Vlaanderen
is wetenschap

16_117_7
WL rapporten

Complex project
Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen

Achtergronddocumentatie – Deelrapport 7
Geïntegreerd onderzoek – deel nautica:
simulatiestudie voor de bouwsteen tweede getijdendok
van Alternatief 9

DEPARTEMENT
**MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN**

waterbouwkundiglaboratorium.be

Complex project: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen

Achtergronddocumentatie - Deelrapport 7 – Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: simulatiestudie voor de bouwsteen tweede getijdendok van Alternatief 9

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

Waterbouwkundig Laboratorium
Vlaanderen is wetenschap

Cover figuur © Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium

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/2019/3241/102

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 7 – Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: simulatiestudie voor de bouwsteen tweede getijdendok van Alternatief 9. Versie 5.0. WL Rapporten, 16_117_7. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Departement MOW	Ref.:	WL2019R16_117_7
Keywords (3-5):	ULCS, toegankelijkheid, bouwsteen tweede getijdendok, alternatief 9		
Tekst (p.):	22	Bijlagen (p.):	10
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Auteur(s):	Eloot, K.

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Verwilligen, J.	Getekend door: Jeroen Verwilligen (Signatu Getekend op: 2019-06-20 15:57:08 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed Jeroen Verwilligen
Projectleider:	Eloot, K.	Getekend door: Katrien Eloot (Signature) Getekend op: 2019-06-24 08:47:22 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed Katrien Eloot

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-06-24 18:58:55 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed Frank Mostaert

CERTIFIED LR ISO 9001

Complex Project

Extra Containerbehandelingscapaciteit Havengebied Antwerpen (CP ECA)

Geïntegreerd onderzoek
Ontwerprapport 7 Nautisch onderzoek

Waterbouwkundig Laboratorium
Vlaanderen is wetenschap
Vlaanderen is mobiliteit & openbare werken

Documentinformatie

Naam project	Complex Project Extra Containerbehandelingscapaciteit Havengebied Antwerpen (CP ECA). Geïntegreerd onderzoek. Ontwerprapport 7 Nautisch onderzoek
Opdrachtgever	Departement Mobiliteit en Openbare Werken Koning Albert II laan 20 bus 2 1000 Brussel
Contactpersoon opdrachtgever	dr. Reginald Loyen Procesverantwoordelijke CP ECA reginald.loyen@mow.vlaanderen.be
Opdrachtnemer	Waterbouwkundig Laboratorium Berchemlei 115, 2140 Antwerpen
Contactpersoon opdrachtnemer	Dr. Katrien Eloot Katrien.eloot@mow.vlaanderen.be
Projectnummer	16_117

Versiebeheer

Versiedatum	**Auteur(s) document**	**Document-verantwoordelijke**	**Document-screener**
06/03/2019	Katrien Eloot	Katrien Eloot	Jeroen Verwilligen Marc Vantorre (UGent)

Verspreiding

Naam	**Functie**	**Datum**	**Versiedatum**
			1.0

Abstract

Dit rapport beschrijft de simulaties die werden uitgevoerd voor de beoordeling van de nautische toegankelijkheid van het tweede getijdendok in het Alternatief 9. Doel van deze studie is tweeledig. Enerzijds het uitvoeren van realtime simulaties op scheepsmanoeuvreersimulatoren voor de evaluatie van de vorm van het dok voor 430 m lange containerschepen. Anderzijds worden ook ontmoetingen tussen verschillende containerschepen uitgevoerd ter hoogte van het knooppunt dat ontstaat in de monding van het Deurganckdok. Deze simulaties werden uitgevoerd door DAB Loodswezen op de (gekoppelde) simulatoren SIM360+ en SIM225. Op basis van deze simulaties kon aangetoond worden dat het tweede getijdendok in alternatief 9 toegankelijk is voor een 430 m lang containerschip maar dat nog aanbevelingen kunnen geformuleerd worden ter verbetering van de toegankelijkheid. Bovendien werden uit de simulaties kwantitatieve waarden verzameld voor de beoordeling van de manoeuvres in plaats en in tijd.

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 2
2.1 Tweede getijdendok voor Alternatief 9 2
2.2 Simulatieprogramma 4
3 Analyse 6
3.1 Individuele simulaties 8
3.1.1 Vloedstroom (SIM360+) 8
3.1.2 Ebstroom (SIM225) 11
3.2 Gekoppelde simulaties 14
4 Conclusies 20
Referenties 22
Appendix A: Pilot card 430 m en 400 m ULCS A1
Appendix B: Manual voor de KMZ presentaties A5
Appendix C: Feedback tijdens de simulaties A9

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Simulatieprogramma van 25/09/2018 voor SIM360+ 4
Tabel 2 – Simulatieprogramma van 25/09/2018 voor SIM225 5
Tabel 3 – Runs voor TGD tijdens individuele simulaties bij vloed (SIM360+) 8
Tabel 4 – Runs voor TGD tijdens individuele simulaties bij eb (SIM225) 11
Tabel 5 – Runs tijdens gekoppelde simulaties, uitgevoerd bij vloedstroom 17
Tabel 6 – Feedback tijdens de simulaties van 25/09/2018 ..... A9

Lijst van de figuren

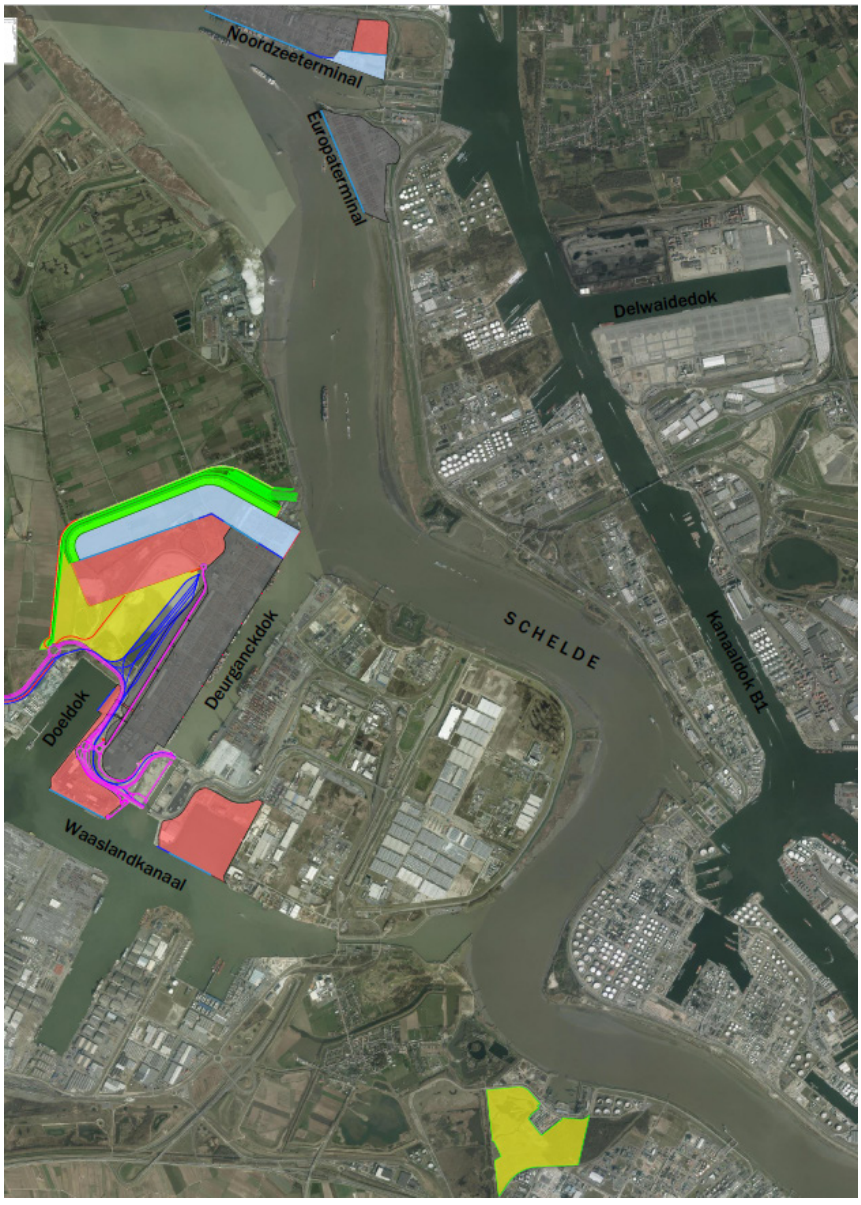
Figuur 1 – Alternatief 9: Bouwstenen 11bis (Noordzeeterminal), 5a en 5b (Waaslandkanaal) en TGD 1
Figuur 2 – Bouwsteen tweede getijdendok (TGD) in Alternatief 9 2
Figuur 3 – Stroomvelden aan de toegang voor de bouwsteen TGD (Alternatief 9) 3
Figuur 4 – Google Earth KMZ voorstelling van de gekoppelde simulaties ECA_SFD_A9003 7
Figuur 5 – Samengestelde tracks van runs A9000, A9001 en A9002 voor SIM360+ 10
Figuur 6 – Samengestelde tracks van runs A9000, A9001 en A9002 voor SIM225 13
Figuur 7 – Gekoppelde simulatie A9003: minuut 1 tot 12.5 14
Figuur 8 - Gekoppelde simulatie A9003: minuut 12.5 tot 23 (links) en minuut 23 tot 42 (rechts) 15
Figuur 9 – Gekoppelde simulatie A9004: minuut 1 tot 8 16
Figuur 10 - Gekoppelde simulatie A9004: minuut 8 tot 20 (links) en minuut 20 tot 35.5 (rechts) 16
Figuur 11 – Gekoppelde simulatie A9005: minuut 1 tot 20 17
Figuur 12 - Gekoppelde simulatie A9005: minuut 20 tot 30 (links) en minuut 30 tot 46 (rechts) 19

