



**Vlaanderen**  
is wetenschap



16\_117\_5  
WL rapporten

## **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

**DEPARTEMENT  
MOBILITEIT &  
OPENBARE  
WERKEN**

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

# 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

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/2019/3241/100

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 5 – Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: simulatiestudie voor de bouwsteen tweede getijdendok loodrecht op het Deurganckdok. Versie 5.0. WL Rapporten, 16\_117\_5. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

### Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Departement MOW	Ref.:	WL2019R16_117_5
Keywords (3-5):	ULCS, toegankelijkheid, bouwsteen tweede getijdendok		
Tekst (p.):	24	Bijlagen (p.):	7
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

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

### Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Verwilligen, J.	<small>Getekend door: Jeroen Verwilligen (Signature) Getekend op: 2019-04-05 11:40:42 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Jeroen Verwilligen</i>
Projectleider:	Eloot, K.	<small>Getekend door: Katrien Eloot (Signature) Getekend op: 2019-04-05 20:12:50 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Katrien Eloot</i>

### Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	<small>Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-04-06 08:29:04 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Frank Mostaert</i>
-----------------	--------------	--



# Complex Project

**Extra**

## **Containerbehandelingscapaciteit Havengebied Antwerpen (CP ECA)**

*Geïntegreerd onderzoek*

*Ontwerprapport 5 Nautisch onderzoek*

**Waterbouwkundig  
Laboratorium**



**Vlaanderen**  
is wetenschap



**Vlaanderen**  
is mobiliteit &  
openbare werken

#### Documentinformatie

<b>Naam project</b>	Complex Project Extra Containerbehandelingscapaciteit Havengebied Antwerpen (CP ECA). Geïntegreerd onderzoek. Ontwerprapport 5 Nautisch onderzoek
<b>Opdrachtgever</b>	Departement Mobiliteit en Openbare Werken Koning Albert II laan 20 bus 2 1000 Brussel
<b>Contactpersoon opdrachtgever</b>	dr. Reginald Loyen Procesverantwoordelijke CP ECA reginald.loyen@mow.vlaanderen.be
<b>Opdrachtnemer</b>	Waterbouwkundig Laboratorium Berchemlei 115, 2140 Antwerpen
<b>Contactpersoon opdrachtnemer</b>	Dr. Katrien Eloot Katrien.eloot@mow.vlaanderen.be
<b>Projectnummer</b>	16_117

#### Versiebeheer

Versiedatum	Auteur(s) document	Document-verantwoordelijke	Document-screener
15/06/2018	Katrien Eloot	Katrien Eloot	Jeroen Verwilligen Marc Vantorre (UGent)
06/08/2018	Katrien Eloot	Katrien Eloot	Jeroen Verwilligen Marc Vantorre (UGent) Stefaan Ides (HA)

#### Verspreiding

Naam	Functie	Datum	Versiedatum
			1.0

## Abstract

Dit rapport beschrijft de simulaties die werden uitgevoerd voor de bepaling van de vorm van een nautisch toegankelijk tweede getijdendok loodrecht op het Deurganckdok (de P9-varianten). Om de vormgeving van het dok planologisch, sedimentologisch en nautisch op elkaar af te stemmen, werden verschillende varianten hydrodynamisch doorgerekend met een stroomveld over het getij als output. Deze output werd dan weer gebruikt als input voor het uitvoeren van realtime simulaties door DAB Loodswezen op de (gekoppelde) simulatoren SIM360+ en SIM225. Op basis van deze simulaties kon aangetoond worden dat de twee onderzochte varianten P9-0 en P9-3 toegankelijk zijn voor een 430 m lang containerschip en werden kwantitatieve waarden verzameld voor de beoordeling van de manoeuvres in plaats en in tijd.

*Kennisdomein: Scheepsbeweging -> Ontwerp vaarweg en haven -> Literatuurgegevens / ervaringsgegevens*



# Inhoudstafel

Abstract .....	V
Inhoudstafel.....	VII
Lijst van de tabellen.....	VIII
Lijst van de figuren .....	IX
1 Inleiding .....	1
2 Proevenprogramma.....	2
2.1 Varianten .....	3
2.2 Simulatieprogramma .....	6
3 Analyse .....	8
3.1 Individuele simulaties .....	10
3.1.1 Variant P9-0 .....	10
3.1.2 Variant P9-3 .....	13
3.2 Gekoppelde simulaties .....	16
4 Conclusies .....	22
Referenties .....	24
Appendix A: Pilot card 430 m ULCS .....	A1
Appendix B: Manual voor de KMZ presentaties.....	A3
Appendix C: Feedback tijdens de simulaties .....	A7



## Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Simulatieprogramma van 24/05/2018 voor SIM360+ .....	7
Tabel 2 – Simulatieprogramma van 24/05/2018 voor SIM225 .....	7
Tabel 3 – Runs voor variant P9-0 tijdens individuele simulaties .....	10
Tabel 4 – Runs voor variant P9-3 tijdens individuele simulaties .....	13
Tabel 5 – Runs voor variant P9-3 tijdens gekoppelde simulaties .....	17
Tabel 6 – Feedback tijdens de simulaties van 24/05/2018 .....	A7

## Lijst van de figuren

Figuur 1 – Variant P9-0 voor het tweede getijdendok .....	3
Figuur 2 - Variant P9-3 voor het tweede getijdendok.....	4
Figuur 3 – Stroomvelden aan de toegang voor varianten P9-0 en P9-3 .....	5
Figuur 4 – Verschilkaarten voor de stroomvelden voor elke variant P9-0 of P9-3 met de referentie van het Deurganckdok [1] .....	6
Figuur 5 – Google Earth KMZ voorstelling van de gekoppelde simulaties ECA_SFD_VP9_3002 .....	9
Figuur 6 – Samengestelde tracks van runs VP9_0000 en VP9_0001 voor SIM360+ en SIM225.....	12
Figuur 7 – Samengestelde tracks van runs VP9_3000 en VP9_3001 voor SIM360+ en SIM225.....	15
Figuur 8 – Gekoppelde simulatie VP9_3002: minuut 1 tot 20 .....	16
Figuur 9 - Gekoppelde simulatie VP9_3002: minuut 20 tot 27 (links) en minuut 27 tot 32 (rechts).....	16
Figuur 10 - Gekoppelde simulatie VP9_3003: minuut 1 tot 18 .....	19
Figuur 11 - Gekoppelde simulatie VP9_3003: minuut 20 (links) en minuut 20 tot 30 (rechts) .....	20
Figuur 12 - Gekoppelde simulatie VP9_3004: minuut 1 tot 30 .....	20
Figuur 13 - Gekoppelde simulatie VP9_3004: minuut 30 tot 57 .....	21



# 1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de simulaties die werden uitgevoerd voor de bepaling van de vorm van een nautisch toegankelijk tweede getijdendok loodrecht op het Deurganckdok (de P9-varianten). Om de vormgeving van het dok planologisch, sedimentologisch en nautisch op elkaar af te stemmen, werden verschillende varianten hydrodynamisch doorgerekend met een stroomveld over het getij als output. Deze output werd dan weer gebruikt als input voor het uitvoeren van realtime simulaties door DAB Loodswezen op de (gekoppelde) simulatoren SIM360+ en SIM225.

In Hoofdstuk 2 wordt het proevenprogramma besproken dat werd uitgevoerd op 24 mei 2018 voor de varianten P9-0 en P9-3. In Hoofdstuk 3 wordt een beknopte analyse gegeven van de uitgevoerde simulaties en in Hoofdstuk 4 worden conclusies geformuleerd.

## 2 Proevenprogramma

De simulaties werden uitgevoerd door vier loodsen van DAB Loodswezen op 24 mei 2018. De simulaties werden in de voormiddag uitgevoerd voor zwaaimanoeuvres op SIM360+ enerzijds en SIM225 anderzijds. Doel was na te gaan hoe de zwaaimanoeuvres konden uitgevoerd worden bij verschillende stroom/getijcondities en windcondities. In de namiddag werden ontmoetingen uitgevoerd tussen twee ULCS die beide als bestemming of vertrekpunt het tweede getijdendok hadden. Hierbij waren de simulatoren gekoppeld en werden de manoeuvres in dezelfde simulatieomgeving uitgevoerd. Afstemming tussen de twee manoeuvres was dus noodzakelijk.

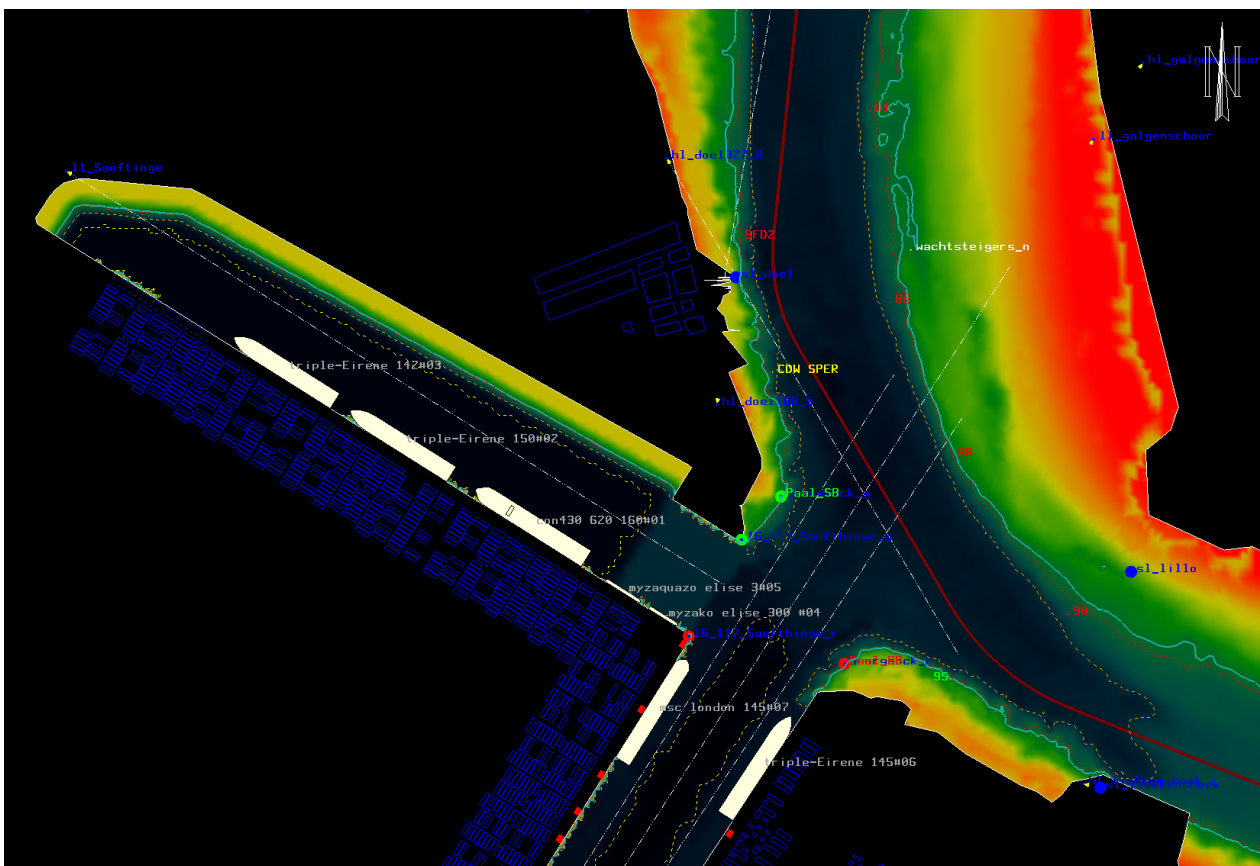
Alle simulaties werden uitgevoerd met een 430 m lang, 62 m breed en 15 m diepliggend containerschip. De pilot card voor dit schip bij een diepgang van 16 m is opgenomen in Appendix A.

## 2.1 Varianten

De twee varianten die nautisch onderzocht werden, zijn voorgesteld in afzonderlijke figuren. Voor alle figuren zijn de dieptelijnen (stippelijnen): rood (-10 m LAT), oranje (-14.5 m LAT) of geel (-18.1 m LAT).

