

# Complex project

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



### Geïntegreerd onderzoek

*Ontwerprapport 8 Simulatiestudie voor een variant tweede getijdendok binnen Alternatief 9*

06/01/2020



**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 8: Simulatiestudie voor een variant tweede getijdendok binnen Alternatief 9                   |
| <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        |
|-------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| 06/01/2020  | 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\_8  
WL rapporten

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

Achtergronddocumentatie – Deelrapport 8  
Geïntegreerd onderzoek – deel nautica:  
simulatiestudie voor een variant tweede getijdendok

**DEPARTEMENT  
MOBILITEIT &  
OPENBARE  
WERKEN**

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

# Complex project: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen

Achtergronddocumentatie - Deelrapport 8 – Geïntegreerd  
onderzoek – deel nautica: simulatiestudie voor een variant  
tweede getijdendok binnen Alternatief 9

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 2019  
D/2019/3241/237

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

**Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F.** (2019). 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 6.0. WL Rapporten, 16\_117\_8. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

#### Documentidentificatie

|                 |                                                                     |                                                        |                 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------|
| Opdrachtgever:  | DMOW                                                                | Ref.:                                                  | WL2019R16_117_8 |
| Keywords (3-5): | ULCS, toegankelijkheid, bouwsteen tweede getijdendok, alternatief 9 |                                                        |                 |
| Tekst (p.):     | 17                                                                  | Bijlagen (p.):                                         | 8               |
| Vertrouwelijk:  | <input checked="" type="checkbox"/> Nee                             | <input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar |                 |

|            |           |
|------------|-----------|
| Auteur(s): | Eloot, K. |
|------------|-----------|

#### Controle

|                | Naam            | Handtekening                                                                                                                                              |
|----------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Revisor(en):   | Verwilligen, J. | Getekend door: Jeroen Verwilligen (Signature)<br>Getekend op: 2020-05-04 15:38:01 +01:00<br>Reden: Ik keur dit document goed<br><i>Jeroen Verwilligen</i> |
| Projectleider: | Eloot, K.       | Getekend door: Katrien Eloot (Signature)<br>Getekend op: 2020-05-04 14:46:19 +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 15:47:46 +01:00<br>Reden: Ik keur dit document goed<br><i>Frank Mostaert</i> |
|-----------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Abstract

Dit rapport beschrijft de simulaties die werden uitgevoerd voor de beoordeling van de nautische toegankelijkheid van een variant van het tweede getijdendok zoals oorspronkelijk voorgesteld in Alternatief 9. Deze variant wijkt af van de oorspronkelijke boomerang variant door een 90 graden koerswijziging in de knik van het tweede getijdendok. De breedte van het eerste deel van het dok is ook op een constante breedte van 350 m gehouden. Er werden enkel individuele simulaties uitgevoerd op SIM225 door drie loodsen van DAB Loodswezen met een 430 m ULCS maar ook met een kleinere 366 m ULCS. Deze variant van het tweede getijdendok is ook toegankelijk voor het 430 m ontwerpschip en bovendien kan men vaststellen dat voor een kleinere 366 m ULCS de uitvoeringsduur en de in te zetten sleepboten in belangrijke mate kleiner worden. Er worden enkele aanbevelingen geformuleerd voor het uitvoeren van de in- en uitvaarmanoeuvres bij head in afmeren in het tweede getijdendok.

Dit rapport is een eerste deelrapport van de uitwerkingsfase voor het Complex Project Extracontainerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen. De voorgaande zeven deelrapporten hadden betrekking op het nautische onderzoek om tot het voorontwerp voorkeursbesluit van Alternatief 9 te komen. Het voorliggende deelrapport 8 geeft aanbevelingen voor manoeuvres die kunnen meegenomen worden in volgende simulaties naar het tweede getijdendok voor het Complex Project in de uitwerkingsfase.

*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 Variant van het TGD voor Alternatief 9 .....        | 3    |
| 2.2 Simulatieprogramma .....                            | 5    |
| 3 Analyse .....                                         | 6    |
| 3.1 Individuele simulaties met het 430 m schip.....     | 6    |
| 3.1.1 Op- en afvaart vanop/tot de rivier .....          | 6    |
| 3.1.2 Ronden van de knik .....                          | 8    |
| 3.2 Individuele simulaties met het 366 m schip.....     | 11   |
| 4 Conclusies voor de toegankelijkheid van het TGD ..... | 13   |
| 4.1 In- en uitvaren van het tweede getijdendok .....    | 13   |
| 4.2 Knik .....                                          | 16   |
| Referenties .....                                       | 17   |
| Appendix A: Pilot card 430 m en 366 m ULCS.....         | B1   |
| Appendix B: Manual voor de KMZ presentaties .....       | B4   |
| Appendix C: Feedback tijdens de simulaties.....         | B8   |

## Lijst van de tabellen

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1 – Simulatieprogramma van 29/11/2018 voor SIM225 .....                                   | 5  |
| Tabel 2 – Vergelijking head in of head out op- of afvaren in (Eloot <i>et al.</i> , 2018b)..... | 13 |
| Tabel 3 – Vergelijking head in of head out op- of afvaren in (Eloot <i>et al.</i> , 2019).....  | 14 |
| Tabel 4 – Feedback tijdens de simulaties van 29/11/2018 .....                                   | B8 |

## Lijst van de figuren

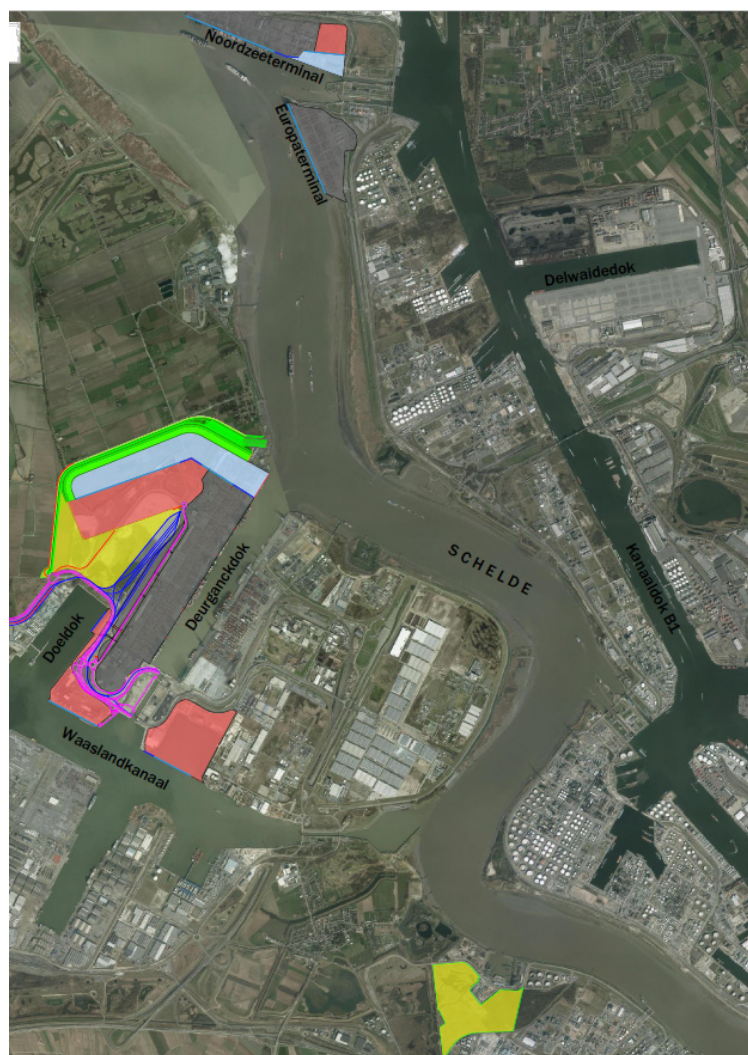
|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 1 – Alternatief 9: Bouwstenen 11bis (Noordzeeterminal), 5a en 5b (Waaslandkanaal) en TGD .....                               | 1  |
| Figuur 2 – Google Earth beeld van het TGD in Alternatief 9 (magenta) en een te onderzoeken variant (wit). 2                         |    |
| Figuur 3 – Google Earth detail van de toevoeging van navigatielijnen op de Portable Pilot Units van de loodsen .....                | 4  |
| Figuur 4 – Google Earth KMZ voorstelling van de opvaart VOVB000 bij ZW 5 Bft en maximale vloedstroom. 7                             |    |
| Figuur 5 – Details VOVB000: 7 tot 20 minuten (links) en 26 tot 51 minuten (rechts) .....                                            | 7  |
| Figuur 6 – Google Earth KMZ voorstelling van de afvaart VOVB001 bij W 6 Bft en maximale vloedstroom....                             | 8  |
| Figuur 7 – Google Earth KMZ voorstelling van de opvaart VOVB002 bij N 6 Bft.....                                                    | 9  |
| Figuur 8 – Google Earth KMZ voorstelling van de opvaart VOVB003 bij O 6 Bft.....                                                    | 10 |
| Figuur 9 – Google Earth KMZ voorstelling van de afvaart VOVB004 bij O 6 Bft.....                                                    | 10 |
| Figuur 10 – Google Earth KMZ voorstelling van de opvaart VOVB005 bij ZW 4 Bft en maximale ebstroom .                                | 11 |
| Figuur 11 – Google Earth KMZ voorstelling van de afvaart VOVB005 bij N 6 Bft en maximale ebstroom .....                             | 12 |
| Figuur 12 – Google Earth view van de simulaties VOVB000 (vloed, 430 m schip, ZW5) en VOVB005 (eb, 366 m schip, ZW4) in opvaart..... | 15 |
| Figuur 13 – Google Earth view van de simulaties VOVB001 (vloed, 430 m schip, W6) en VOVB006 (eb, 366 m schip, N6) in afvaart.....   | 15 |
| Figuur 14 – Google Earth view van de simulaties VOVB002 (paars, N6), VOVB003 (groen, O6) en VOVB004 (oranje, O6).....               | 16 |



# 1 Inleiding

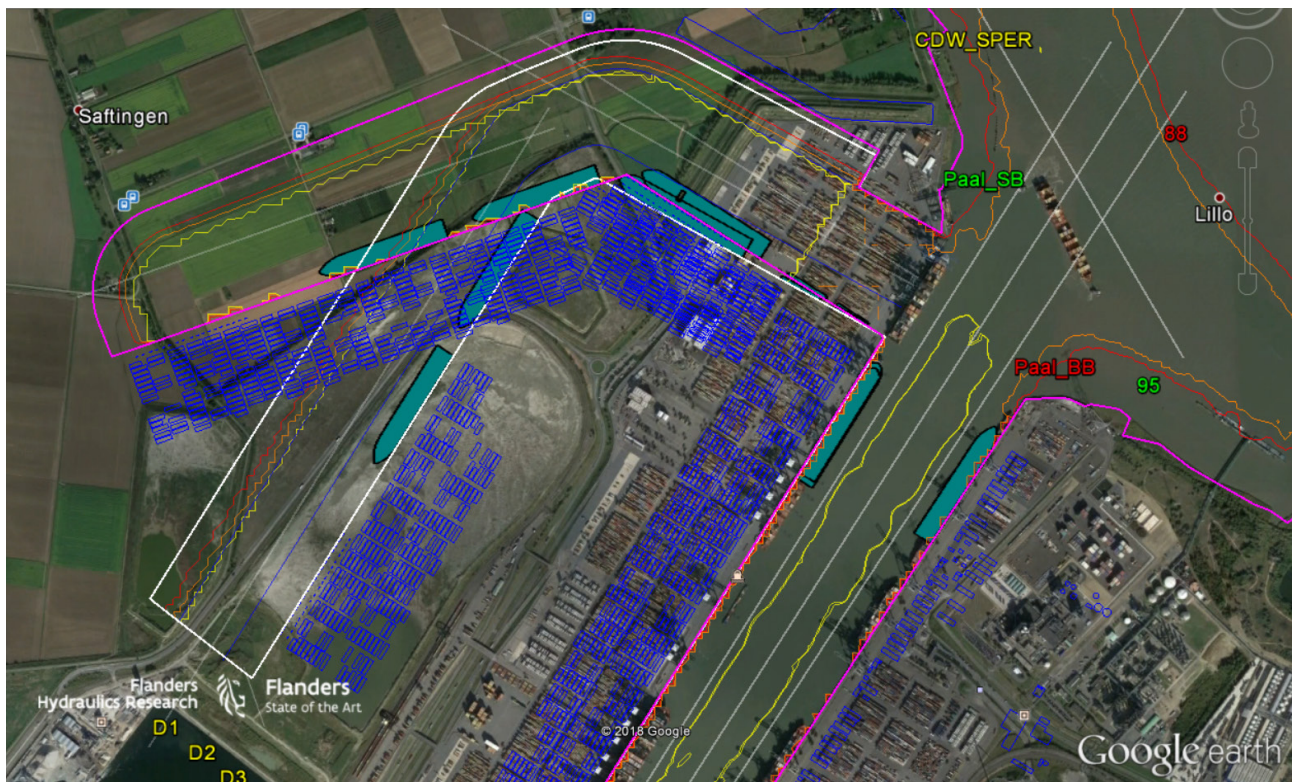
Dit rapport beschrijft de simulaties die werden uitgevoerd voor de beoordeling van de nautische toegankelijkheid van een variant voor het tweede getijdendok (TGD) in het Alternatief 9 (Figuur 1). In (Eloot *et al.*, 2019) werden realtime simulaties uitgevoerd in de variant van Alternatief 9 die in magenta is voorgesteld in Figuur 2. Een nieuwe variant met parallelle kades tussen het Deurganckdok (DGD) en het TGD is voorgesteld in het wit in Figuur 2. Het deel dat voor beide varianten van het TGD uitmondt in het DGD, loopt niet gelijk aangezien de variant uit Alternatief 9 loodrecht staat op het DGD en voor de nieuwe variant de hoek aan de waterzijde groter is genomen. Dit verschil is gerealiseerd omdat in de eerste variant de breedte van het eerste deel van het TGD op de maximale dokdiepte van -18.1 m LAT versmalde van 350 m aan de monding naar 300 m aan de knik. In de nieuwe variant werd op basis van nautische simulaties in (Eloot *et al.*, 2019) gezorgd dat de dokbreedte van 350 m van de monding tot de knik behouden bleef om de manoeuvreerruimte aan de knik te vergroten.