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de simulaties die werden uitgevoerd voor de beoordeling van de nautische toegankelijkheid van het tweede getijdendok (TGD) in het Alternatief 9 (Figuur 1). Doel van deze studie is tweeledig. Enerzijds het uitvoeren van realtime simulaties op scheepsmanoeuvreersimulatoren voor de evaluatie van de vorm van het dok voor 430 m en 400 m lange containerschepen. Anderzijds worden ook ontmoetingen tussen verschillende containerschepen uitgevoerd ter hoogte van het knooppunt dat ontstaat in de monding van het Deurganckdok. Deze simulaties werden uitgevoerd door DAB Loodswezen op de (gekoppelde) simulatoren SIM360+ en SIM225.

In Hoofdstuk 2 wordt het proevenprogramma besproken dat werd uitgevoerd op 25 september 2018 voor het tweede getijdendok uit Alternatief 9. In Hoofdstuk 3 wordt een beknopte analyse gegeven van de uitgevoerde simulaties en in Hoofdstuk 4 worden conclusies geformuleerd.

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



2 Proevenprogramma

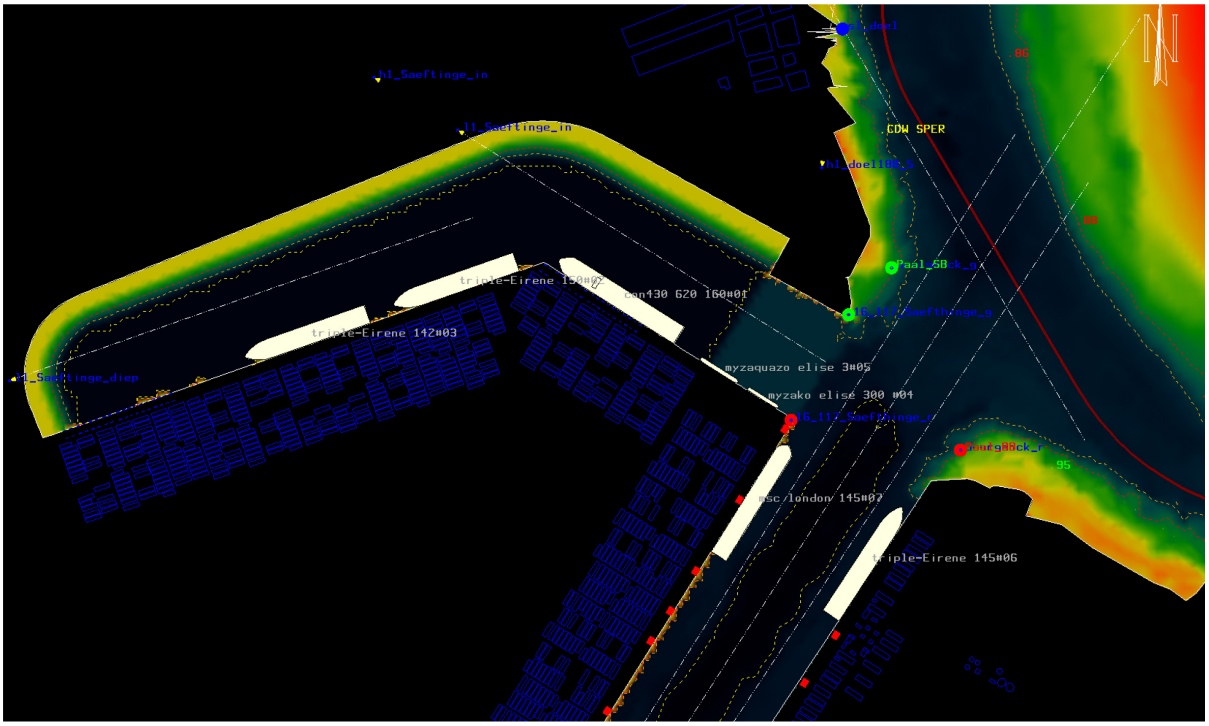
De simulaties werden uitgevoerd door vier loodsen van DAB Loodswezen op 25 september 2018. De simulaties werden in de voormiddag uitgevoerd voor de individuele manoeuvres op SIM360+ enerzijds en SIM225 anderzijds (3 individuele simulaties per simulator). Doel was na te gaan hoe de in- en uitvaarmanoeuvres konden uitgevoerd worden bij verschillende stroom/getijcondities en windcondities. In de namiddag werden ontmoetingen uitgevoerd tussen twee bestuurde ULCS die beide als bestemming of vertrekpunt het tweede getijdendok hadden (3 gekoppelde simulaties). Hierbij waren de simulatoren gekoppeld en werden de manoeuvres in dezelfde simulatieomgeving uitgevoerd. Afstemming tussen de twee manoeuvres was dus noodzakelijk.

De eerste simulatie op elke simulator werd uitgevoerd met een 430 m lang, 62 m breed en 15 m diepliggend containerschip. De andere simulaties werden uitgevoerd met een 400 m lang, 54 m breed en 13.5 of 14.5 m diepliggend containerschip. De pilot cards van deze schepen zijn opgenomen in Appendix A.

2.1 Tweede getijdendok voor Alternatief 9

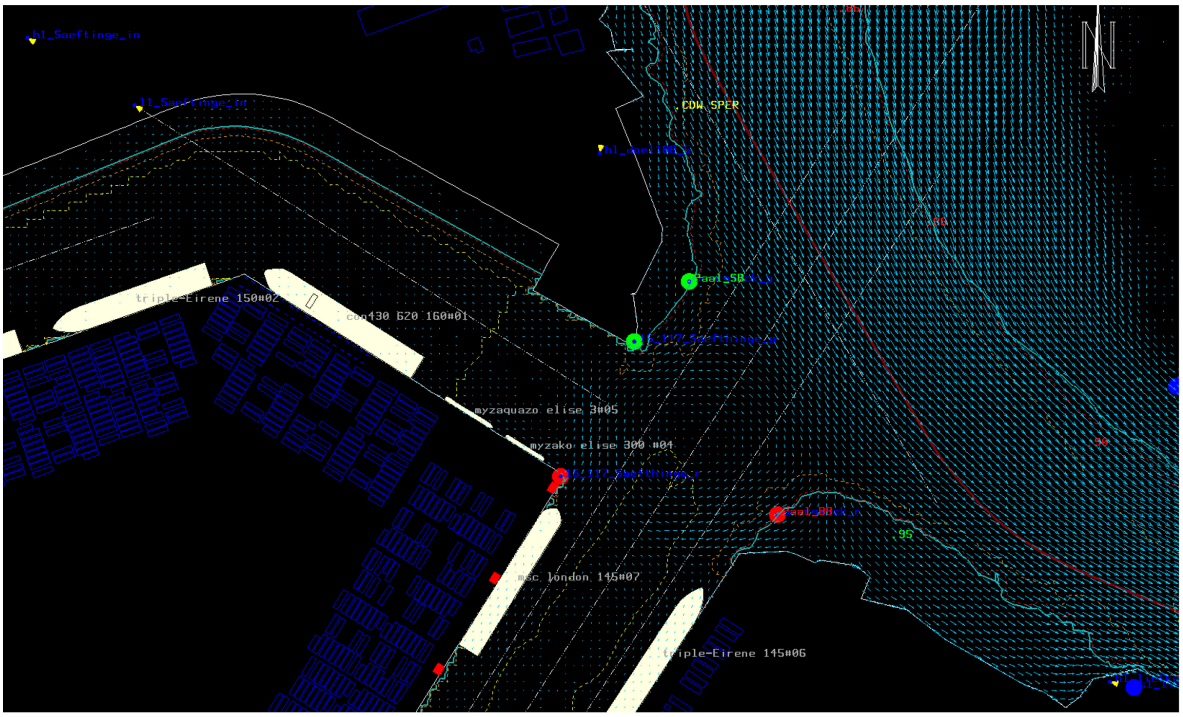
De bouwsteen tweede getijdendok (TGD) in het Alternatief 9 wordt voorgesteld in Figuur 2. Deze variant is een variant die afwijkt van de onderzochte variant P9-3 in [1] doordat de knik in het TGD dichter bij de ingang aan het Deurganckdok optreedt. Afwaarts van de knik is er maar één ligplaats voor een zeeschip (in plaats van twee in P9-3). Bovendien wordt de Engelse Steenweg, die het dorp Doel verbindt met het wegennet, als harde randvoorwaarde gebruikt. Hierdoor mag er geen havenactiviteit ontwikkeld worden aan de noordzijde van het TGD (limiet voor buffer). In de bouwsteen TGD zijn drie zeeligplaatsen na de knik en één voor de knik beschikbaar.

