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons



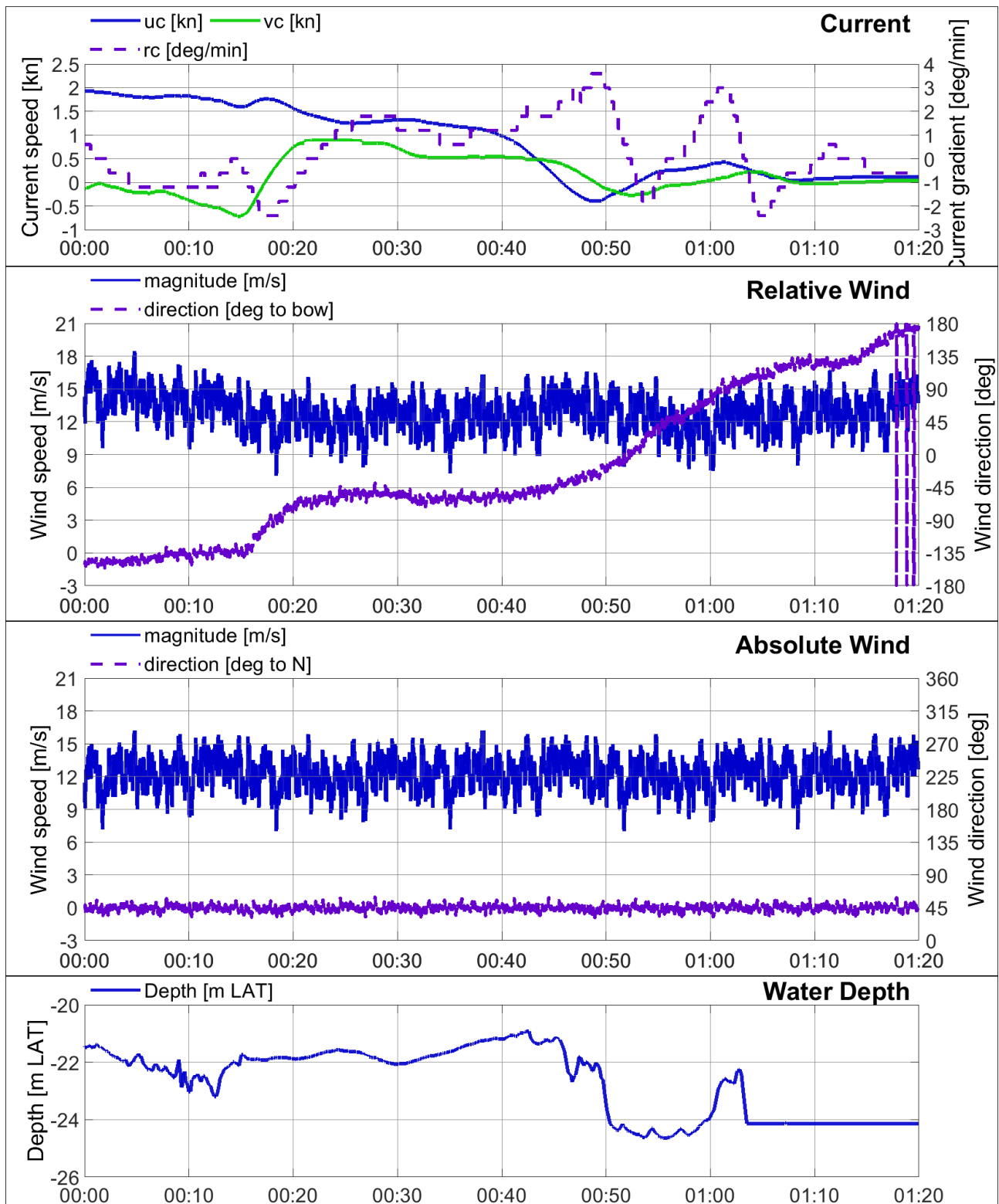
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA -30mintoHW

Wind: zw6



**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

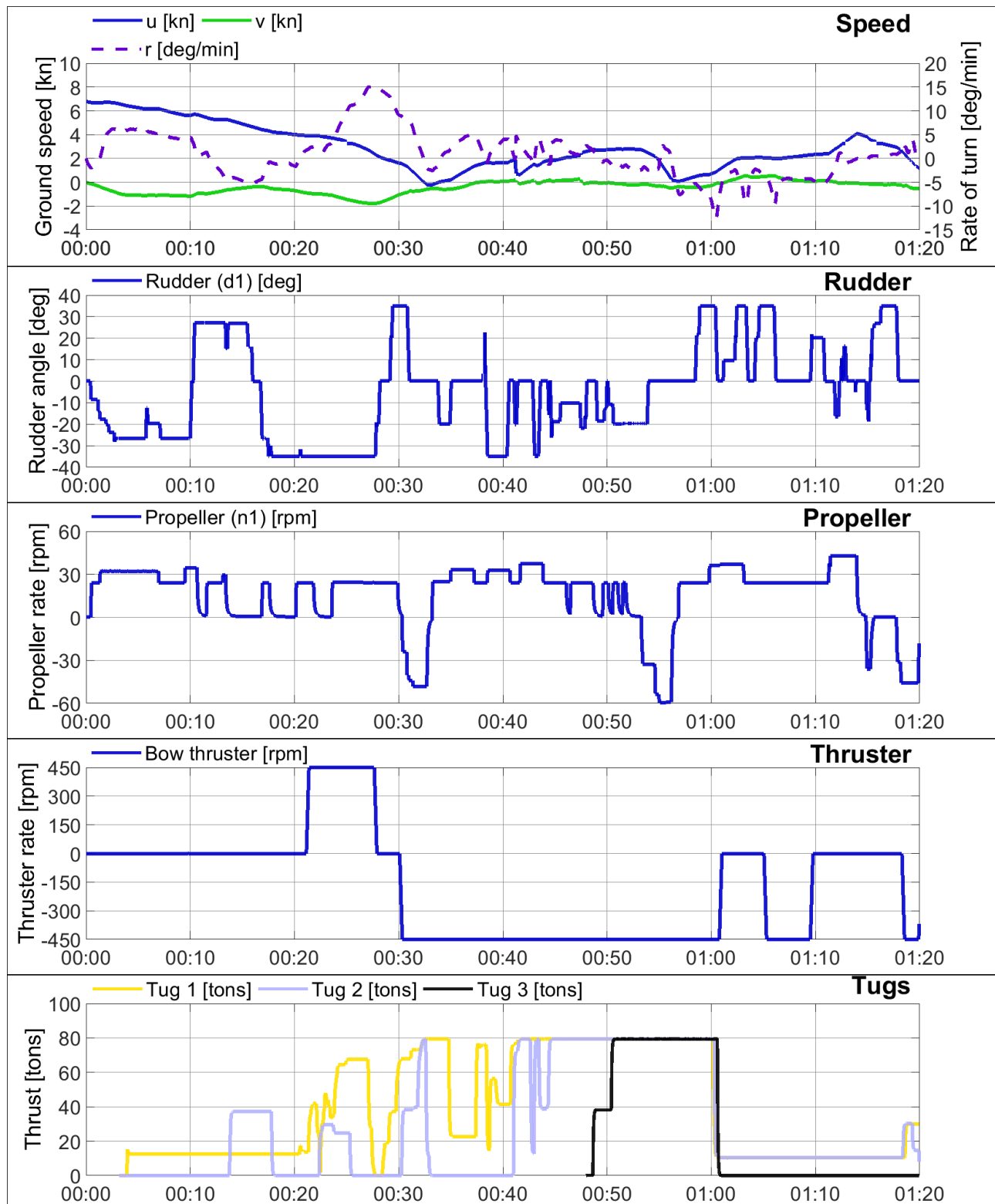
Simulation: Simulatie 07 P2

Time: 16:35:28

Player: 2/2

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons





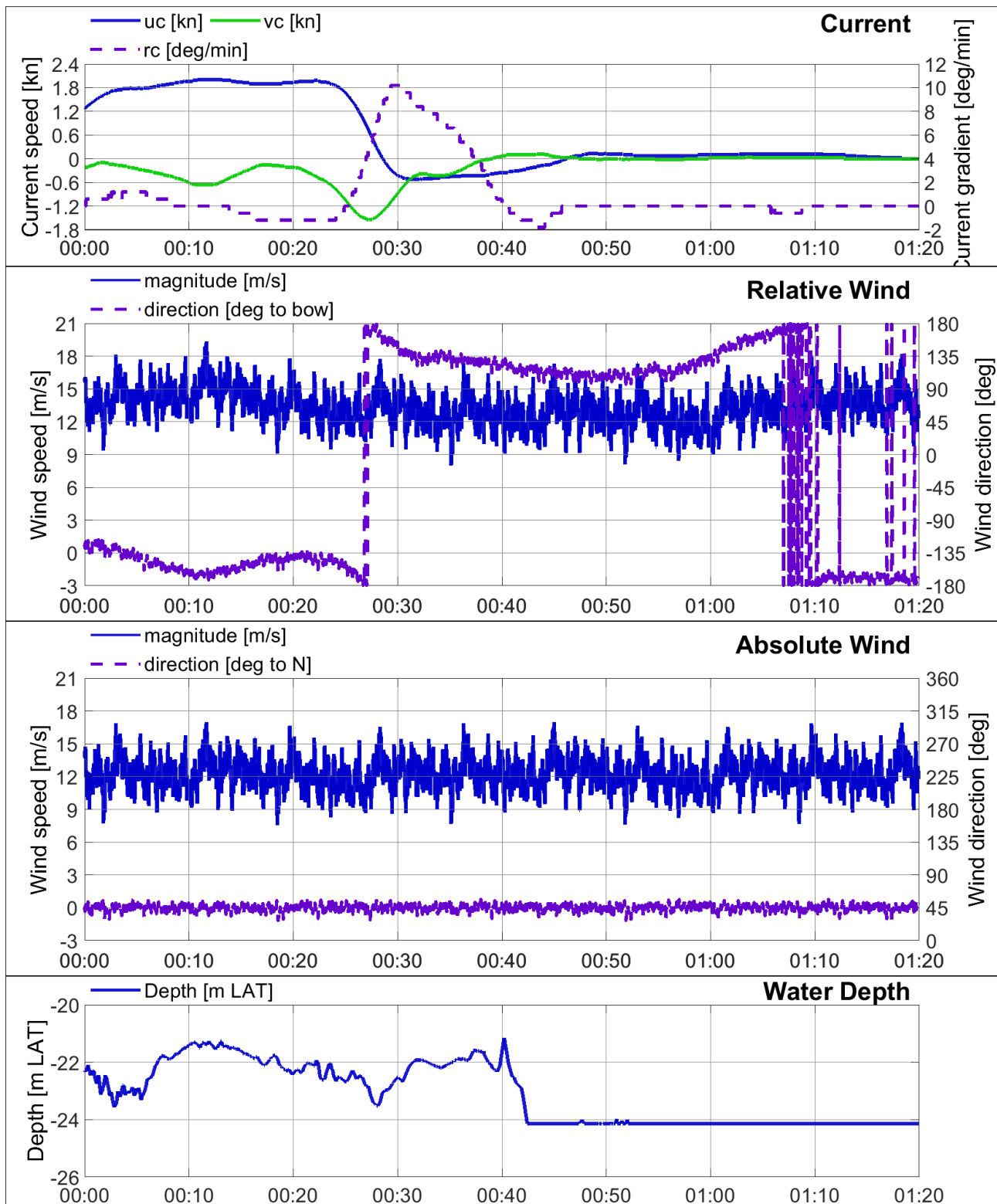
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 12/09/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA -30mintoHW

Wind: zw6



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

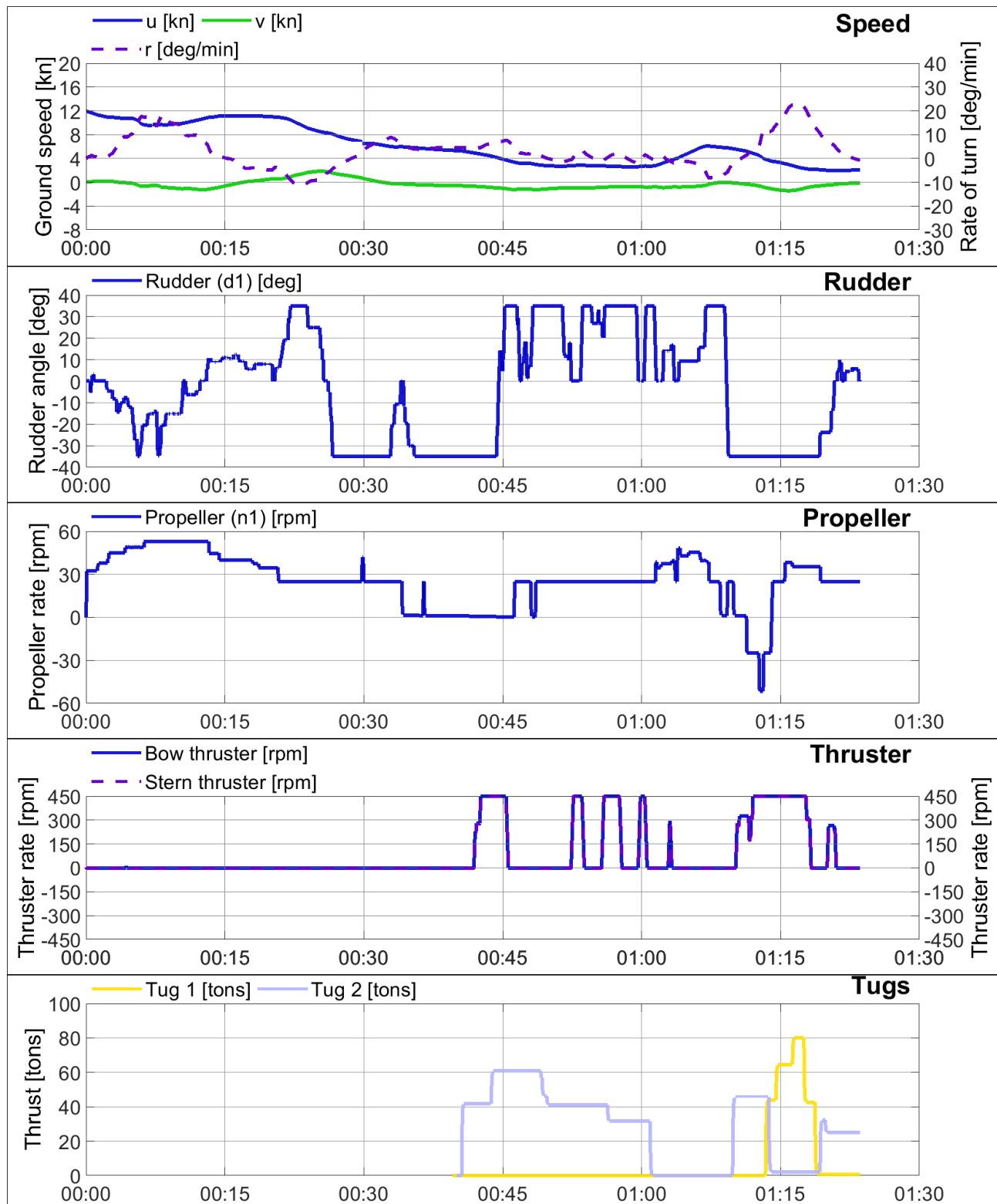
Simulation: Simulatie 08 P1

Time: 09:47:32

Player: 1/4

Simulator: LARA

Tugs: 80 80 80 80 tons



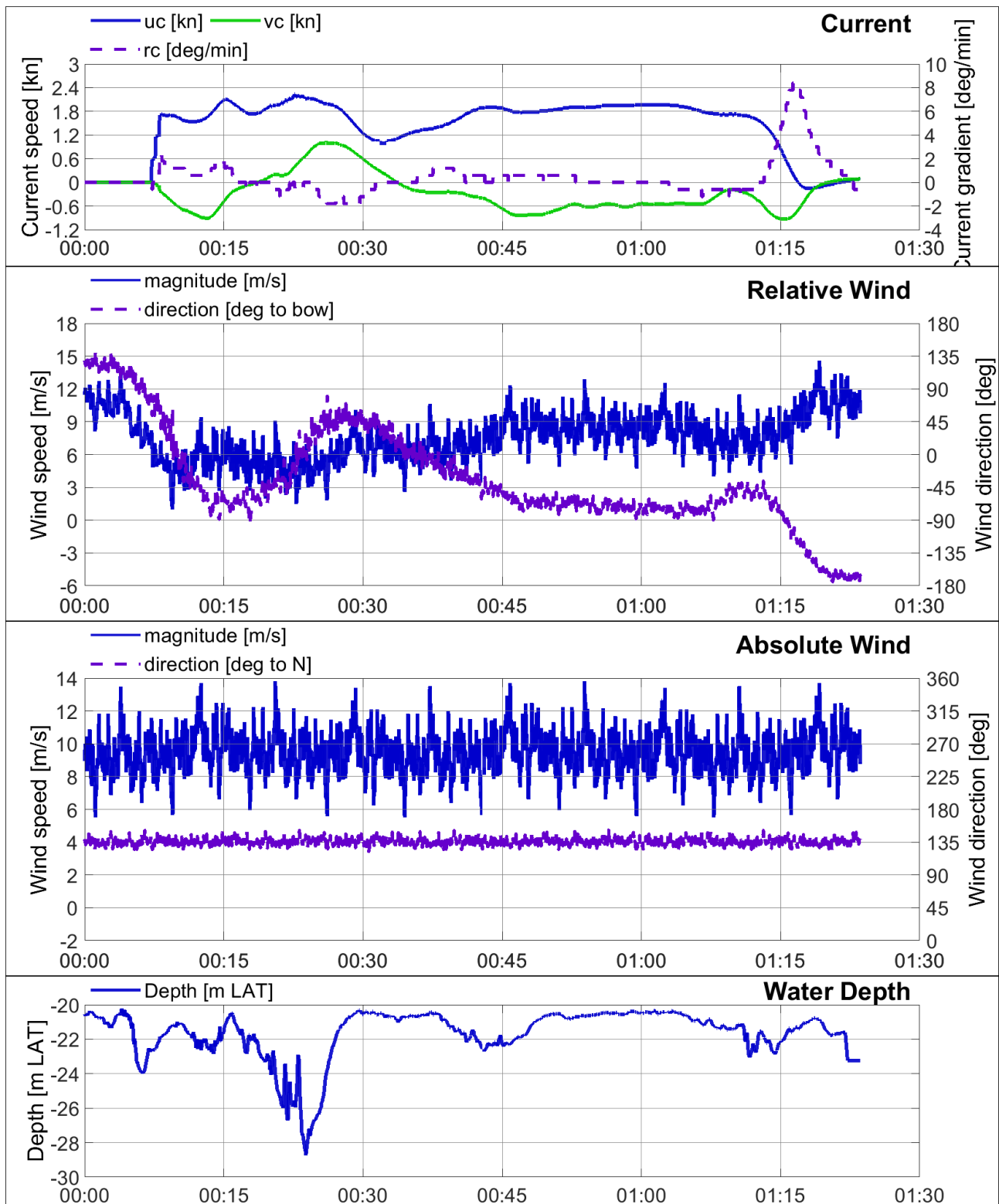
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA -60mintoHW