Figuur 1 – Alternatief 9: Bouwstenen 11bis (Noordzeeterminal), 5a en 5b (Waaslandkanaal) en TGD





Figuur 2 – Google Earth beeld van het TGD in Alternatief 9 (magenta) en een te onderzoeken variant (wit)



Omdat het in- en uitvaren van het TGD voor beide varianten op eenzelfde manier wordt uitgevoerd, werd tijdens de realtime simulaties van 29 november 2018 vooral de nadruk gelegd op het rondnavigeren van de knik in het TGD. Hiervoor werden enkel individuele simulaties uitgevoerd op simulator SIM225. Er werden in tegenstelling tot de simulaties in (Elout *et al.*, 2019) geen ontmoetingen uitgevoerd tussen twee ULCS waarbij twee simulatoren van het Waterbouwkundig Laboratorium werden gekoppeld.

In Hoofdstuk 2 wordt het specifieke proevenprogramma uitgevoerd op 29 november 2018 besproken. Vervolgens worden in Hoofdstuk 3 deze realtime simulaties geanalyseerd. In Hoofdstuk 4 is het de bedoeling om de simulaties en conclusies voor een TGD met een knik zoals in beide varianten van Figuur 2 samen te brengen. Deze bevindingen kunnen in volgende simulatiestudies meegenomen worden voor het bepalen van de strategieën voor het in- en uitvaren van het TGD onder invloed van stroming en wind.

## 2 Proevenprogramma

De simulaties werden uitgevoerd door drie loodsen van DAB Loodswezen op 29 november 2018 en bij aanwezigheid van een vierde loods als toeschouwer. Voor alle simulaties op simulator SIM225 werden individuele manoeuvres gekozen. Doel was na te gaan hoe de scherpere knik van de nieuwe variant voor het TGD kon gerond worden en ook bijkomende in- en uitvaarmanoeuvres uit te voeren bij verschillende stroom/getijcondities en windcondities. Er werden in tegenstelling tot voorgaande simulatiestudies geen ontmoetingen tussen twee bestuurd ULCS uitgevoerd.

De eerste vijf simulaties werden uitgevoerd met het 430 m lang, 62 m breed en 15 m diepliggend ontwerpschip. De andere twee simulaties werden uitgevoerd met een aanzienlijk kleinere ULCS van 366 m lang, 48.8 m breed met een getijonafhankelijke diepgang van 13.1 m. De pilot cards van deze schepen zijn opgenomen in Appendix A.

### 2.1 Variant van het TGD voor Alternatief 9

De oorspronkelijke variant voor de bouwsteen van het TGD in Alternatief 9 en de nieuwe variant zijn voorgesteld in Figuur 2. Het verschil tussen beide is voornamelijk de 90 graden knik in het TGD. Bij de oorspronkelijke variant had deze knik in het dok een kleinere hoek (ongeveer 60 graden). Het doel is om na de knik op een kade uit te komen die parallel is met het Deurganckdok. Het aantal ligplaatsen voor zeeschepen voor en na de knik blijven in principe voor beide varianten hetzelfde: één voor de knik en drie na de knik.

Voor beide varianten is de monding van het TGD in het DGD 350 m breed op volle dokdiepte van -18.1 m LAT. Terwijl bij de oorspronkelijke variant deze opening versmalde naar 300 m ter hoogte van de knik (door loodrechte kade op het DGD bij niet-evenwijdig talud aan de zijde van Doel), is er voor de nieuwe variant gezorgd voor een evenwijdig kanaal van 350 m breed tot aan de knik. Dit verklaart mee de gewijzigde hoek van de kade in het eerste deel van beide varianten (niet meer loodrecht op het DGD). Op Figuur 2 lopen de dieptelijnen (geel -18.1 m LAT, oranje -14.5 m LAT en rood -10.0 m LAT) in het eerste deel van het TGD voor beide varianten identiek, waarna ze na de knik uiteenlopen door de verschillende oriëntatie van de kades na de knik.

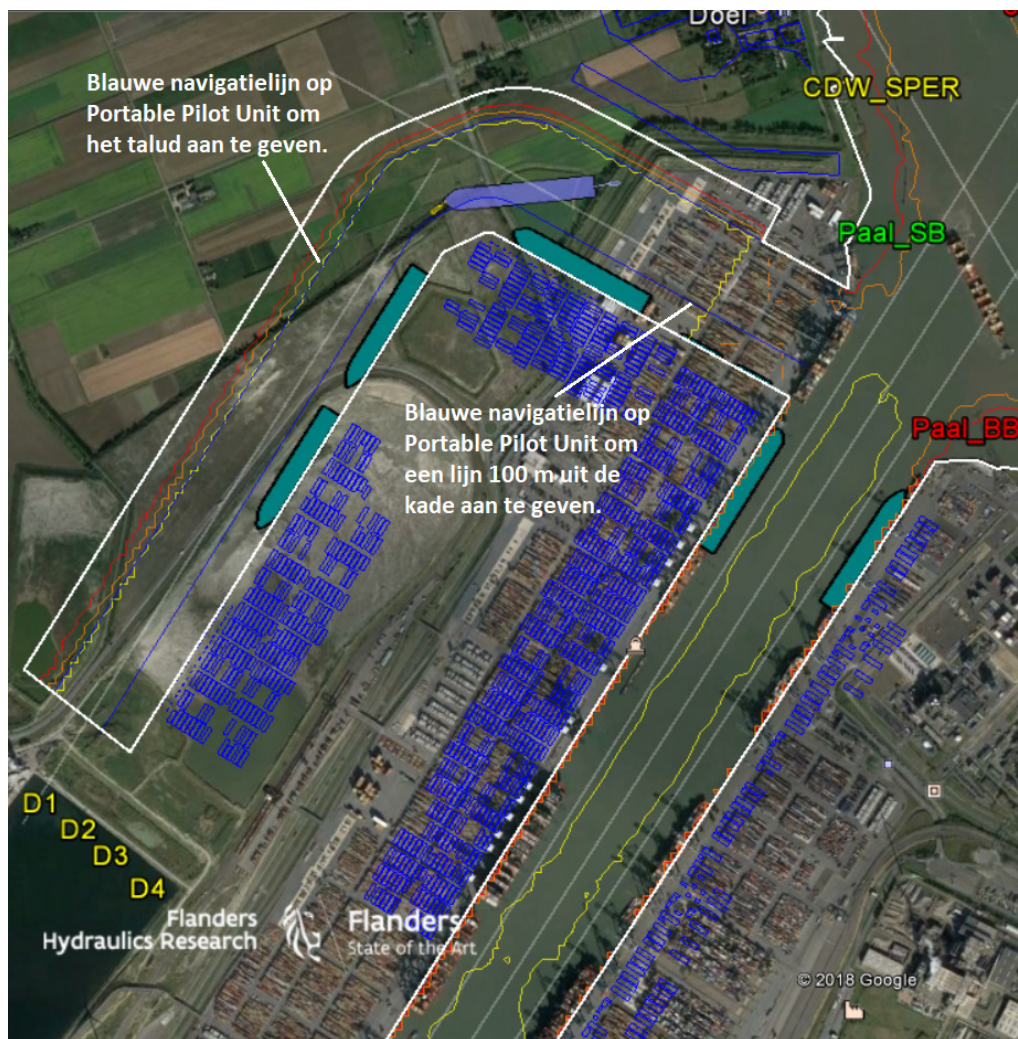
De stroomvelden die werden toegepast in de oorspronkelijke variant en die zijn opgenomen in Figuur 3 van (Eloot *et al.*, 2019), werden opnieuw gebruikt voor de nieuwe variant. Omdat beide varianten eindig zijn in lengte en doodlopen, wijzigen bij een wijziging van de vorm van het dok ter hoogte van de knik en verder opwaarts, de stroomprofielen ter plaatse van de monding van het DGD en het TGD maar in beperkte mate. De simulaties konden dus met deze voorlopige stroomprofielen uitgevoerd worden. In een later stadium kunnen numerieke stroomberekeningen uitgevoerd worden voor de specifieke varianten.

In Figuur 2 kan nog steeds een drempel ter hoogte van de monding van het TGD over een afstand van minstens 300 m vastgesteld worden. Al in de conclusies van (Eloot *et al.*, 2019) werd aangegeven dat er geen bijkomende drempel mag optreden tussen het TGD en het DGD. In latere studies zal dit onderzocht worden.

Op het detail in Figuur 3 zijn blauwe navigatielijnen zichtbaar die op de Portable Pilot Units (PPU's) van de loodsen tijdens de simulaties werden weergegeven. Op deze manier zagen de loodsen duidelijk de teen van het talud aan de noordelijke zijde van het TGD en een afstandslijn van 100 m uit de kade. Rekening houdend met de breedte van 62 m van het ontwerpschip en de klap van de containerkranen voor deze schepen, is een afstand van 100 m tussen passerende en afgemeerde schepen aangewezen (bijvoorbeeld voor de kraanman die de afgemeerde schepen aan het laden of lossen is). Aangezien uit voorgaande simulaties gebleken was dat deze afstand vaak niet gerespecteerd werd, werd door deze navigatielijnen op de PPU's een visuele controle aan het simulatieproces toegevoegd.



Figuur 3 – Google Earth detail van de toevoeging van navigatielijnen op de Portable Pilot Units van de loodsen



## 2.2 Simulatieprogramma

Het simulatieprogramma met de uitgevoerde simulaties en de condities (schip, op- of afvaart, stroomconditie, wind en beschikbare sleepboten) wordt voorgesteld in Tabel 1. De naam van de nieuwe variant van het tweede getijdendok uit Alternatief 9 is zichtbaar in de naam van elke simulatie (\_A9\_VOVB<sup>1</sup>). Verder was het schip in opvaart of afvaart, werd een stroomconditie tussen maximale vloed- of ebstroom gekozen, werd de wind opgelegd en werden twee tot drie sleepboten voorzien om de simulatie te assisteren. Er werden op 29 november alleen individuele en geen gekoppelde simulaties uitgevoerd.

Tabel 1 – Simulatieprogramma van 29/11/2018 voor SIM225

| Run                | Schip (L / T)  | Op/Afvaart | Stroom                 | Wind             | Sleepboten <sup>2</sup> |                      |
|--------------------|----------------|------------|------------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| ECA_SFD_A9_VOVB000 | 430 m / 15 m   | Op         | Vloed_115 <sup>3</sup> | ZW5 <sup>4</sup> | F-80 ton                | A-80 ton             |
| ECA_SFD_A9_VOVB001 | 430 m / 15 m   | Af         | Vloed_115              | W6               | F-80 ton                | A-80 ton<br>A-60 ton |
| ECA_SFD_A9_VOVB002 | 430 m / 15 m   | Op         | Vloed_115              | N6               | F-80 ton                | A-80 ton<br>P-60 ton |
| ECA_SFD_A9_VOVB003 | 430 m / 15 m   | Op         | Vloed_115              | O6               | F-80 ton                | A-80 ton             |
| ECA_SFD_A9_VOVB004 | 430 m / 15 m   | Af         | Vloed_115              | O6               | F-80 ton                | A-80 ton             |
| ECA_SFD_A9_VOVB005 | 366 m / 13.1 m | Op         | Eb_115                 | ZW4              |                         | A-80 ton             |
| ECA_SFD_A9_VOVB006 | 366 m / 13.1 m | Op         | Eb_115                 | N6               | F-80 ton                | A-80 ton             |

De simulaties met het 430 m ontwerpschip werden allen uitgevoerd bij een diepgang van 15.0 m (de kleinste beschikbare diepgang in de simulatordatabase voor dit zeer grote schip) en enkel bij een maximale vloedstroom. De stroomconditie werd dus niet noodzakelijk gekozen in overeenstemming met het tijvenster en de gerelateerde stroomconditie aan de monding voor deze diepgang. De stroomconditie werd gekozen als deze met de grootste vloedstroom. Enkel VOVB000 en VOVB001 werden uitgevoerd vertrekkende op de rivier in opvaart of tot op de rivier in afvaart. De drie volgende simulaties VOVB002, 003 en 004 werden enkel in het TGD zelf uitgevoerd, de eerste twee in opvaart en de laatste in afvaart.