Figuur 2 – Bouwsteen tweede getijdendok (TGD) in Alternatief 9

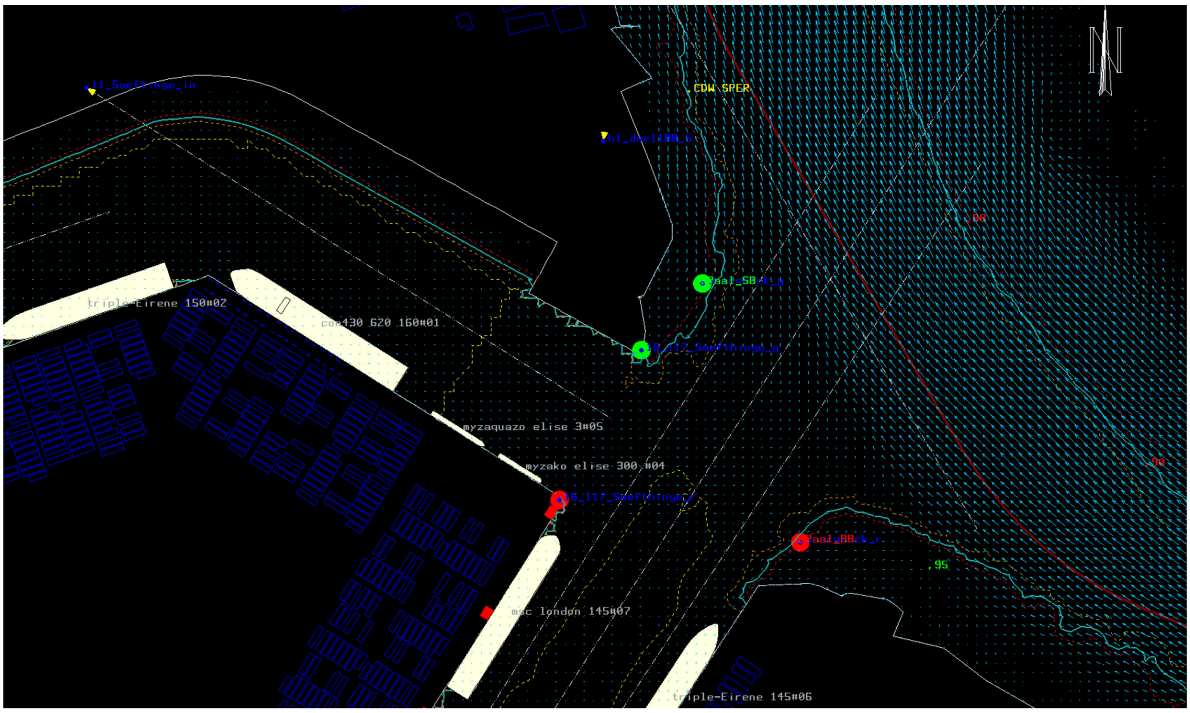


De opening van het TGD aan het Deurganckdok is 350 m breed maar versmalt naar 300 m op volle diepte aan de knik. Voorbij de knik versmalt het dok nog verder naar een breedte van 250 m op volle diepte (-18 m LAT).

Figuur 3 – Stroomvelden aan de toegang voor de bouwsteen TGD (Alternatief 9)



Maximale vloedstroom, Vloed_115



Maximale ebstroom, Eb_115

De stroomvelden die berekend werden voor de bouwsteen TGD van Alternatief 9 en welke toegepast werden tijdens de simulatiestudie worden voorgesteld in Figuur 3. Deze werden doorgerekend door IMDC [2]. Net zoals voor de varianten P9-0 en P9-3 die in [1] werden besproken, zijn de verschillen tussen het stroombeeld

ter hoogte van een Deurganckdok zoals vandaag aanwezig of met een aansluitend tweede getijdendok verwaarloosbaar.

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 voor SIM360+ en Tabel 2 voor SIM225. De naam van de variant van het tweede getijdendok uit Alternatief 9 is zichtbaar in de naam van elke simulatie (_A9). Verder was het schip in opvaart of afvaart, werd een stroomconditie tussen maximale vloed- of ebstroom gekozen, werd de wind opgelegd (steeds ZW 5 Bft) 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 25 september drie individuele simulaties uitgevoerd op elke simulator afzonderlijk en vervolgens drie gekoppelde simulaties waarbij de vanop de twee simulatoren bestuurde schepen in dezelfde omgeving tegelijkertijd aan het varen waren (interactie tussen de schepen).

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 elk twee keer daags voorkomen gedurende een bepaalde tijd. Gezien verschillende simulaties met een schip bij een diepgang van 13.5 m werden uitgevoerd en deze diepgang dichtbij de getijonafhankelijke diepgang van 13.1 m ligt, zijn deze stroomcondities bij deze diepgang wel realistisch. Bij grotere diepgangen en buiten deze momenten (omwille van de vereiste kielspeling) is de stroom uiteraard gematigder en zal het schip vlotter kunnen manoeuvreren. Daarnaast betekenen deze moeilijkere condities ook een sterke wind van 5 Beaufort. De windrichting was ZW omwille van de overheersende windrichting. Uit voorgaande simulaties is gebleken dat tot 4 Beaufort de wind met beperkte sleepboothulp goed op te vangen is. Vanaf 4 Beaufort is het belangrijk om na te gaan of de manoeuvres veilig en vlot kunnen uitgevoerd worden.

Tabel 1 – Simulatieprogramma van 25/09/2018 voor SIM360+

Run	Schip (L / T)	Op/Afvaart	Stroom	Wind	Sleepboten[1]	
ECA_SFD_A9_000	430 m / 15 m	Op	Vloed_115[2]	ZW5[3]	F/P-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_A9_001	400 m / 13.5 m	Af	Vloed_115	ZW5	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_A9_002	400 m / 13.5 m	Af	Vloed_115	ZW5	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_A9_003	400 m / 13.5 m	Op	Vloed_115	ZW5		A-80 ton
ECA_SFD_A9_004	400 m / 13.5 m	Af	Vloed_115	ZW5		A-80 ton
ECA_SFD_A9_005	400 m / 13.5 m	Af	Vloed_115	ZW5		A-80 ton

[1] 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).
[2] 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.
[3] De wind wordt aangegeven met de windrichting ZW en de Beaufortklasse 5 Bft. Alle simulaties op 25/09/2018 werden uitgevoerd bij ZW 5 Bft.

Tabel 2 – Simulatieprogramma van 25/09/2018 voor SIM225

Run	Schip (L / T)	Op/Afvaart	Stroom	Wind	Sleepboten	
ECA_SFD_A9_000	430 m / 15 m	Op	Eb_115	ZW5	A-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_A9_001	400 m / 13.5 m	Af	Eb_115	ZW5	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_A9_002	400 m / 13.5 m	Af	Eb_115	ZW5	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_A9_003	400 m / 13.5 m	Op	Vloed_115	ZW5	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_A9_004	400 m / 14.5 m	Af	Vloed_115	ZW5	F-80 ton	A-80 ton
ECA_SFD_A9_005	400 m / 14.5 m	Af	Vloed_115	ZW5	F-80 ton	A-80 ton