Wind: nw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 398$  m;  $B = 59.0$  m;  $T = 14.2$  m**

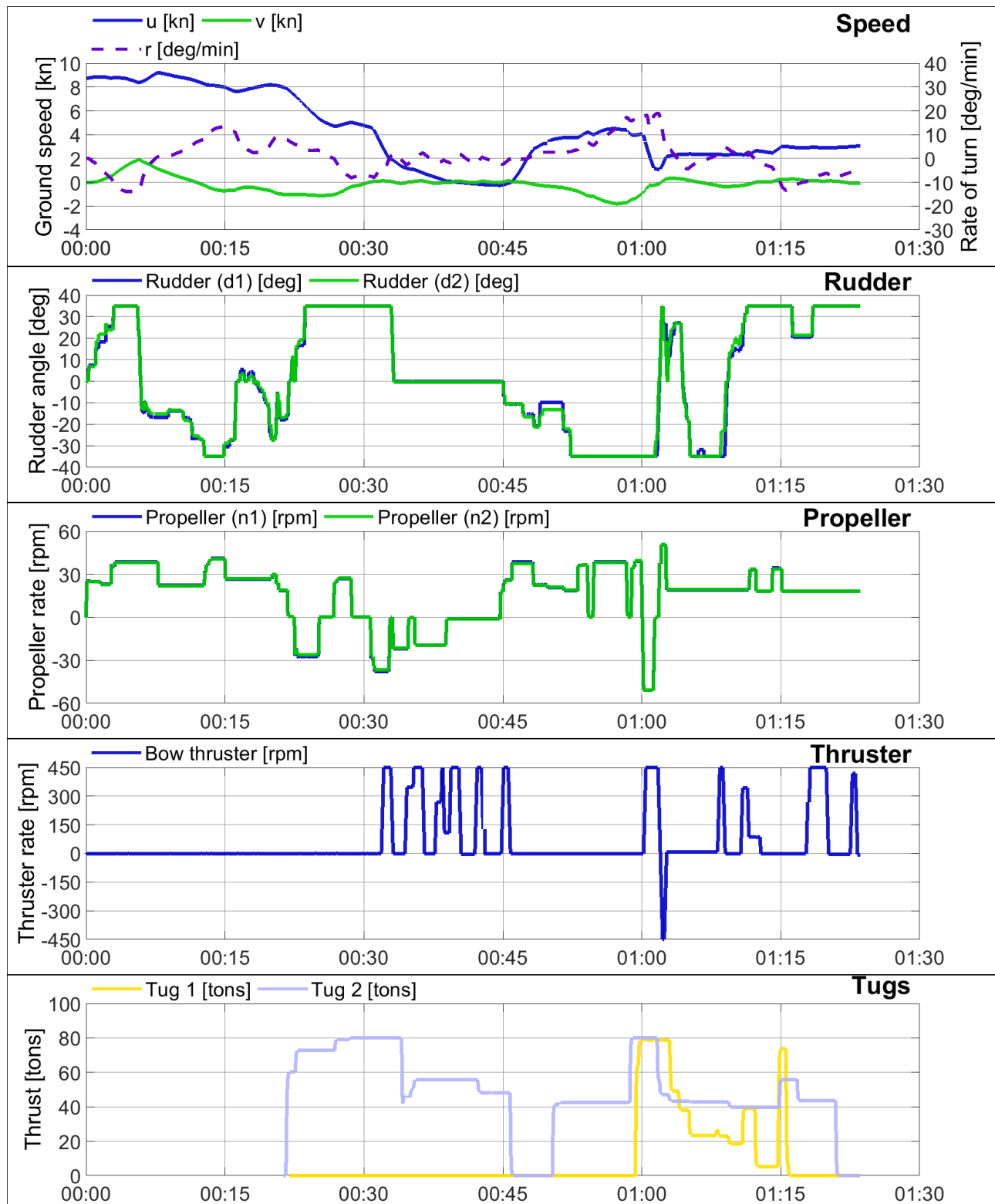
Simulation: Simulatie 08 P2

Time: 09:47:33

Player: 2/4

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons



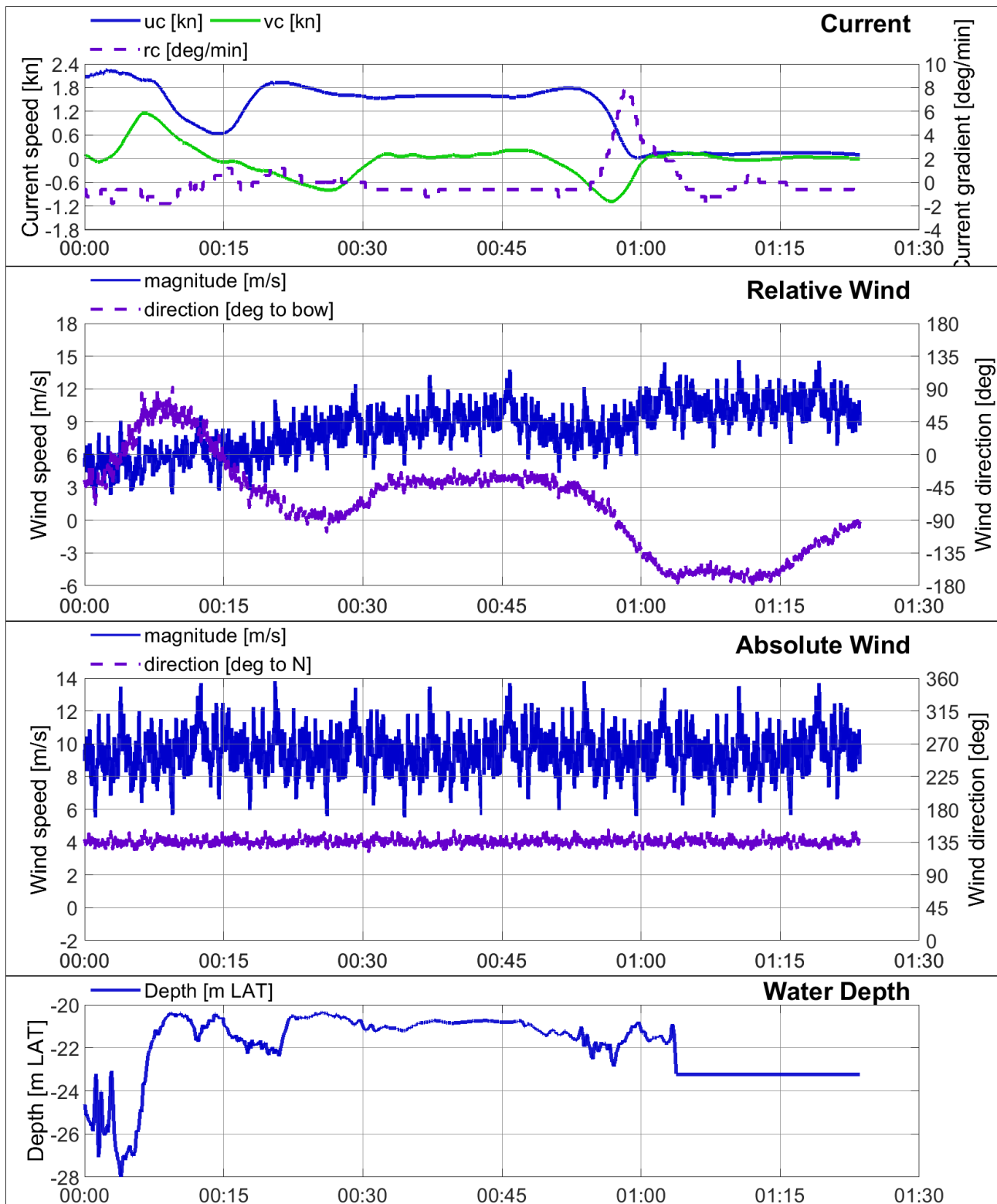
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA -60mintoHW

Wind: nw5





**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

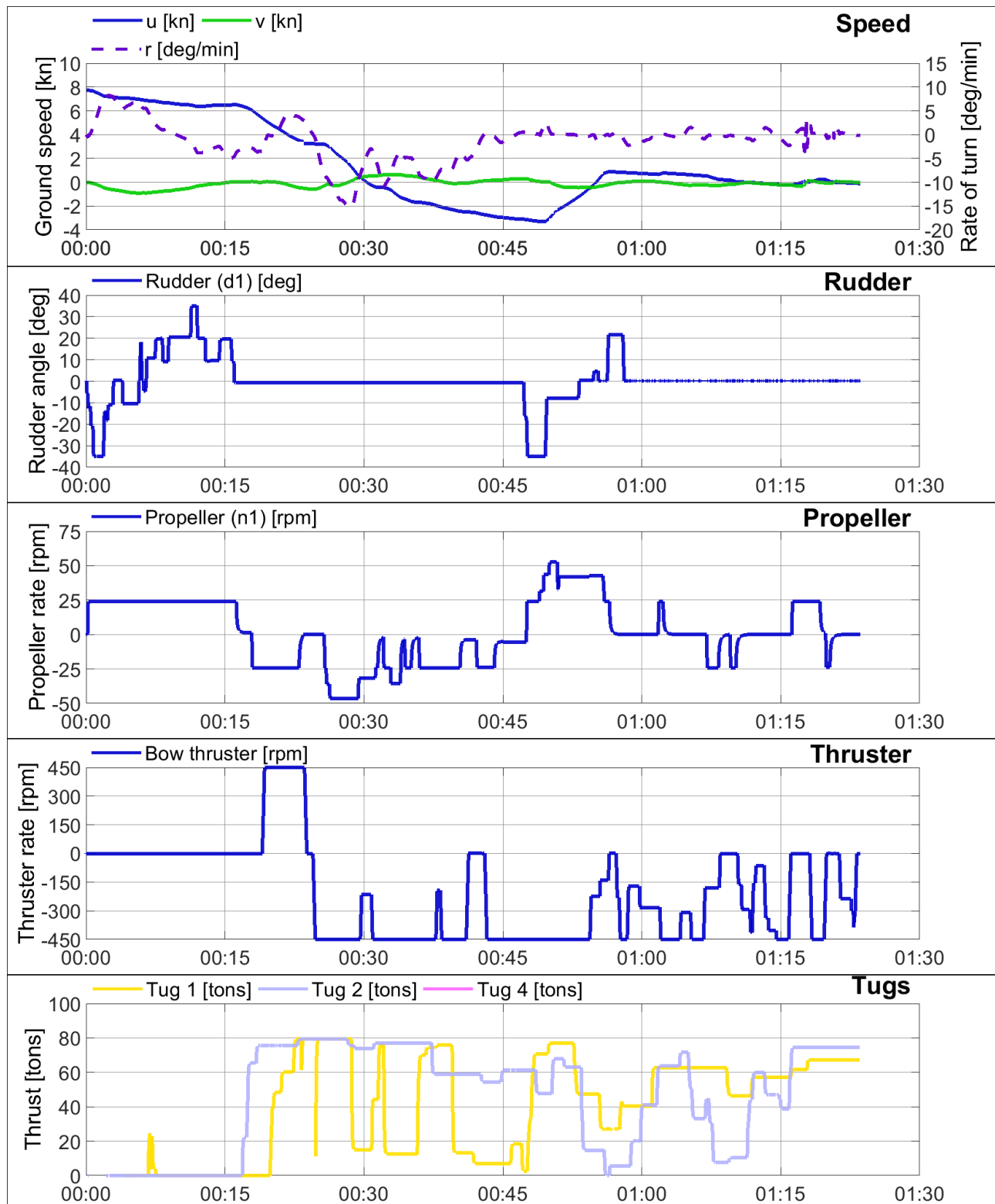
Simulation: Simulatie 08 P3

Time: 09:47:32

Player: 3/4

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons



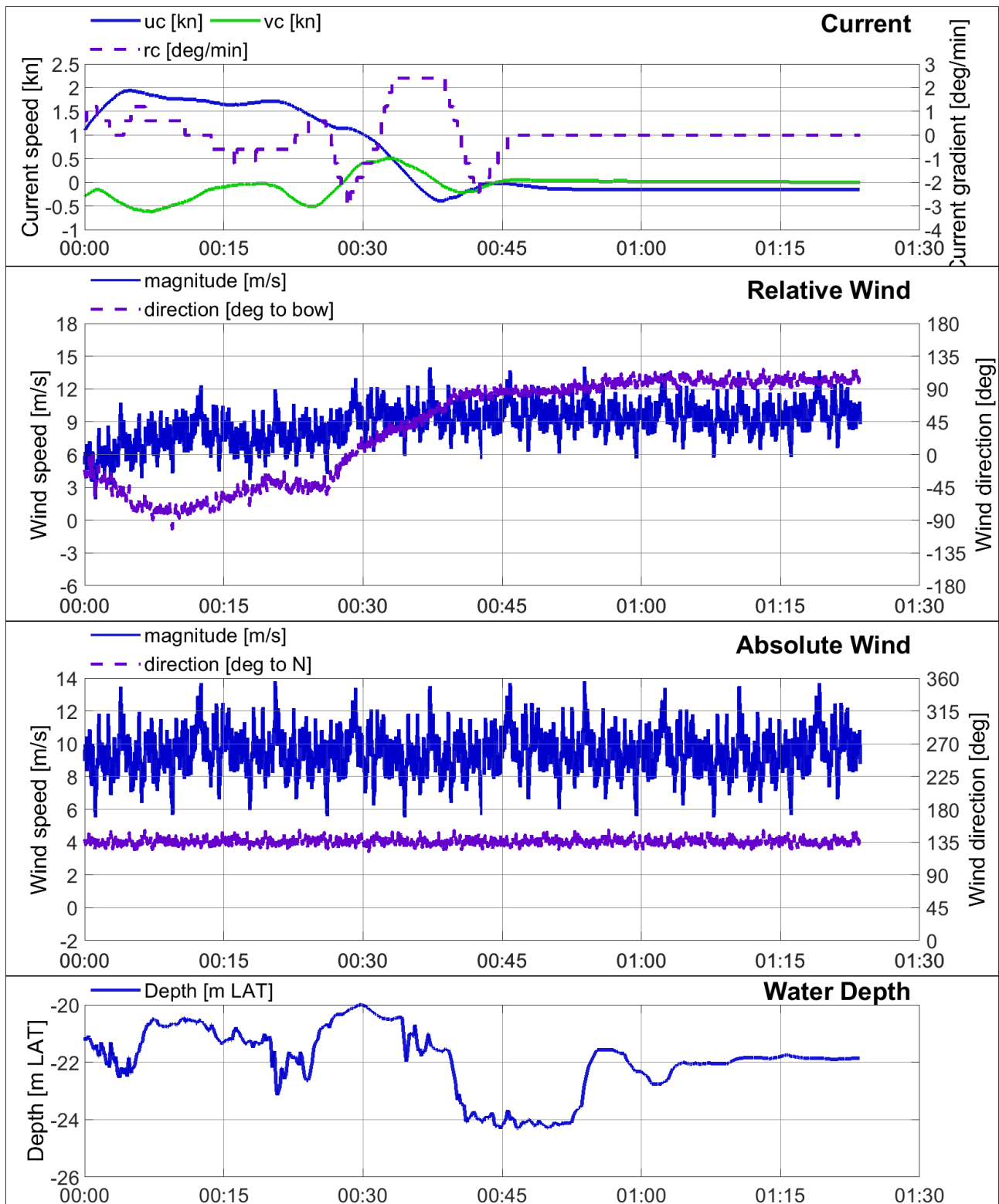
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA -60mintoHW