<sup>1</sup> VOVB staat voor VoorOntwerp VoorkeursBesluit. Met deze simulaties is een aftoetsing gebeurd van een nieuwe variant binnen de zone van het Voorontwerp Voorkeursbesluit waarbinnen het TGD ontwikkeld kon worden.

<sup>2</sup> Voor de sleepboten betekent de toevoeging P (Pusher), F (Fore) en A (Aft) om aan te geven of deze sleepboot duwde (P, positie van duwen kan wijzigen tijdens de simulatie) of waar deze werd vast gemaakt (vooraan of achteraan).

<sup>3</sup> De stroom wordt aangegeven met Vloed\_115 (maximale vloedstroom verhoogd met een factor 1.15) en Eb\_115 (maximale ebstroom verhoogd met een factor 1.15) gedurende een gemiddeld springtij.

<sup>4</sup> De wind wordt aangegeven met de windrichting en de Beaufortklasse.

## 3 Analyse

De analyse wordt opgesplitst voor het 430 m schip enerzijds en het 366 m schip anderzijds. Het verschil in grootte van beide ULCS geeft een verschil in manoeuvreereigenschappen (bijvoorbeeld snelheden in het dok) en het gebruik van sleepboten.

De analyse wordt gebaseerd op een KMZ bestand per run waarop de track van het (ontwerp)schip en de assisterende sleepboten is voorgesteld en opnieuw kan afgespeeld worden voor de individueel uitgevoerde simulaties. De beschrijving voor het hanteren van deze KMZ bestanden is opgenomen in Appendix B. Met deze tracks kan men zien waar het (ontwerp)schip en de sleepboten zich bevonden ten opzichte van de harde infrastructuur, de dieptelijnen (aan de grond lopen) en de navigatielijnen.

Naast de track van schip en sleepboten zijn ook tijdsafhankelijke gegevens weergegeven van het schip en de aan de sleepboten gevraagde bollard pull thrust. Op deze manier kan men zien hoe vaak er maximale roerhoek wordt gegeven, hoeveel keer maximale thrust van de boegschroeven en wanneer maximale thrust van de sleepboten worden 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, 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 Individuele simulaties met het 430 m schip

Bij de individuele simulaties met het 430 m schip wordt nog een onderscheid gemaakt tussen de twee simulaties die op de rivier startten of werden uitgevoerd in afvaart tot op de rivier en de simulaties met enkel het rondenvan de knik in het TGD.

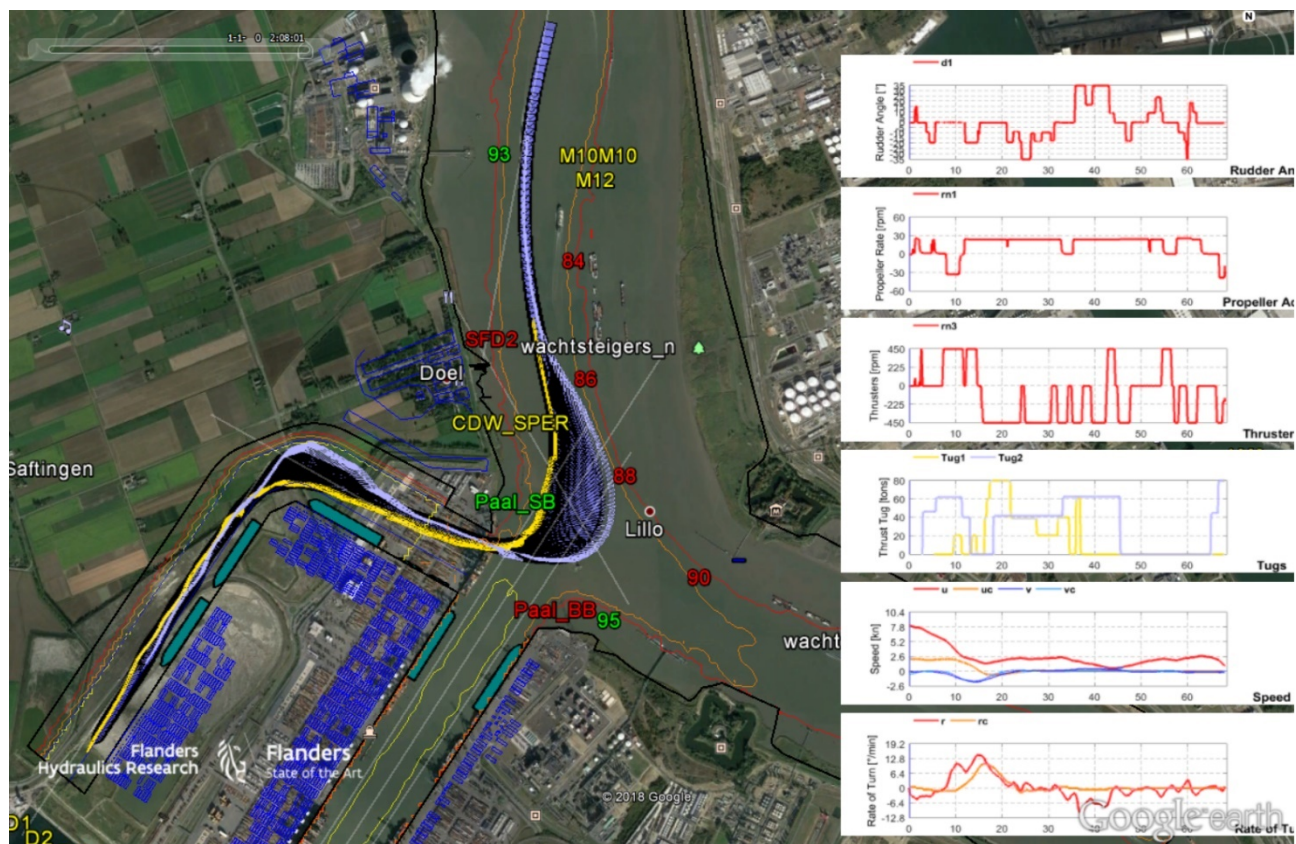
#### 3.1.1 Op- en afvaart vanop/tot de rivier

De opvaart in VOVB000 werd uitgevoerd bij windkracht ZW 5 Bft zoals ook de simulaties in (Eloot *et al.*, 2019). De track van het schip met sleepboten en de tijdsgrafieken zijn voorgesteld in Figuur 4. De simulatie duurde vanaf afwaarts boei 93 op de rivier tot aan de achterste ligplaats in het TGD in het totaal 1 uur en 8 minuten. Twee 80 ton sleepboten assisteerden het schip waarbij de voorsleepboot (tug 1) maximaal werd ingezet naar bakboord bij het indraaien van de monding van het TGD om te vermijden dat onder invloed van de vloedstroom de boeg op de noordelijke oever van het TGD zou belanden. Ook de boegschroef werd toen maximaal naar bakboord ingezet (thrusters, parameter rn3). Bij het head in indraaien van het TGD bij vloedstroom was het schip lang op de rivier zoals getoond wordt in de linkse figuur van Figuur 5. De sterke vloedstroom bemoeilijkt het indraaien van het TGD omdat het schip vanop een afstand te ver op de rivier de monding van het DGD indraait om bij het doordraaien naar het TGD te noordelijk uit te komen. Het is aangewezen, door het controleren van de snelheid over de grond (lager dan 3 knopen) en het dichternaderen van de monding van het DGD aan de groene zijde van de rivier, centraler het TGD in te draaien. Op de achtersleepboot was er nog reserve maar de boegschroef werd meermaals vol ingezet (gedurende tientallen minuten). De reserve van hulpmiddelen vooraan aan het schip was dus beperkt.

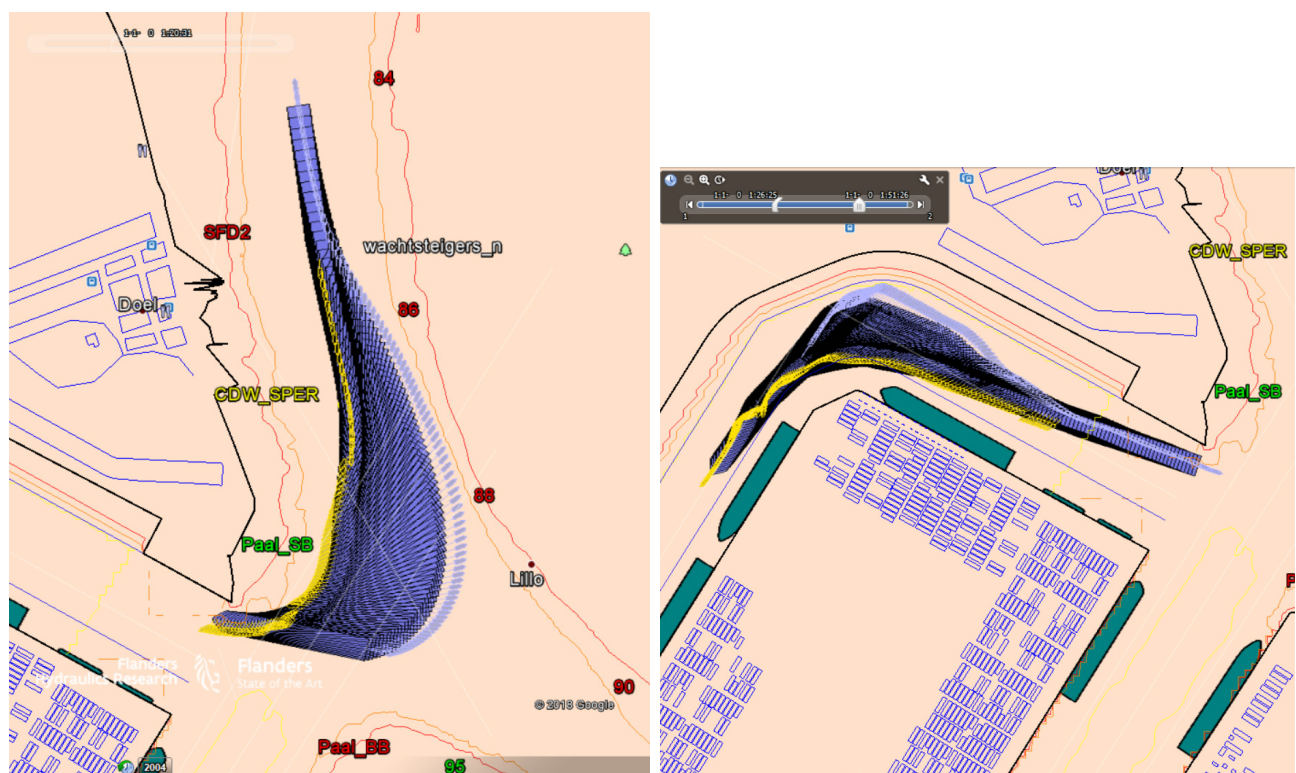
Na het invaren van het TGD en voor het rondenvan de knik kan bij een ZW 5 Bft wind met twee 80 ton sleepboten het schip onder controle gehouden worden. De blauwe navigatielijijn op de rechtse figuur van Figuur 5 wordt enkel in de knik een weinig overschreden.



Figuur 4 – Google Earth KMZ voorstelling van de opvaart VOVB000 bij ZW 5 Bft en maximale vloedstroom



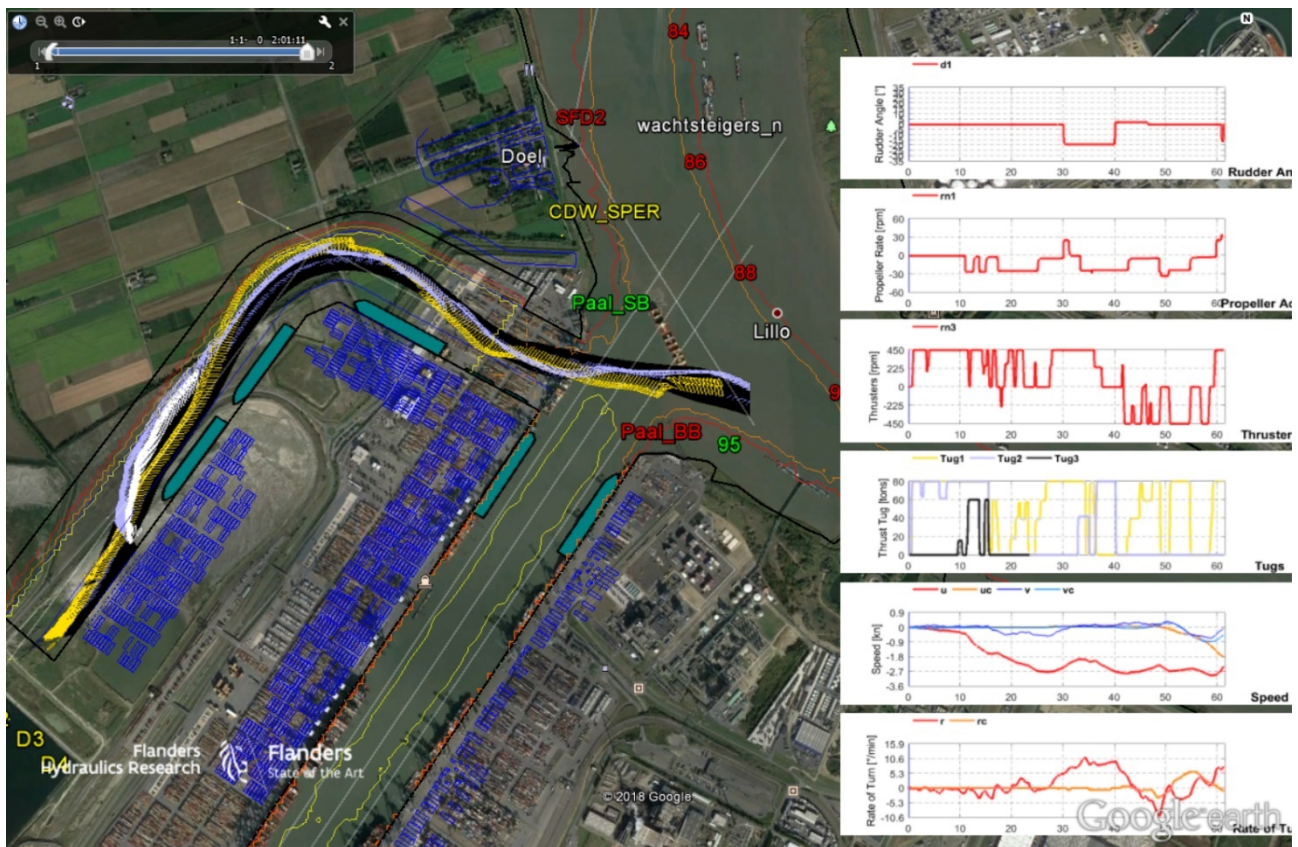
Figuur 5 – Details VOVB000: 7 tot 20 minuten (links) en 26 tot 51 minuten (rechts)