3 Analyse

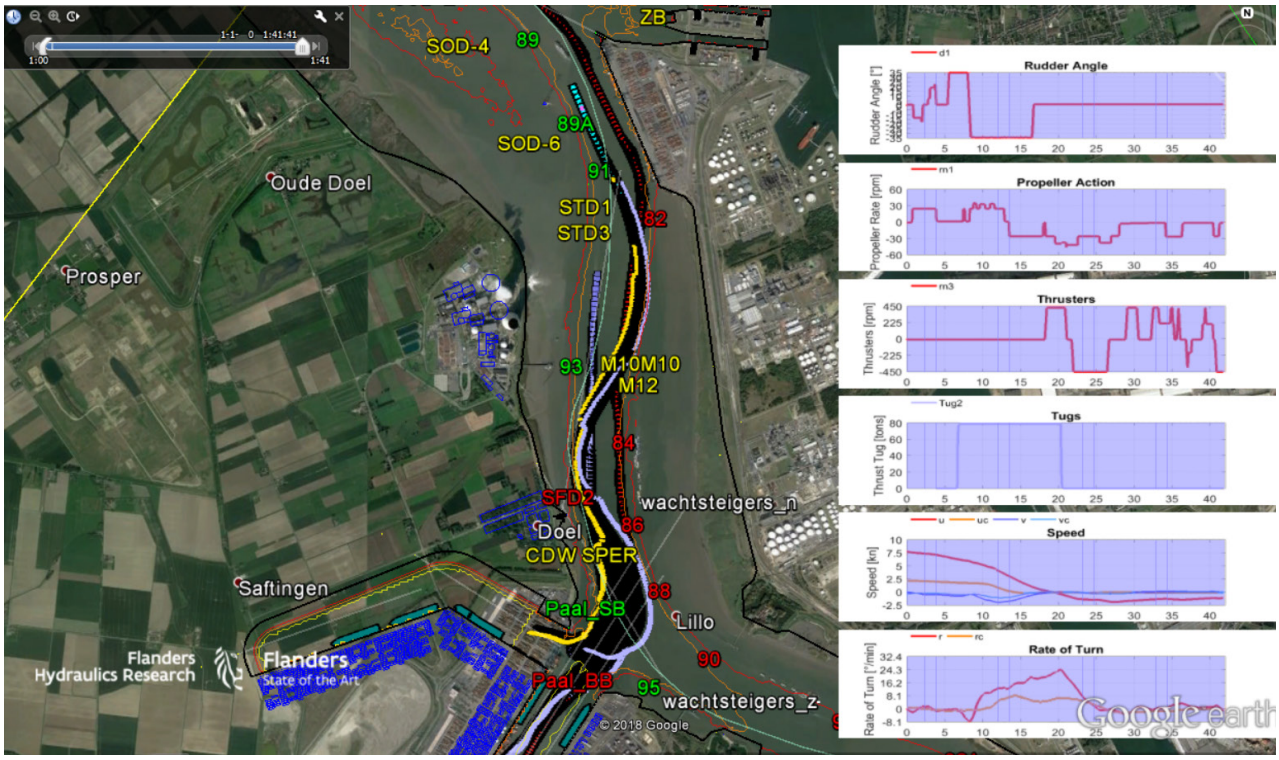
De analyse is een globale analyse op basis van de uitgevoerde simulatieruns. Er wordt geen detailonderzoek uitgevoerd omdat de evaluatie dient te gebeuren op strategisch niveau en in een latere fase (de uitwerkingsfase in de procesaanpak Complexe Projecten) gedetailleerd onderzoek voorzien is.

De analyse wordt gebaseerd op een KMZ bestand per run waarop de track van het (ontwerp)schip 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 (ontwerp)schip en de sleepboten zich bevonden ten opzichte van de harde infrastructuur en de dieptelijnen (aan de grond lopen).

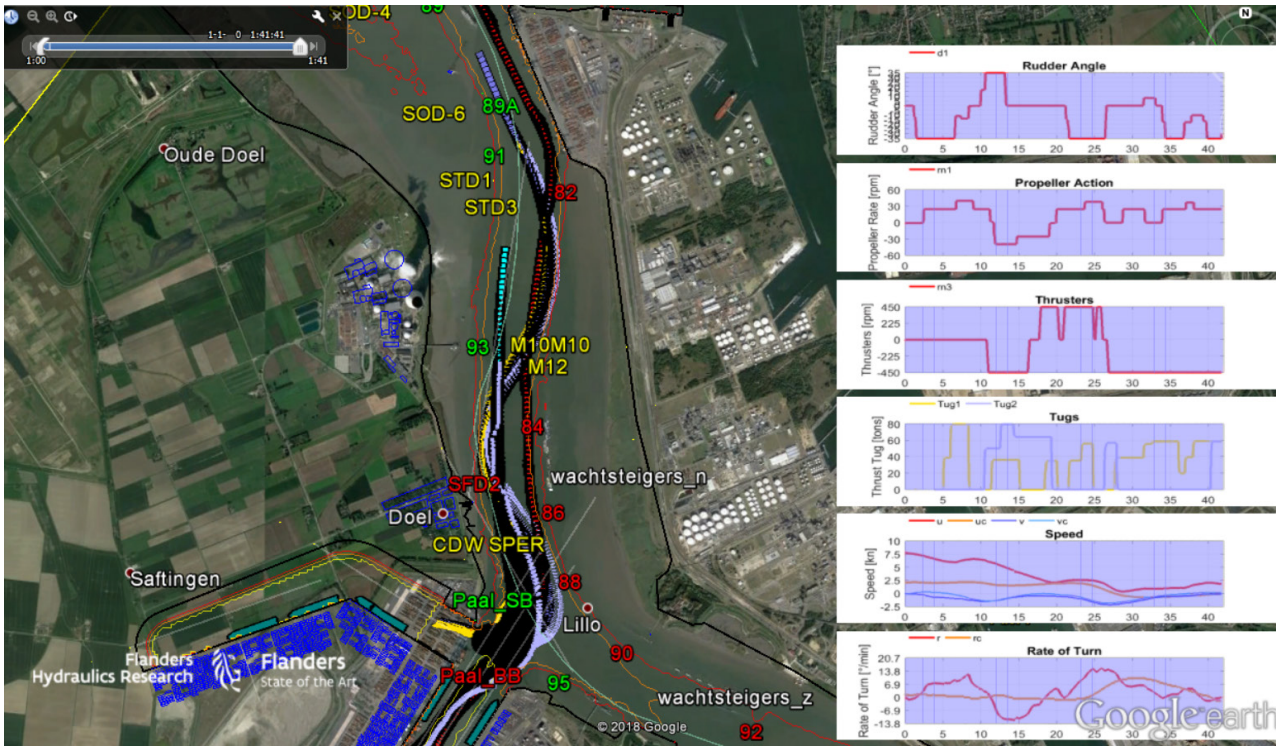
Naast de track van schip en sleepboten zijn ook tijdsafhankelijke gegevens weergegeven van het schip en de aan de sleepboten gevraagde bollard pull thrust. Op deze manier kan men zien hoe vaak er maximale roerhoek wordt gegeven, hoeveel keer maximale thrust van de boegschroeven en wanneer maximale thrust 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 eigenschip en zijn sleepboten zien, het andere ULCS schip met zijn sleepboten en ook de afgemeerde schepen. De tijdsgrafieken die ook op de KMZ voorstelling zijn opgenomen, zijn ook enkel geldig voor het eigenschip met sleepboten. Bij gekoppelde simulaties moet dus de KMZ van elke simulator geopend worden om de tijdsgrafieken voor de verschillende variabelen te zien (Figuur 4). In het voorbeeld ECA_SFD_A9003 (Figuur 4) is het paarse schip steeds het schip waarvoor de bijhorende tijdsgrafieken gelden (zie ook Appendix B). Tijdens deze simulatie werden niet alleen bijkomende schepen afgemeerd maar was er ook een afvarend vreemd schip (in het rood voorgesteld in Figuur 4).

Figuur 4 – Google Earth KMZ voorstelling van de gekoppelde simulaties ECA_SFD_A9003



a. SIM360+



b. SIM225

3.1 Individuele simulaties

3.1.1 Vloedstroom (SIM360+)

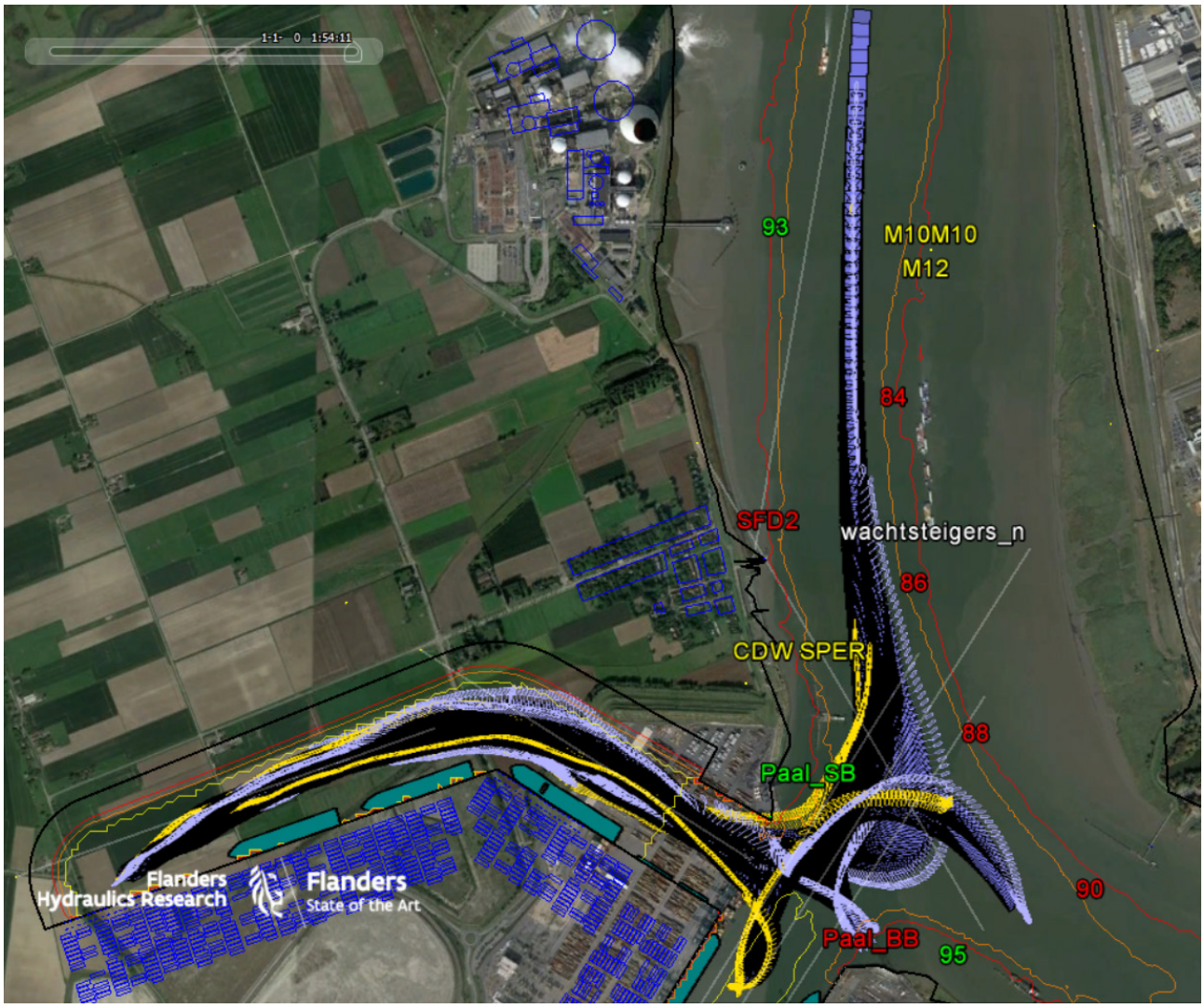
De uitgevoerde runs in het TGD bij vloed zijn weergegeven in Tabel 3 met een beknopte analyse. Van deze runs zijn alle tracks samengebracht in Figuur 5.