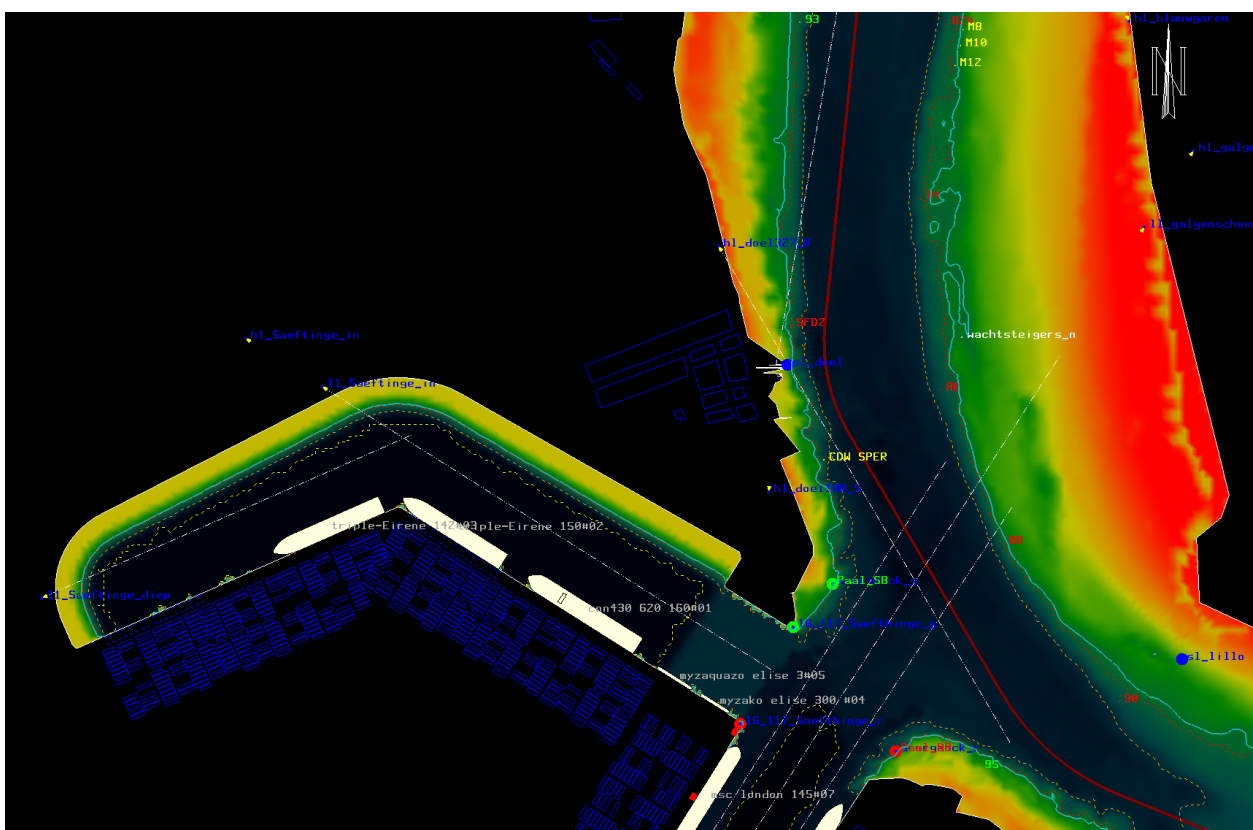
- Variant P9-0 (Figuur 1): Het tweede getijdendok staat over de volledige lengte van 2450 m (1850 m voor zeeschepen en tweemaal 300 m voor binnenschepen) loodrecht op het Deurganckdok. Door verlies van een ligplaats aan de noordzijde van het Deurganckdok worden in het nieuwe getijdendok vier ligplaatsen voorzien voor zeeschepen. De aansluiting met het Deurganckdok heeft een opening met breedte 350 m welke versmalt naar 250 m op het einde van het dok. Enkel aan de zuidzijde zijn er ligplaatsen voorzien. Aan de noordzijde is over de eerste 300 m een verticale muur voorzien en nadien een talud.

Figuur 1 – Variant P9-0 voor het tweede getijdendok



- Variant P9-3 (Figuur 2): Het tweede getijdendok staat over een lengte van 1350 m (900 m voor zeeschepen en 300 + 150 m voor binnenschepen) loodrecht op het Deurganckdok en maakt vervolgens een knik van ongeveer 57° met de eerste oriëntatie. De kadellengte na de knik bedraagt 1050 m (900 m voor zeeschepen en 150 m voor binnenschepen). De aansluiting met het Deurganckdok heeft net als in variant P9-0 een opening van 350 m. Ter hoogte van de knik blijft nog een breedte op volle diepte over van 300 m en aan het einde van het dok na de knik een breedte van 250 m. Enkel aan de zuidzijde zijn er ligplaatsen voorzien. Aan de noordzijde is over de eerste 300 m een verticale muur voorzien en nadien een talud.

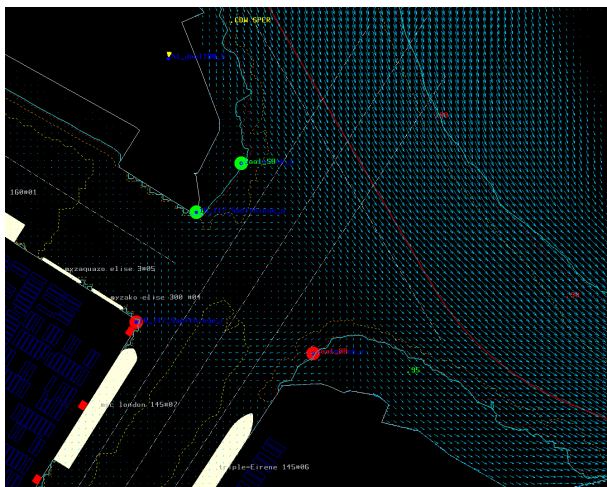
Figuur 2 - Variant P9-3 voor het tweede getijdendok



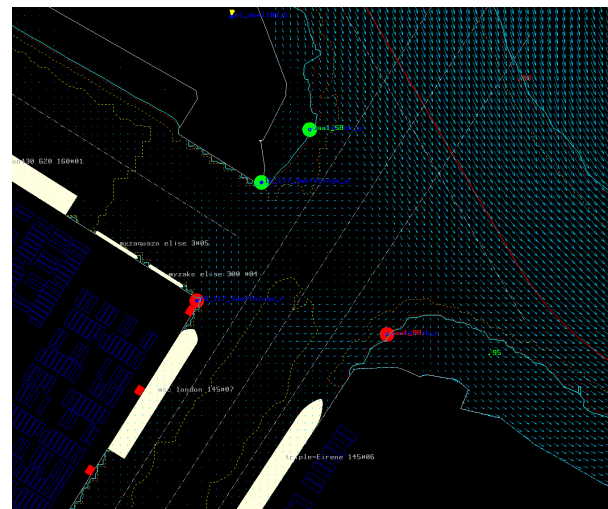
Het verschil tussen de varianten is voornamelijk de bijkomende koerswijziging die moet gerealiseerd worden in de variant P9-3. Dit vergt extra tijd. Ook moet men voldoende afstand tot de afgemeerde schepen kunnen behouden zodat deze geen hinder ondervinden van het rondenvan de knik door een passerend schip.

De stroomvelden die berekend werden voor de varianten P9-0 en P9-3 en welke toegepast werden tijdens de simulatiestudie worden voorgesteld in Figuur 3. Er werden ook verschilkaarten gevraagd tussen elke variant en het referentiescenario dat gebaseerd is op het huidige Deurganckdok. Deze verschilkaarten zijn te zien in Figuur 4 (maximale snelheden over het volledige getij) en werden doorgerekend door IMDC [1]. Men kan vaststellen dat de verschillen in stroombeeld tussen een Deurganckdok zoals vandaag aanwezig of met een tweede getijdendok aansluitend verwaarloosbaar zijn.

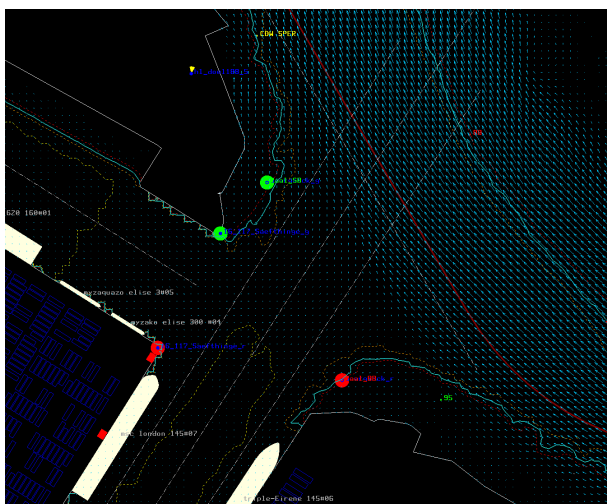
Figuur 3 – Stroomvelden aan de toegang voor varianten P9-0 en P9-3



Maximale vloedstroom, Vloed\_115

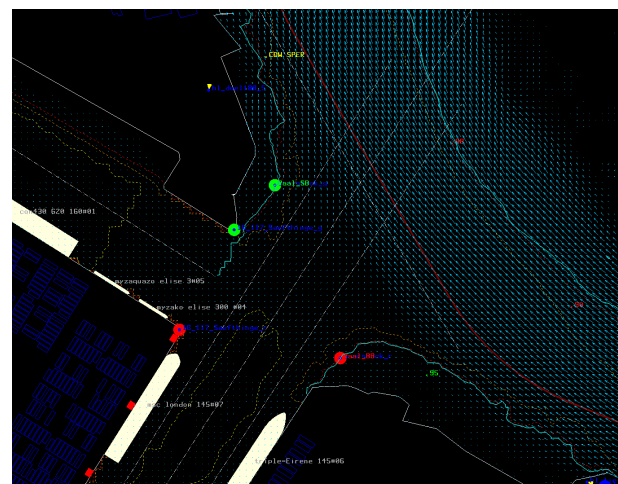


Maximale vloedstroom, Vloed\_115



Maximale ebstroom, Eb\_115

P9-0

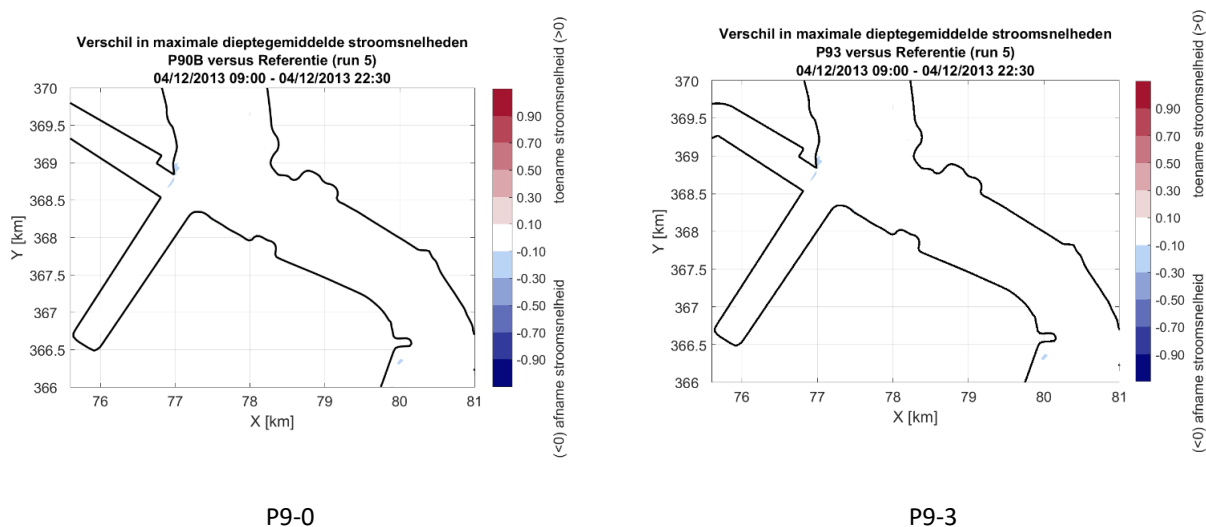


Maximale ebstroom, Eb\_115

P9-3



Figuur 4 – Verschilkaarten voor de stroomvelden voor elke variant P9-0 of P9-3 met de referentie van het Deurganckdok [1]



## 2.2 Simulatieprogramma

Het simulatieprogramma met de uitgevoerde simulaties en de condities (op- of afvaart, stroomconditie, wind en beschikbare sleepboten) wordt voorgesteld in Tabel 1 voor SIM360+ en Tabel 2 voor SIM225. Op basis van de naam van de simulatierun kan men vaststellen in welke variant de simulatie werd uitgevoerd (VP9\_0xxx of VP9\_3xxx). Verder was het schip in opvaart of afvaart, werd een stroomconditie tussen maximale vloed- of ebstroom gekozen, werd de wind opgelegd en werden maximaal twee sleepboten voorzien om de simulatie te assisteren (een voor- of achtersleepboot of twee achtersleepboten, tijdens sommige simulaties trad één van deze sleepboten op als duwer ).

Er werden op 24 mei twee simulaties uitgevoerd in Variant P9-0 en vijf simulaties in Variant P9-3. Omdat beide varianten eenzelfde toegang hebben aansluitend op het Deurganckdok werd het meest gesimuleerd in de variant met een knik (P9-3).

Er werd gekozen om, gezien het beperkte aantal uit te voeren simulaties, moeilijkere condities op te leggen om een maximale toegankelijkheid te garanderen. Deze moeilijkere condities betekenen maximale stroomcondities (maximale vloed- en ebstroom) die uiteraard vier keer daags voorkomen gedurende een bepaalde tijd. Buiten deze momenten is de stroom uiteraard gematigder en zal het schip vlotter kunnen manoeuvreren. Daarnaast betekenen deze moeilijkere condities ook sterke winden van 4 en 5 Beaufort die wel één Beaufortklasse kleiner zijn dan de klassen 5 en 6 Bft die werden toegepast in voorgaande simulaties [2]. De windrichting was in hoofdzaak ZW aangezien voor het tweede getijdendok loodrecht op het Deurganckdok dit betekent dat het dok geheel of gedeeltelijk ongeveer loodrecht op de overheersende windrichting ligt. Tot 4 Beaufort is de wind met beperkte sleepboothulp goed op te vangen. Vanaf 4 Beaufort is het belangrijk om na te gaan of de manoeuvres veilig en vlot kunnen uitgevoerd worden.