De afvaart in VOVB001 werd uitgevoerd bij W 6 Bft. Dit betekent dat in het parallelle deel van het TGD met het DGD de wind dwars er op het schip aangrijpt. Tegelijkertijd is de windkracht toegenomen ten opzichte van voorgaande uitgevoerde simulaties. Er werden drie sleepboten ingezet waarvan twee 80 ton sleepboten voor (tug 1) en achter (tug 2) en één extra 60 ton sleepboot (tug 3) achter. De drie sleepboten werden echter niet allen gelijktijdig ingezet. Om los te komen van de kade werd de boegschroef vol ingezet naar stuurboord en trokken beide achtersleepboten. Eens los van de kade werd het 430 m schip met een voor- en achtersleepboot voorbij de afgemeerde schepen en de knik gebracht. De afstand tussen het verste afgemeerde schip in het TGD en het gesimuleerde schip was kleiner dan 100 m. Verderop tijdens de simulatie werd de veiligheidsafstand van 100 m tussen afgemeerde schepen en varend schip wel gerespecteerd. Na het rondnemen van de knik worden vooral de voorsleepboot en de boegschroeven ingezet (soms maximaal) om de boeg tegen de wind in naar bakboord te brengen. Het schip komt achteruit vlot op de rivier in de maximale vloedstroom.

Figuur 6 – Google Earth KMZ voorstelling van de afvaart VOVB001 bij W 6 Bft en maximale vloedstroom



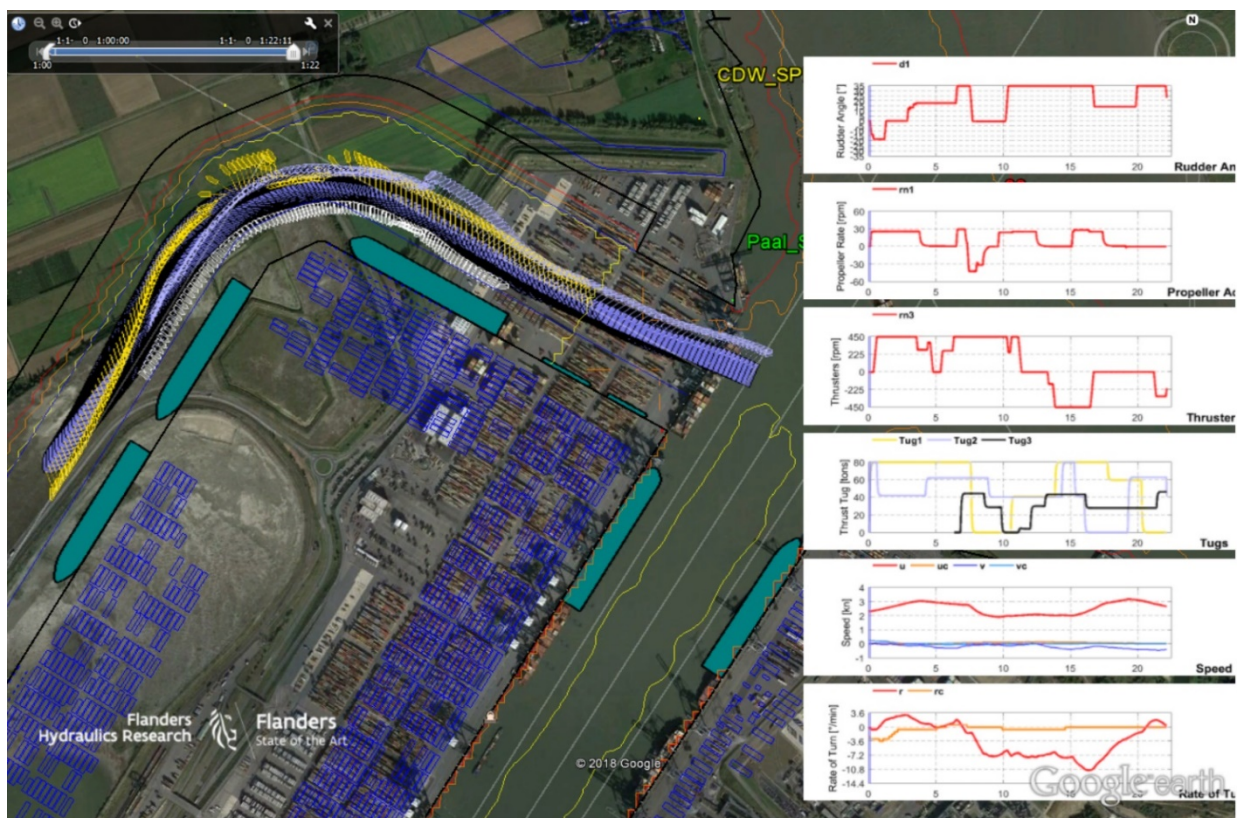
In beide simulaties VOVB000 en VOVB001 was de langssnelheid over de grond bij het rondnemen van de knik ongeveer 2 knopen. Een hogere snelheid laat geen veilige koerswijziging in deze knik toe.

### 3.1.2 Ronden van de knik

Aangezien in de simulaties VOVB000 en VOVB001 reeds de knik werd gerond, wordt verder nagegaan of ook onder invloed van andere windrichtingen de knik veilig kan gerond worden. Twee simulaties werden uitgevoerd in opvaart, VOVB002 bij N 6 Bft (Figuur 7) en VOVB003 (Figuur 8) bij O 6 Bft. Bij beide windrichtingen wordt het schip, in het deel van het TGD dat loodrecht op het DGD staat, naar de afgemeerde schepen geblazen.

Onder invloed van de sterke noordelijke 6 Bft wind werden drie sleepboten ingezet: twee 80 ton sleepboten voor en achter en één pusher van 60 ton aan de bakboordzijde van het schip. De simulatie werd aangevat met de assistentie van enkel de twee 80 ton sleepboten. Hierbij bleek de boegschroef voor het grootste gedeelte van het manoeuvre in het loodrechte deel van het dok maximaal ingezet te worden terwijl ook de voorsleepboot maximaal trok. Er was vooraan aan het schip dus weinig reserve bij een dwarse wind van 6 Bft. Tijdens de simulatie werd daarom besloten om een derde duwende sleepboot (60 ton) te voorzien. Deze laatste werd voor maximaal 40 ton ingezet. De toegankelijkheid van het TGD voor 430 m schepen moet beperkt worden tot en met windkracht 6 Bft waarbij minstens drie sleepboten moeten assisteren vanaf windkracht 6 Bft.

Figuur 7 – Google Earth KMZ voorstelling van de opvaart VOVB002 bij N 6 Bft

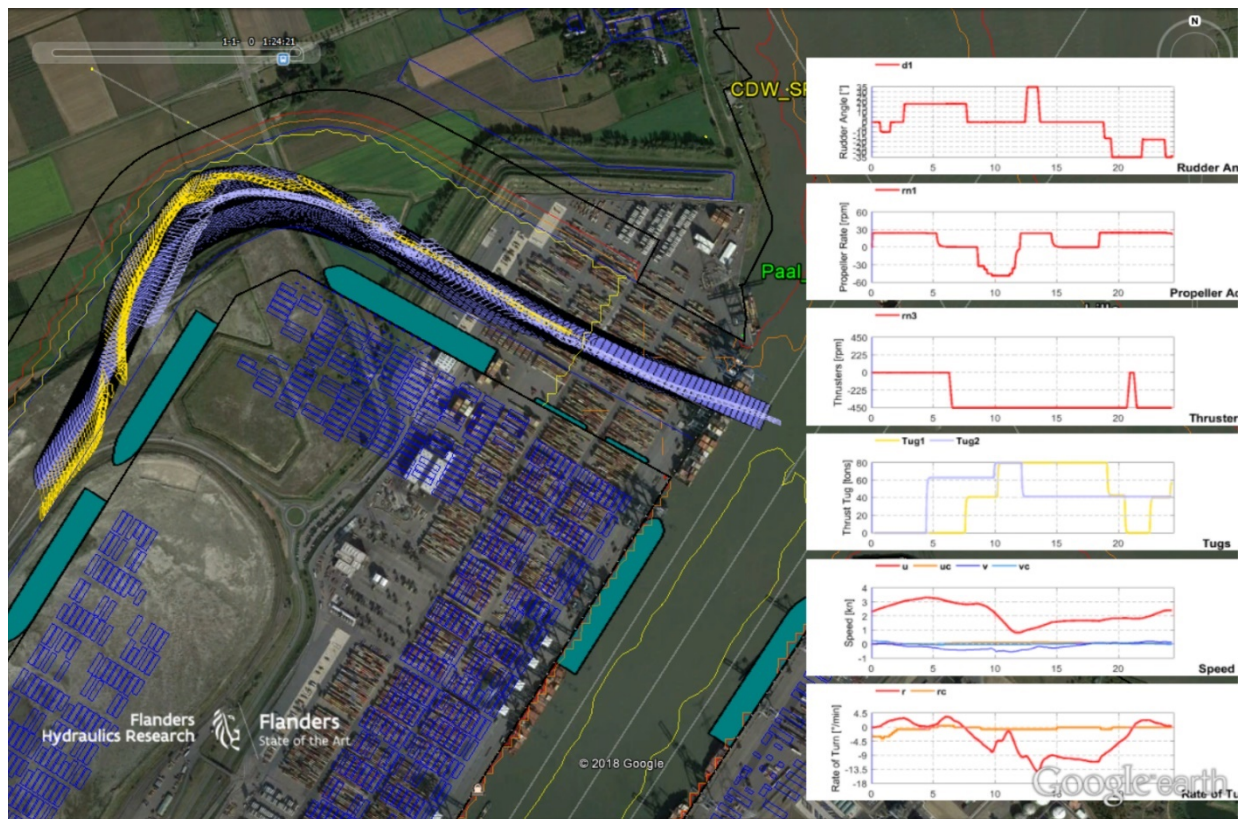


In simulatie VOVB003 werden bij O 6 Bft slechts twee sleepboten ingezet maar men kan vaststellen (Figuur 8) dat de voorsleepboot voor een duur van ongeveer 10 minuten maximaal trok bij het rondenvan de knik. De boegschroef stond zelfs voor ongeveer 15 minuten op maximaal vermogen. Er is dus geen reserve en een bijkomende sleepboot moet er voor zorgen dat het rondenvan de knik in opvaart tegen de oostelijke windinvloed in veilig kan gebeuren. De snelheid bij het naderen van de knik was ook nog hoger dan 2 knopen waardoor het schip op korte termijn tot 1 knoop moest afgestopt worden met de achtersleepboot en de machine om niet over het talud van de knik te komen. Het bochtmanoeuvre in de knik moet dus aan een lage snelheid uitgevoerd worden (lager dan 2 knopen) met een 430 m schip.