Tabel 3 – Runs voor TGD tijdens individuele simulaties bij vloed (SIM360+)

Run / SIM	Op/Afvaart	Analyse
ECA_SFD_A9000 Head in	Op	Ruimte: Tijdens het manoeuvre komt het schip in het TGD langs de teen van het talud aan de knik maar gezien de vloed en hoge waterstand is de kielspeling nog ruim voldoende. Het schip met assisterende sleepboten komt het dichtst bij het afgemeerde zeeschip voor de knik. De afstand tot de noordelijke hoek van de ingang van het TGD is ruim voldoende (40 m). Tijd: De simulatie duurt ongeveer 54 minuten in het totaal. 14 min zijn nodig om van de start tot voor de monding van het Deurganckdok te varen. Ongeveer 10 min duurt het voor het schip volledig van de monding van het DGD tot in het TGD is. Vervolgens duurt het 30 min tot het schip van de ingang van het TGD tot parallel met de achterste ligplaats ligt. Controlemiddelen: Het schip is gedurende de volledige simulatie goed onder controle. De boegschroef wordt vanaf de ingang van het DGD regelmatig op maximaal toerental gebruikt. Hoewel beide sleepboten 80 ton boten zijn, worden zij slechts sporadisch op maximaal vermogen ingezet. Vooral bij het head in indraaien van het DGD en het TGD wordt de meeste sleepbootkracht ingezet.
ECA_SFD_A9001 Head in	Af	Ruimte: Bij het ronden van de knik komt de achtersleepboot dicht bij de afgemeerde schepen. Het zou aangewezen zijn om ook met het schip meer afstand tot de afgemeerde schepen te behouden. Vervolgens is het schip met voorsleepboot onvoldoende vrij van de noordelijke hoek van het TGD aan de ingang om met een aanvaardbare afstand deze hoek te passeren. Het schip zit tussen deze hoek en de rode verlichtingspaal aan de monding van het DGD. Uiteraard probeert men niet te ver op de rivier te komen om het zwaaien in de monding te realiseren. Tijd: De simulatie van een positie parallel met de achterste ligplaats tot op de rivier (boeg aan boei 86) duurt 52 minuten. Hiervan zijn 35 minuten nodig voor een beweging van de achterste ligplaats tot de ingang van het TGD. De resterende 17 minuten zijn nodig om het schip te draaien in de monding van het DGD tot een positie op de rivier waarbij er terug ontmoetingen op de rivier mogelijk zijn (schip aan rode boeienlijn). Controlemiddelen: Door het achteruitvaren wordt het roer niet gebruikt (geen roerefficiëntie). De boegschroef wordt intensief

Run / SIM	Op/Afvaart	Analyse
		gebruikt, vooral in de sectie van het TGD tussen de ingang en de knik waar de zuidwestelijke windrichting loodrecht op de vaarrichting staat. De sleepboten worden slechts in beperkte mate ingezet. Er is dus nog veel reserve op de sleepboten. Hierdoor had de korte afstand tussen schip en noordelijke hoek eventueel bijgestuurd kunnen worden.
ECA_SFD_A9002 Head out	Af	Ruimte: De afstand tot vaste constructies is steeds voldoende. Het schip neemt ook bij het ronden van de knik eerder de buitenzijde (deels boven de teen van het talud). Er is dus voldoende ruimte. Tijd: Het volledige manoeuvre van een positie langs de achterste ligplaats tot op de rivier duurt 48 minuten. Dit ligt nog altijd in de grootteorde van de voorgaande simulatie bij head in achteruitvaren. Het schip bevindt zich op de rivier wel nog maar tussen boeien 88 en 90 en dus meer stroomopwaarts dan in run A9001. 30 minuten duurt het om van de achterste ligplaats tot aan de ingang van het TGD te komen en 18 minuten om in het DGD en de monding te zwaaien tot een afwaartse positie aan de zijde van de rode boeienlijn. Controlemiddelen: De boegschroef en de sleepboten worden pas ingezet bij het zwaaien in het DGD en de monding. Er is dus nog voldoende reserve op de controlemiddelen. Door het niet inzetten van de sleepboten in het TGD verzet het schip onder invloed van de wind in de sectie georiënteerd loodrecht op de windrichting.

Figuur 5 – Samengestelde tracks van runs A9000, A9001 en A9002 voor SIM360+



De samengestelde tracks in Figuur 5 tonen de benodigde ruimte om simulaties bij vloed in op- en afvaart uit te voeren met head in of head out afmeren. De sleepboten opereren op korte afstand van de afgemeerde schepen waaruit blijkt dat de knik in ruimte beperkt is. Er wordt voorgesteld om de teen van het talud en de verticale muur aan de noordelijke zijde van het TGD tussen de ingang van dit dok en de knik toch parallel met de zuidelijke kaaimuur uit te voeren op de breedte van de ingang (350 m). De padbreedte in de monding verschilt bij opvaart en afvaart en ook met head in of head out afmeren. De bezetting van de rivier en de monding van het DGD voor zwaaien zal ongeveer 20 minuten innemen. Bij de opvaart, head in, wordt er op de rivier gedraaid, bij de afvaart, head in, in de monding van het DGD en bij de afvaart, head out, wordt er voorwaarts in het DGD gevaren vanuit het TGD en wordt er vervolgens achterwaarts op de rivier gevaren om het schip dan door de vloedstroom te laten rondvallen op de rivier.

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 en vervolgens moet deze breedte van 350 m op volle diepte aangehouden worden tot aan de knik. In de simulatie versmalde deze sectie naar ongeveer 300 m. De padbreedte van de simulaties in de knik is immers ruim en de schepen en sleepboten komen ook dicht bij de afgemeerde schepen.