Tabel 1 – Simulatieprogramma van 24/05/2018 voor SIM360+

Run	Op/Afvaart	Stroom	Wind	Sleepboten <sup>1</sup>	
				F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_0000	OP	Vloed_115 <sup>2</sup>	ZW4 <sup>3</sup>	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_0001	OP	Eb_115	ZW4	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_3000	AF	Vloed_115	ZW4	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_3001	AF	Vloed_115	ZW4	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_3002	OP/AF	Vloed_115	ZW5	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_3003	OP/AF	Vloed_115	ZW5	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_3004	OP/AF	Eb_115	N5	F-80 ton	A-80 ton

Tabel 2 – Simulatieprogramma van 24/05/2018 voor SIM225

Run	Op/Afvaart	Stroom	Wind	Sleepboten	
				P-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_0000	OP	Eb_115	ZW4	P-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_0001	OP	Eb_115	ZW4	P-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_3000	AF	Eb_115	ZW4	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_3001	AF	Eb_115	ZW4		A-80 ton
ECA_SFD_VP9_3002	OP/AF	Vloed_115	ZW5	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_3003	OP/AF	Vloed_115	ZW5	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_VP9_3004	OP/AF	Eb_115	N5	F-80 ton	A-80 ton

<sup>1</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>2</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>3</sup> De wind wordt aangegeven met de windrichting ZW of N en de Beaufortklasse 4 of 5 Bft.

## 3 Analyse

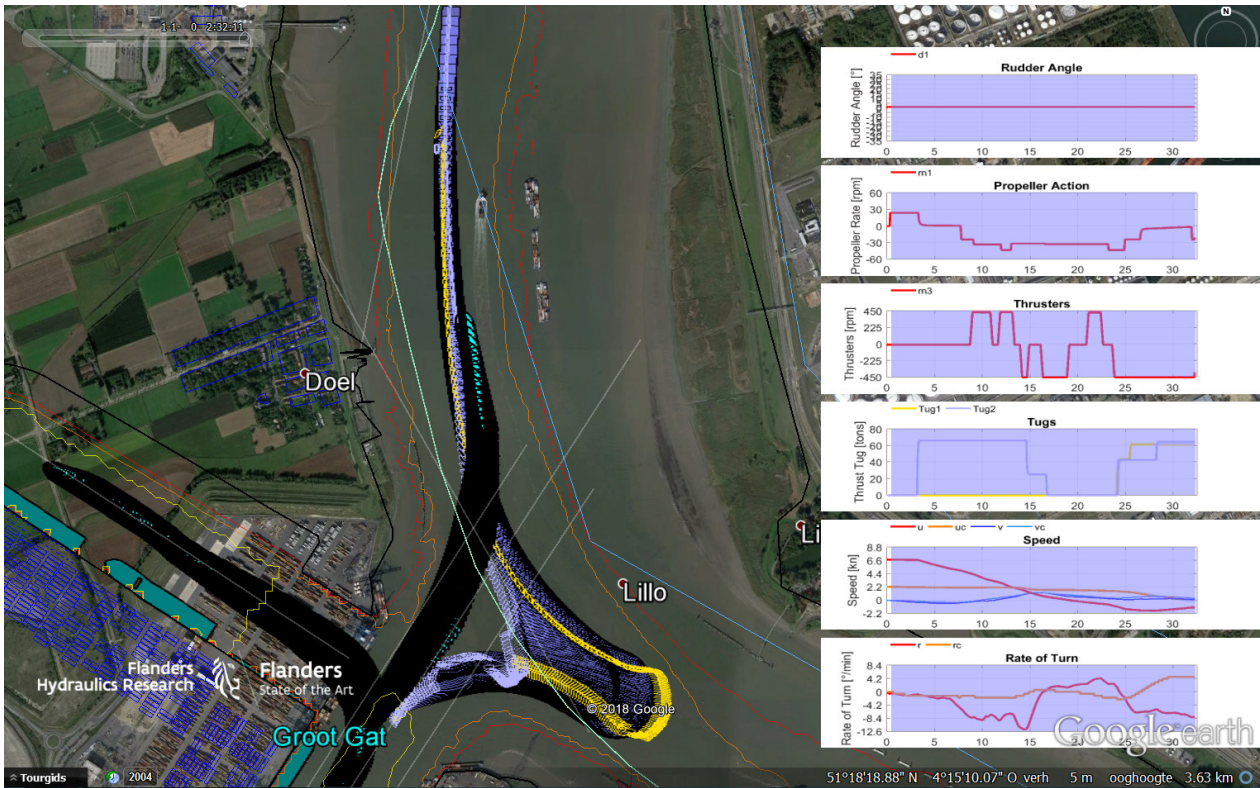
De analyse is een globale analyse op basis van de uitgevoerde simulatieruns. Er wordt geen detailonderzoek uitgevoerd omdat de evaluatie dient te gebeuren op strategisch niveau en in een latere fase (de uitwerkingsfase in de procesaanpak Complexe Projecten) gedetailleerd onderzoek voorzien is.

De analyse wordt gebaseerd op een KMZ bestand per run waarop de track van het ontwerpschip en de assisterende sleepboten is voorgesteld en opnieuw kan afgespeeld worden voor de individueel uitgevoerde simulaties (geen gekoppelde simulatoren SIM360+ en SIM225). De beschrijving voor het hanteren van deze KMZ bestanden is opgenomen in Appendix B. Met deze tracks kan men zien waar het ontwerpschip en de sleepboten zich bevonden ten opzichte van de harde infrastructuur en de dieptelijnen (aan de grond lopen).

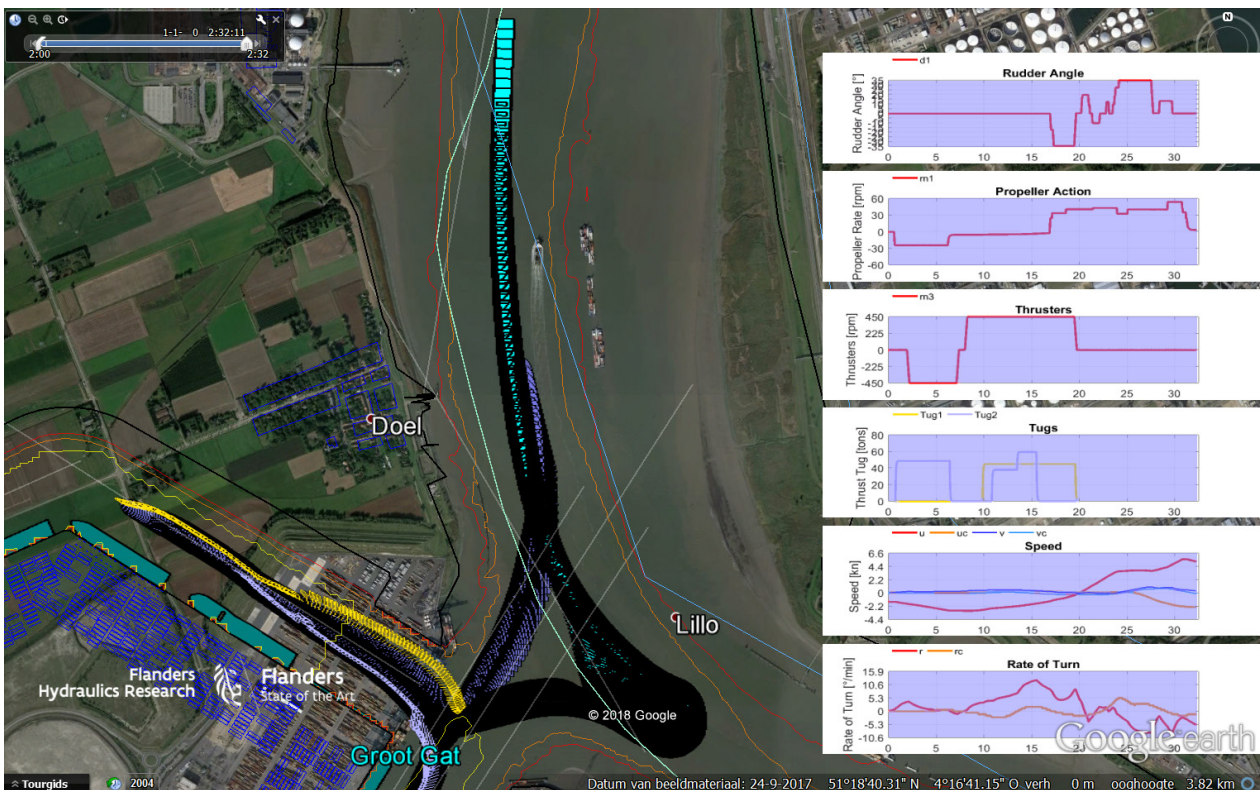
Naast de track van schip en sleepboten zijn ook tijdsafhankelijke gegevens weergegeven van het schip en de aan de sleepboten gevraagde bollard pull thrust. Op deze manier kan men zien hoe vaak er maximale roerhoek wordt gegeven, hoeveel keer maximale thrust van de boegschroeven en wanneer maximale thrust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

Voor de gekoppelde simulaties waarbij SIM360+ én SIM225 werden ingezet kan men op elk KMZ bestand horend bij elke simulator het eigenschap en zijn sleepboten zien, het andere ULCS schip maar echter zonder zijn sleepboten en ook de afgemeerde schepen. De tijdsgrafieken die ook op de KMZ voorstelling zijn opgenomen zijn ook enkel geldig voor het eigenschap met sleepboten. Bij gekoppelde simulaties moet dus de KMZ van elke simulator geopend worden om de tijdsgrafieken voor de verschillende variabelen te zien (Figuur 5).

Figuur 5 – Google Earth KMZ voorstelling van de gekoppelde simulaties ECA\_SFD\_VP9\_3002



a. SIM360+



b. SIM225

## 3.1 Individuele simulaties

### 3.1.1 Variant P9-0

De uitgevoerde runs in variant P9-0 zijn weergegeven in Tabel 3 met een beknopte analyse. Van deze runs zijn alle tracks samengebracht in Figuur 6.

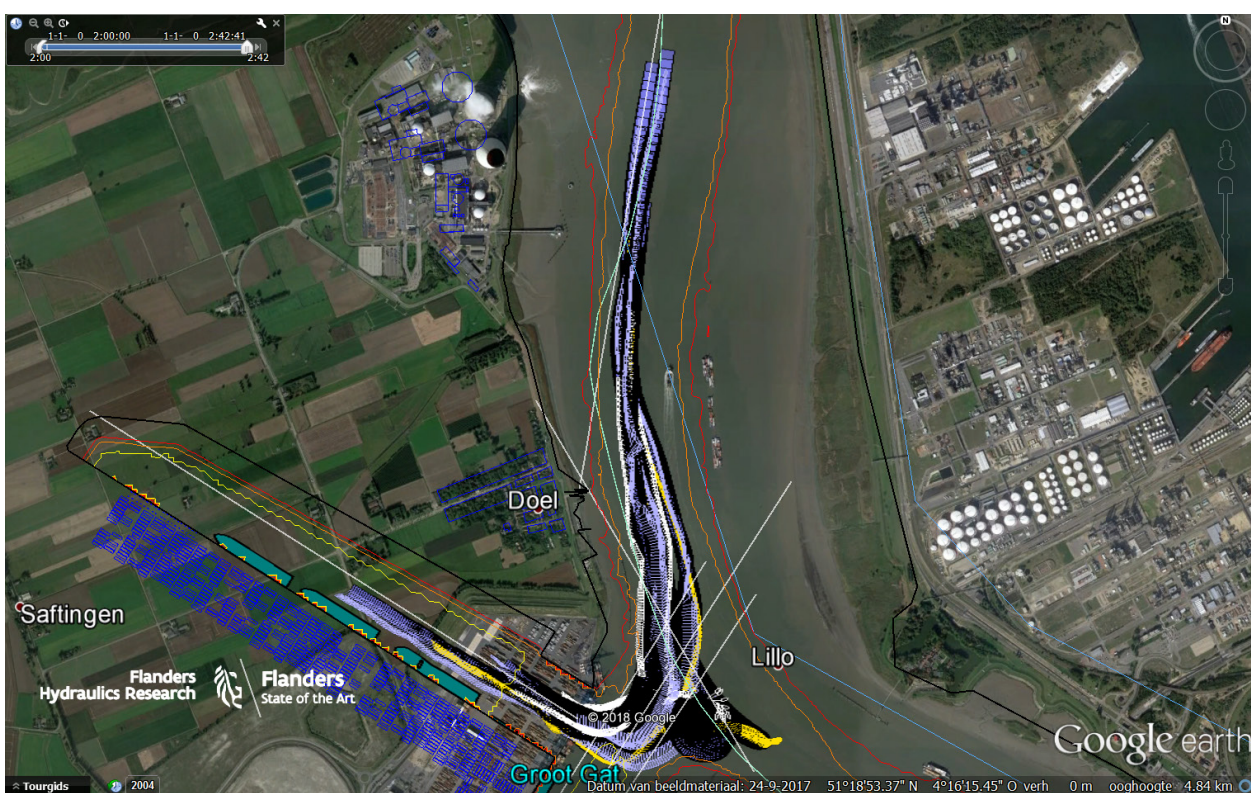
Tabel 3 – Runs voor variant P9-0 tijdens individuele simulaties