Wind: nw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

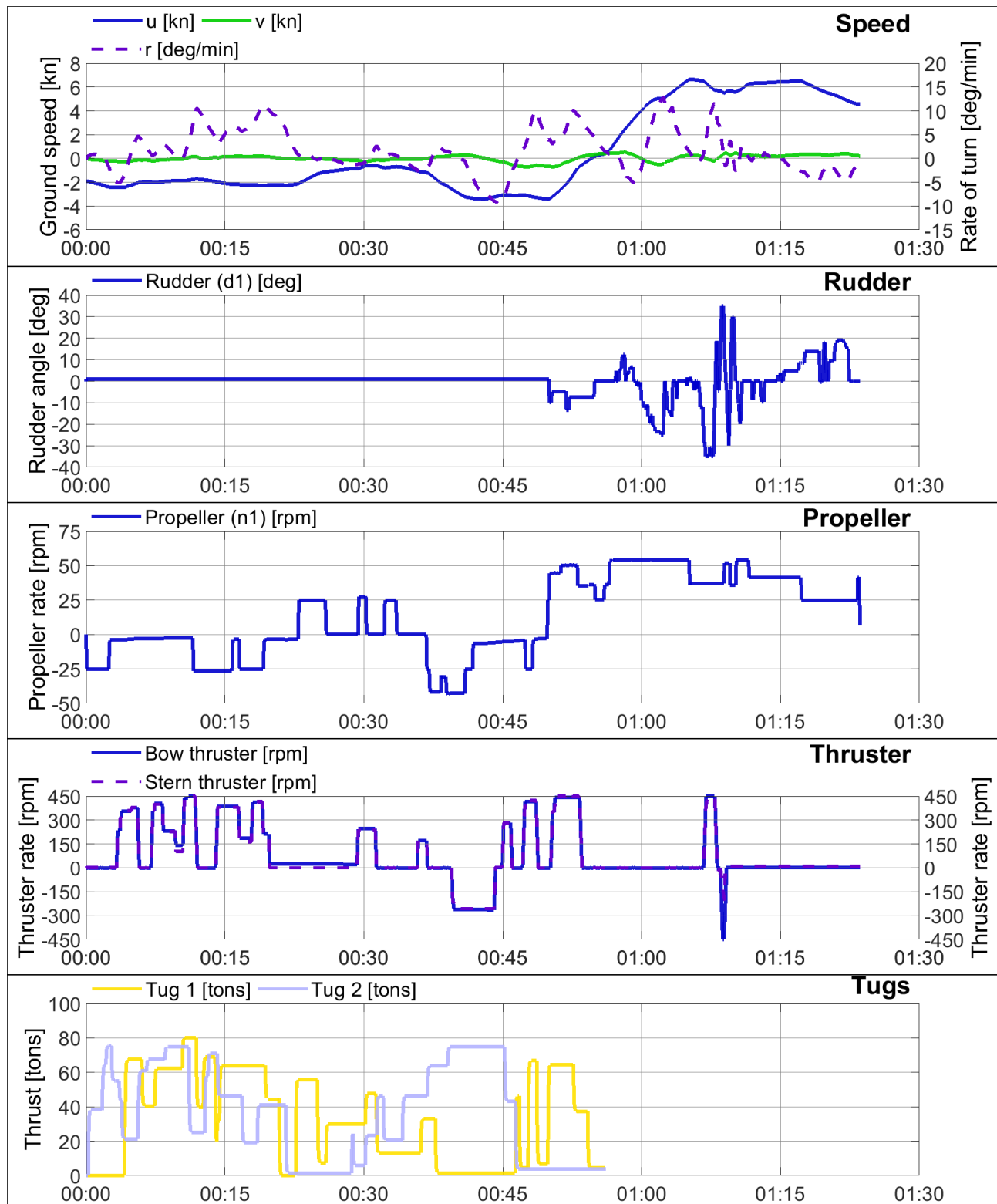
Simulation: Simulatie 08 P4

Time: 09:47:33

Player: 4/4

Simulator: DESK

Tugs: 80 80 80 80 tons



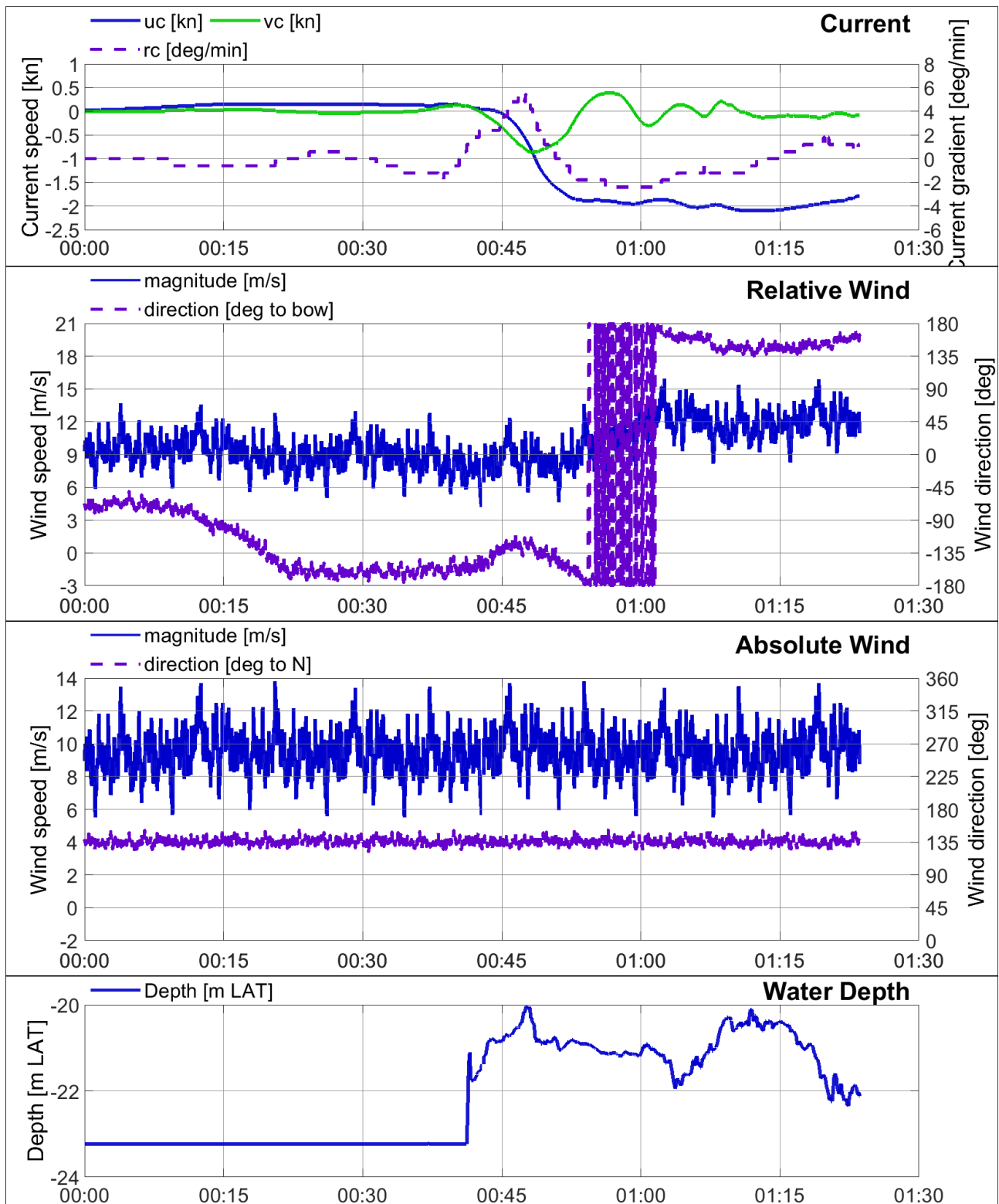
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA -60mintoHW

Wind: nw5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

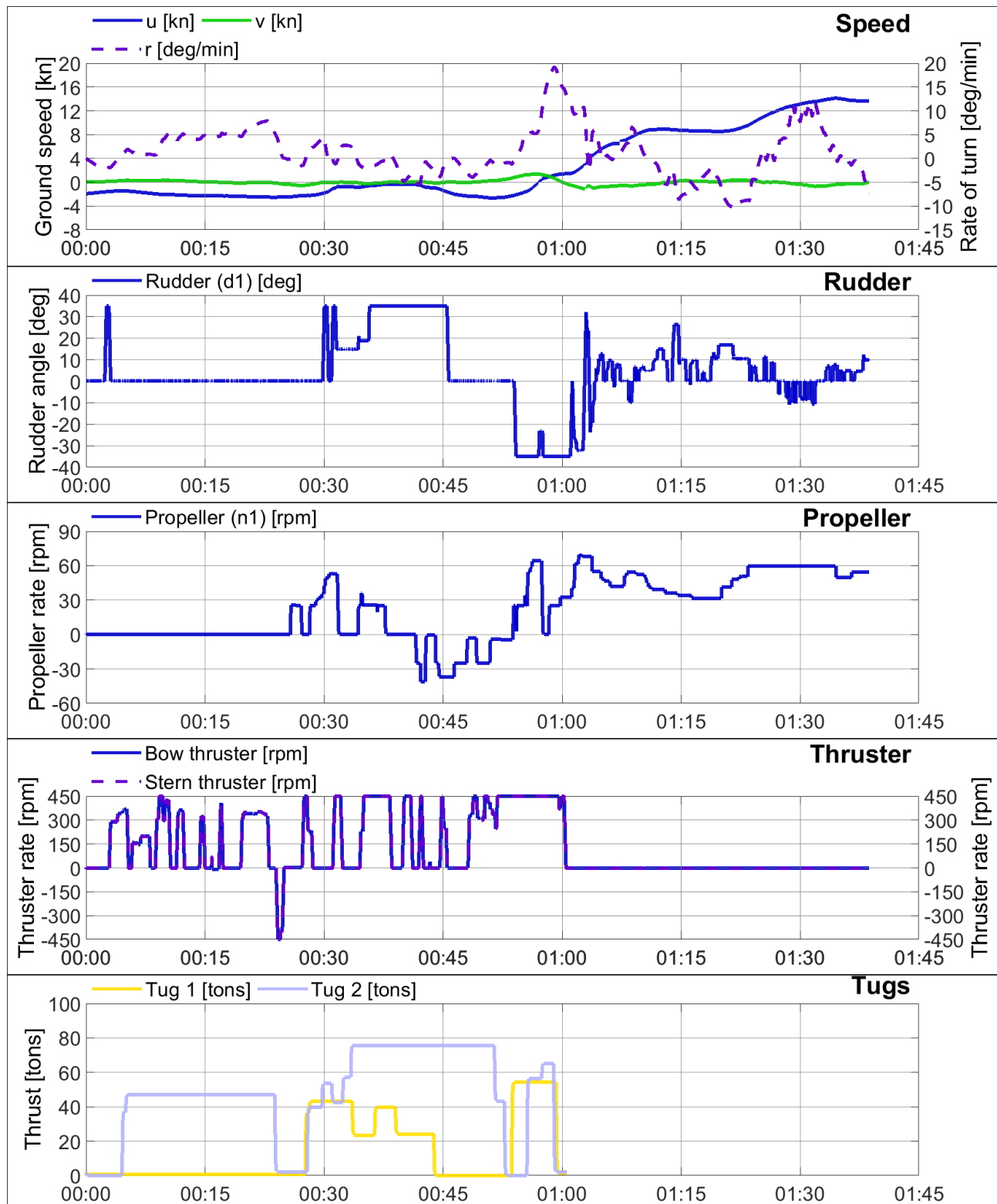
Simulation: Simulatie 09 P1

Time: 11:58:39

Player: 1/4

Simulator: LARA

Tugs: 80 80 80 80 tons





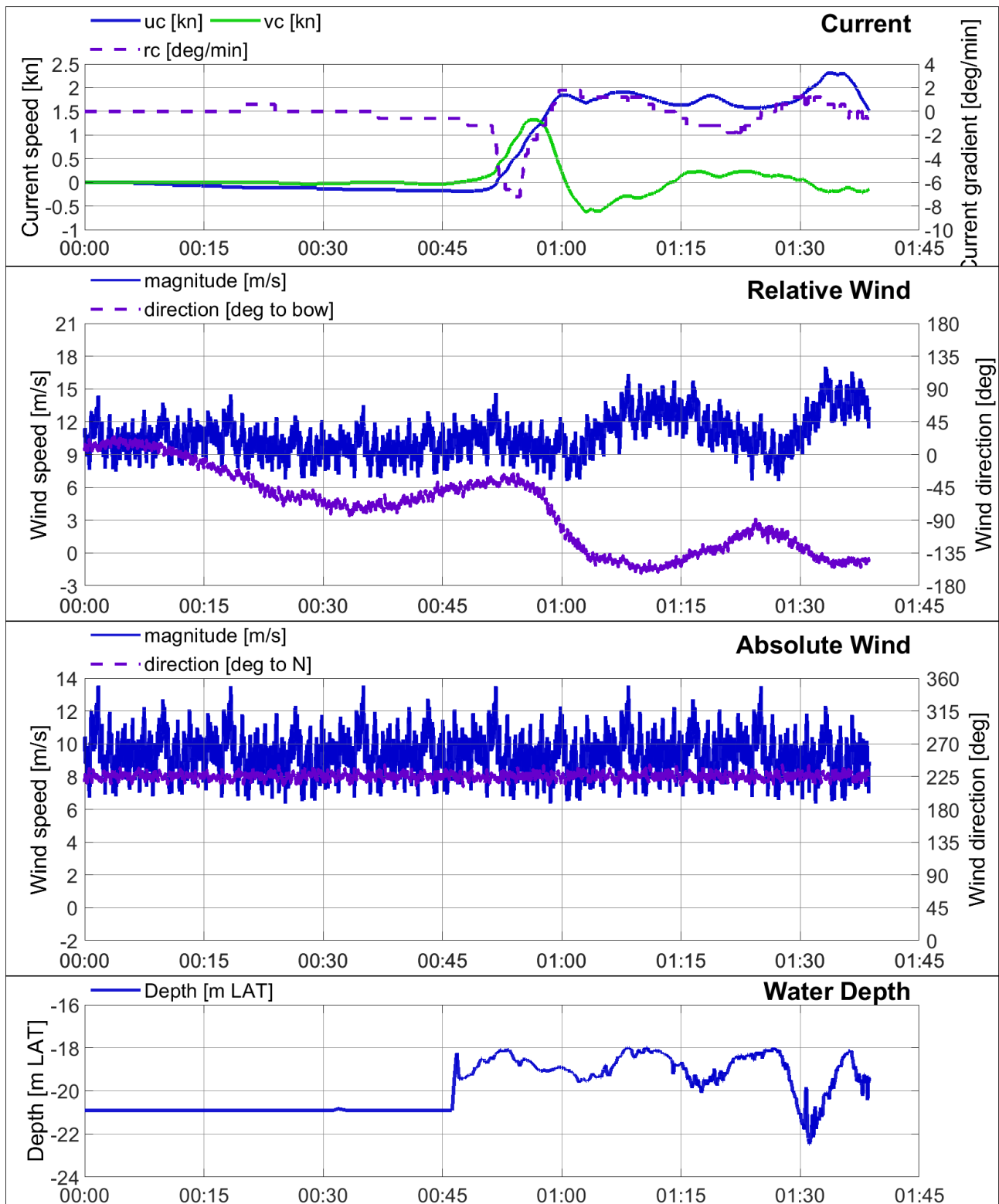
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA 240mintoHW