3.1.2 Ebstroom (SIM225)

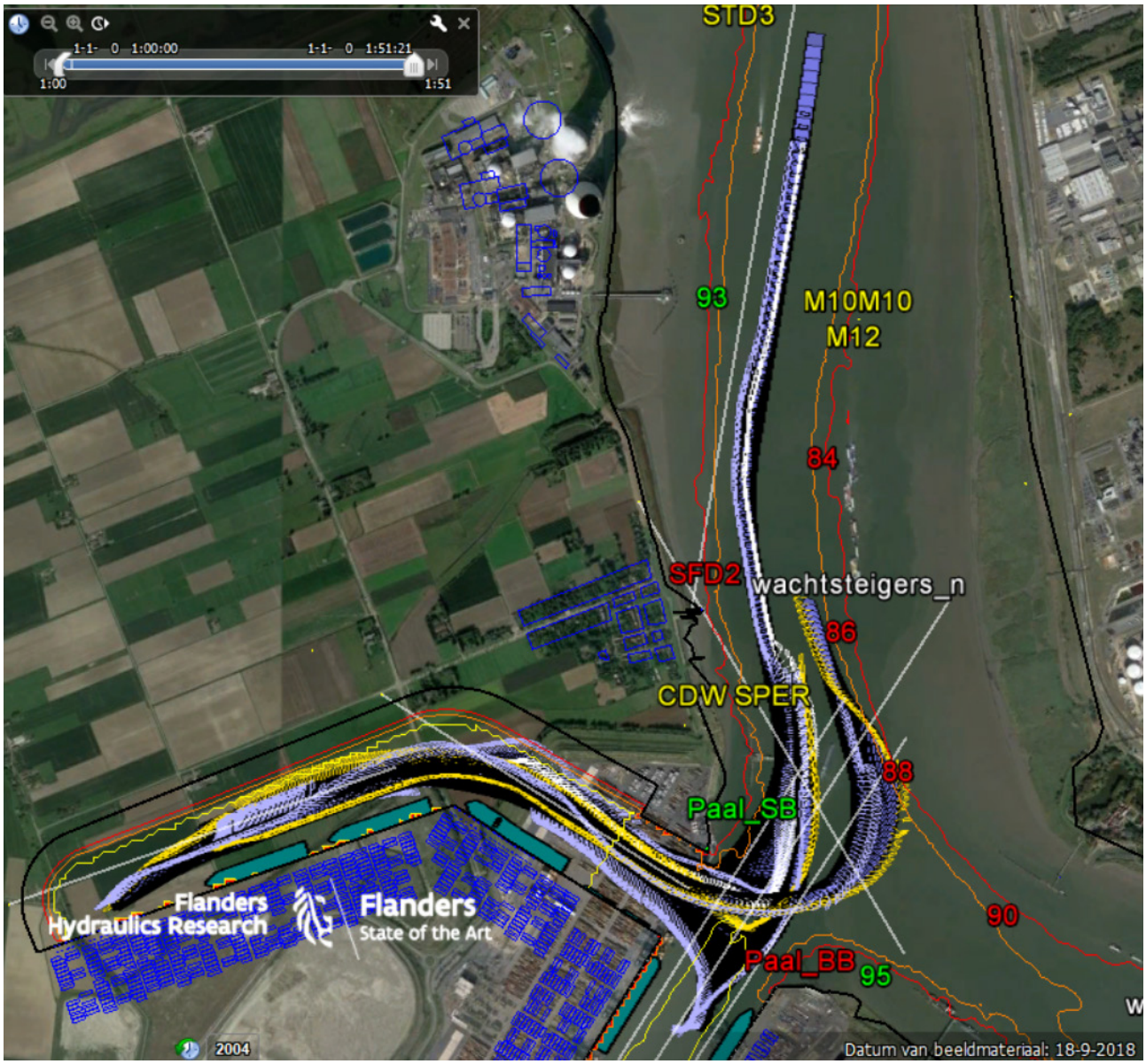
De uitgevoerde runs in het TGD bij eb zijn weergegeven in Tabel 4 met een beknopte analyse. Van deze runs zijn alle tracks samengebracht in Figuur 6.

Tabel 4 – Runs voor TGD tijdens individuele simulaties bij eb (SIM225)

Run / SIM	Op/Afvaart	Analyse
ECA_SFD_A9000 Head in	Op	Ruimte: Het schip loopt het Deurganckdok aan aan de groene boeienlijn op de Schelde. Bij het indraaien van het TGD wordt ook zoveel mogelijk aan de noordelijke kant gebleven. Hierdoor neemt het schip beperkte ruimte in op de rivier. Bij het ronden van de knik vaart het schip langs het talud. Bij eb is de waterstand lager maar nog steeds voldoende om niet aan de grond te lopen. De afstand tussen het schip en de noordelijke zijde van de ingang van het TGD is het kleinst en bedraagt ongeveer 35 m. Ook in het dok wordt een minimale afstand van 50 m van de afgemeerde schepen bewaard. Tijd: De volledige opvaart van de Schelde (net ten zuiden van boei 82 tot parallel de tweede ligplaats na de knik) duurde 51 minuten: 14 min van vertrek tot net voor het bochten, 18.5 min voor het bochten tot volledig in het TGD en ongeveer 20 min om van de ingang tot de voorlaatste ligplaats te varen. Controlemiddelen: De boegschroeven en de sleepboten worden vooral ingezet bij het bochten van de rivier tot in het TGD. Op dat moment is er geen reserve op de controlemiddelen. De ebstroom werkt het bochtmanoeuvre ook tegen. Voor de overige manoeuvres is er wel voldoende reserve.
ECA_SFD_A9001 Head in	Af	Ruimte: Het manoeuvre wordt in afvaart uitgevoerd, head in afgemeerd. Het achteruit varen in het TGD verloopt gecontroleerd. Er werd dichtbij de afgemeerde schepen gevaren (in principe zou beter verder van deze schepen gevaren worden) maar dit was om te anticiperen op de zuidwestelijke wind tussen de knik en de ingang van het TGD. Tijd: Het volledige manoeuvre van de laatste ligplaats (maar los van deze ligplaats) tot ter hoogte van boei 86 op de rivier bedraagt ongeveer 46 minuten: 30 min van vertrek simulatie tot ingang van het TGD en 16 min om achteruit het DGD in te varen en vooruit het dok uit te varen tot bijna ter hoogte van boei 86. Een ontmoeting met een opvarend schip in deze positie aan boei 86 is nog niet mogelijk (meer naar de rode kant varen). Controlemiddelen: De boegschroeven hebben constant moeten stuwen waardoor de reserve beperkt is. De voorsleepboot werd wel nauwelijks ingezet (aangezien de boegschroeven vooral gebruikt werden) en enkel tijdens het bochtmanoeuvre in de DGD monding. De achterboot werd meermaals ingezet maar enkel bij het achteruit in het DGD draaien tot maximaal vermogen. Twee 80 ton sleepboten zijn voldoende voor de loodsen bij manoeuvres naar het TGD met ULCS.

Run / SIM	Op/Afvaart	Analyse
ECA_SFD_A9002 Head out	Af	Ruimte: Er wordt head out afgevaren waarbij het schip een beperkte padbreedte inneemt in het TGD. De afstand tot het talud is zeker voldoende en de afstand tot de afgemeerde schepen is beperkt maar stabiel. Bij het head out opdraaien van de rivier vanuit het TGD door de DGDmonding naar de rivier moet er achteruit geslagen worden omdat het schip niet snel genoeg draait. Het schip kan boei 88 maar net ontwijken met de boeg. Het in één beweging draaien op de rivier blijkt toch niet aangewezen te zijn of moeilijk uit te voeren bij een belangrijke zuidwestelijke wind. Tijd: Het volledige manoeuvre van de laatste ligplaats (los van de kade) tot op de rivier net voorbij boei 86 duurt 38 minuten: 23 min in het TGD en 15 min voor het zwaaien in de monding tot aan de rode boeienlijn van de rivier. Controlemiddelen: In het volledige dok werden de sleepboten en de boegschroeven niet gebruikt. Voor het bochten op de rivier werden beiden dan wel ingezet maar te laat (oorspronkelijk doel zonder sleepboten of boegschroeven). Het bochtmanoeuvre op de rivier zou vlotter zijn uitgevoerd indien de externe controlemiddelen sneller werden ingezet.

Figuur 6 – Samengestelde tracks van runs A9000, A9001 en A9002 voor SIM225



De samengestelde tracks in Figuur 6 tonen de benodigde ruimte om simulaties bij eb in op- en afvaart uit te voeren met head in of head out afmeren.

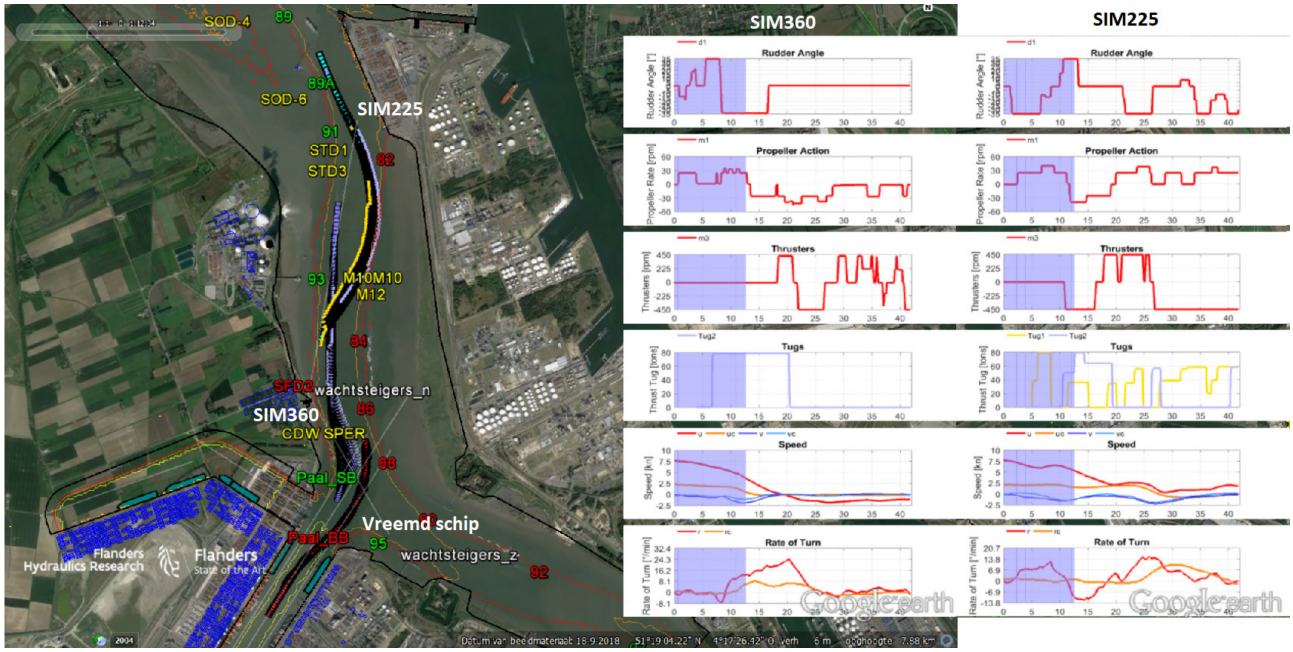
De dokbreedte van 350 m aan de ingang van het tweede getijdendok wordt volledig gebruikt voor de passages van de ULCS en ook de Deurganckdokmonding wordt volledig bestreken bij de verschillende manoeuvres. In het TGD zelf is de padbreedte het grootst in het eerste deel van ingang tot knik. Een noordelijke oever die parallel is met de zuidelijke kade, is aangewezen in plaats van een versmallend dok in deze zone.