Run / SIM	Op/Afvaart	Stroom	Wind	Analyse
ECA_SFD_VP9_0 000 / SIM360+ Head out	OP	Vloed_115	ZW4	<p><u>Ruimte:</u> Tijdens het volledige manoeuvre is er voldoende afstand tot dieptelijnen, infrastructuur en afgemeerde schepen. Het schip komt het dichtst bij de afgemeerde schepen (50 m met een negatieve snelheid van -2.7 knopen).</p> <p><u>Tijd:</u> De simulatie duurt ongeveer 40 minuten in het totaal. 10 min zijn nodig om van de start tot voor de monding van het Deurganckdok te varen. Ongeveer 20 min remt het schip af op de rivier en gaat dan via een zigzag achterwaarts het tweede getijdendok in. Ongeveer 10 min zijn nodig om het schip op te lijnen langs de afgemeerde schepen en anderhalve ligplaats voor zeeschepen in het dok te brengen.</p> <p><u>Controlemiddelen:</u> Het schip is gedurende de volledige simulatie goed onder controle. De boegschroef wordt sporadisch op maximaal toerental gebruikt. Vooral de achtersleepboot trekt het langst (22 min) op 75% van zijn volle vermogen om het schip af te remmen in de vloedstroom. De voorsleepboot wordt slechts gedurende 6 minuten op 75% vermogen ingezet.</p>
ECA_SFD_VP9_0 001 / SIM360+ Head in	OP	Eb_115	ZW4	<p><u>Ruimte:</u> Het schip gaat bij aanvang van de simulatie opwaarts Doel naar de rode kant van de rivier om de bocht om het Deurganckdok en het tweede getijdendok head in in te varen zo wijd mogelijk in te zetten. Het schip respecteert op elk moment voldoende afstand tot dieptelijnen, infrastructuur en afgemeerde schepen. De kortste afstand tot het eerste afgemeerde schip is 60 m.</p> <p><u>Tijd:</u> De volledige simulatie duurt een half uur. Het schip bezet ongeveer gedurende 17 minuten de rivier (geen passerende afvaart aan rode kant) en heeft ongeveer 12 minuten nodig om vanuit de monding van het Deurganckdok het getijdendok in te draaien.</p>

Run / SIM	Op/Afvaart	Stroom	Wind	Analyse
				<p><u>Controlemiddelen:</u> Hard over stuurboord roer is nodig om het schip bij matig toerental in het Deurganckdok te laten bochten. Ook de sleepboten worden niet extreem ingezet met de voorsleepboot gedurende 5 min en de achtersleepboot gedurende 3 min op bijna 80 ton bollard pull. Er is dus nog reserve.</p>
ECA_SFD_VP9_000 / SIM225 Head out	OP	Eb_115	ZW4	<p><u>Ruimte:</u> Het schip heeft over het algemeen veel ruimte tot dieptelijnen, infrastructuur en afgemeerde schepen behalve wanneer het schip afremt op de rivier en aan de zuidzijde van de monding van het Deurganckdok dicht bij de -10 m LAT dieptelijn komt. Deze ondiepte zou eventueel nog moeten verruimd worden.</p> <p><u>Tijd:</u> De totale duur van de simulatie is ongeveer 40 minuten. Daarvan is gedurende 20 minuten de monding van het Deurganckdok bezet om van de rivier achterwaarts tot in het tweede getijdendok te komen.</p> <p><u>Controlemiddelen:</u> De duwende sleepboot wordt tijdens het zwaaimanoeuvre herhaaldelijk vol ingezet met 80 ton. De achtersleepboot assisteert tijdens dit manoeuvre met 75%. De boegschroef wordt ook tijdens het afremmen en zwaaien eerst 3 min en vervolgens 7 min op maximaal toerental ingezet. De reserve is beperkter.</p>
ECA_SFD_VP9_001 / SIM225 Head in	OP	Eb_115	ZW4	<p><u>Ruimte:</u> Het schip blijft gedurende de volledige simulatie zo goed als mogelijk aan de groene kant, op de rivier maar ook bij het inzwaaien van de monding van het Deurganckdok en van het tweede getijdendok. Hierdoor passeert het dichtbij de -14.5 m LAT dieptelijn waardoor ook aan de noordzijde van de monding de ondiepte wat kan weggebaggerd worden.</p> <p><u>Tijd:</u> De volledige simulatie duurt ongeveer een half uur. Hiervan zijn ongeveer 15 minuten nodig om vanop de rivier de monding in te draaien en voor meer dan de helft tot in het tweede getijdendok te varen.</p> <p><u>Controlemiddelen:</u> De sleepboten worden ongeveer voor de helft van de duur van de simulatie voor 75% ingezet als achtersleepboot en als duwer. De duwer werkt eerst stuurboord achter en vervolgens bakboord voor. De tijd om tussen deze twee posities te wisselen is tijdens de simulatie echter te kort (2 min) zodat het</p>

Run / SIM	Op/Afvaart	Stroom	Wind	Analyse
				werkelijke traject minder gunstig zou geweest zijn dan tijdens de simulatie. Tijdens het bochten in de monding en het getijdendok wordt de boegschroef ook maximaal ingezet. De reserve is dus beperkt om zo dicht bij de stuurboordoever het schip te houden.

Figuur 6 – Samengestelde tracks van runs VP9\_0000 en VP9\_0001 voor SIM360+ en SIM225



De samengestelde tracks in Figuur 6 tonen de benodigde ruimte om simulaties bij eb en vloed in op- en afvaart uit te voeren met head in of head out afmeren. In de vier uitgevoerde simulaties wordt een samengesteld ruimtegebruik op de rivier bekomen waarbij in vergelijking met de P5-varianten in [2] er meer ruimte op de rivier gelaten wordt. Hierdoor zullen kleinere schepen minder gehinderd worden. De simulaties bij de P5-varianten werden wel met een hogere Beaufortklasse uitgevoerd maar het grootste ruimtegebruik trad op bij het indraaien in het getijdendok en dus minder onder invloed van de wind. De afstand tot de harde infrastructuur is ook voor het nieuwe getijdendok steeds voldoende aan de noord- en zuidzijde. Voor de ondieptes aan de monding van het Deurganckdok moet zowel aan de west- als oostzijde gekeken worden voor een verruiming van de -14.5 m LAT lijn.

De dokbreedte van 350 m aan de ingang van het tweede getijdendok moet behouden blijven om een vlotte toegankelijkheid van het dok in op- en afvaart mogelijk te maken.

### 3.1.2 Variant P9-3

De uitgevoerde runs in variant P9-3 zijn weergegeven in Tabel 4 met een beknopte analyse.

Tabel 4 – Runs voor variant P9-3 tijdens individuele simulaties

Run / SIM	Op/Afvaart	Stroom	Wind	Analyse
ECA_SFD_VP9_3 000 / SIM360+ Head in	AF	Vloed_115	ZW4	<p><u>Ruimte:</u> In principe is er steeds voldoende ruimte beschikbaar tussen het afvarende schip en de afgemeerde schepen of infrastructuur in de variant van het tweede getijdendok met knik, maar er wordt zeer dicht tegen de afgemeerde schepen aan de knik gevaren (8 m) en ook aan de noordelijke muur die aansluit op het Deurganckdok (6 m). Er is nochtans aan de andere zijde meer dan ruimte genoeg om het schip beter in het dok te positioneren.</p> <p><u>Tijd:</u> De volledige simulatie, vanaf de achterste ligplaats na de knik (echter reeds weg van de kade) tot op de rivier aan de rode kant, duurt een uur. Hiervan zijn 40 minuten nodig om het schip achterwaarts tot het einde van het tweede getijdendok te brengen. Vervolgens wordt de monding van het Deurganckdok voor 20 minuten geblokkeerd voor ander opvarend en afvarend verkeer indien het schip in één vloeiende beweging het achteruit afstoppen op rivier en direct op snelheid brengen kan uitvoeren.</p> <p><u>Controlemiddelen:</u> Er is nog reserve op de controlemiddelen waarbij alleen op het einde - wanneer het schip op stroom is - de boegschroef maximaal toerental gebruikt gedurende 10 minuten. De sleepboten assisteren met vermogens die voor het grootste deel van de tijd maar 50% of minder zijn van hun maximaal vermogen.</p>
ECA_SFD_VP9_3 001 / SIM360+ Head out	AF	Vloed_115	ZW4	<p><u>Ruimte:</u> Bij het rondenvan de hoek op het einde van het getijdendok bedraagt de afstand slechts 17 m. Men probeert zo kort mogelijk deze hoek te passeren om zo kort mogelijk te draaien. Het schip wordt echter van zodra de boeg op stroom komt, gepakt door de stroom waardoor het drift op de rivier over de volledige breedte van de rivier.</p> <p><u>Tijd:</u> De volledige simulatie vanaf de eerste ligplaats voor zeevaart tot het schip opgelijnd is aan de rode kant duurt een half uur. Ongeveer 7 minuten daarvan heeft het nodig om tot het einde van het getijdendok te varen en de rest voor het overige manoeuvre. Van zodra het schip</p>

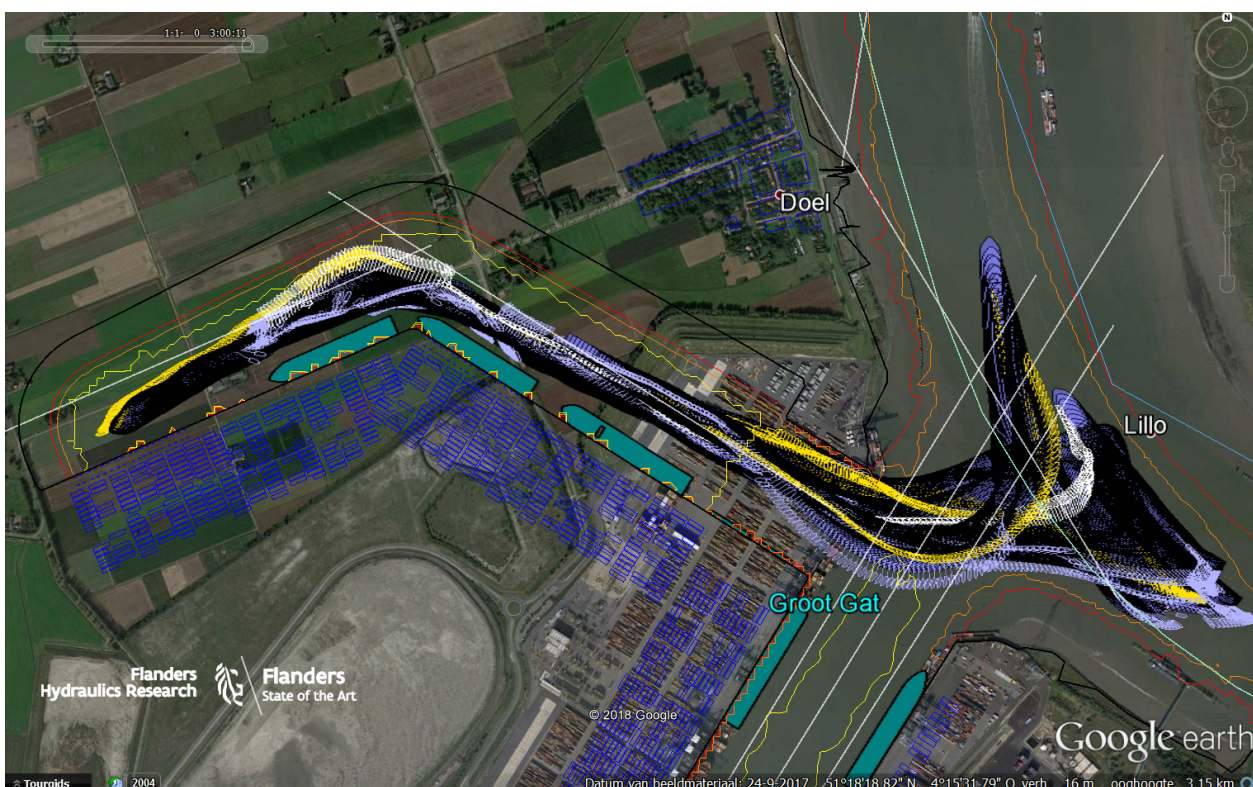


Run / SIM	Op/Afvaart	Stroom	Wind	Analyse
				<p>voldoende zuidelijk op de rivier is, kunnen uiteraard andere schepen vooruit het Deurganckdok binnen varen. Voor het zwaaien in de monding zal men moeten wachten tot het schip voldoende noordelijk is gevaren.</p> <p><u>Controlemiddelen:</u> Door de sterke stroom is de reserve op sleepboten en boegschroef beperkt. Gedurende ongeveer 20 minuten worden beiden ingezet: sleepboten op 75%, boegschroef op maximum. Met schroef en roer is er nog wat reserve maar beperkt.</p>
ECA_SFD_VP9_3000 / SIM225 Head in	AF	Eb_115	ZW4	<p><u>Ruimte:</u> Het achterwaarts uitvaren van het dok is bij eb een vlotter manoeuvre dan bij vloed. Opnieuw komt het schip dicht bij de afgemeerde schepen aan de knik met een minimale afstand van 18 m. Niettemin is er meer ruimte in de knik om minstens 40 m afstand te bewaren.</p> <p><u>Tijd:</u> De volledige simulatie duurt 45 minuten waarvan een half uur nodig is om vanaf de laatste ligplaats na de knik tot de ingang van het getijdendok te komen. De resterende 15 minuten passeert het schip de monding van het Deurganckdok en is mooi opgelijnd aan de rode kant.</p> <p><u>Controlemiddelen:</u> De achterste sleepboot wordt meer ingezet dan de voorste maar voor het grootste deel van de tijd voor minder dan 75% van zijn bollard pull. De boegschroef wordt meermaals op maximum toerental ingezet maar eerder met tussenpauzes zodat er reserve blijft.</p>
ECA_SFD_VP9_3001 / SIM225 Head out	AF	Eb_115	ZW4	<p><u>Ruimte:</u> Gedurende het volledige manoeuvre is er voldoende ruimte zowel in het dok als op de rivier.</p> <p><u>Tijd:</u> De volledige simulatie duurt vanaf de eerste ligplaats voor zeevaart tot op de rivier 20 minuten. Het schip moet wel nog iets meer naar de rode kant opschuiven. 7 minuten zijn nodig om tot het einde van het getijdendok te varen en de overige tijd voor het zwaaien in de monding en op de rivier.</p> <p><u>Controlemiddelen:</u> Enkel de achtersleepboot wordt gebruikt voor niet meer dan 75% samen met de boegschroef die voor 100% wordt ingezet tijdens het zwaaien. Ook de schroef en roeren assisteren voor dit manoeuvre. Er is wel nog reserve.</p>