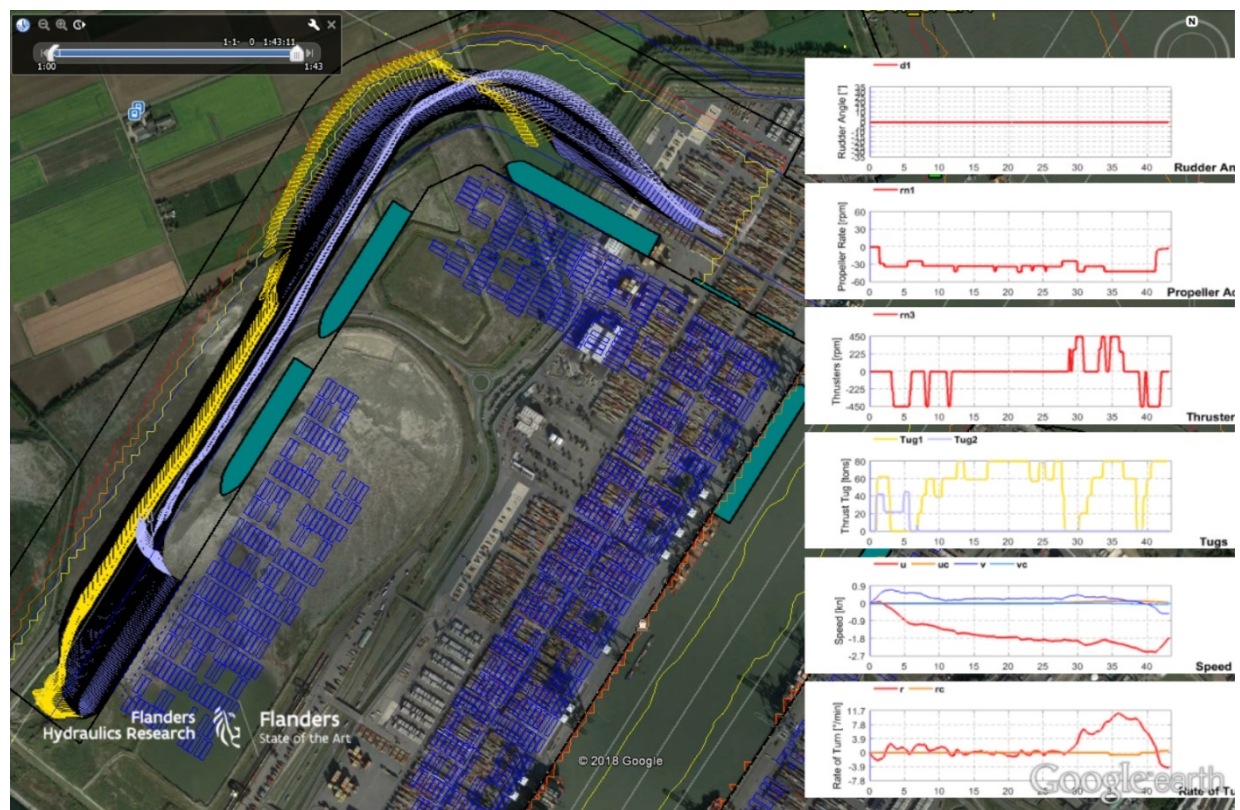
Het manoeuvre in de afvaart bij dezelfde windkracht en -richting werd in hoofdzaak in het parallelle deel met het DGD uitgevoerd waardoor de wind schuin achteraan inviel op het schip. Enkel de voorsleepboot werd meermaals maximaal ingezet maar er was nog reserve op de boegschroef en de achtersleepboot. De snelheid achteruit bij het rondenvan de knik was nu voldoende laag, rond -2 knopen. In het loodrechte deel van het TGD naderde het schip de 100 m navigatielijijn maar de simulatie werd gestopt voor het schip dit volledige traject tot op de rivier had afgelegd. Zoals reeds vermeld zijn bij dwarse wind op het eerste deel van het TGD vanaf windkracht 6 Bft en voor de grote ULCS drie sleepboten noodzakelijk.



Figuur 8 – Google Earth KMZ voorstelling van de opvaart VOVB003 bij O 6 Bft



Figuur 9 – Google Earth KMZ voorstelling van de afvaart VOVB004 bij O 6 Bft



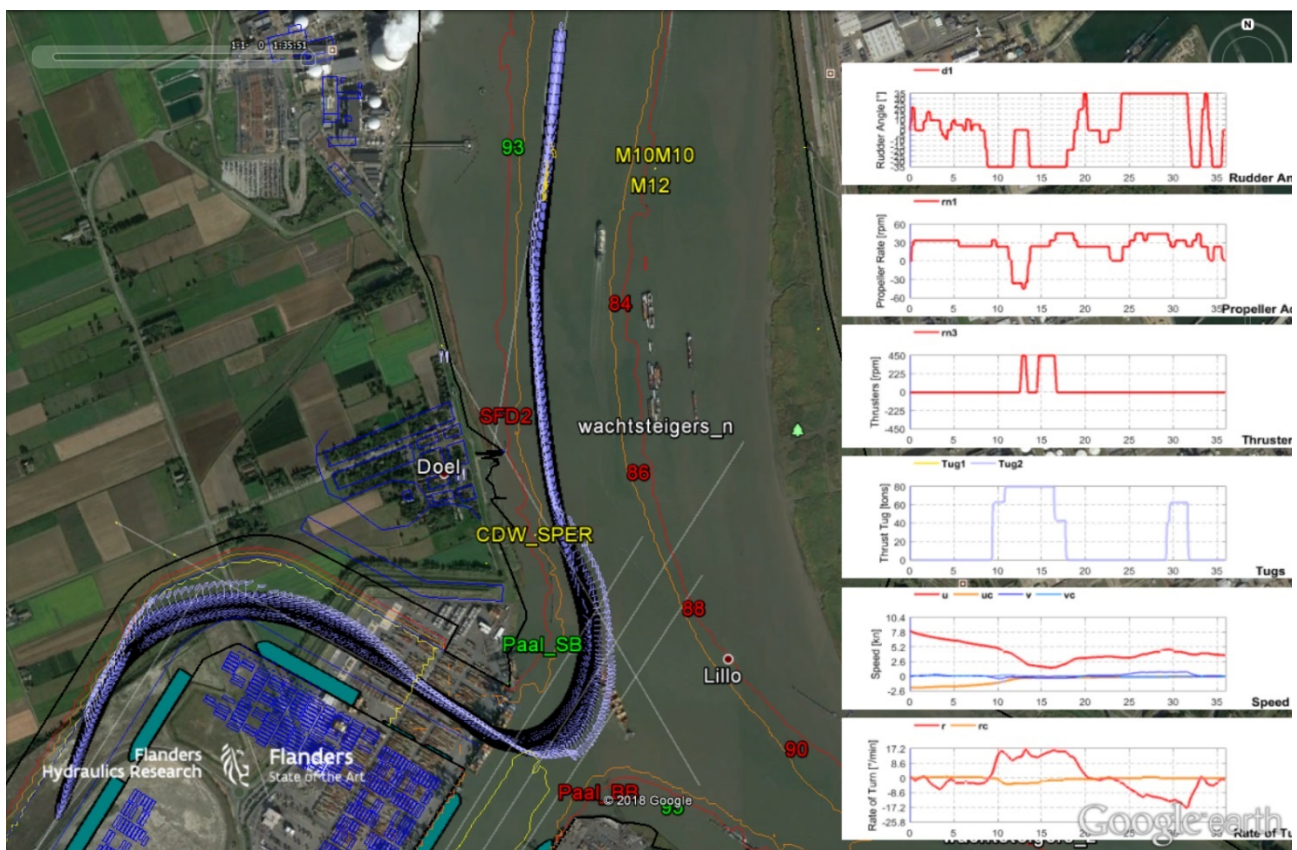


## 3.2 Individuele simulaties met het 366 m schip

Er werden twee simulaties uitgevoerd, één in opvaart en één in afvaart, met een 366 m ULCS bij maximale ebstroom. De wind werd gevarieerd met ZW 4 Bft voor run VOVB005 in opvaart (Figuur 10) en met N 6 Bft voor run VOVB006 in afvaart (Figuur 11).

De simulatie in VOVB005 duurde 35 minuten vanaf een afwaartse locatie ten opzichte van boei 93 tot ter hoogte van de tweede ligplaats achter de knik in het TGD. Hoewel de ebstroom het head in bochtmanoeuvre tegenwerkt, kan een belangrijke reductie van de duur van de simulatie vastgesteld worden in vergelijking met de simulatie VOVB000 met het 430 m schip (ongeveer 20 minuten langer voor zelfde locaties). De aanloop van de DGD monding werd tijdens deze simulatie wel dichterbij de groene kant uitgevoerd zodat het schip sneller uit de stroom in de monding het bochtmanoeuvre kan uitvoeren. Tijdens de volledige simulatie werd uiteindelijk alleen een 80 ton (tug 2) achtersleepboot ingezet. Bij het bochten in de monding was de snelheid ongeveer zoals voor een 430 m schip terwijl bij het rondenvan de knik de snelheid hoger lag (5 knopen hoewel de snelheid best beneden de 4 knopen wordt gehouden voor een 366 m schip in de knik). Men kan besluiten dat de scheepsgrootte een belangrijke invloed heeft op de duur van het manoeuvre en ook op de operationele parameters zoals scheepssnelheid en sleepbootassistentie. Het TGD is dus vlotter toegankelijk voor een 366 m schip.

Figuur 10 – Google Earth KMZ voorstelling van de opvaart VOVB005 bij ZW 4 Bft en maximale ebstroom

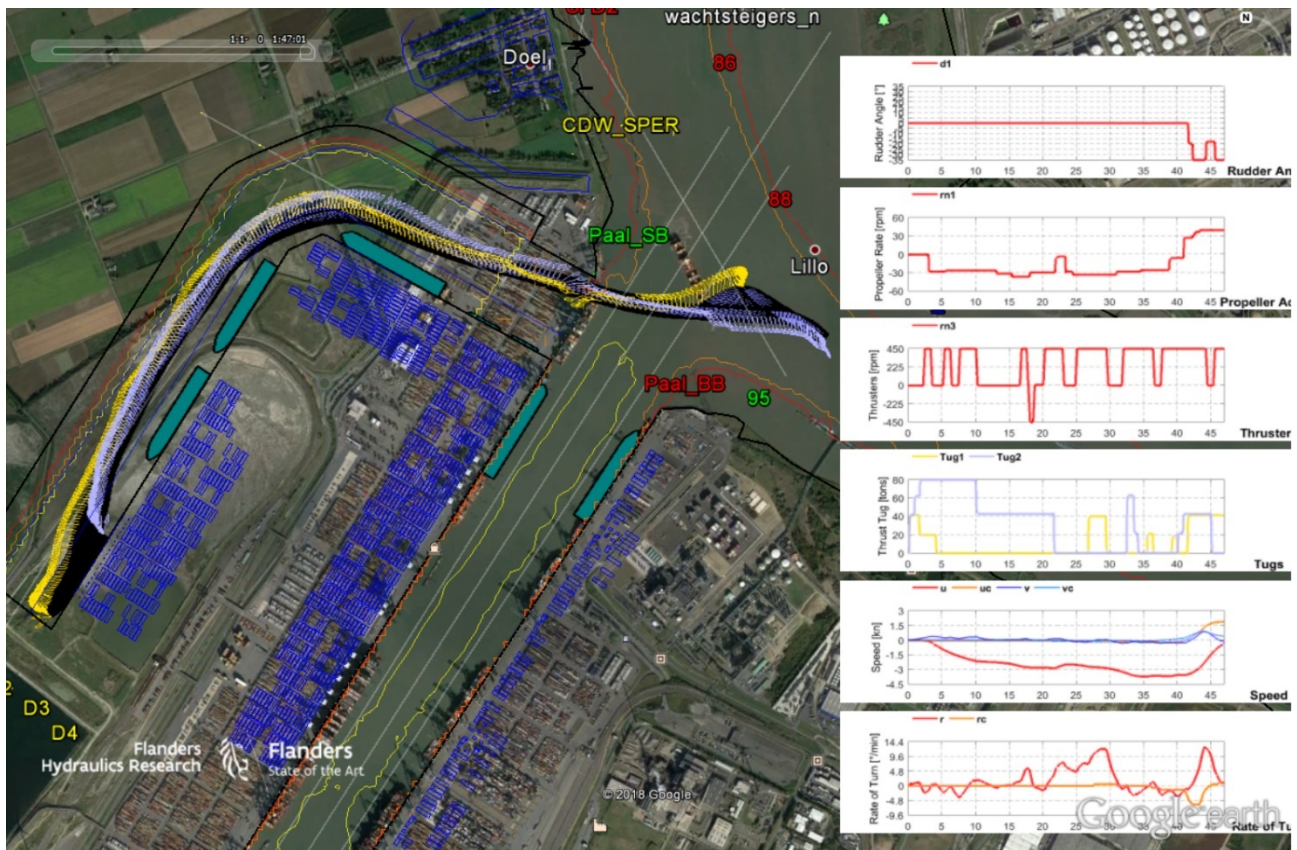


In afvaart wordt bij de N 6 Bft wind met twee sleepboten gewerkt waarbij één voorsleepboot de boegschroef mee assisteert en één achtersleepboot ook het achterschip controleert. In het parallelle deel van het TGD wordt de voorsleepboot amper ingezet aangezien de windrichting schuin achter in valt maar in het deel dat loodrecht op het DGD staat, worden beide sleepboten ingezet met maximale trekkrachten tussen 40 en 60 ton. De boegschroef wordt meermaals op maximaal toerental gezet. Het schip kan in de monding van het TGD tegen de wind in in de noordelijke helft naar de riviermonding gebracht worden zodat het schip op 11



minuten van de monding van het TGD tot op de positie op de rivier kan gebracht worden, nagenoeg klaar om af te varen aan de rode kant van de rivier. De knik wordt dichtbij de kade gerond (met een traject dat net over de navigatielijnen gaat) waardoor er voor een 366 m schip nog zeer veel ruimte is in de knik aan de taludzijde. Indien een veiligheidsafstand van minimaal 100 m tot de containerkranen vereist is, kan een 366 m schip verder van deze navigatielijn varen met meer dan voldoende ruimte tot het talud.