3.2 Gekoppelde simulaties

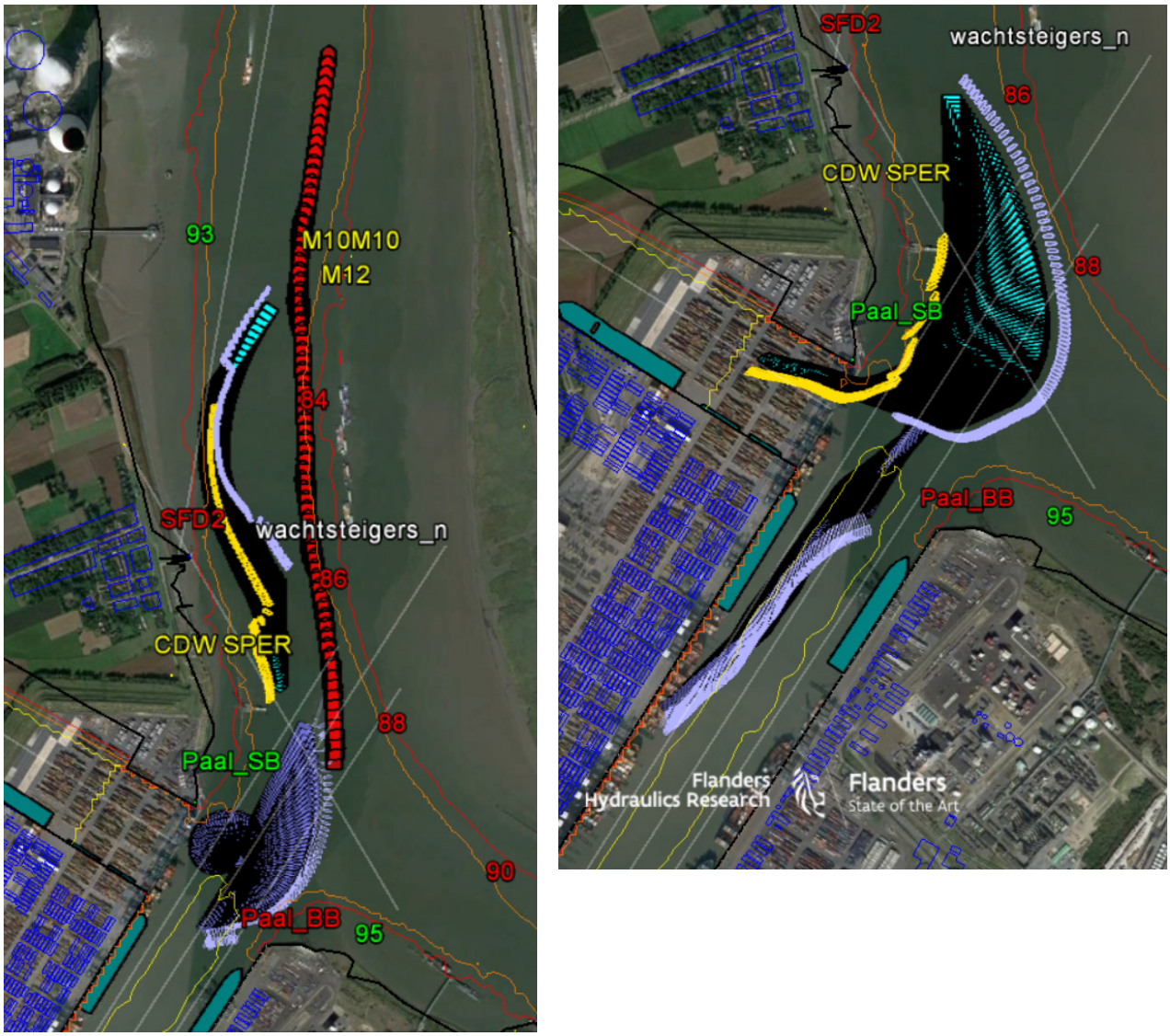
Er werden drie gekoppelde simulaties uitgevoerd (Tabel 5). Elke gekoppelde simulatie wordt voorgesteld in afzonderlijke figuren en wordt qua ruimte, tijd en controlemiddelen besproken. Alle simulaties werden uitgevoerd bij vloed en bij ZW 5 Bft.

Run A9003 wordt opgesplitst in Figuur 7 en Figuur 8. De ULCS die werden bediend vanop de simulatoren SIM225 en SIM360 waren beide in opvaart. Er werd ook een afvarend vreemd schip in de simulatie gebracht. Bij start van de simulatie was de tijd tussen de twee opvarende schepen minder dan de gewenste tussentijd van 15 minuten. Hierdoor moet het tweede opvarende schip op SIM225 zich ophouden en vertragen tussen de Europaterminal en het Deurganckdok. Het eerste opvarende schip met bestemming het DGD wacht met zwaaien in de monding tot het afvarende schip gepasseerd is. Omdat het vreemde schip (rood in Figuur 7) slechts op een track gestuurd wordt en niet met een realistisch manoeuvreermodel neemt dit schip minder plaats in dan verwacht. Het zou dus aangewezen zijn dat ontmoetingen in de omgeving van de Deurganckdokmonding in het vervolg met zoveel simulatoren wordt uitgevoerd als dat er te manoeuvreren ULCS in het scenario zijn opgenomen. Nadat het eerste opvarende schip gezwaaid is en achteruit het DGD in gaat, voert het tweede opvarende schip het head in zwaaimanoeuvre naar het TGD uit.

Figuur 7 – Gekoppelde simulatie A9003: minuut 1 tot 12.5

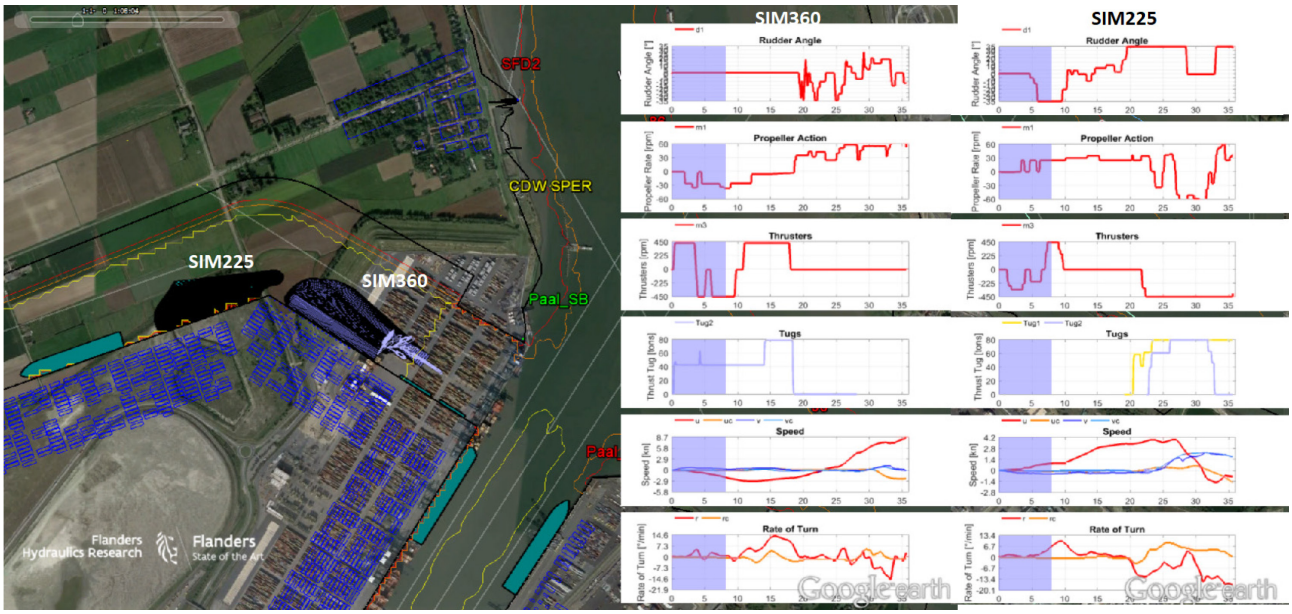


Figuur 8 - Gekoppelde simulatie A9003: minuut 12.5 tot 23 (links) en minuut 23 tot 42 (rechts)