In Figuur 7 worden de samengestelde tracks van de individuele simulaties in de variant P9-3 voorgesteld. Aangezien het head in en head out invaren van variant P9-3 dezelfde manoeuvres geeft als voor variant

P9-0 werden deze niet herhaald. Enkel het head in en head out uitvaren uit het tweede getijdendok werd uitgevoerd in deze variant. Mits een training en betere positionering in de knik kan de ruimte van de vaarweg rond de knik voldoende zijn om ook voldoende afstand tot de afgemeerde schepen te bewaren. Tijdens de simulaties was dit nu niet het geval. Eventueel zou de 350 m opening aan het getijdendok nog kunnen verruimd worden maar mits een betere positionering van het schip zou die opening wel moeten volstaan. In de monding en op de rivier blijven alle tracks binnen de dieptelijnen zodat de schepen voldoende ruimte hebben voor deze manoeuvres. Uiteraard geldt dit ook nu al voor de manoeuvres vanuit het Deurganckdok.

Figuur 7 – Samengestelde tracks van runs VP9\_3000 en VP9\_3001 voor SIM360+ en SIM225

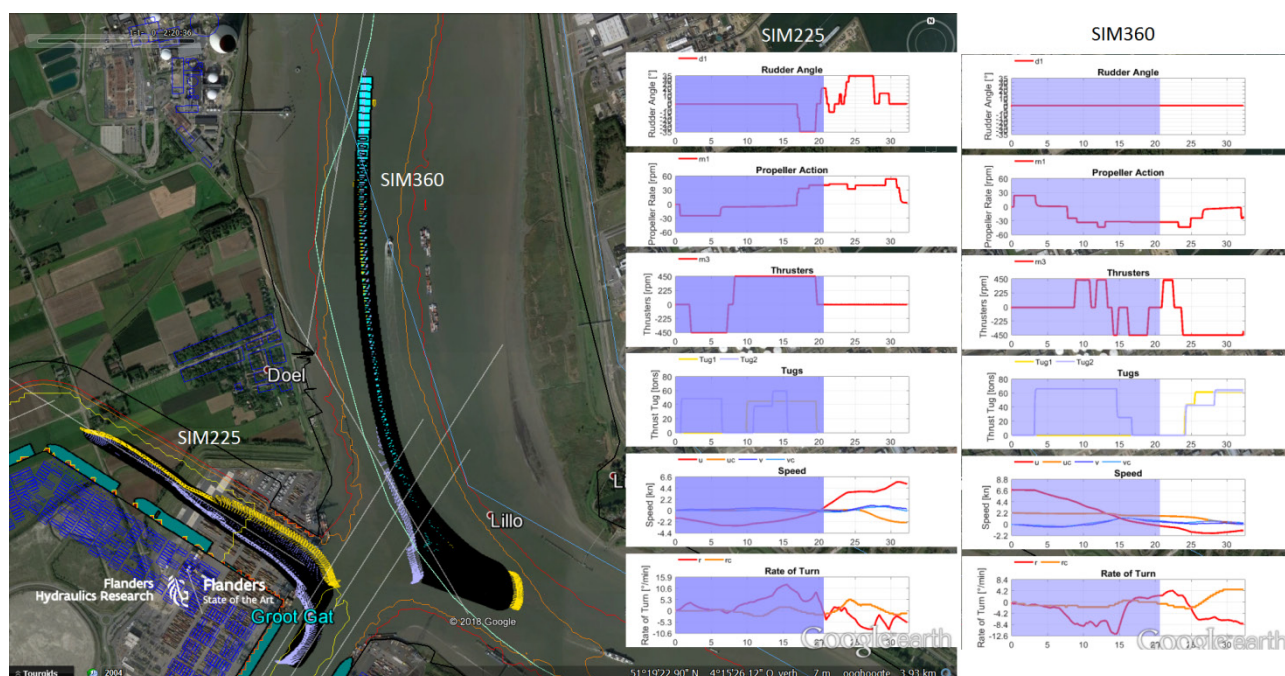


## 3.2 Gekoppelde simulaties

Er werden drie gekoppelde simulaties uitgevoerd in de variant P9\_3 (Tabel 5). Elke gekoppelde simulatie wordt voorgesteld in afzonderlijke figuren en wordt qua ruimte, tijd en controlemiddelen besproken.

Run VP9\_3002 wordt opgesplitst in Figuur 8 en Figuur 9. Door het gelijktijdig uitvoeren van een afvaart van een ULCS uit het tweede getijdendok en een opvaart van een ULCS naar het Deurganckdok moeten de manoeuvres op elkaar afgestemd worden. Het opvarende schip vaart voorbij de monding van het Deurganckdok (Figuur 8) en wacht dan tot het afvarende schip op stroom is gekomen (Figuur 9). Het afvarende schip vaart hierbij eerst achterwaarts het Deurganckdok in en versnelt vervolgens om op stroom te komen. De twee schepen kruisen elkaar met een minimale afstand tussen hun achterschepen van ongeveer 45 m (Figuur 9, links).

Figuur 8 – Gekoppelde simulatie VP9\_3002: minuut 1 tot 20



Figuur 9 - Gekoppelde simulatie VP9\_3002: minuut 20 tot 27 (links) en minuut 27 tot 32 (rechts)



Tabel 5 – Runs voor variant P9-3 tijdens gekoppelde simulaties

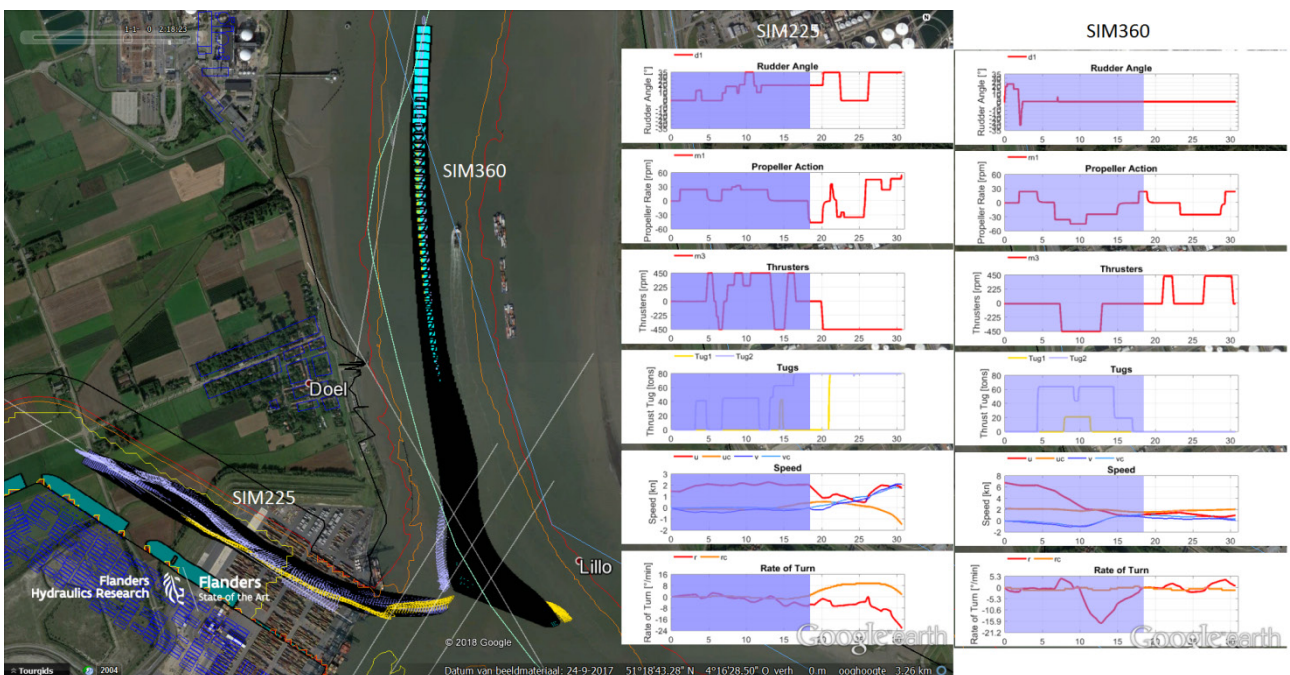
Run	Op/Afvaart	Stroom	Wind	Analyse
ECA_SFD_VP9_3002	SIM360: Op, head out SIM225: Af, head in	Vloed_115	ZW5	<p><u>Ruimte:</u> Zowel het opvarende als het afvarende schip respecteren op elk moment voldoende afstand tot de harde infrastructuur en de dieptelijnen. De schepen komen met hun achterschepen het dichtst bij elkaar op een minimale afstand van 45 m. De achtersleepboot van het opvarende schip moet hierdoor enigszins uitwijken. Deze afstand is beperkt en zou in werkelijkheid beter vergroot worden zodat geen onnodige risico's worden genomen.</p> <p><u>Tijd:</u> De volledige simulatie duurt 32 minuten. Het duurt ongeveer 20 minuten tot beide schepen stilgelegd worden het afvarende schip in het Deurganckdok en het opvarende schip op de rivier. Vervolgens duurt het nog eens 12 minuten voor de schepen elkaar gepasseerd zijn en het afvarende schip volledig op de stroom is en het opvarende schip in het dok. Ongeveer gedurende een half uur zijn de dokken en de rivier bezet voor deze twee gecombineerde manoeuvres. Passage van andere schepen is dan nagenoeg onmogelijk.</p> <p><u>Controlemiddelen:</u> Er is nog reserve op de controlemiddelen. Voor het afvarende schip (SIM225 in Figuur 8) wordt de boegschroef meermaals vol ingezet maar op de sleepboten is er nog reserve. Voor het opvarende schip (SIM360) is de inzet van de sleepboten groter maar de boegschroef wordt frequenter afgezet.</p>
ECA_SFD_VP9_3003	SIM360: Op, head out SIM225: Af, head out	Vloed_115	ZW5	<p><u>Ruimte:</u> Het head out afvarende schip probeert heel dicht bij de noordelijke hoek van het tweede getijdendok te bochten. Dit is niet optimaal. Dit schip en het opvarende schip komen dan ook in de monding in hetzelfde vaarwater terecht en raken elkaar. Er is geen ruimte om de manoeuvres zo uit te voeren. Er zou een grotere tijds marge tussen de manoeuvres van beide schepen moeten voorzien worden of de manoeuvres zouden op</p>

				<p>enigszins andere plaatsen moeten uitgevoerd worden: het afvarende schip moet bochten in de monding en het opvarende schip moet verder op stroom voorbij de monding.</p> <p><u>Tijd:</u> Aangezien de simulatie is afgebroken, is de tijdsindicatie niet volledig. De afgebroken simulatie duurde reeds 30 minuten.</p> <p><u>Controlemiddelen:</u> Voor het afvarende schip op SIM225 blijkt dat vanaf minuut 21 alle sleepboten en de boegschroef op maximum worden ingezet maar het niet mogelijk is om het schip niet te laten drijven in de stroom. Er is geen reserve. Voor het opvarende schip zou de reserve voldoende moeten zijn aangezien in simulatie VP9_3002 het opvarende schip ook daar eenzelfde simulatie succesvol uitvoerde.</p>
ECA_SFD_VP9_3004	SIM360: Op, head in SIM225: Af, head in	Eb_115	N5	<p><u>Ruimte:</u> Omdat beide schepen hetzelfde tweede getijdendok als bestemming hebben/hadden, kan het opvarende schip niet hetzelfde manoeuvre uitvoeren als bij de individuele simulatie. Het opvarende schip zal nu eerst wachten in het Deurganckdok tot het afvarende schip volledig uit het dok is. Hierdoor voet het opvarende schip eerst een klassiek zwaaimanoeuvre bij eb uit naar het Deurganckdok. Vervolgens bocht het vanuit dit dok naar het tweede getijdendok. Dat is dus één manoeuvre meer dan bij een individuele simulatie. Er is voor beide schepen normaal gezien altijd voldoende ruimte echter het opvarende schip zet de bocht naar het tweede getijdendok te snel in en komt hierdoor te dicht bij de zuidelijke hoek.</p> <p><u>Tijd:</u> De volledige simulatie duurde een uur wat niet betekent dat gedurende dit volledige uur de monding van het Deurganckdok niet toegankelijk is voor ander verkeer. Rond minuut 20, als het opvarende schip voorbij de monding is en het afvarende schip nog voldoende ver in het tweede getijdendok, zou nog voorwaartse afvaart kunnen passeren uit het Deurganckdok. Het afstemmen in tijd</p>