Wind: no5



**Container vessel:  $L_{OA} = 398$  m;  $B = 59.0$  m;  $T = 14.2$  m**

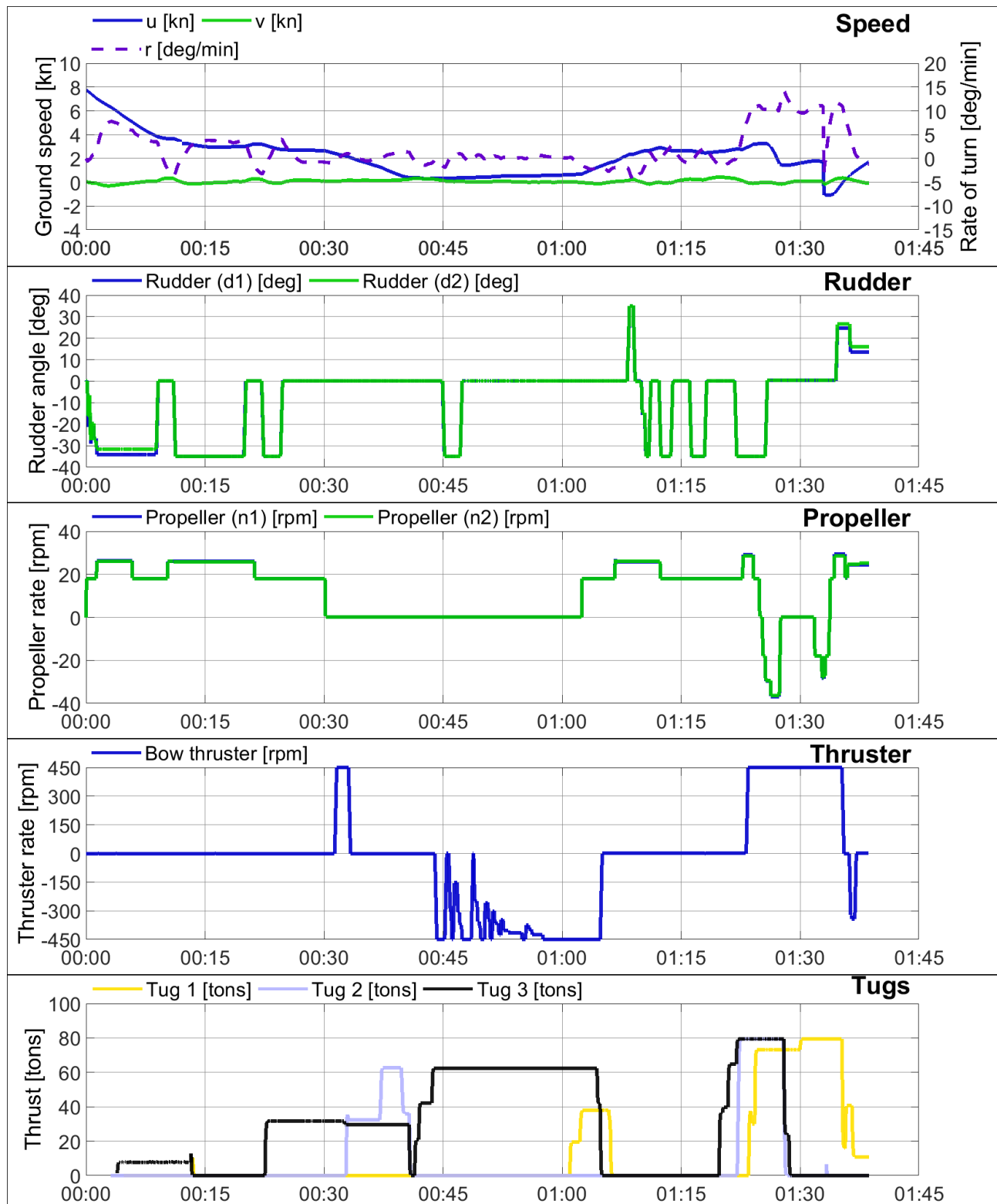
Simulation: Smulatie 09 P2

Time: 11:58:39

Player: 2/4

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons



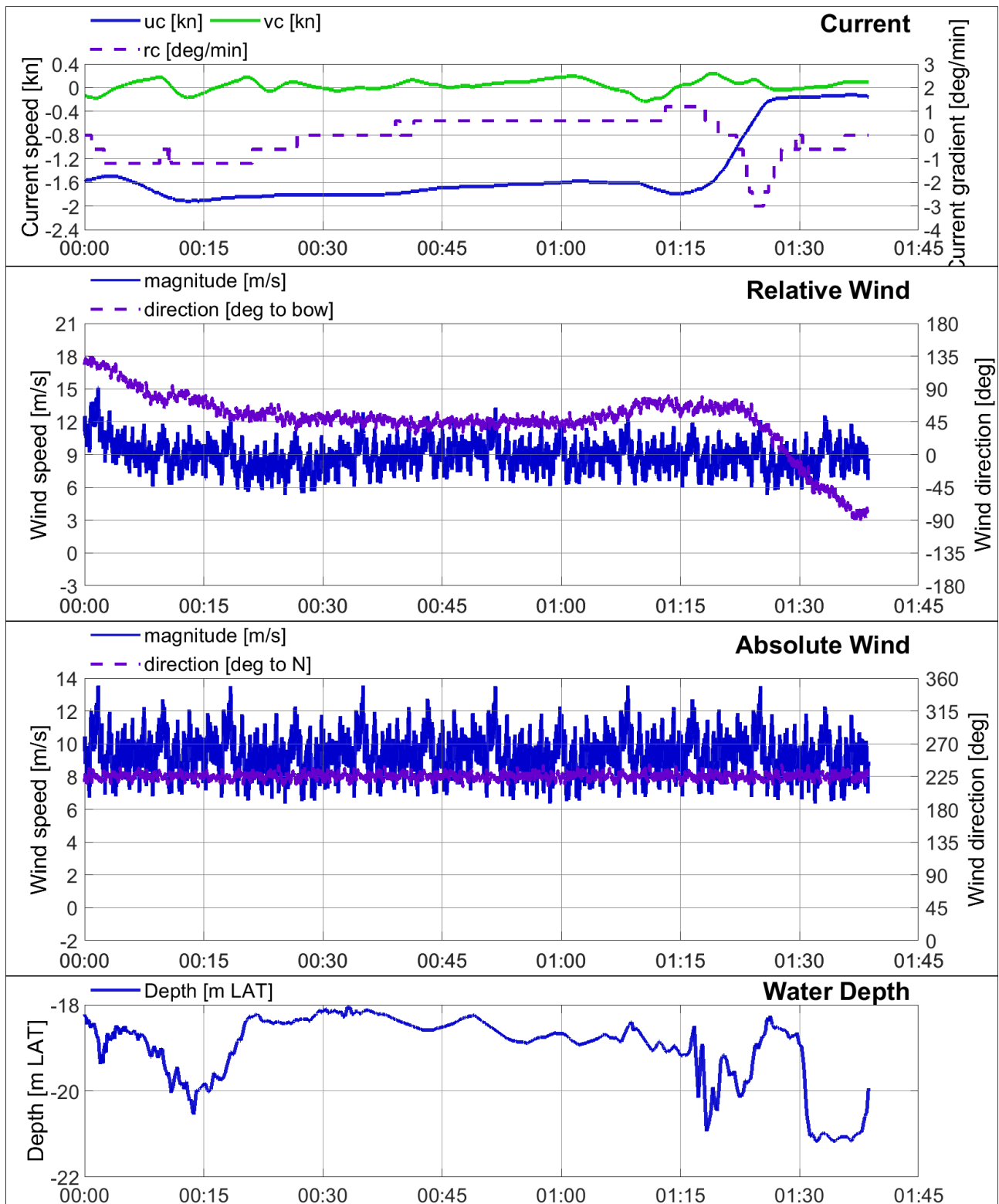
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA 240mintoHW

Wind: no5



**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

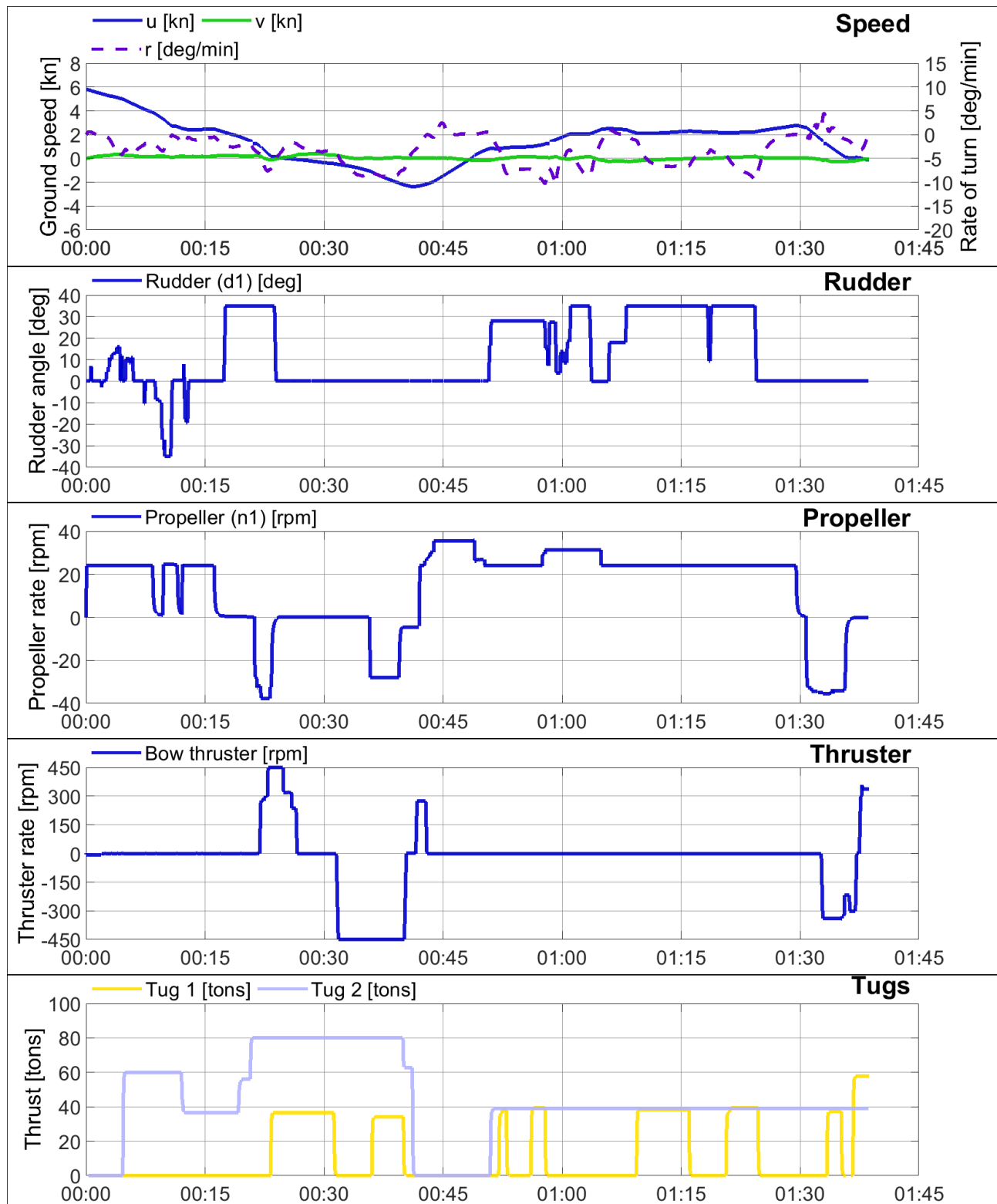
Simulation: Simulatie 09 P3

Time: 11:58:40

Player: 3/4

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons



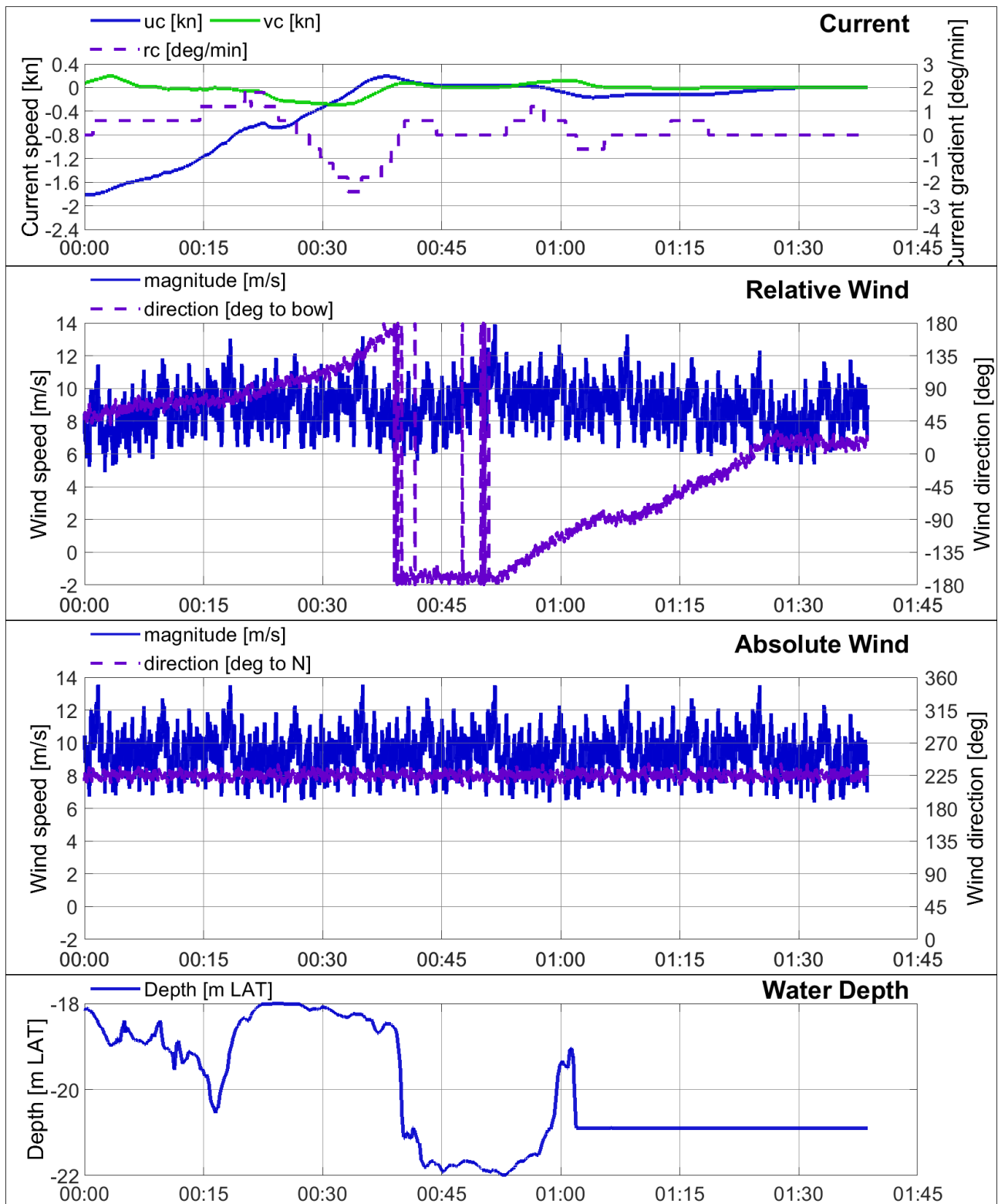
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA 240mintoHW