Figuur 11 – Google Earth KMZ voorstelling van de afvaart VOVB006 bij N 6 Bft en maximale ebstroom



## 4 Conclusies voor de toegankelijkheid van het TGD

In twee voorgaande deelrapporten, (Eloot *et al.*, 2019) en (Eloot *et al.*, 2018b), en dit deelrapport werden realtime simulaties uitgevoerd in een variant van een tweede getijdendok (TGD) waarvan de monding (ongeveer) loodrecht op het Deurganckdok (DGD) aansloot. In deze conclusies wensen we de resultaten van deze simulaties samen te brengen tot een besluit voor de noodzakelijke manoeuvres voor het in- en uitvaren van het TGD.

Niet alle varianten in (Eloot *et al.*, 2018b) hadden een knik in het TGD zodat voor het besluit over het rondenvan de knik gekeken wordt naar de simulaties uitgevoerd in (Eloot *et al.*, 2019) en in dit rapport.

Doel van dit besluitend hoofdstuk is om tot aanbevelingen te komen voor deze manoeuvres die kunnen meegenomen worden in volgende simulaties voor het Complex Project.

### 4.1 In- en uitvaren van het tweede getijdendok

Voor het in- en uitvaren van het TGD werd in deelrapport 5 (Eloot *et al.*, 2018b) en in deelrapport 7 (Eloot *et al.*, 2019) nog open gelaten of het 430 m ontwerpschip best head in of head out zou afmeren in het dok. Voor het DGD wordt algemeen de voorkeur gegeven aan het head out afmeren. Deze keuze heeft vooral te maken met de invloed van de stroom op het in- en uitvaren van het Deurganckdok.

Tabel 2 – Vergelijking head in of head out op- of afvaren in (Eloot *et al.*, 2018b)

|       |          | Opvaart |                                                                                                                                                                                    | Afvaart |                                                                         |
|-------|----------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------|
| Vloed | Head in  | +       | Er werden geen individuele, enkel gekoppelde simulaties uitgevoerd.                                                                                                                | +       | Er werd zowel achteruit in het DGD als op de rivier gevaren vanuit TGD. |
|       | Head out | +/-     | Zuidwestelijke wind die dwars aangrijpt op het eerste deel van TGD.                                                                                                                | -       | Negatief manoeuvre door de grote stroomsterkte.                         |
| Eb    | Head in  | +/-     | Negatief manoeuvre wanneer vanop de rode kant van de rivier wordt ingevaren. Indien dichterbij de groene kant wordt genaderd, kan het schip sneller uit de stroom het TGD invaren. | +       |                                                                         |
|       | Head out | +/-     | Het manoeuvre is gelijkaardig aan dit voor het DGD.                                                                                                                                | +       |                                                                         |

Als men per deelrapport een algemene beoordeling met +, +/- of – geeft voor het uitvoeren van een specifiek in- of uitvaartmanoeuvre bij vloed of eb en met head in of head out afmeren dan bekomt men de resultaten in Tabel 2 voor deelrapport 5 en in Tabel 3 voor deelrapport 7. Hieruit kan men besluiten dat het head in afmeren in het TGD te verkiezen is omdat dan in drie van de vier combinaties (op/af, vloed/eb) het op- en afvaartmanoeuvre positief beoordeeld worden. Enkel het head in opvaren bij eb is een manoeuvre waarbij de ebstroom het bochten vanop de rivier naar de monding van het TGD tegenwerkt.

Tabel 3 – Vergelijking head in of head out op- of afvaren in (Eloot *et al.*, 2019)

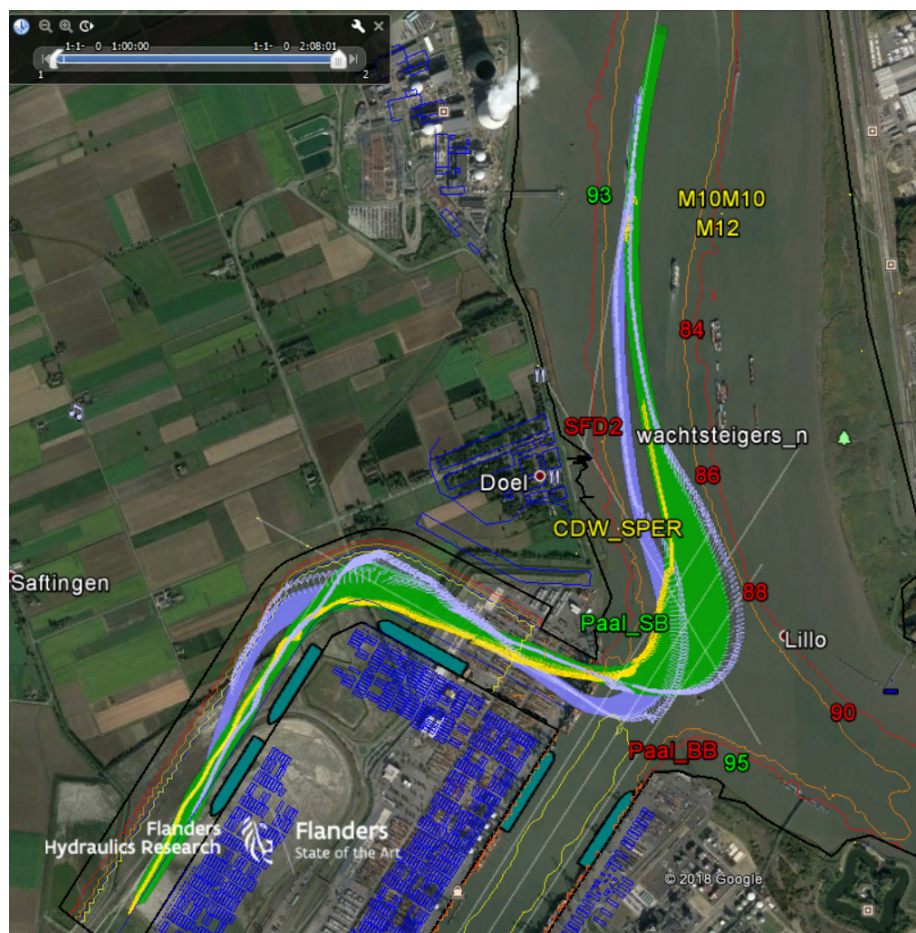
|       |          | Opvaart |                                                                                                                                                                      | Afvaart |                                                                                                                                       |
|-------|----------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vloed | Head in  | +       |                                                                                                                                                                      | +       | Er werd achteruit in het DGD gevaren vanuit TGD, dus niet rechtstreeks op rivier.                                                     |
|       | Head out |         | Niet uitgevoerd.                                                                                                                                                     | +/-     | Het manoeuvre werd aangepast met eerst vanuit het TGD vooruit in het DGD varen gevolgd door achteruit uit het DGD op de rivier komen. |
| Eb    | Head in  | +/-     | Het invaarmanoeuvre werd dicht bij de groene kant uitgevoerd op de rivier met twee achtersleepboten om voldoende sleepkracht achteraan te hebben tegen de stroom in. | +       | Er werd achteruit naar het DGD gevaren en niet rechtstreeks op de rivier.                                                             |
|       | Head out |         | Niet uitgevoerd                                                                                                                                                      | +/-     |                                                                                                                                       |

De simulaties in dit rapport werden vervolgens allemaal bij head in afmeren in het TGD uitgevoerd. In Figuur 12 zijn de twee opvaarten voorgesteld waarbij de track in groen voor het 430 m schip is bij vloed en ZW 5 Bft en de track in paars voor het 366 m schip bij eb en ZW 4 Bft. Hoewel de windrichting bij beide simulaties dezelfde was, valt op dat het 366 m schip veel dichterbij de groene boeienlijn vaart op de rivier dan het 430 m schip. Hierdoor is het 366 m schip minder onder invloed van de nadelige ebstroom en vaart het schip ook in het midden van de monding van het TGD het dok binnen. Hoewel de vloedstroom in het manoeuvre met het 430 m schip helpt bij het inzwaaien van het TGD, wordt het moeilijk om de invloed van de stroom voldoende te controleren waardoor de sleepboten moeten ingezet worden om de sterke zwaai door de stroom er terug uit te halen en te vermijden dat het schip tegen de noordelijke hoek van het TGD komt. Het lijkt dus aangewezen om bij head in invaren zowel bij eb als vloed de groene kant van de rivier te volgen en te vermijden dat men over de volledige scheeps lengte dwars op de rivier komt te liggen in de stroom. Dit vaartraject heeft als bijkomend positief effect dat minder ruimte op de rivier wordt ingenomen zodat afvarende schepen vanuit Kallo en meer opwaarts, rekening houdend met het manoeuvre van het invarende schip voor het TGD, toch sneller een doorgang hebben dan wanneer het invarende schip deze volledige ruimte inneemt.

Bij het head in afvaren (Figuur 13) verlopen de tracks onder invloed van een W 6 Bft wind in run VOVB001 (430 m schip, groen) en een N 6 Bft wind in run VOVB006 (366 m schip, paars) redelijk gelijkaardig. Door het achterwaarts op de rivier komen met een voorligging die in beperkte mate afwijkt van de stroomrichting zijn de vloed- en ebstroom in beide runs onder controle. In de positie waarop de simulatieruns werden beëindigd kunnen de schepen wachten voor andere in- of uitvarende schepen naar het DGD of het TGD zodat op die manier ook ruimte ontstaat voor het afstemmen van manoeuvres van andere schepen.

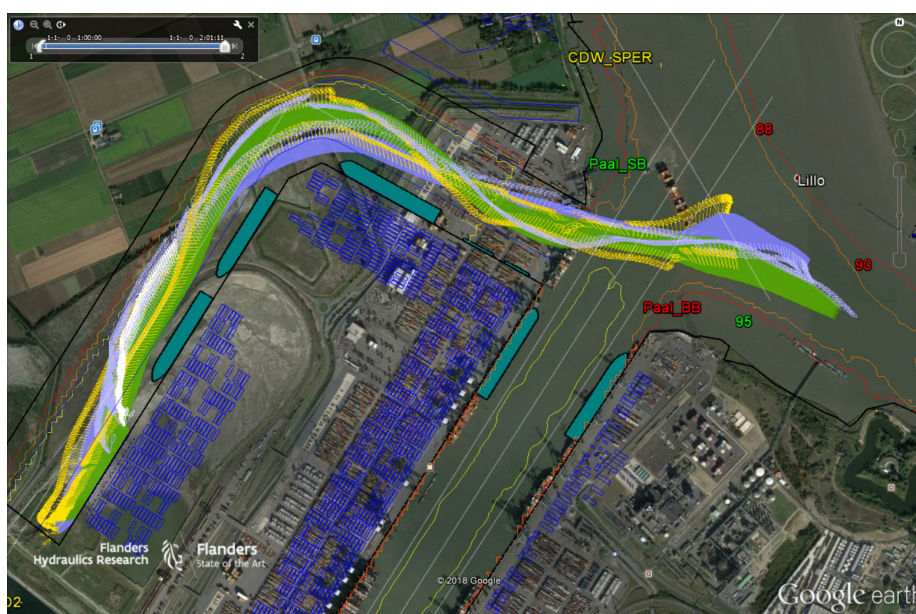


Figuur 12 – Google Earth view van de simulaties VOVB000 (vloed, 430 m schip, ZW5) en VOVB005 (eb, 366 m schip, ZW4) in opvaart



Groen: VOVB000 met een 430 m schip, paars: VOVB005 met een 366 m schip

Figuur 13 – Google Earth view van de simulaties VOVB001 (vloed, 430 m schip, W6) en VOVB006 (eb, 366 m schip, N6) in afvaart