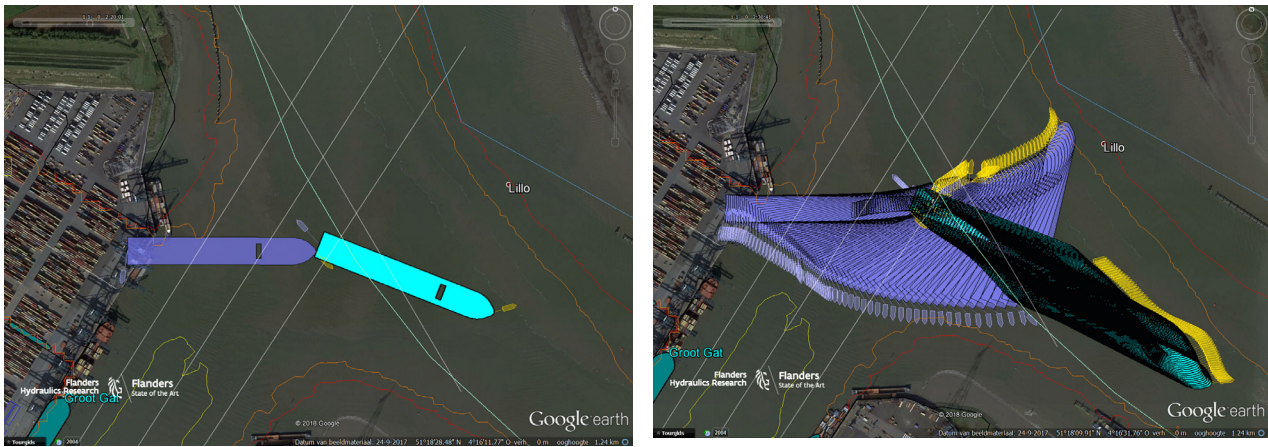
			<p>tussen al deze manoeuvres wordt wel belangrijker. Ongeveer een half uur, voorgesteld in Figuur 13, is de monding wel bezet door beide schepen.</p> <p><u>Controlemiddelen:</u> Voor beide schepen is er reserve aanwezig. Het afvarende schip zet intensief de boegschroef in maar de sleepboten hebben nog voldoende reserve. Voor het opvarende schip is er nog reserve op sleepboten en boegschroef.</p>
--	--	--	--

Run VP9\_3003 wordt opgesplitst in Figuur 10 en Figuur 11. In vergelijking met run VP9\_3002 is het afvarende schip nu head out afgemeerd. De omgevingscondities als stroom en wind zijn identiek in beide runs. Het afvarende schip probeert in één vloeiende beweging zoals bij de individuele simulaties is uitgevoerd, het bochtmanoeuvre om op stroom te komen uit te voeren (zie ECA\_SFD\_VP9\_3001 / SIM360+ in Tabel 4). Echter het opvarende schip is nog niet voldoende ver voorbij de monding van het Deurganckdok gevaren waardoor beide schepen in aanvaring komen met elkaar (Figuur 11 links, waarbij in het simulatieproces wel geen krachten zijn tussen aanvarende schepen). De schepen blijven vervolgens in elkaars vaarwater (Figuur 11 rechts) waarbij het afvarende schip door de vloedstroom gepakt wordt en naar het opvarende schip drijft. De simulatie werd uiteindelijk afgebroken. Het afvarende schip had moeten wachten om op stroom te komen tot het opvarende schip voldoende ruimte in de monding had gelaten. Om ook het driften van het afvarende schip te vermijden zou het bochten van het tweede getijdendok naar de rivier eerder in de monding van het Deurganckdok moeten gebeuren uit de stroom (minimale voorwaartse snelheid).

Figuur 10 - Gekoppelde simulatie VP9\_3003: minuut 1 tot 18

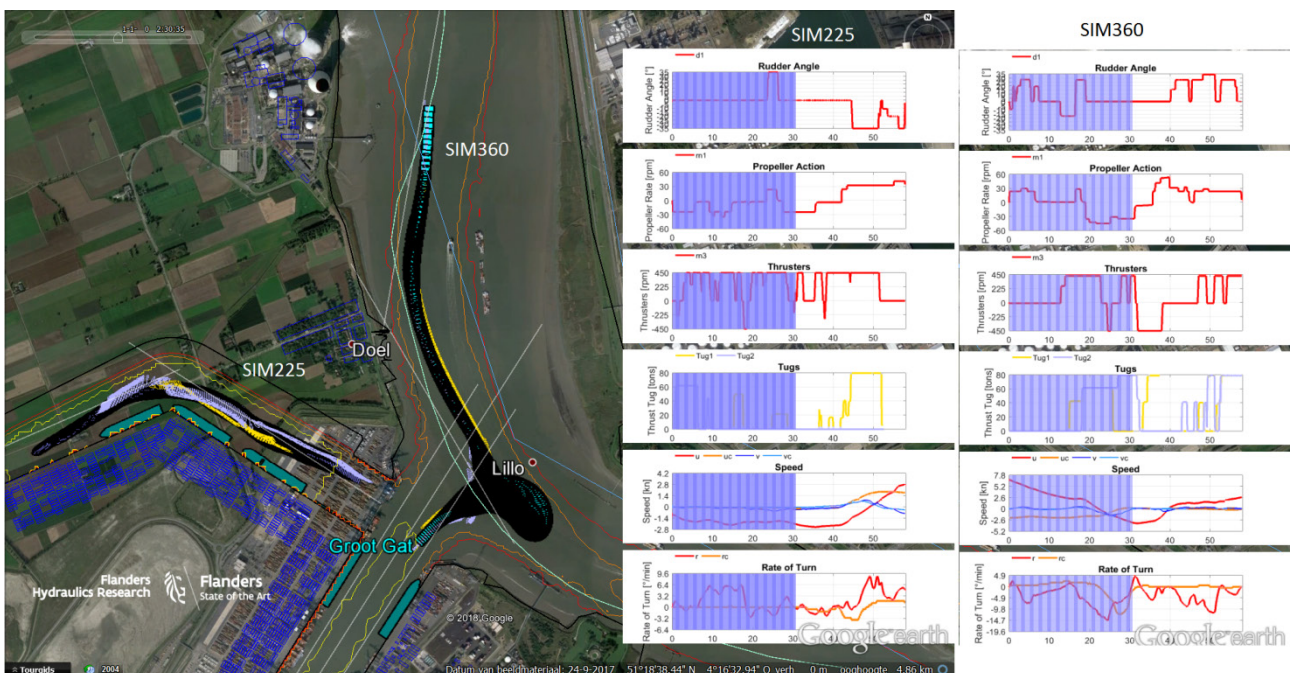


Figuur 11 - Gekoppelde simulatie VP9\_3003: minuut 20 (links) en minuut 20 tot 30 (rechts)

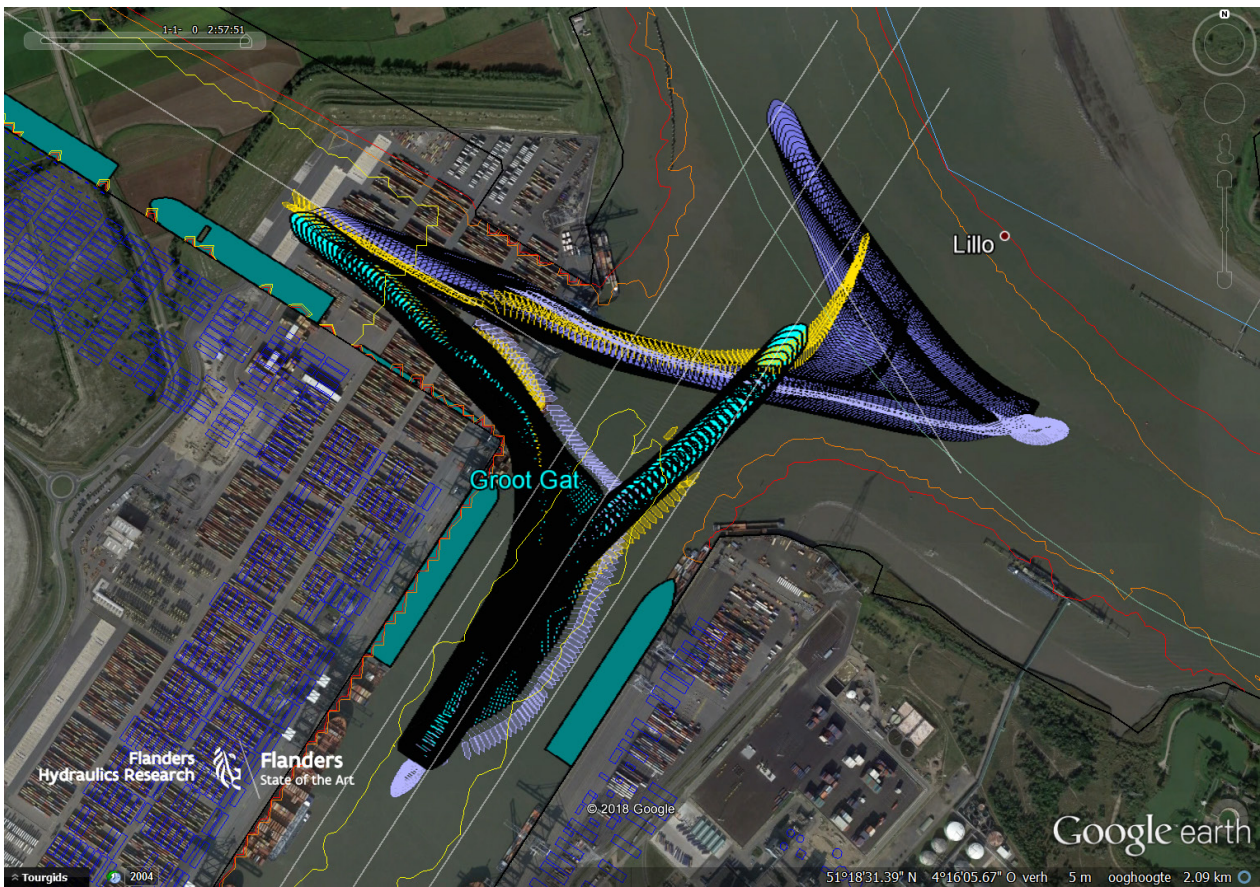


Run VP9\_3004 wordt opgesplitst in Figuur 12 en Figuur 13. Beide schepen hebben als bestemming het tweede getijden dok. Het afvarende schip op SIM225 verlaat achterwaarts het tweede getijdendok en wacht om de monding van het Deurganckdok op te gaan tot het opvarende schip op SIM360 het Deurganckdok achterwaarts is ingedraaid (Figuur 12). Vervolgens blijft het afvarende schip aan de noordelijke zijde van het dok en gaat achterwaarts de rivier op in het verlengde van het tweede getijdendok. Het opvarende schip bocht over 90 graden van het Deurganckdok naar het tweede getijdendok (Figuur 13). Hierbij komt het wel te dicht bij de zuidelijke hoek van het tweede getijdendok en bij de afgemeerde schepen. In principe was er voldoende ruimte om dit te vermijden.

Figuur 12 - Gekoppelde simulatie VP9\_3004: minuut 1 tot 30



Figuur 13 - Gekoppelde simulatie VP9\_3004: minuut 30 tot 57





## 4 Conclusies

Dit rapport beschrijft de simulaties die werden uitgevoerd voor de bepaling van de vorm van een nautisch toegankelijk tweede getijdendok loodrecht op het Deurganckdok (de P9-varianten). Om de vormgeving van het dok planologisch, sedimentologisch en nautisch op elkaar af te stemmen, werden verschillende varianten hydrodynamisch doorgerekend met een stroomveld over het getij als output. Deze output werd dan weer gebruikt als input voor het uitvoeren van realtime simulaties door DAB Loodswezen op de (gekoppelde) simulatoren SIM360+ en SIM225 op 24 mei 2018.

Er werden acht individuele simulaties uitgevoerd in de twee gekozen varianten P9-0 en P9-3 bij verschillende stroomcondities (maximale vloed- of ebstroom) en windcondities (ZW 4 en 5 Bft). De varianten P9-0 en P9-3 hebben een identieke aansluiting van het tweede getijdendok op het Deurganckdok. Ze verschillen enkel in een aaneensluitende kaai met vier ligplaatsen loodrecht op het Deurganckdok in variant P9-0 en een geknikt dok met twee keer twee ligplaatsen waarvan de eerste helft loodrecht op het Deurganckdok ligt en de tweede helft achter een knik met een hoekverdraaiing ten opzichte van de eerste helft van ongeveer 60 graden. De simulaties in opvaart naar de variant P9-0 gelden dus ook voor de variant P9-3 zolang de knik niet gepasseerd wordt.