Wind: no5





**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

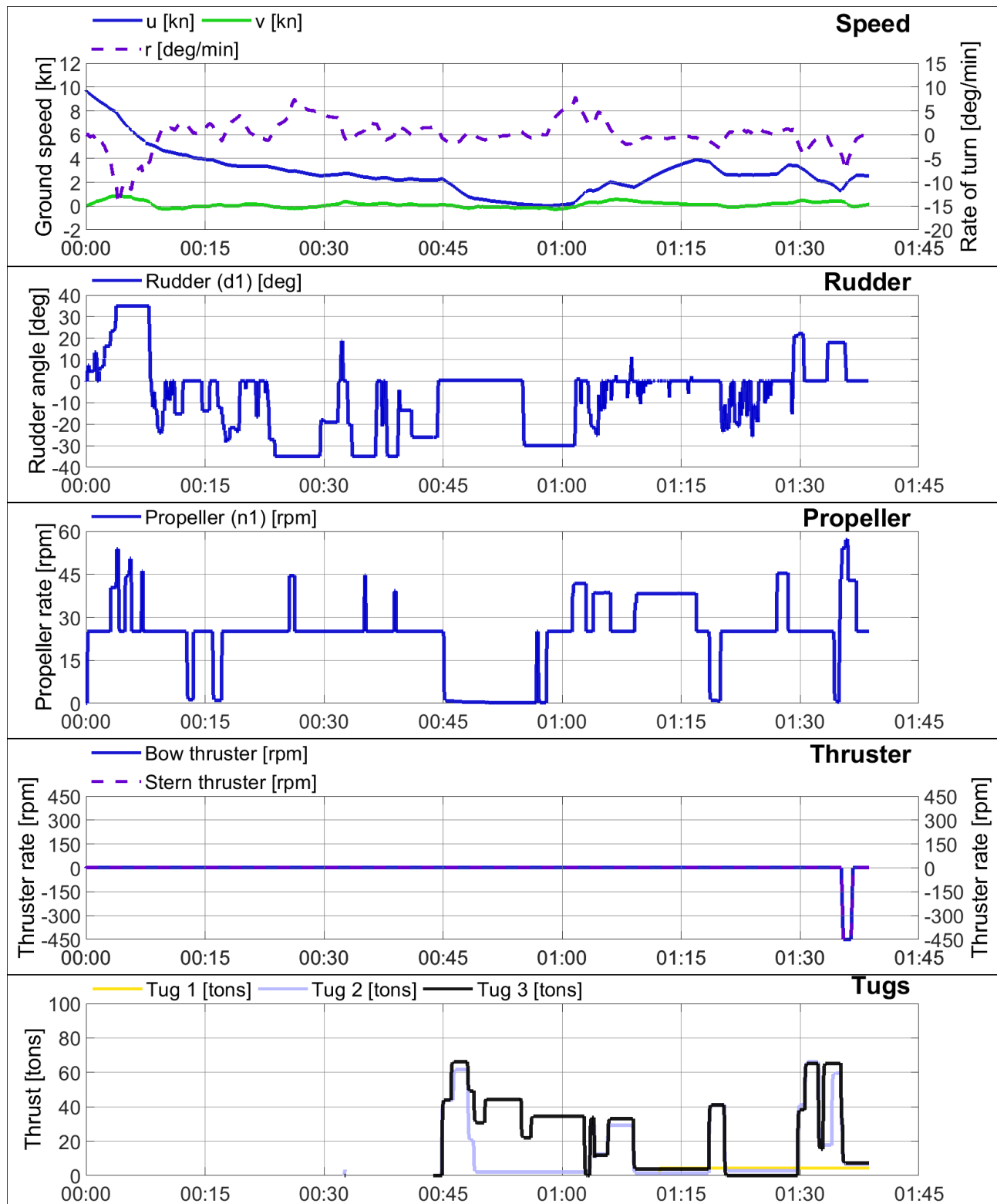
Simulation: Simulatie 09 P4

Time: 11:58:40

Player: 4/4

Simulator: DESK

Tugs: 80 80 80 80 tons



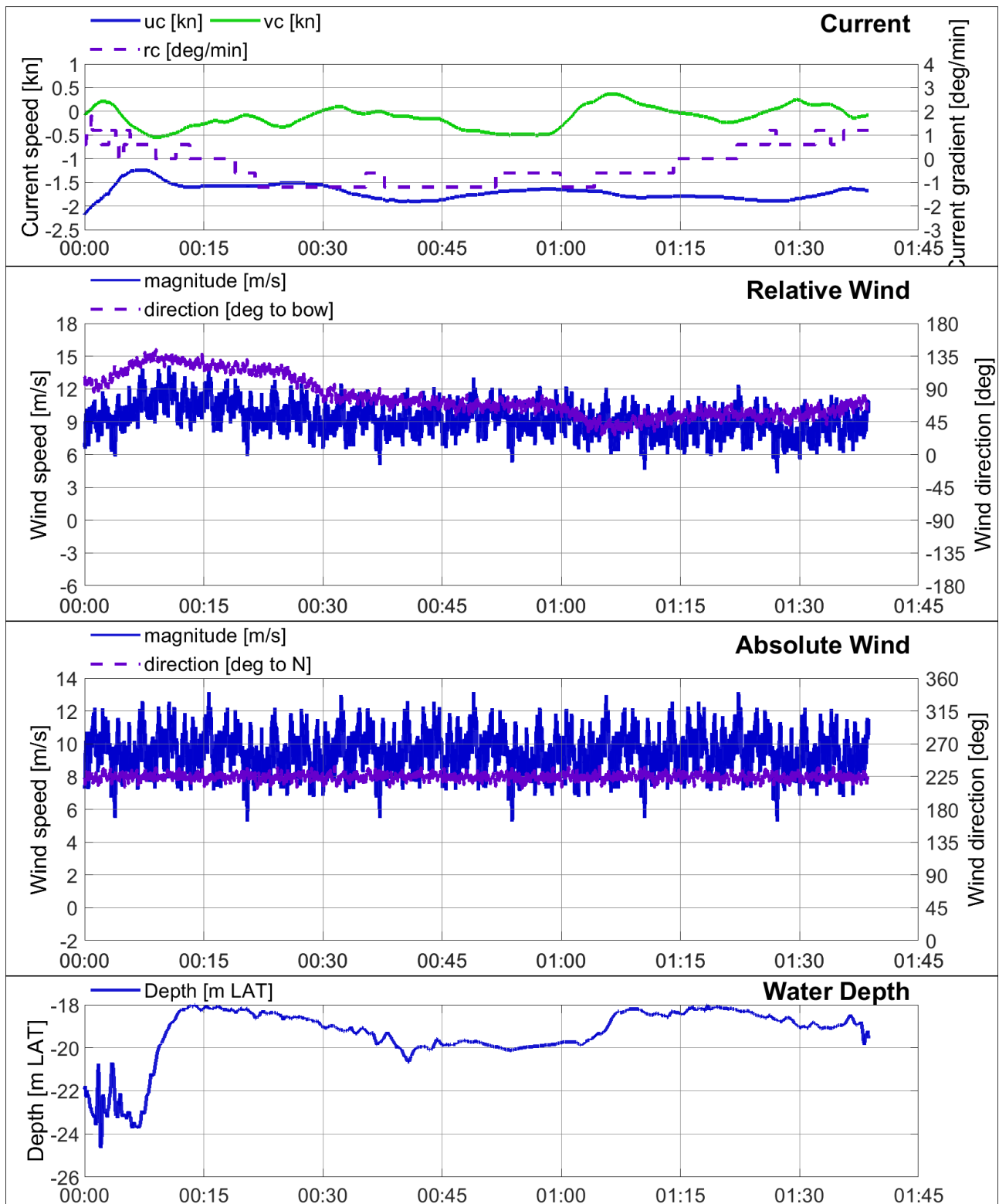
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA 240mintoHW

Wind: no5



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

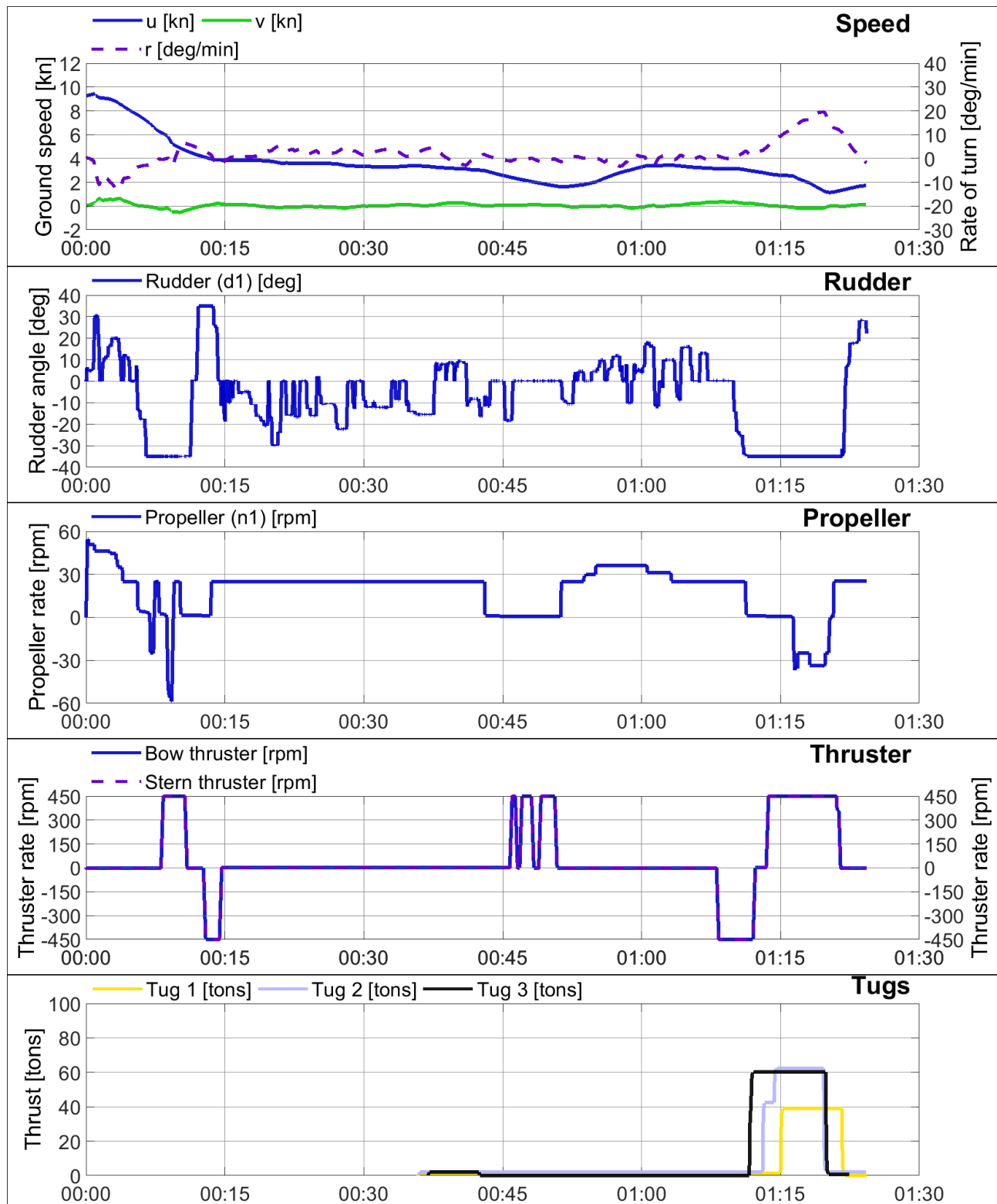
Simulation: Simulatie 10 P1

Time: 14:35:36

Player: 1/4

Simulator: LARA

Tugs: 80 80 80 80 tons



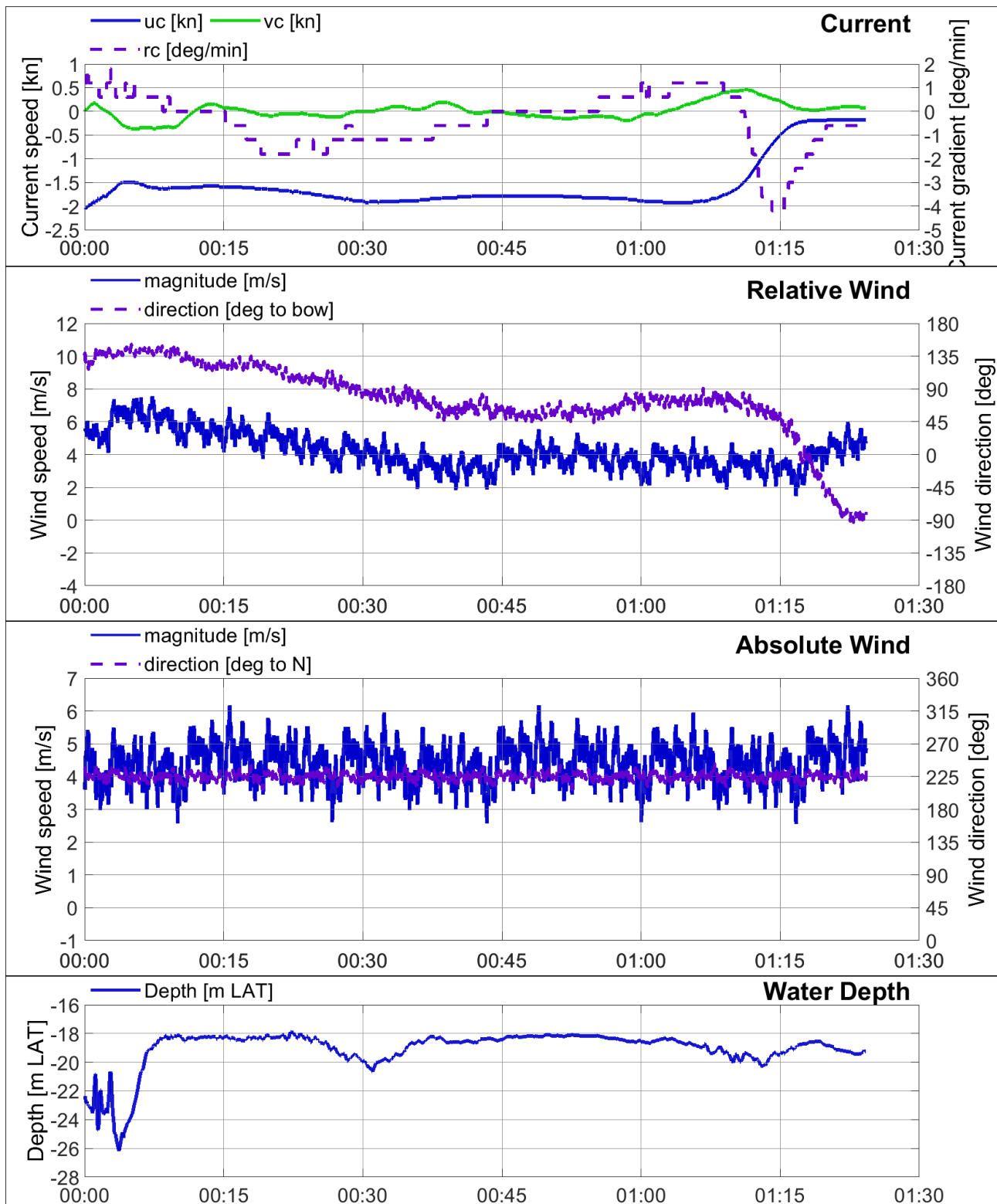
# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA 240mintoHW