Groen: VOVB001 met een 430 m schip, paars: VOVB006 met een 366 m schip

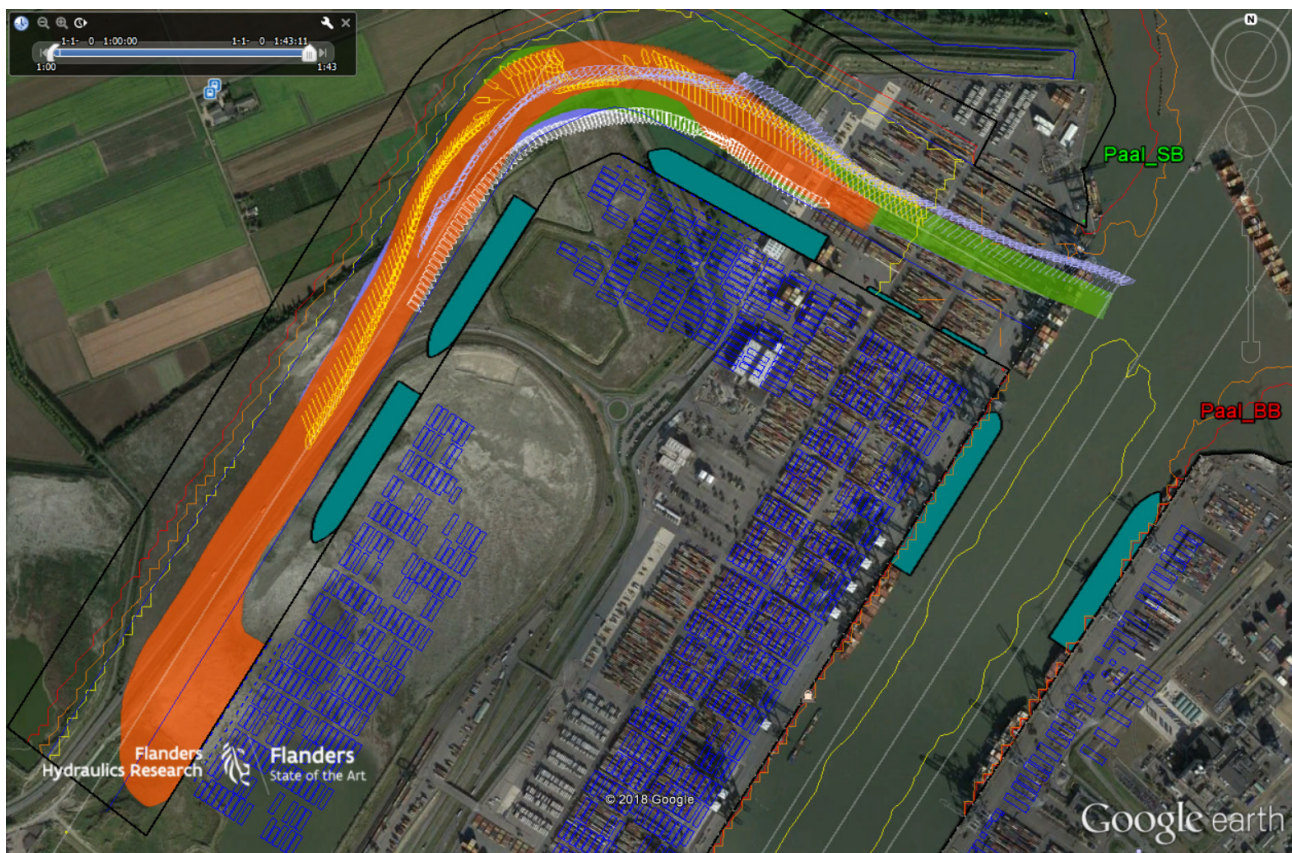


De runs voorgesteld in Figuur 12 en Figuur 13 bevatten ook passages van de knik in het TGD. Hoewel enkel in run VOVB006 de 100 m afstandslijn tot de kade niet werd gerespecteerd (echter enkel in de knik zelf waar geen ULCS zijn afgemeerd), kan de knik onder de verschillende gekozen windrichtingen gerond worden met een 430 m of 366 m schip. Ook de afstand tot het talud, waarbij de waterstand ook nog een rol speelt, is meer dan voldoende.

## 4.2 Knik

Wanneer de simulaties VOVB002, VOVB003 en VOVB004, waarbij enkel in het TGD werd gevaren voor het rondnemen van de knik, worden samengebracht in Figuur 14, dan kan men vaststellen dat het pad van elke simulatie bij verschillende windrichtingen (430 m schip met paars, N 6 Bft, groen en oranje bij O 6 Bft) vrij gelijkaardig is. Run VOVB004 (oranje) is de enige die in afvaart werd uitgevoerd. In de knik blijven praktisch alle scheepscontouren binnen de 100 m afstandslijn en het talud. Door de oostelijke en noordelijke windrichtingen kan men vaststellen dat er in het deel van het dok ongeveer loodrecht op het DGD nog een grote ruimte is tussen de scheepscontouren en de noordelijke muur van het dok en het doorlopende talud. De knik kan gerond worden maar mag niet opnieuw versmald worden naar 300 m in plaats van 350 m aan de afwaartse zijde van de knik omdat anders niet voldoende afstand tot de afgemeerde schepen in de omgeving van de knik kan gerespecteerd worden in alle mogelijke windomstandigheden.

Figuur 14 – Google Earth view van de simulaties VOVB002 (paars, N6), VOVB003 (groen, O6) en VOVB004 (oranje, O6)



## Referenties

**Delefortrie, G.; Eloot, K.; Mostaert, F.** (2011). Uitvoering van standaard manoeuvreerproeven op de sleeptank: deelrapport 3 - Geconsolideerde modellering van de krachten in drie vrijheidsgraden voor containerschepen. *WL Rapporten*, 457\_10. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

**Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F.** (2019). 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>





## Appendix A: Pilot card 430 m en 366 m ULCS

### CON430\_620 PRINCIPLE CHARACTERISTICS

based on fast time simulations

|         |                    |
|---------|--------------------|
| Name    | Con430_620_160.SHI |
| Project | 16_117 CP ECA      |

#### Main Dimensions

|                           |                   |        |
|---------------------------|-------------------|--------|
| L <sub>OA</sub>           | [m]               | 430    |
| L <sub>PP</sub>           | [m]               | 409    |
| B                         | [m]               | 62     |
| T <sub>design</sub>       | [m]               | 16     |
| m                         | [ton]             | 263734 |
| A <sub>wind frontal</sub> | [m <sup>2</sup> ] | 2728   |
| A <sub>wind lateral</sub> | [m <sup>2</sup> ] | 15932  |

#### Propeller

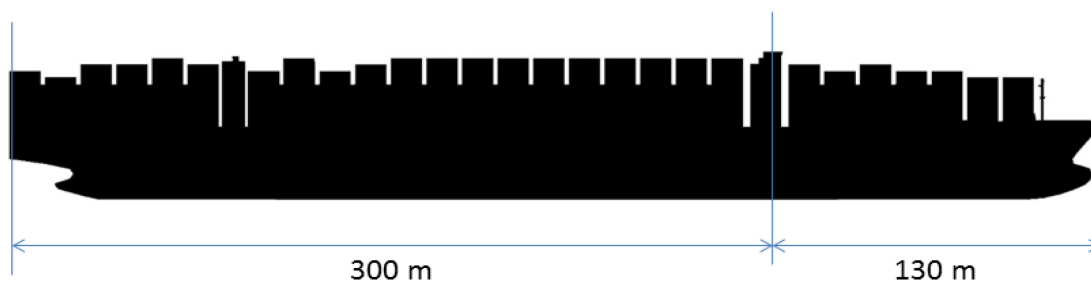
|                  |       |      |
|------------------|-------|------|
| #                | [-]   | 1    |
| n <sub>max</sub> | [1/s] | 1.56 |
| CPP              |       | No   |

#### 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 |



| Manoeuvring speeds     |     |          |         |         |
|------------------------|-----|----------|---------|---------|
|                        | RPM | UKC=100% | UKC=20% | UKC=10% |
|                        | [-] | [kn]     | [kn]    | [kn]    |
| Manoeuvring Full Ahead | 60  | 16.4     | 14.0    | 12.6    |
| Half Ahead             | 48  | 13.1     | 11.2    | 10.1    |
| Slow Ahead             | 36  | 9.8      | 8.4     | 7.6     |
| Dead Slow Ahead        | 24  | 6.4      | 5.6     | 5.0     |

| Stopping specifications             |      |       |          |
|-------------------------------------|------|-------|----------|
|                                     | Time |       | Distance |
|                                     | [s]  | [min] | [m]      |
| From Man. Full Ahead to Full Astern | 604  | 10.07 | 2380     |
| From Slow Ahead to Slow Astern      | 915  | 15.25 | 2027     |

| Turning specifications |         |          |           |
|------------------------|---------|----------|-----------|
|                        | Advance | Transfer | Tact Diam |
| UKC = 100%             | [m]     | [m]      | [m]       |
| Full Ahead             | 1380    | 872      | 1879      |
| Slow Ahead             | 1375    | 874      | 1874      |
| UKC=20%                |         |          |           |
| Full Ahead             | 1614    | 1252     | 2489      |
| Slow Ahead             | 1494    | 1139     | 2296      |
| UKC=10%                |         |          |           |
| Full Ahead             | 2156    | 1838     | 3640      |
| Slow Ahead             | 1966    | 1635     | 3266      |



## cma\_cgm\_maeterlinck\_131 PRINCIPLE CHARACTERISTICS

|         |                             |
|---------|-----------------------------|
| Name    | cma_cgm_maeterlinck_131.SHI |
| Project |                             |

### Main Dimensions

|                           |                   |          |
|---------------------------|-------------------|----------|
| LOA                       | [m]               | 366.0    |
| L <sub>PP</sub>           | [m]               | 349.5    |
| B                         | [m]               | 48.8     |
| T                         | [m]               | 13.1     |
| m                         | [ton]             | 148,700  |
| A <sub>wind frontal</sub> | [m <sup>2</sup> ] | 2,242.8  |
| A <sub>wind lateral</sub> | [m <sup>2</sup> ] | 11,059.0 |

### Propeller

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

### Thruster

|                |      |       |
|----------------|------|-------|
| Bow thruster   | [-]  | 1     |
| Total Power    | [HP] | 4,023 |
| Stern Thruster | [-]  | 0     |
| Total Power    | [HP] | 0     |

### Rudders

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

## Appendix B: Manual voor de KMZ presentaties

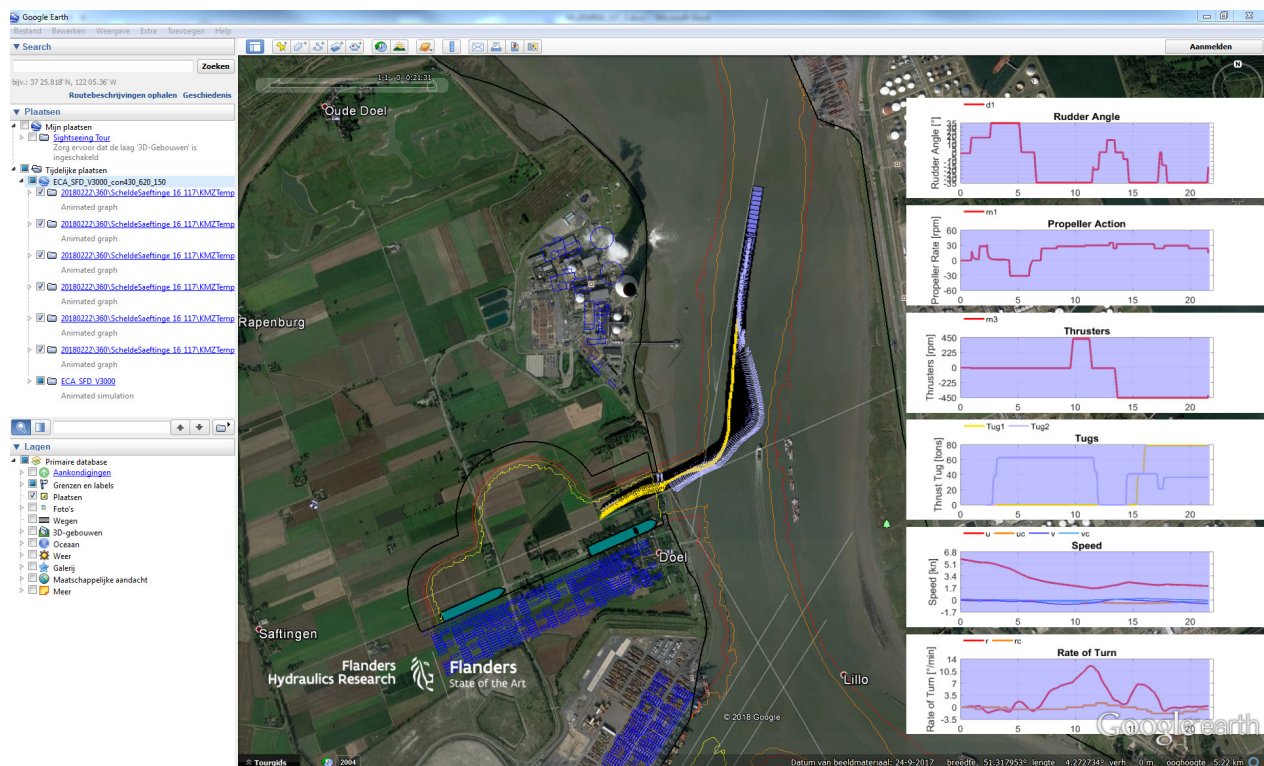
De uitgevoerde simulaties kunnen bekeken worden met animatie in Google Earth op basis van de bijgeleverde KMZ bestanden. Voor het bekijken van deze bestanden werd een korte Engelstalige manual opgesteld.