Op basis van deze simulaties kon aangetoond worden dat de twee onderzochte varianten P9-0 en P9-3 toegankelijk zijn voor een 430 m lang containerschip en werden kwantitatieve waarden verzameld voor de beoordeling van de manoeuvres in plaats, in tijd en in gebruik van controlemiddelen (stuurmiddelen zoals boegschroef en sleepboten). Er werd gezocht naar de meest geschikte manoeuvres afhankelijk van de stroomconditie en het head in of head out afmeren in het nieuwe getijdendok. Er werd ook vast gesteld dat de knik met een breedte van 300 m op volle diepte kan gerond worden met een 430 m containerschip. Gedurende verschillende simulaties werd de knik wel gerond te dicht bij de afgemeerde schepen maar er is aan de taludzijde voldoende ruimte beschikbaar om meer afstand tot de afgemeerde schepen te respecteren. Training is hiervoor noodzakelijk en er kan nog gezocht worden naar “navigational aids” om het zich positioneren in de knik te verbeteren. Het toevoegen van de knik in het tweede getijdendok geeft wel een nautisch ongunstigere situatie zodat de variant P9-0 te verkiezen is boven de variant P9-3 met knik. De risico's voor de varende en afgemeerde schepen zijn immers groter tijdens het rondvaren van de knik.

Vervolgens werden drie gekoppelde simulaties uitgevoerd op de gekoppelde simulatoren SIM360+ en SIM225 waarbij twee 430 m containerschepen als bestemming het Deurganckdok of het tweede getijdendok hebben (in opvaart) of hadden (in afvaart). Doel van deze gekoppelde simulaties, waarbij twee schepen elk door twee loodsen worden bediend in eenzelfde omgeving, was om na te gaan in hoeverre de manoeuvres in het Deurganckdok en het nieuwe getijdendok moeten aangepast worden bij het afstemmen van de bewegingen op elkaar. De eerste simulatie waarbij een afvarend schip achterwaarts uit het tweede getijdendok komt en een opvarend schip bestemming het Deurganckdok heeft bij vloed en ZW 5 Bft is vlot verlopen. Tijdens een tweede simulatie met zelfde condities als de eerste simulatie is het afvarende schip head out afgemeerd. De afstemming van de positie van het opvarende en afvarende schip loopt echter niet vlot en de schepen komen in de monding van het Deurganckdok op dezelfde tijd op dezelfde plaats terecht en zouden in werkelijkheid botsen. Verder wordt het afvarende schip ook door de stroom gepakt en drijft het af naar het opvarende schip. De simulatie werd afgebroken. De timing van de manoeuvres van alle schepen in de aanloop naar en in de omgeving van het Deurganckdok en het nieuwe getijdendok is zeer belangrijk. Het wordt een zeer groot aandachtspunt voor een vlotte en veilige afwikkeling van de scheepvaart in deze varianten aansluitend op het Deurganckdok. In een derde simulatie hadden beide schepen (afvarend en opvarend schip) als bestemming het tweede getijdendok. Gezien de beperkte breedte van dit dok kunnen beide schepen elkaar niet in het dok ontmoeten. Beide schepen zijn head in afgemeerd of dienen head in af te meren. Om de manoeuvres van beide schepen op elkaar af te stemmen moet het opvarende schip dat normaal gezien in één beweging vanop de rivier naar het tweede getijdendok zou kunnen bochten het

manoeuvre in twee fasen uitvoeren. In de eerste fase zwaait het schip onder invloed van de ebstroom achterwaarts het Deurganckdok in en vaart vervolgens in een tweede fase na het uitvaren van het afvarende schip uit het tweede getijdendok voorwaarts dit dok in. Het manoeuvre in eerste fase is dus niet het meest optimale voor head in invaren bij eb. De locatie van het tweede getijdendok aansluitend op het Deurganckdok zorgt er wel voor dat er altijd ruimte is op de rivier of in de dokken waar de schepen zich even kunnen ophouden om het ontmoeten veilig te laten verlopen: ofwel opwaarts het Deurganckdok op de rivier, ofwel in het Deurganckdok opwaarts van de monding naar de Kieldrechtsluis toe ofwel in het tweede getijdendok.

Hoewel in de variant P5-2 (het Saeftinghedok met een zwaaizone in het dok) de opvarende en afvarende schepen steeds voorwaarts kunnen varen tussen dok en rivier, hebben de schepen in tegenstelling tot de P9-varianten maar één plaats waar ze zich kunnen ophouden als het Saeftinghedok bezet is door een ander varend schip, namelijk op de rivier. Dit is het grootste voordeel van de P9-varianten ten opzichte van de variant P5-2. Daarnaast zijn de P9-varianten ook interessanter bij het verhalen of shiften.

Specifieke aandachtspunten komend uit het simulatieonderzoek voor de P9-varianten kunnen nog aanleiding geven tot bijkomend onderzoek:

- Ronden van de knik: in principe blijft het mogelijk om met een afstand van ongeveer 40 m van de afgemeerde (grootste) schepen te blijven tijdens het rondenvan de knik. De aandacht moet nog bijkomend gericht worden op het afmeren van de schepen en het operationeel behandelen van de schepen bij de variant met knik. Hierdoor zou het kunnen dat de knik nog moet geoptimaliseerd worden en dus nog uitbreiding mogelijk kan zijn. Bijvoorbeeld stelt zich de vraag of er voldoende ruimte is om de twee schepen grenzend aan de knik af te meren (meerlijnen die kruisen vermijden) of hoe worden de schepen behandeld met kranen wanneer deze schepen afgemeerd zijn onder een hoek van ongeveer 60° en zo dicht bij elkaar liggen?
- Er is geopperd om in het eerste deel van het dok met knik het talud parallel te houden met de kade en dus nog niet te versmallen. Hierdoor wordt de knik ruimer gemaakt aan de zuidelijke/oostelijke zijde.
- Tijdens enkele simulaties kwam men ook dicht tegen de muren aan de ingang van het tweede getijdendok. De ingang in de varianten P9-0 en P9-3 is 350 m breed wat zeker moet behouden worden. Of afschuining en dus verruiming verder de toegankelijkheid verbeteren, kan onderzocht worden in de uitwerkingsfase.
- De gekoppelde simulaties in de P9-varianten hebben aangetoond dat er nog zeer veel bijkomend onderzoek nodig is om de verschillende afwikkelingen van de scheepvaart (zeevaart en binnenvaart) in deze situatie te optimaliseren. Dit kan echter in de uitwerkingsfase verder opgenomen worden via gekoppelde realtime simulaties.
- Verkeerstechnisch is het een uitdaging om alle aanlopen en vertrekken aan de Deurganckmondig op elkaar af te stemmen. Voor de verkeersafwikkeling in het nieuwe knooppunt aan de monding van het Deurganckdok kan het wenselijk worden om de drempel in de monding maar ook de drempel in het nieuwe getijdendok te verwijderen zodat schepen de drempel van Frederik als eerste drempel hebben in afvaart.

## Referenties

- [1] E-mail van Gijsbert van Holland, 18 mei 2018, IMDC.
- [2] **Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F.** (2018). Complex project: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen: Deelrapport 3 – Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: simulatiestudie voor de bouwsteen Saeftinghedok. Versie 3.0. WL Rapporten, 16\_117\_3. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

## Appendix A: Pilot card 430 m ULCS

### CON430\_620 PRINCIPLE CHARACTERISTICS

baed on fast-time simulations

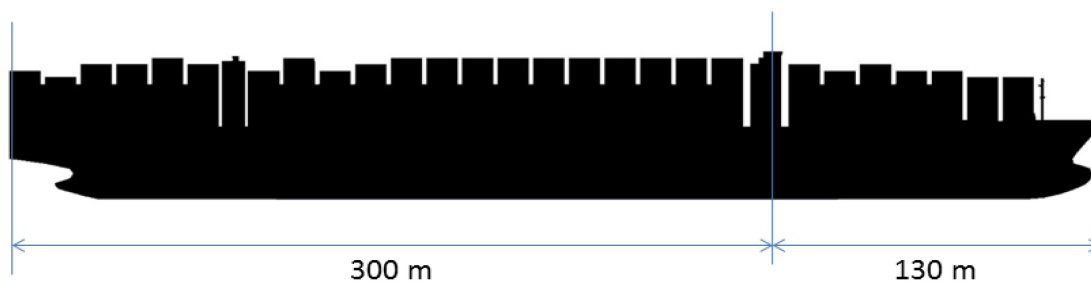
Name	Con430_620_160.SHI
Project	16_117_CP_ECA

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



<b>Manoeuvring speeds</b>				
	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

<b>Stopping specifications</b>			
	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

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

## Appendix B: Manual voor de KMZ presentaties

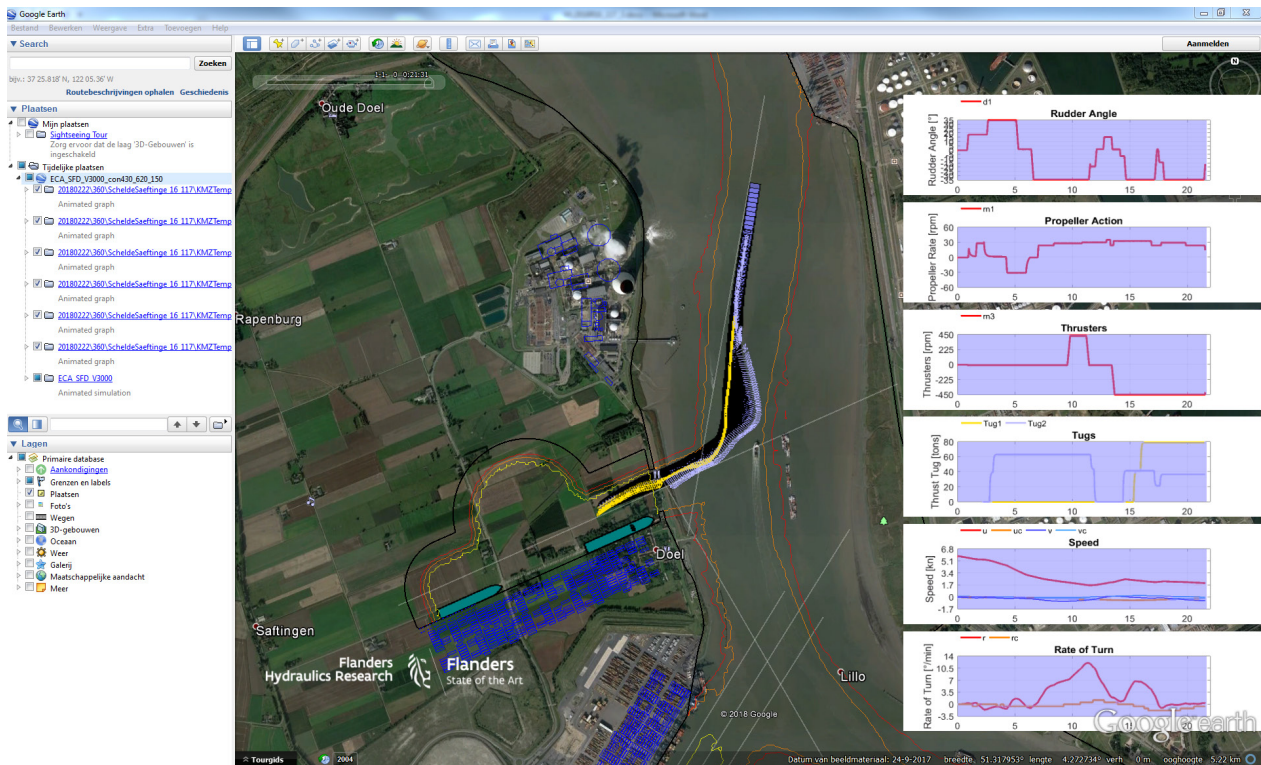
De uitgevoerde simulaties kunnen bekeken worden met animatie in Google Earth op basis van de bijgeleverde KMZ bestanden. Voor het bekijken van deze bestanden werd een korte Engelstalige manual opgesteld.