Wind: no3



**Container vessel:  $L_{OA} = 398$  m;  $B = 59.0$  m;  $T = 14.2$  m**

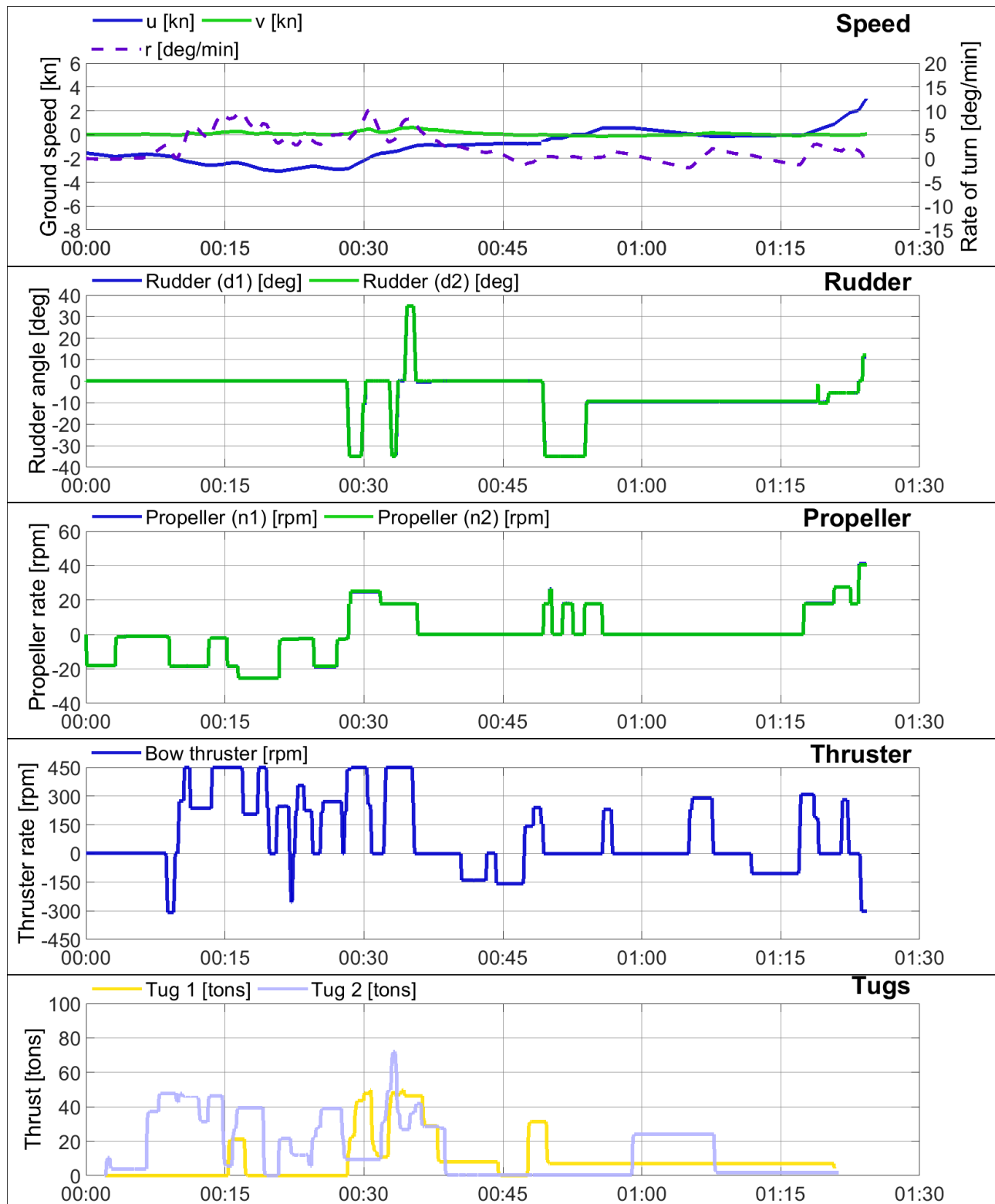
Simulation: Simulatie 10 P2

Time: 14:35:36

Player: 2/4

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons





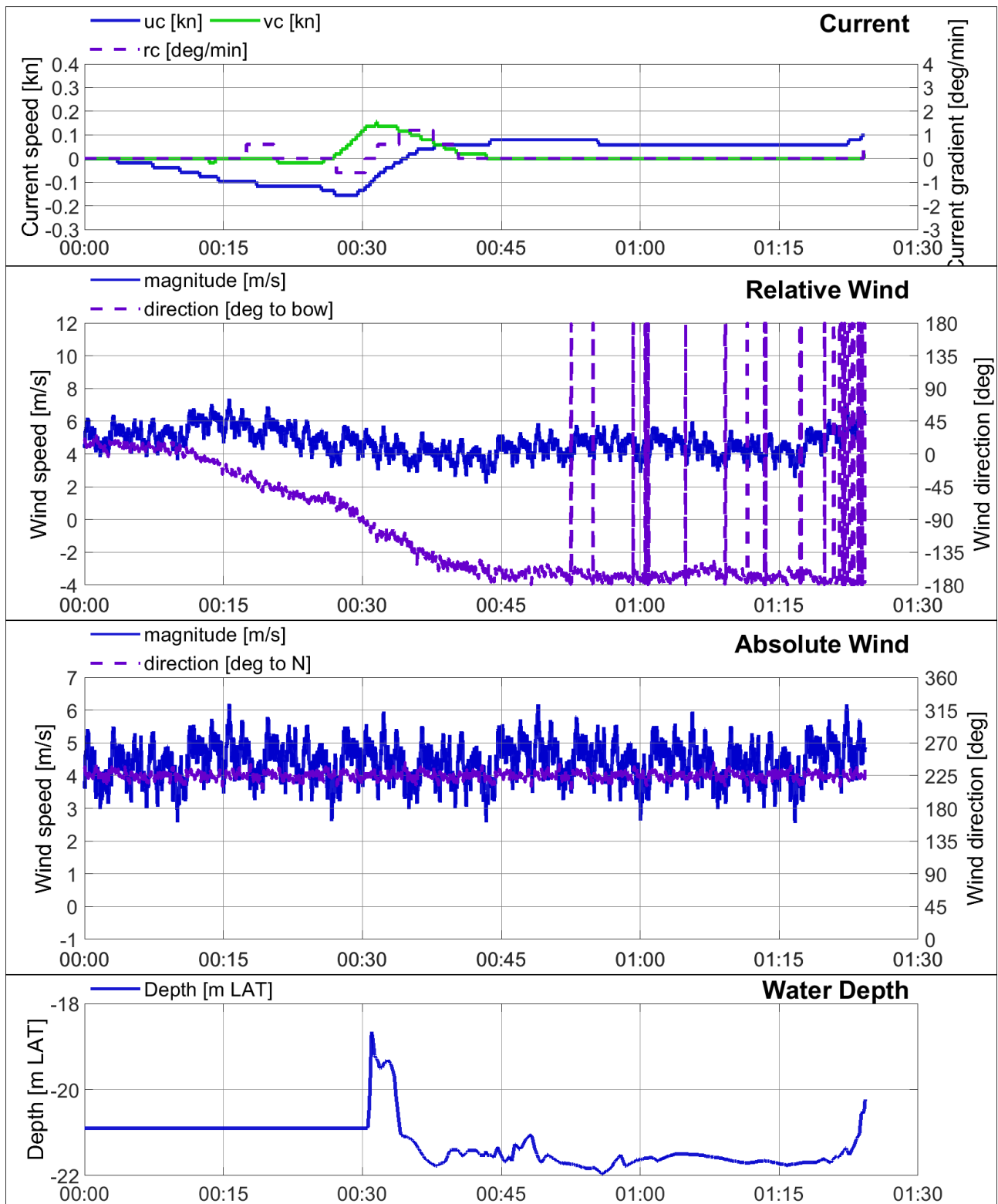
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA 240mintoHW

Wind: no3



**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

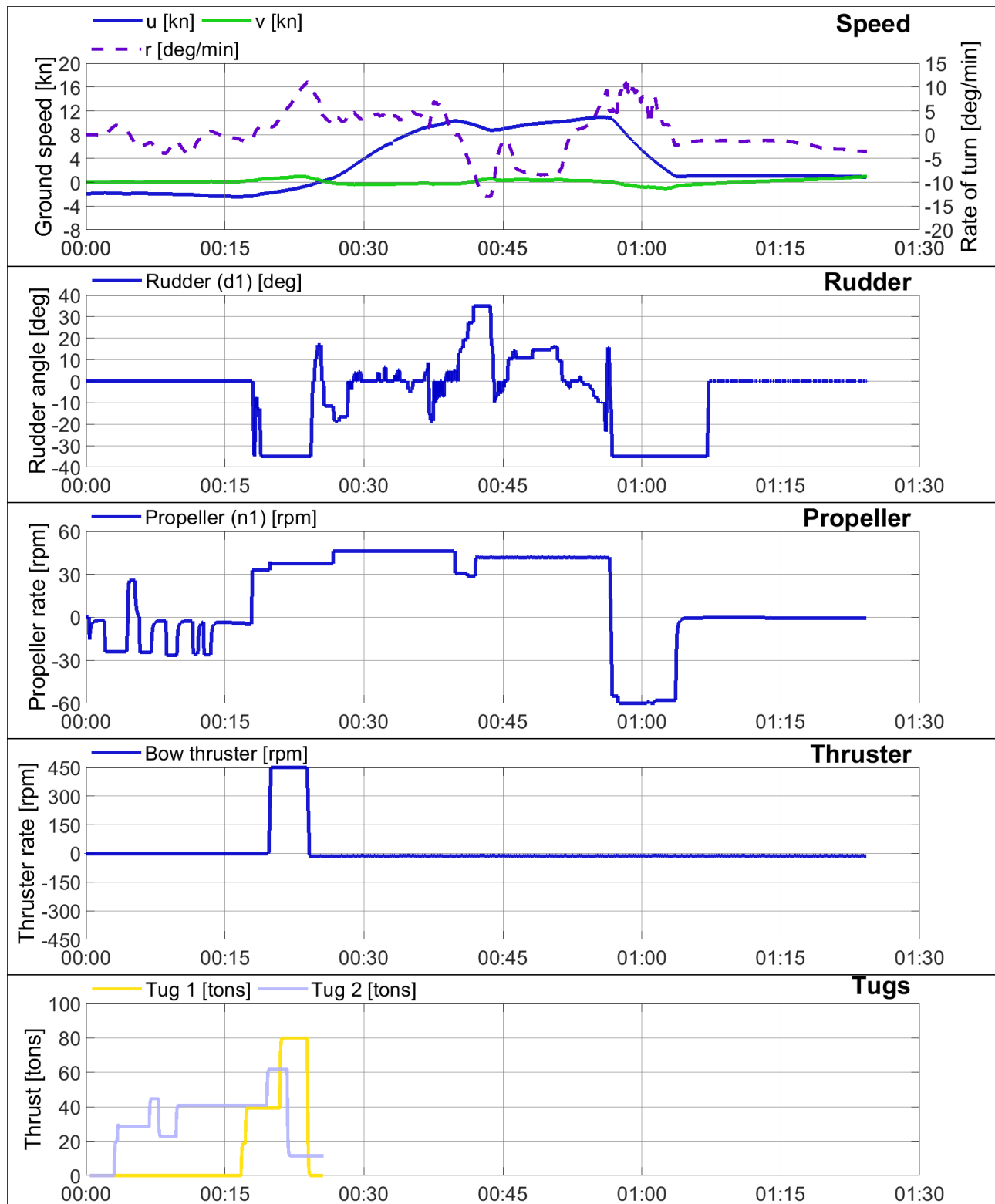
Simulation: Simulatie 10 P3

Time: 14:35:36

Player: 3/4

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons



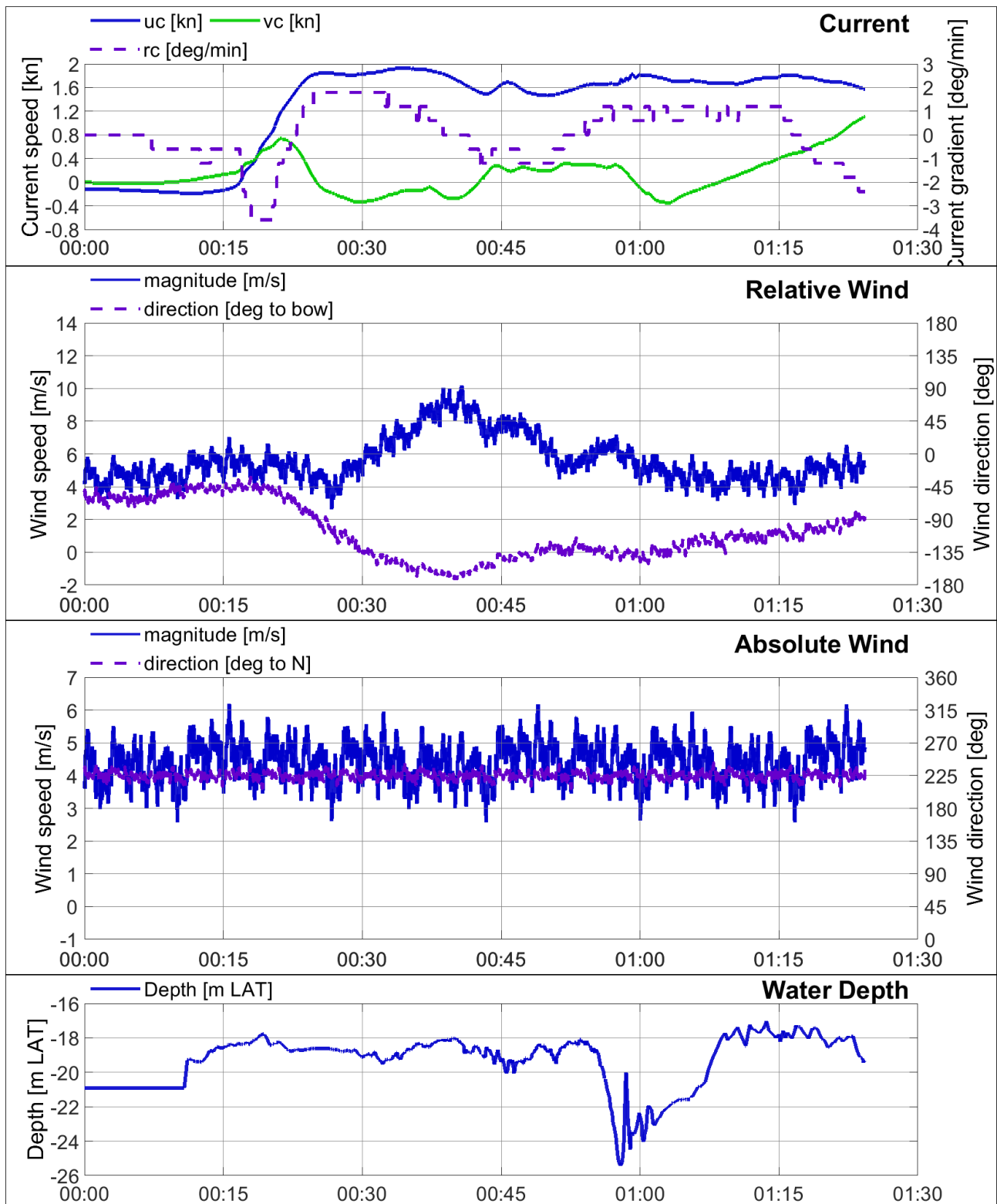
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA 240mintoHW

Wind: no3



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

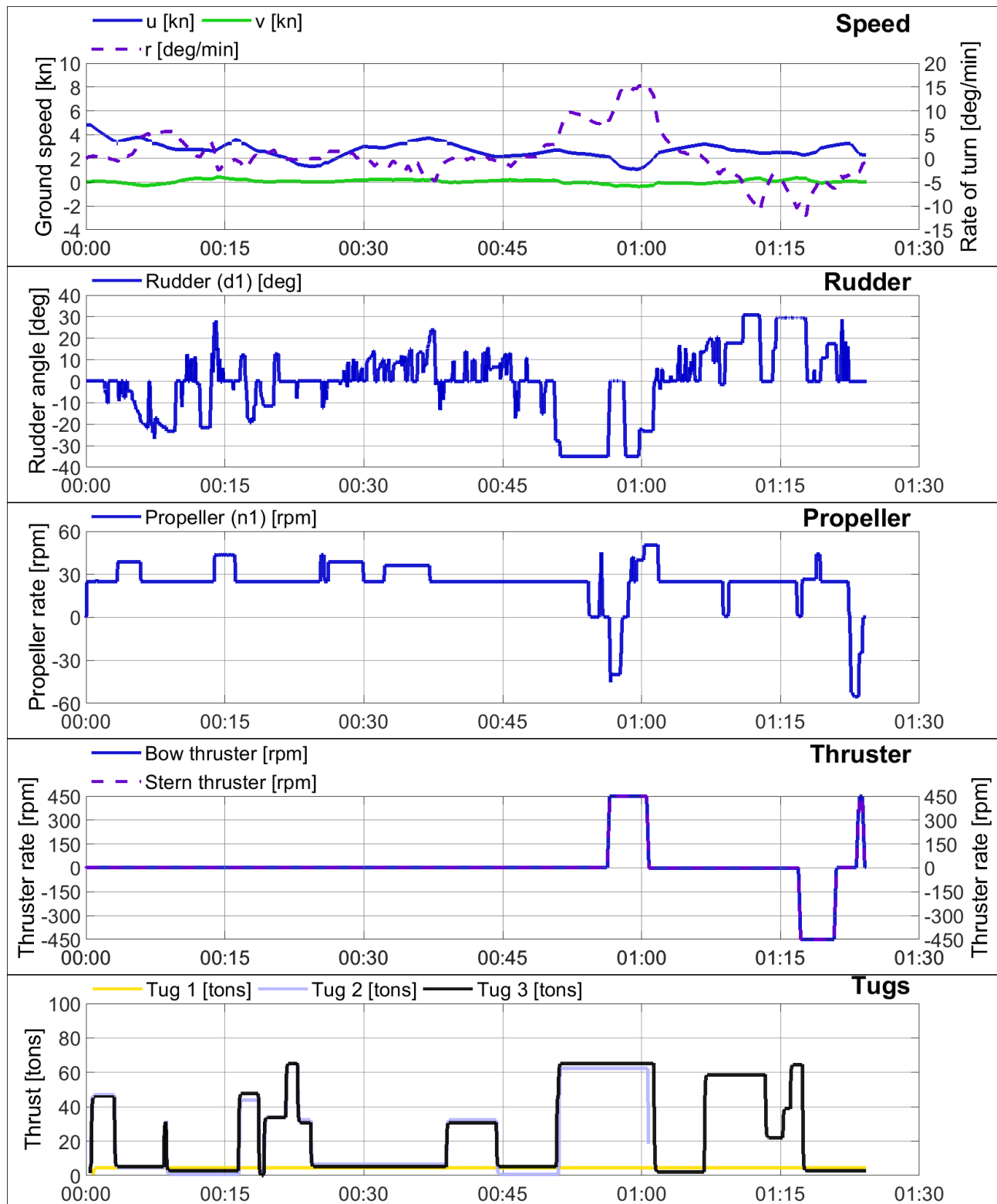
Simulation: Simulatie 10 P4

Time: 14:35:37

Player: 4/4

Simulator: DESK

Tugs: 80 80 80 80 tons



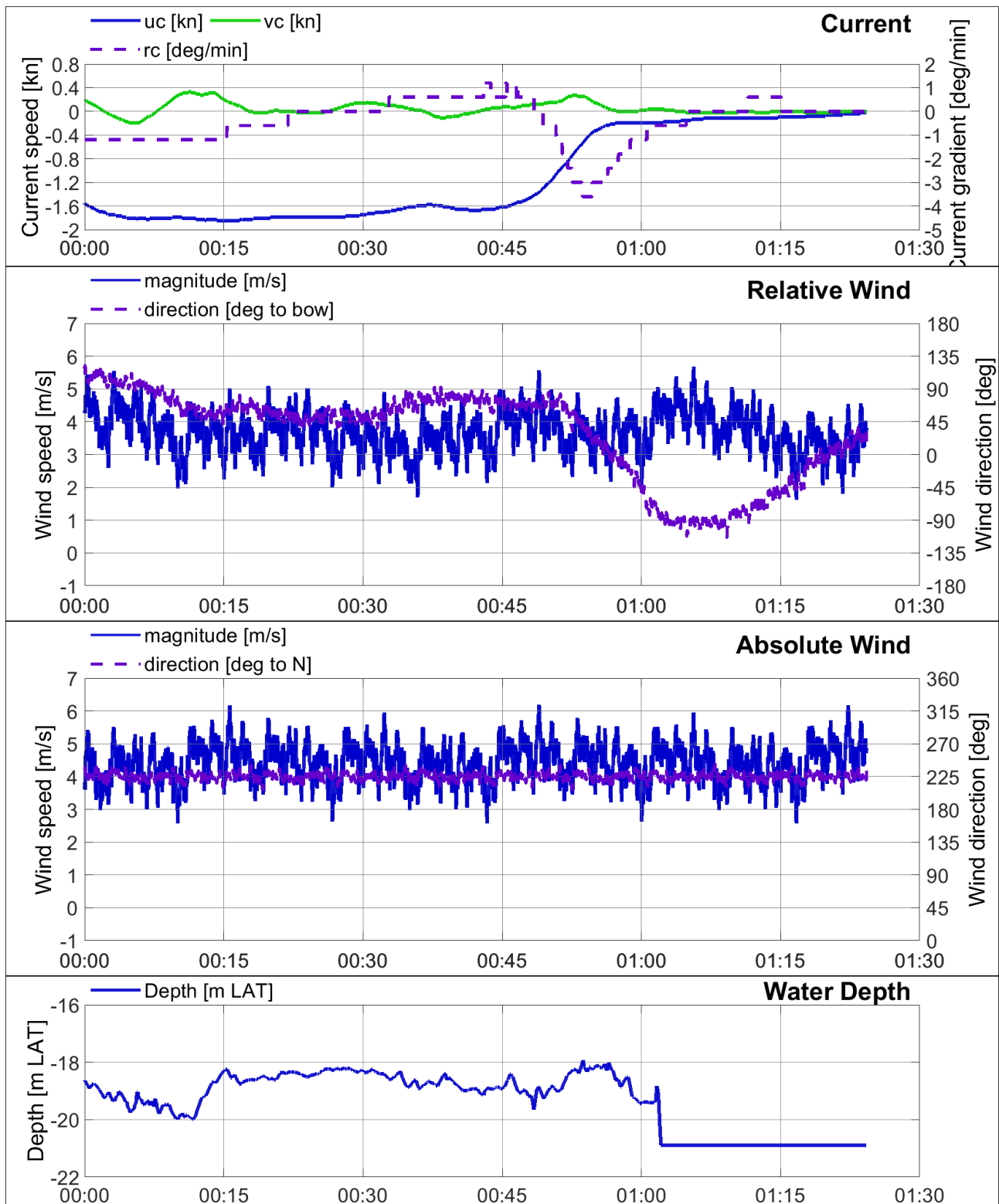
## [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