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

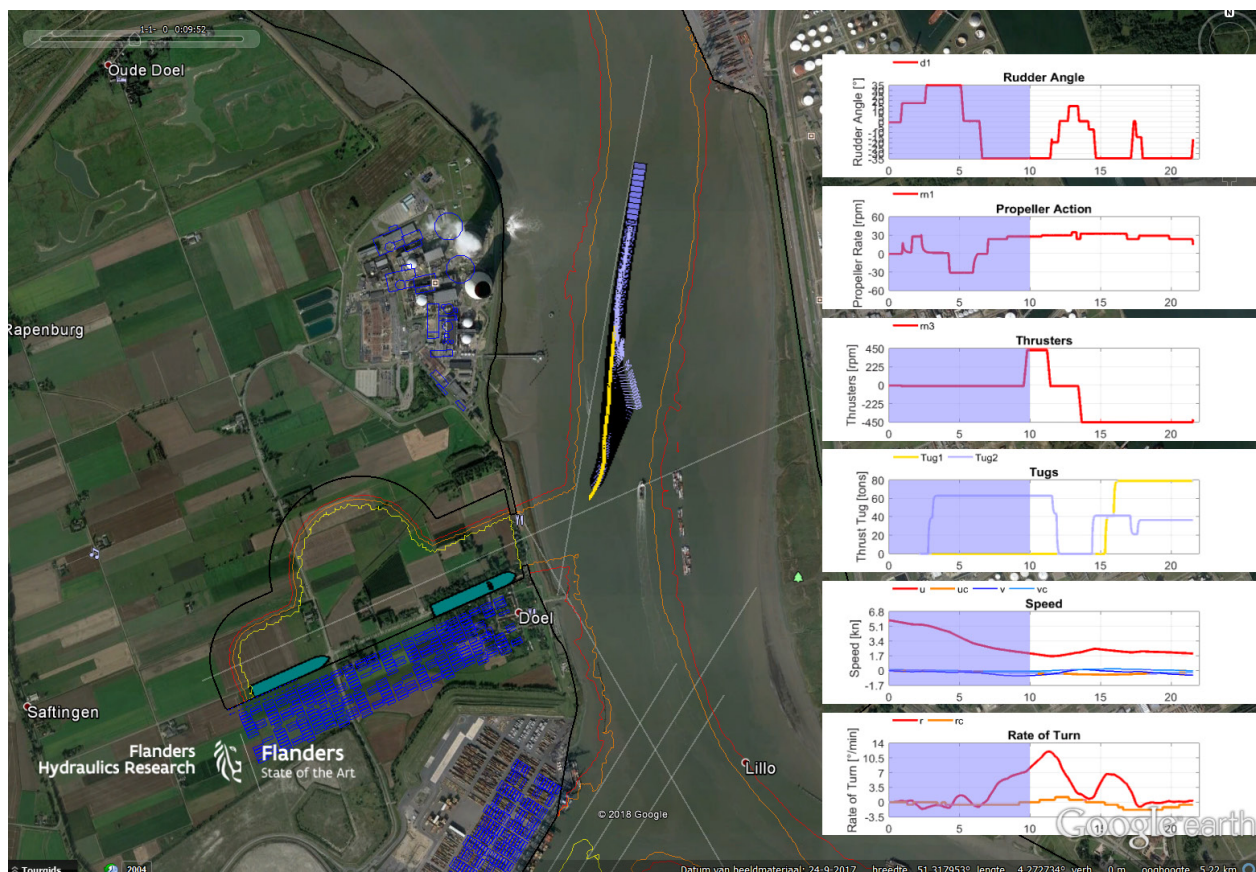
Go to Windows Explorer and double click on a selected KMZ file:

e.g. ECA\_SFD\_V3000\_con430\_620\_150.kmz

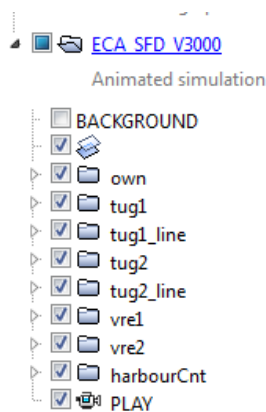
The KMZ file with animated graphs and animated simulation can be seen in the temporary locations at the left pull down menu. On the main screen the location is seen with the simulation data on top of it and the overlay graphs (right column with time graphs). You can tick on or off the different overlay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



The overlay graphs are light blue 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.

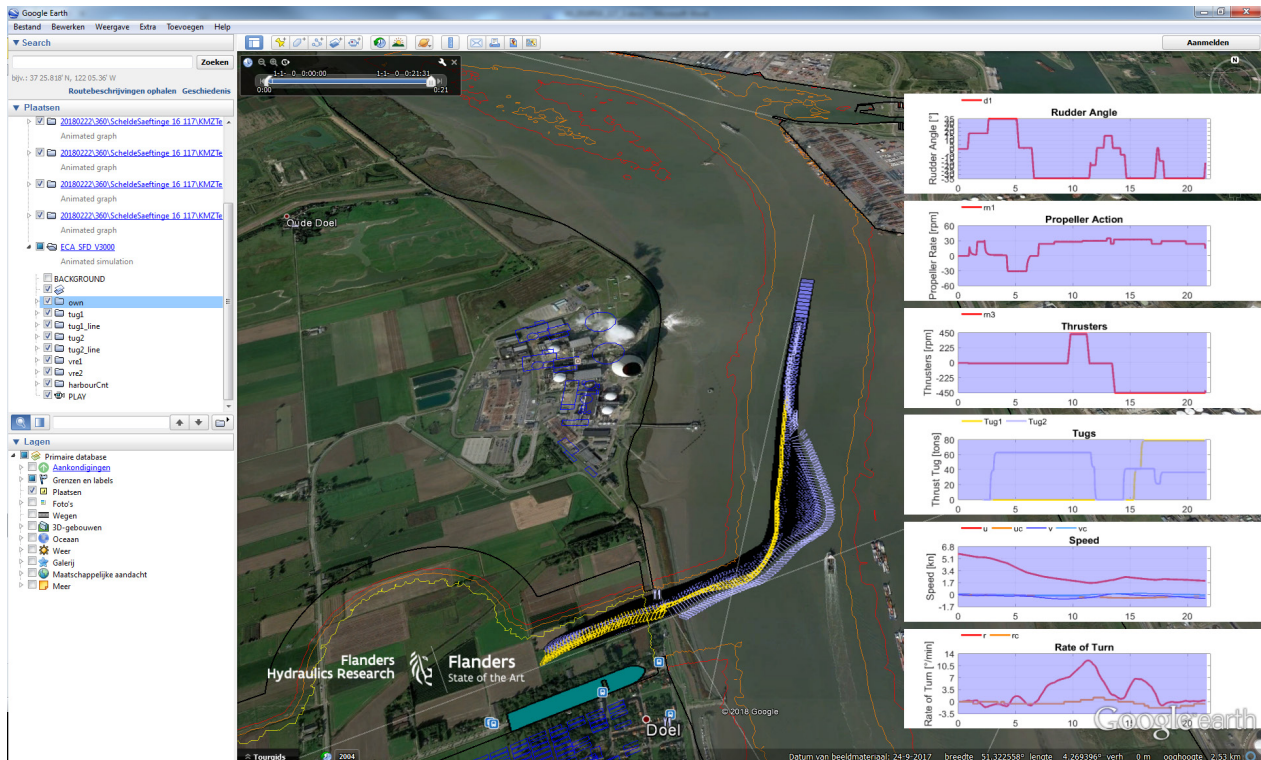


To clearly focus on the track of the own ship you can select the pull down list of the animated simulation

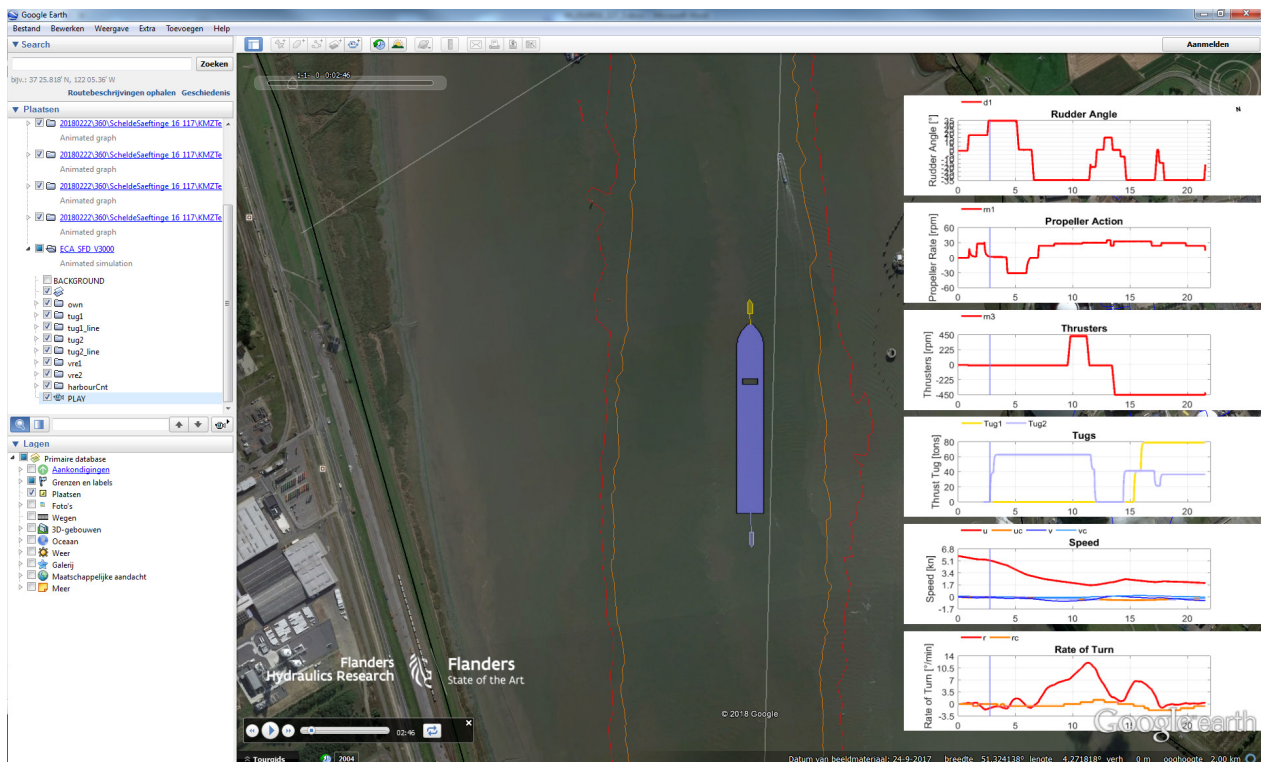


and double click on “own”. Then the Google Earth presentation zooms to the track of the own ship. You can once again use the slider to go back and forward in the simulation.





In the pull down list of the animated simulation there is also a PLAY button, by double clicking on this button the simulation replays with a vertical blue line on the overlay graphs to show where you are in the graphs for the presented own ship 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:

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 of -60 rpm (astern) and a maximum of 60 rpm (ahead).

The bow thruster (rn3) with a minimum propeller rate of -450 rpm (to port) and a maximum propeller rate of 450 rpm (to starboard).

The tugs (tug1 and tug2) with the given thrust of the tug shown in tons. Different tugs of 60 or 80 tons bollard pull have been used.

The longitudinal speed component (u) of the vessel and the longitudinal current speed (uc) with the lateral speed component (v) of the vessel and the lateral current speed (vc).

The rate of turn (r) of the vessel and the rate of turn of the current (rc) on the ship.

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 -18.1 m LAT.

## Appendix C: Feedback tijdens de simulaties

Tabel 4 – Feedback tijdens de simulaties van 29/11/2018

| Run                | Feedback                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ECA_SFD_A9_VOVB000 | Bij het rondenvan de knik komt het schip dichterbij het schuine deel van de terminal maar een afstand van 70 m tussen schip en kade moet volstaan indien op deze locatie eventueel binnenschepen zijn afgemeerd. In vergelijking met een meerplaats achteraan in het Deurganckdok duurt het vermoedelijk een kwartier langer om naar de laatste ligplaats van het TGD te gaan. De knik kan niet genomen worden aan een snelheid groter dan 2.5 knopen met het ontwerpschip van 430 m. Bij het invaren van het TGD was volle kracht van de sleepboot(en) en de boegschroef noodzakelijk. |
| ECA_SFD_A9_VOVB001 | Eens van de kade wordt het buitenbeeld 180° gedraaid zodat het achterschip op de projectie van SIM225 zichtbaar is. 30 m als minimale afstand bij het passeren van het afgemeerde schip net afwaarts van de ligplaats. Om de knik te rondenvan staat de boegschroef vol en de voorsleepboot vol, geen reserve meer bij 6 Bft. 6 Bft is de limiet. Sleepbootconfiguratie met 80 ton voor, 80 ton achter, 60 ton of 80 ton best in de zijde als pull. Om de knik te rondenvan moet er een drifthoek gemaakt worden vanaf het starten aan de kade (dus niet bodily weg van de kade gaan).  |
| ECA_SFD_A9_VOVB002 | Voor 6 Bft moet je minstens twee sleepboten vast hebben en een derde die duwend kan assisteren.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ECA_SFD_A9_VOVB003 | Derde boot om te duwen en om sneller te kunnen handelen. De snelheid in de knik moest afgebouwd worden van 2.7 knoop naar 1.2 knoop om de rate of turn te halen voor de koerswijziging in de knik.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ECA_SFD_A9_VOVB004 | De snelheid om de knik te nemen is best rond de 2 knopen vooruit of achteruit. Ten opzichte van de uiterste ligplaats van het DGD 20 minuten verschil met de uiterste ligplaats van het TGD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ECA_SFD_A9_VOVB005 | De achtersleepboot moet op stroom vol blijven trekken tegen de stroom. Geen reserve. De boegschroef wordt herhaaldelijk op vol gezet om de rate of turn op te bouwen en het TGD in te draaien. Duur van het manoeuvre 36 minuten. De snelheid in de knik was te groot (4.5 knopen) om zonder sleepboot te zwaaien. 4 knopen in de knik maximaal voor deze grootte van schepen.                                                                                                                                                                                                          |
| ECA_SFD_A9_VOVB006 | De hoek werd afgerond in de knik omdat er dichterbij het niet bezette tussenstuk (schuin verbindingsdeel tussen de kades in het TGD) kon gevaren worden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

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)