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

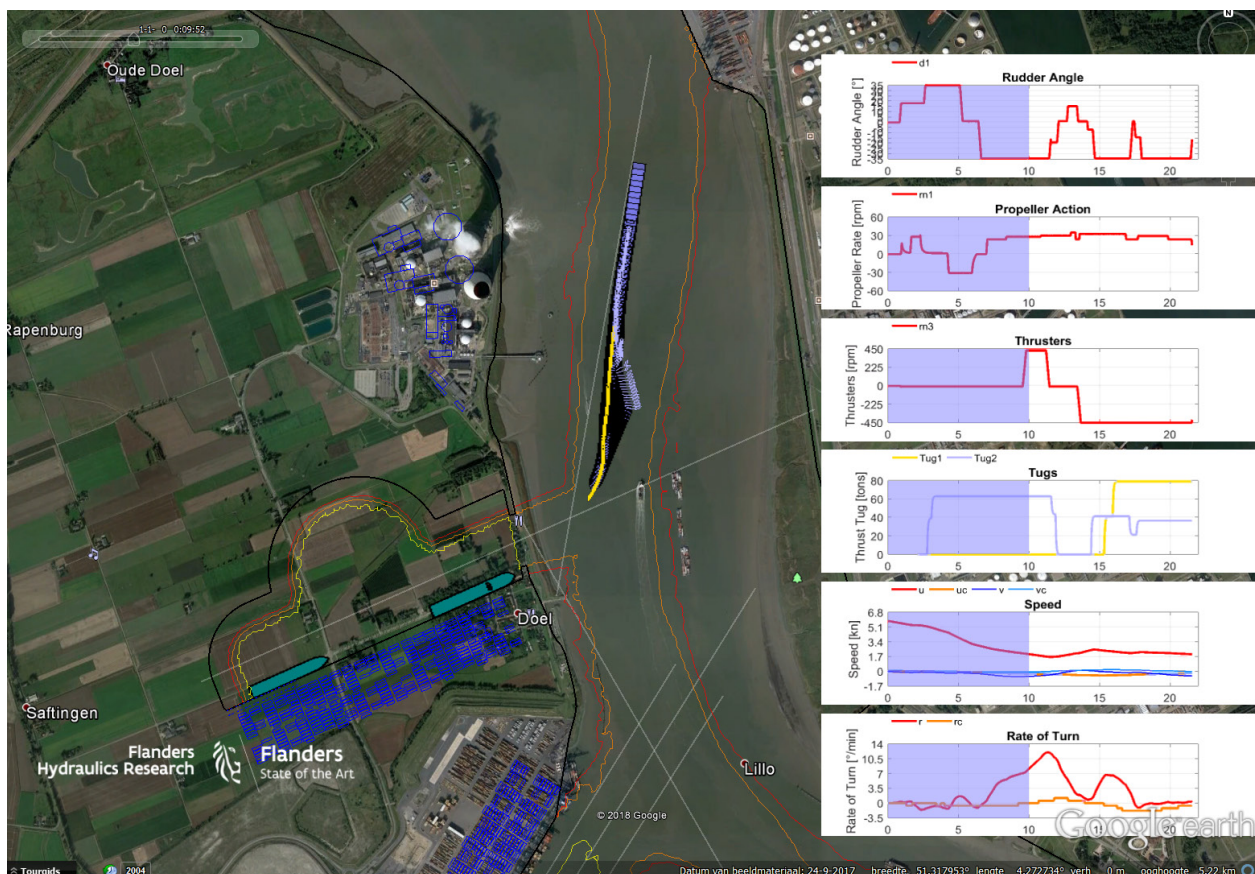
Go to Windows Explorer and double click on a selected KMZ file:

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

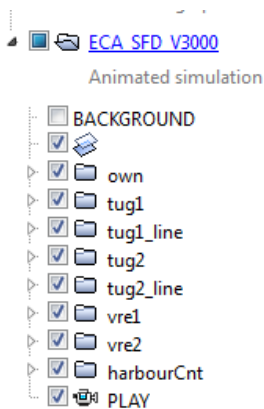
The KMZ file with animated graphs and animated simulation can be seen in the temporary locations at the left pull down menu. On the main screen the location is seen with the simulation data on top of it and the overlay graphs (right column with time graphs). You can tick on or off the different overlay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



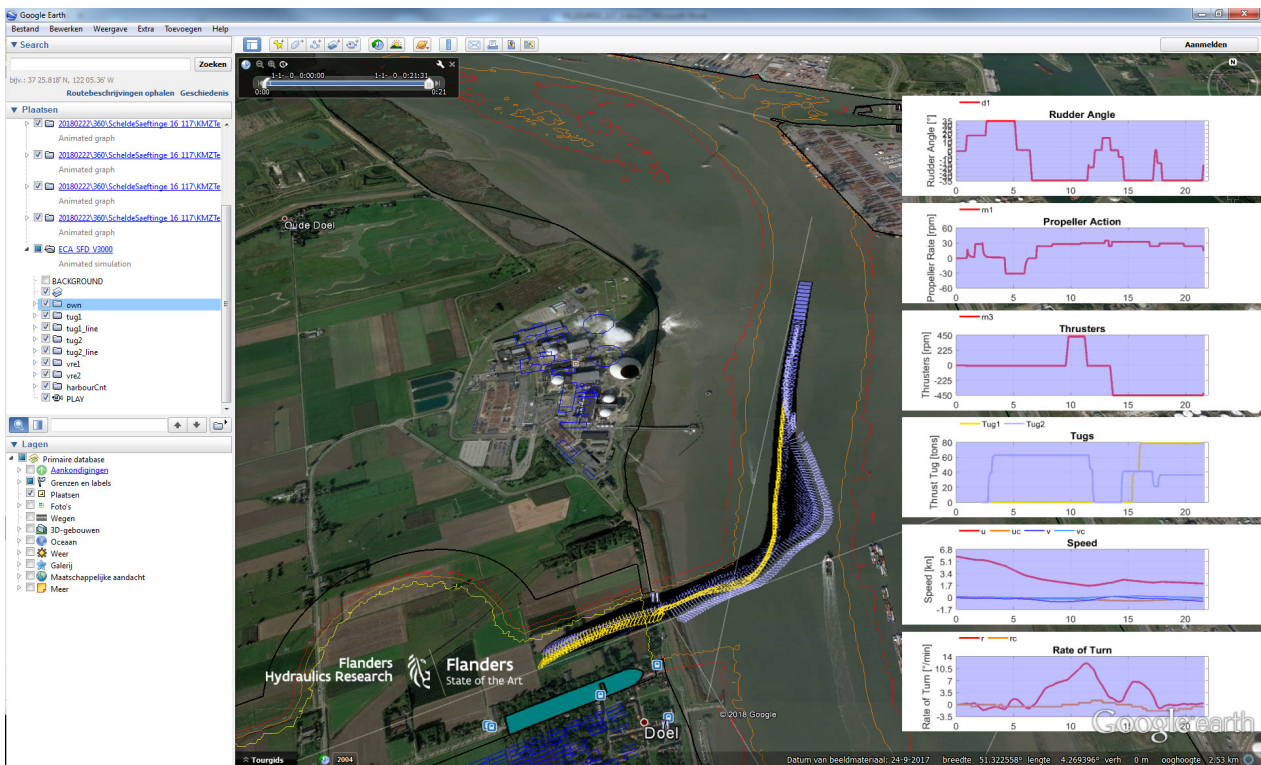
The overlay graphs are light blue on top of the different series in the graphs because the animation is presented from the start to the end of the simulation. If you use the slider on the top left location (above Oude Doel) you can go back and forward on the graphs and also on the track.



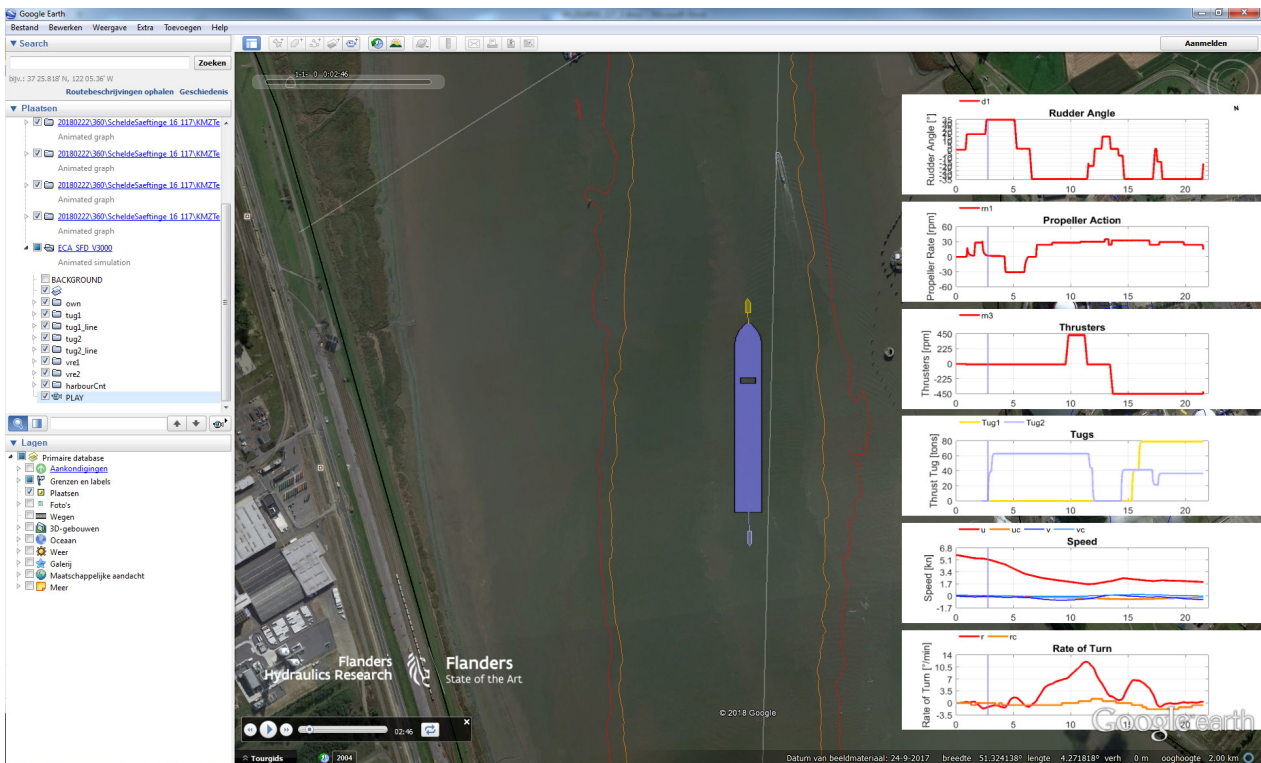
To clearly focus on the track of the own ship you can select the pull down list of the animated simulation



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 6 – Feedback tijdens de simulaties van 24/05/2018

Run	Feedback
ECA_SFD_VP9_0000 / SIM360	Manoeuvre met head out in dok. Stevig moeten vertragen waardoor verder doorgedaan maar dat is wel een voordeel, om snelheid achteruit op te bouwen en vlot het dok in te gaan. Kwartier tot twintig minuten blokkeren van de monding, vergelijkbaar met het bestaande Deurganckdok.
ECA_SFD_VP9_0000 / SIM225	Manoeuvre met head out in dok. Sleepboot één achteraan en andere als duwer. Midden aanhouden en beetje verder doorgaan, met te veel snelheid in de ondiepte gekomen, dus meer naar het midden van de rivier is mogelijk.
ECA_SFD_VP9_0001 / SIM360	Manoeuvre met head in in dok. Op 17 minuten alles ongeveer maximum (90% voor de sleepboten), ook machine en roer tot dan helpen voor het bochten over stuurboord tegen de ebstroom in. Nog met een snelheid van 2.5 knoop in het Deurganckdok.
ECA_SFD_VP9_0001 / SIM225	Manoeuvre met head in in dok. Heel dicht tegen de CDW gebleven om de rivier zo vrij mogelijk te houden zodat schepen tot 300 m uit Kieldrecht en Deurganckdok kunnen vertrekken. Maar deze schepen moeten wachten tot de opvarende met de boeg indraait in het nieuwe dok en dus ook met het achterschip uit stroom. Duwende sleepboot en slepende sleepboot. Boten drie kwart.
ECA_SFD_VP9_3000 / SIM360	Manoeuvre bij afvaart met head in in dok.
ECA_SFD_VP9_3000 / SIM225	Manoeuvre bij afvaart met head in in dok. Voorsleepboot voor de knik te ronden. De snelheid bij het op rivier komen was iets te groot, -3.5 knopen terwijl dit beter - 2.5 knopen zou geweest zijn. Daardoor in de rode kant van de rivier. Om de knik te ronden kan verder van de hoek gedraaid worden. Het zicht op simulator zonder het dok op de PPU is moeilijker. Wanneer men meer ruimte aan de knik neemt, zal de boeg voor dit schip in de buurt van het talud komen.
ECA_SFD_VP9_3001 / SIM360	Te hoge snelheid bij het op rivier komen. Beter om zo weinig mogelijk snelheid te hebben bij het uit het dok komen zodat eerder in de monding kan gezwaaid worden.
ECA_SFD_VP9_3001 / SIM225	Vlot manoeuvre over eb met slechts één achterboot, geen voorboot.
ECA_SFD_VP9_3002 (gekoppeld)	Manoeuvres verlopen goed. Voor opvarende toch belangrijke sleepboothulp nodig om het schip achteruit in te draaien.
ECA_SFD_VP9_3003 (gekoppeld)	Head in afmeren want over vloed uitkomen head out is tricky. Bij toch head out uitvaren zou eigenlijk zo weinig mogelijk op stroom moeten opgelijnd worden maar eerder in stil water in het Deurganckdok. Het manoeuvre is twee keer met contact tussen de schepen uitgevoerd.
ECA_SFD_VP9_3004 (gekoppeld)	In de knik ongeveer 40 m van de afgemeerde schepen. Afnemend tijdens het bochten tot 30 m. De ruimte is voldoende.

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)