### Schelde

Date: 14/10/2019

Current: ECA TGD A9 VOVB HA 240mintoHW

Wind: no3





**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

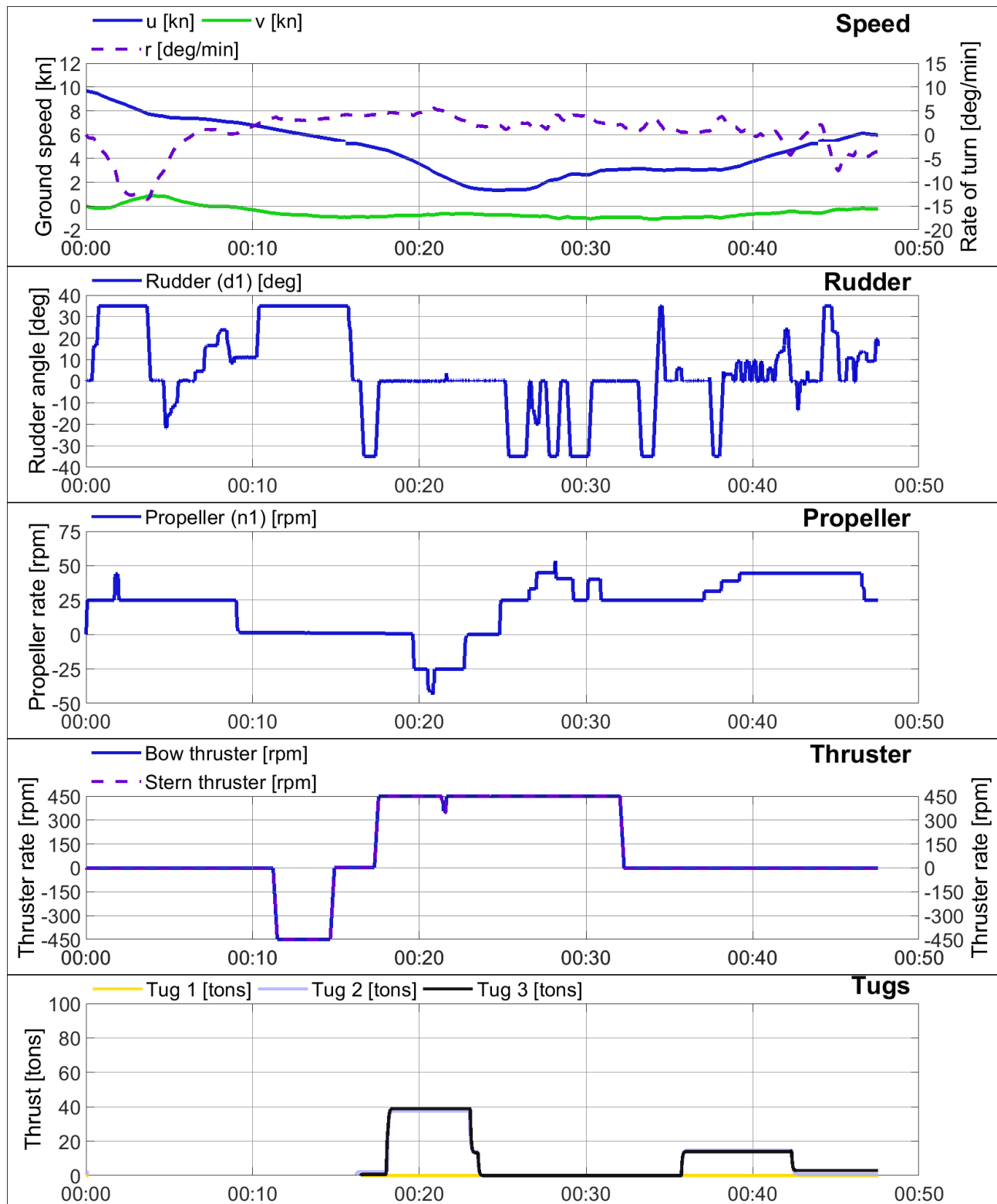
Simulation: Smulatie 11 P1

Time: 16:18:20

Player: 1/4

Simulator: LARA

Tugs: 80 80 80 80 tons

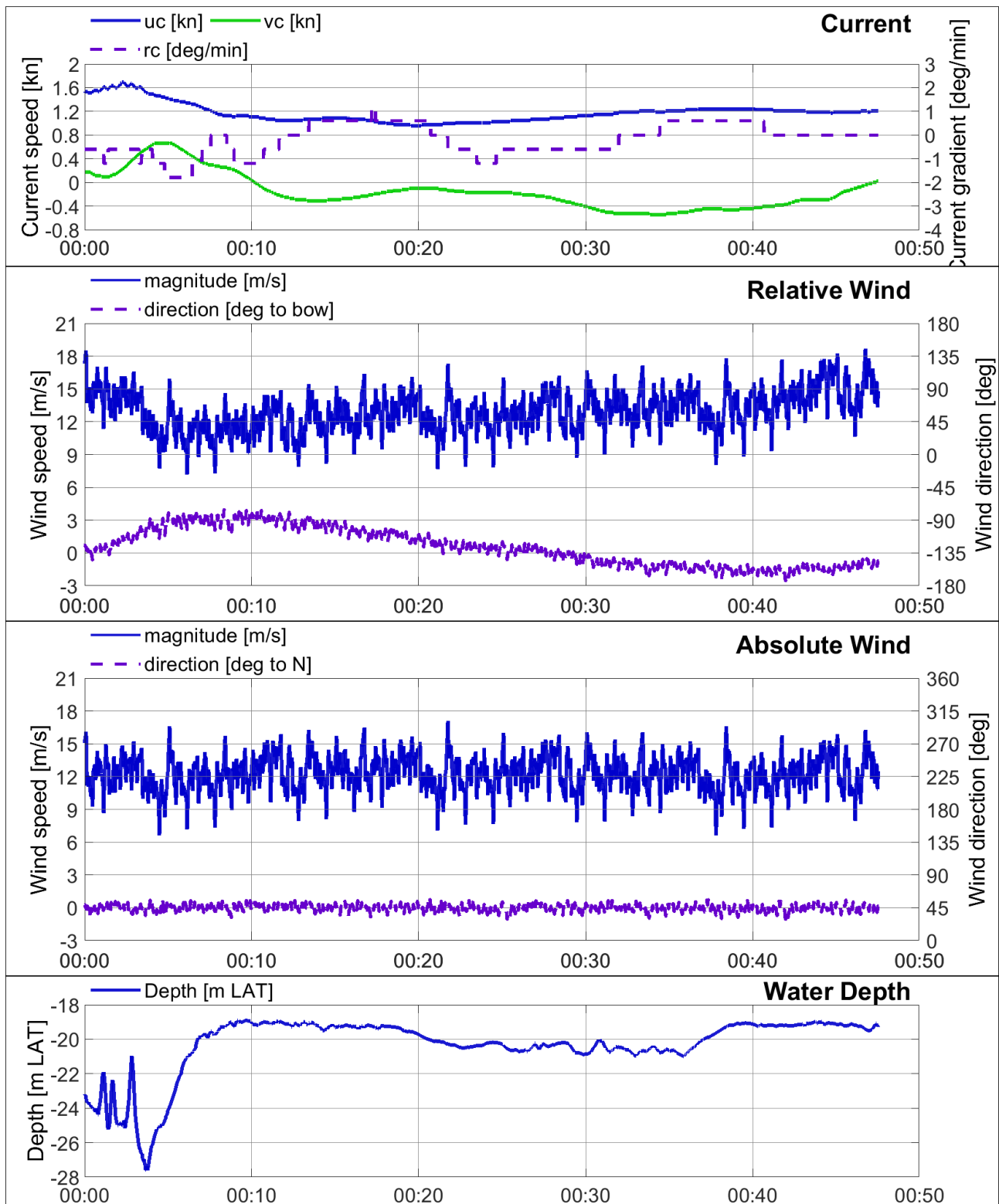


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 14/10/2019

Wind: zw6



**Container vessel:  $L_{OA} = 398$  m;  $B = 59.0$  m;  $T = 14.2$  m**

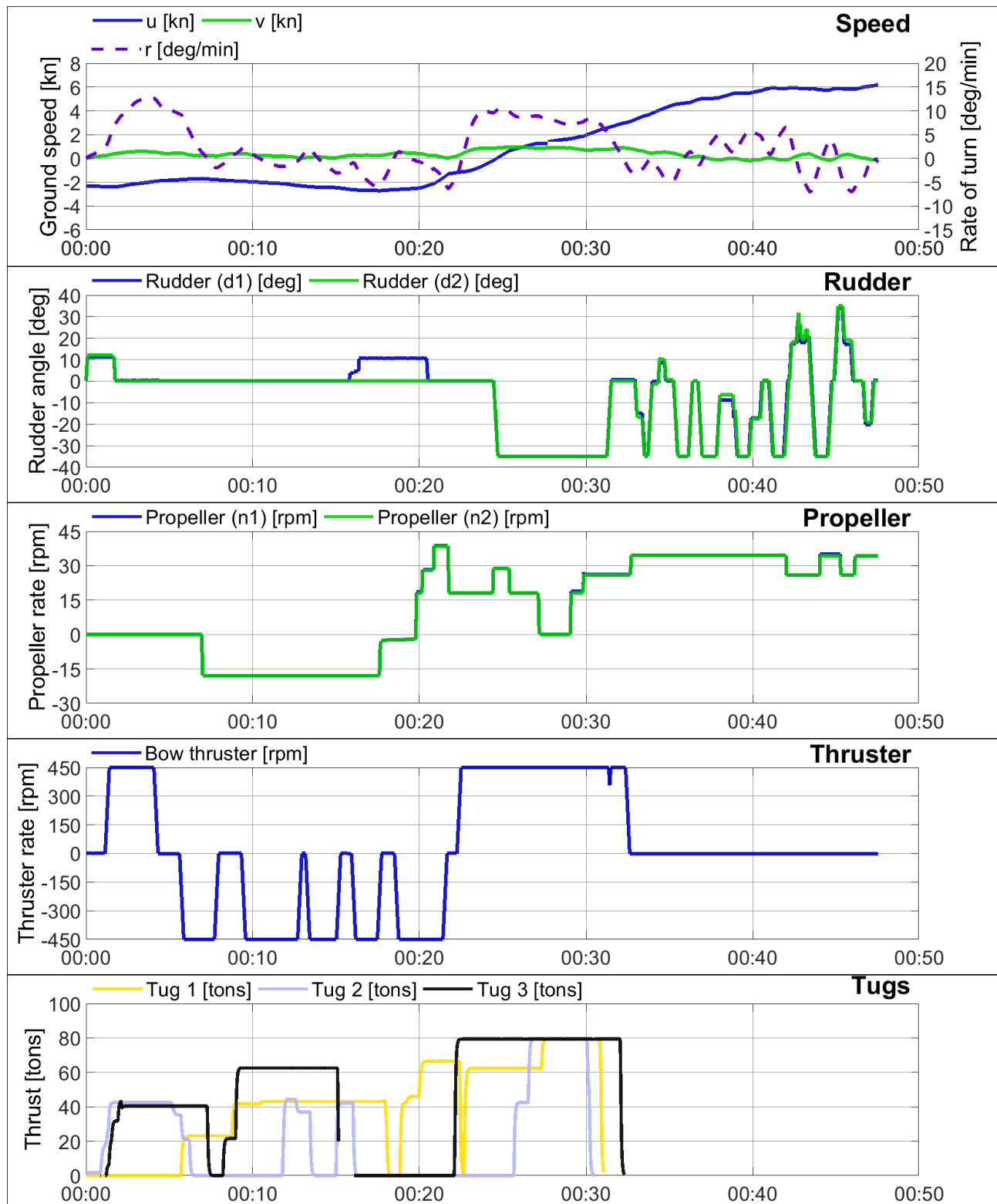
Simulation: Simulatie 11 P2

Time: 16:18:20

Player: 2/4

Simulator: 360

Tugs: 80 80 80 80 tons

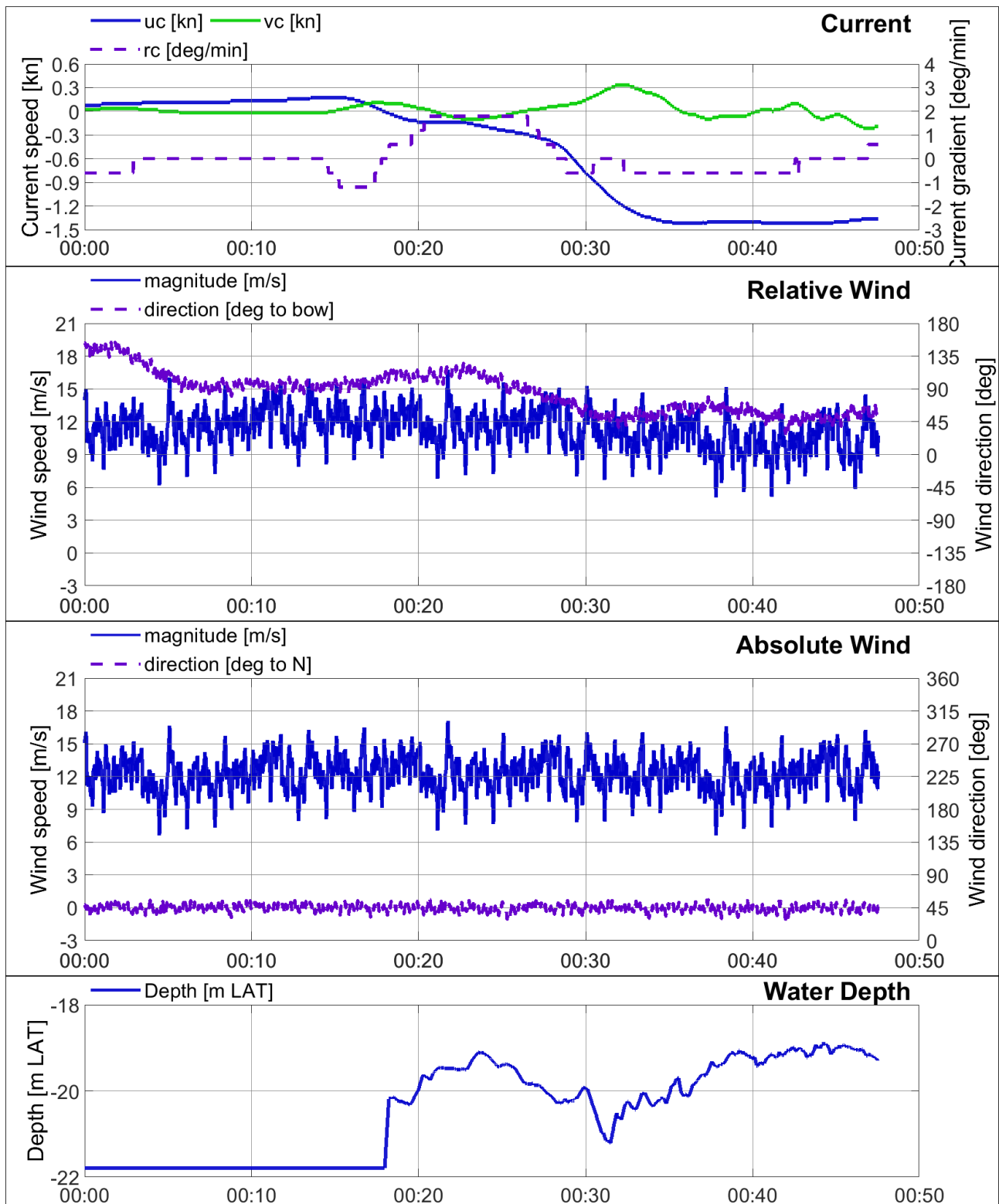


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 14/10/2019

Wind: zw6



**Container vessel:  $L_{OA} = 430$  m;  $B = 62.0$  m;  $T = 15.0$  m**

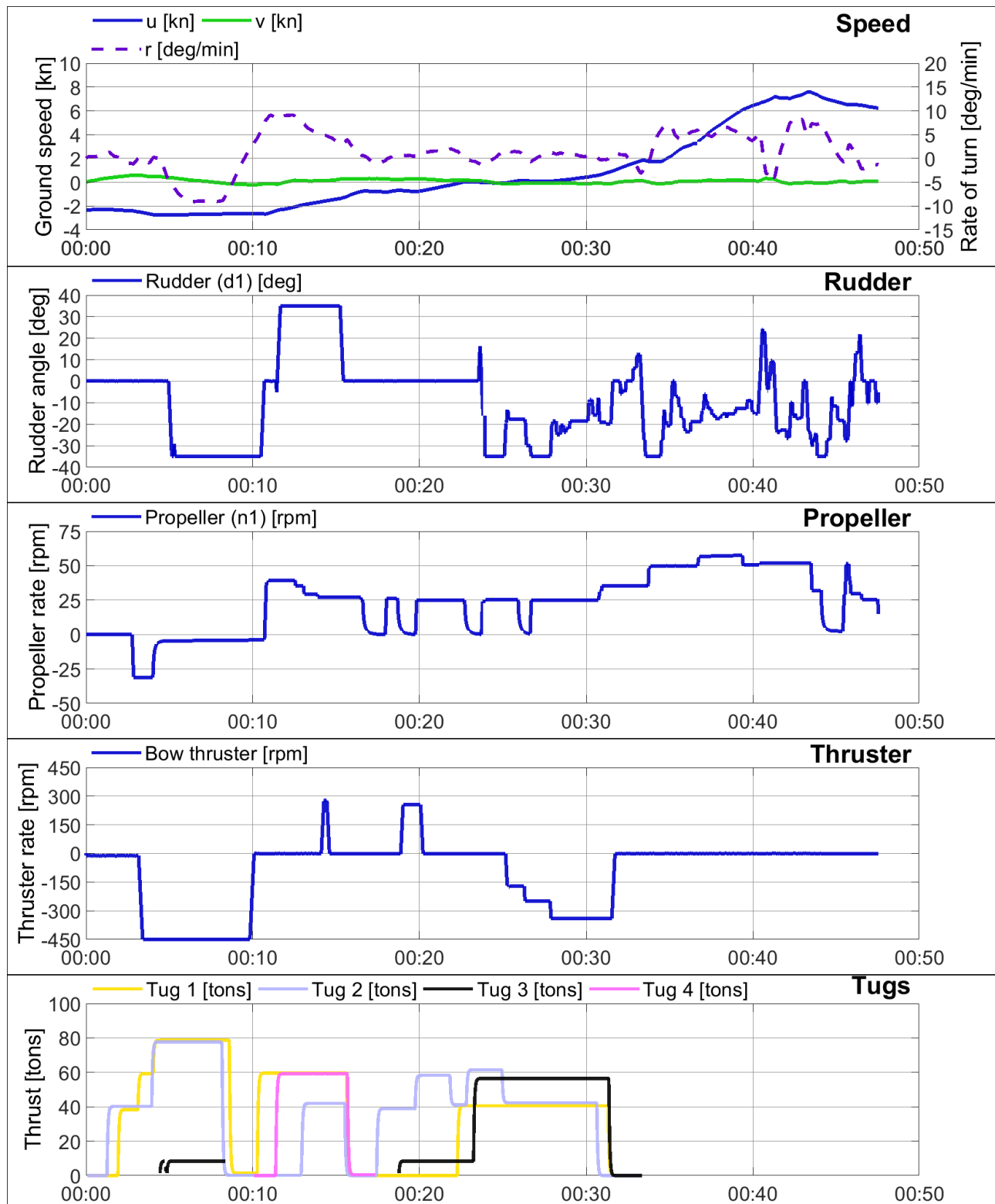
Simulation: Simulatie 11 P3

Time: 16:18:20

Player: 3/4

Simulator: 225

Tugs: 80 80 80 80 tons



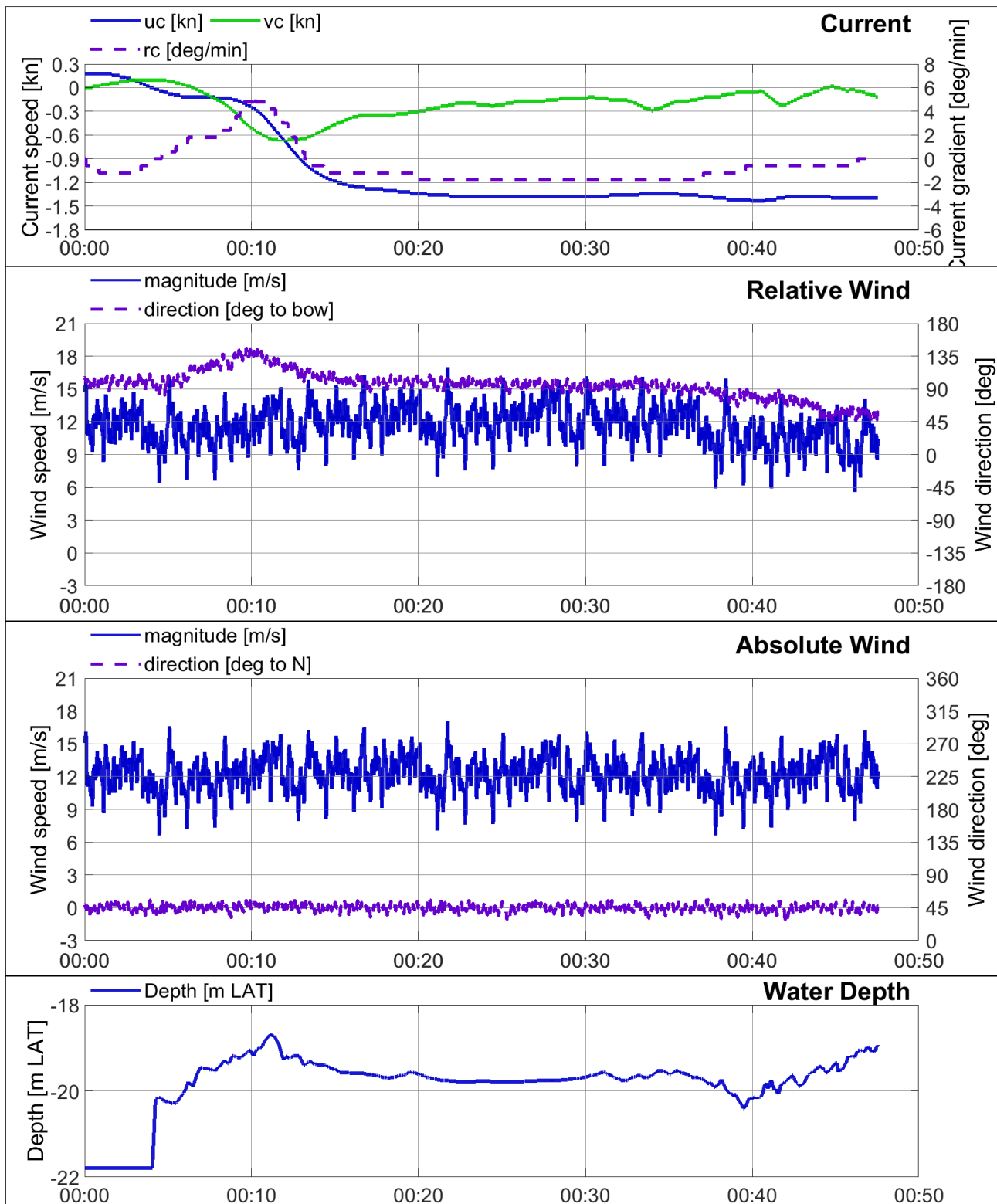


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 14/10/2019

Wind: zw6



**Container vessel:  $L_{OA} = 399$  m;  $B = 54.0$  m;  $T = 13.5$  m**

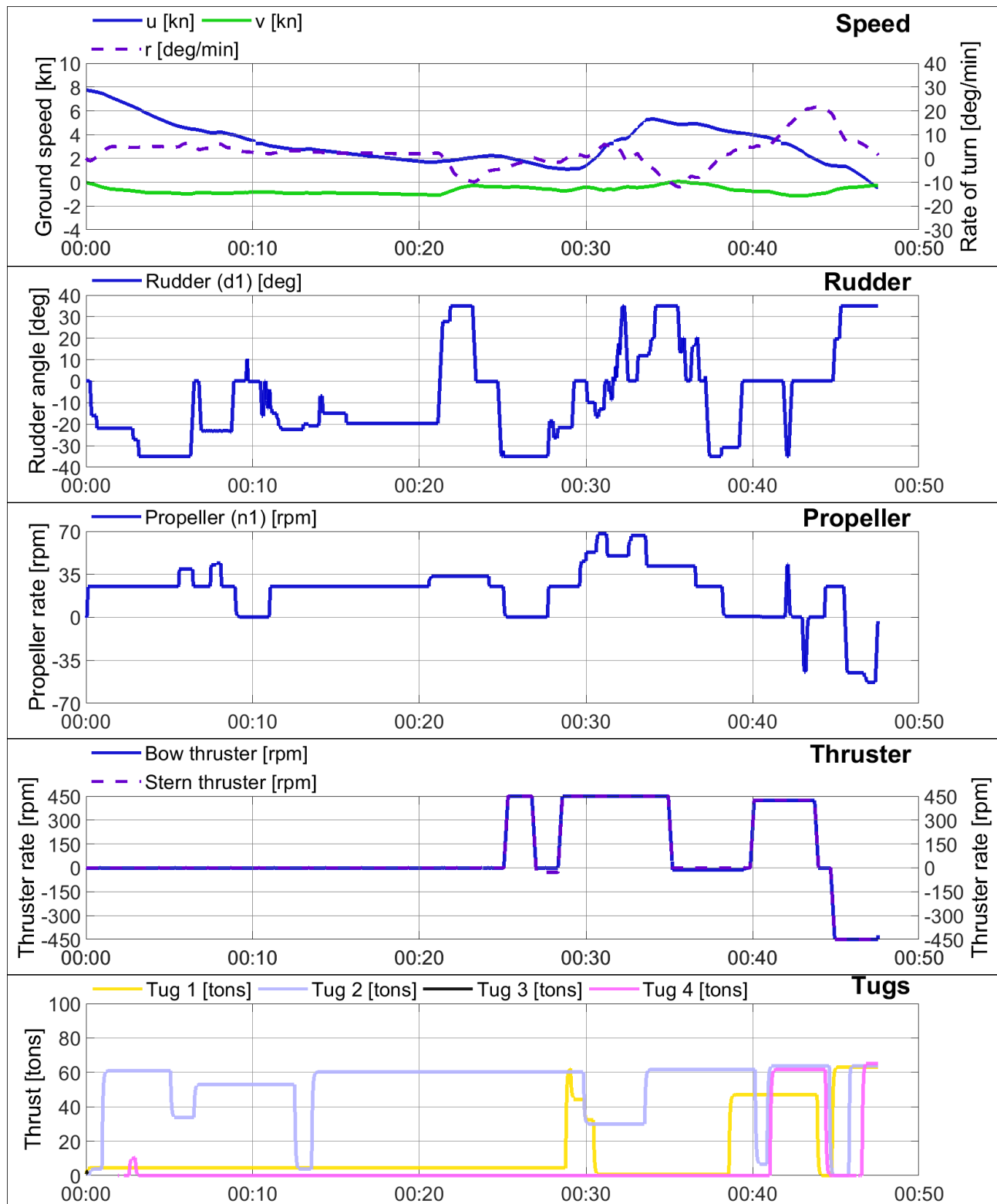
Simulation: Simulatie 11 P4

Time: 16:18:21

Player: 4/4

Simulator: DESK

Tugs: 80 80 80 80 tons

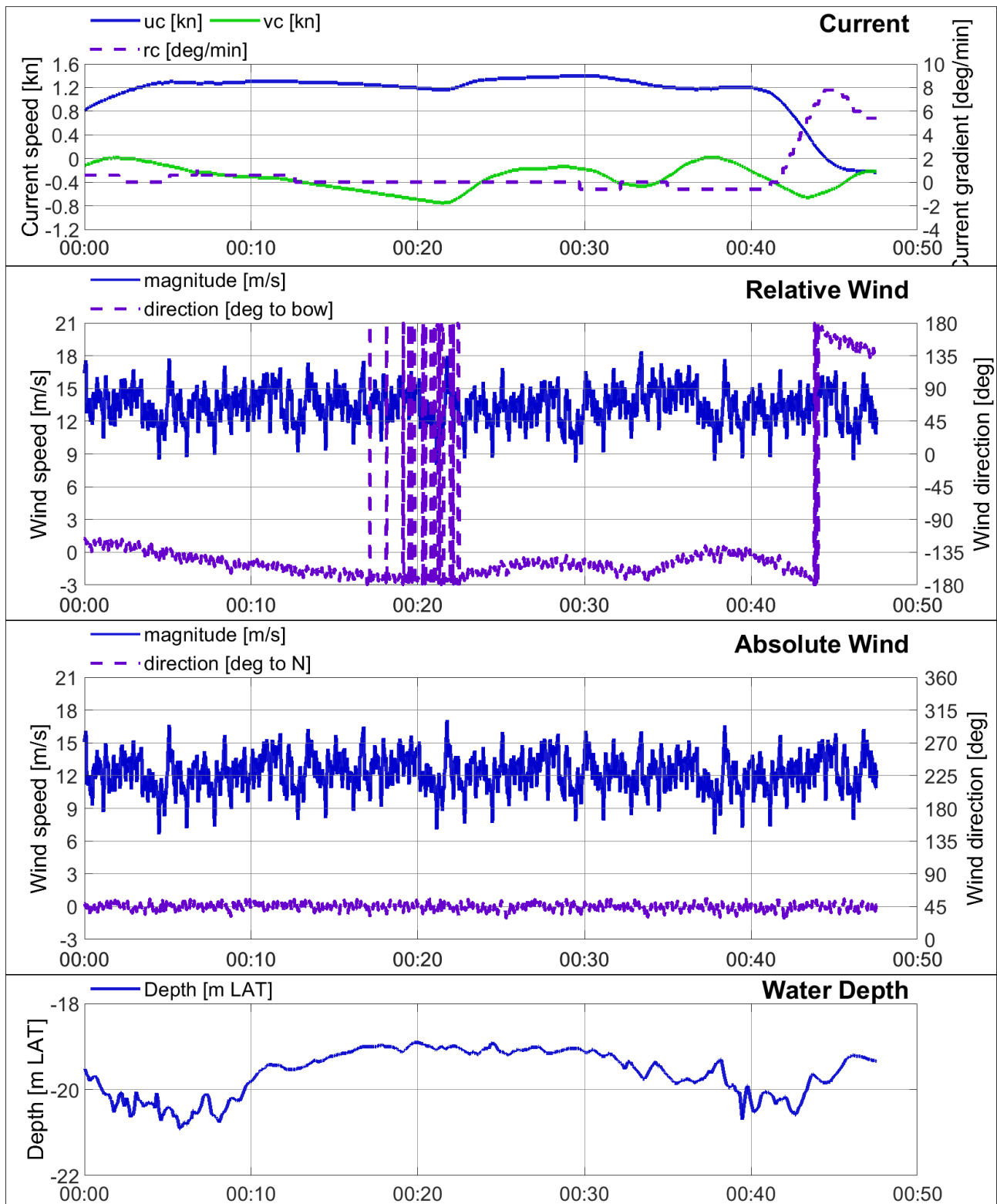


# [16 117] Extra Containercapaciteit Antwerpen

## Schelde

Date: 14/10/2019

Wind: zw6



DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**  
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

**T** +32 (0)3 224 60 35

**F** +32 (0)3 224 60 36

[waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be](mailto:waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be)

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