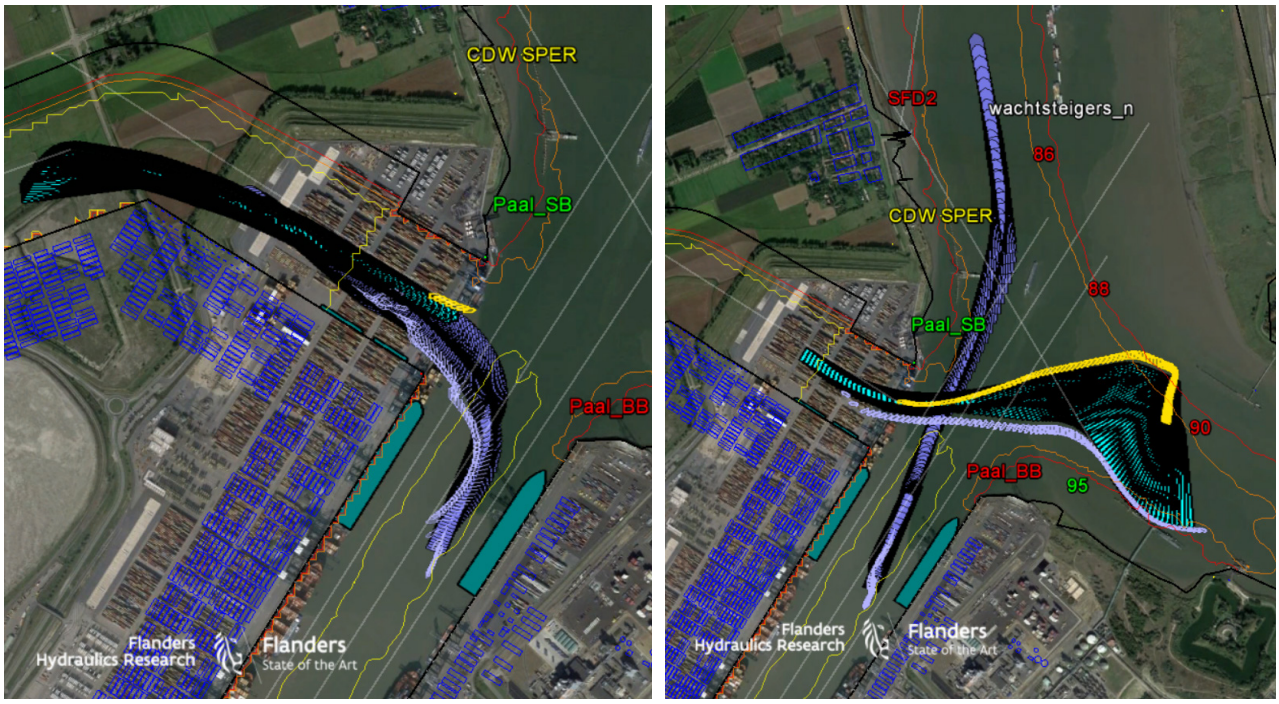


Run A9004 wordt opgesplitst in Figuur 9 en Figuur 10. De ULCS die werden bediend vanop de simulatoren SIM225 en SIM360 waren beide in afvaart maar wel respectievelijk head out en head in afgemeerd. Het head in afgemeerd schip gebruikt gedurende de volledige simulatie alleen een achtersleepboot en de boegschroeven. Het andere schip gebruikt twee sleepboten voor en achter en de boegschroeven. Deze sleepboten worden wel enkel ingezet bij het uit het TGD komen. De simulatie lukt niet voor het tweede afvarende schip dat head out is afgemeerd omdat het schip in een voorwaartse beweging op de vloedstroom komt en direct probeert door te draaien op de rivier tot een afwaartse positie. Het schip drijft af naar de Ineossteiger en komt daarmee in aanraking. Op deze manier wordt nog eens aangetoond dat voor het TGD het head in indraaien bij sterkere stroom wel mogelijk is maar dat het head out uitdraaien en op de rivier komen niet mogelijk is bij vloedstroom. De loodsen raden dus aan om bij voorkeur head in af te meren in het TGD.

Figuur 9 – Gekoppelde simulatie A9004: minuut 1 tot 8

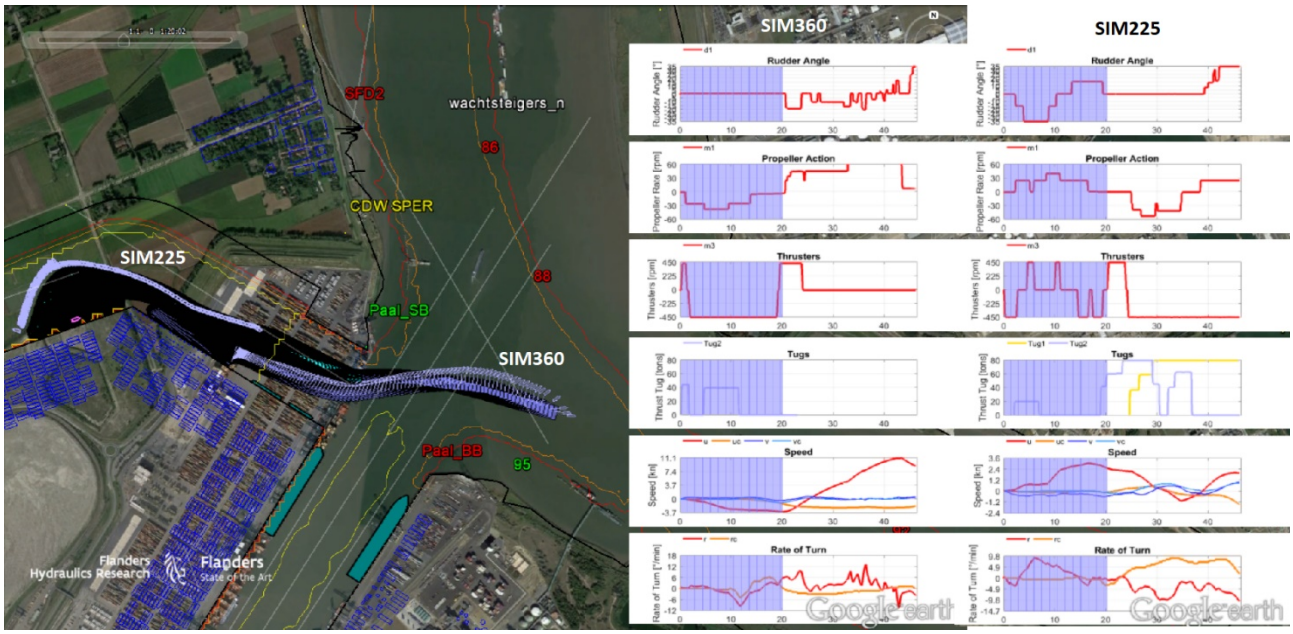


Figuur 10 - Gekoppelde simulatie A9004: minuut 8 tot 20 (links) en minuut 20 tot 35.5 (rechts)



Run A9005 wordt opgesplitst in Figuur 11 en Figuur 12. In deze simulatie werd gezocht naar een oplossing voor het scenario dat in de run A9004 werd uitgevoerd. Het is duidelijk dat bij een vloedstroom er vanuit het TGD niet direct voorwaarts op de rivier kan gezwaaid worden. Daarom zal het eerste afvarende schip in deze run achteruit op de rivier komen en niet meer in het Deurganckdok zwaaien. Het tweede afvarende schip (head out) krijgt hierdoor ruimte in de monding van het DGD om zoveel mogelijk weg van de stroom te zwaaien en dan snelheid op te bouwen met nog een beperkte scheerhoek bij het op stroom komen.

Figuur 11 – Gekoppelde simulatie A9005: minuut 1 tot 20



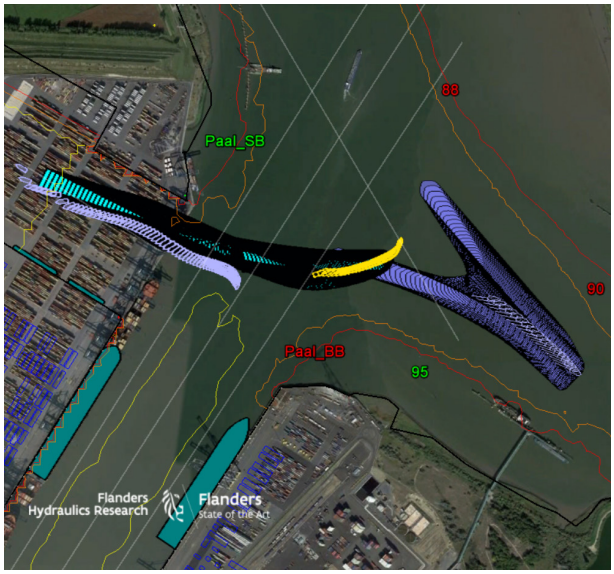
Tabel 5 – Runs tijdens gekoppelde simulaties, uitgevoerd bij vloedstroom

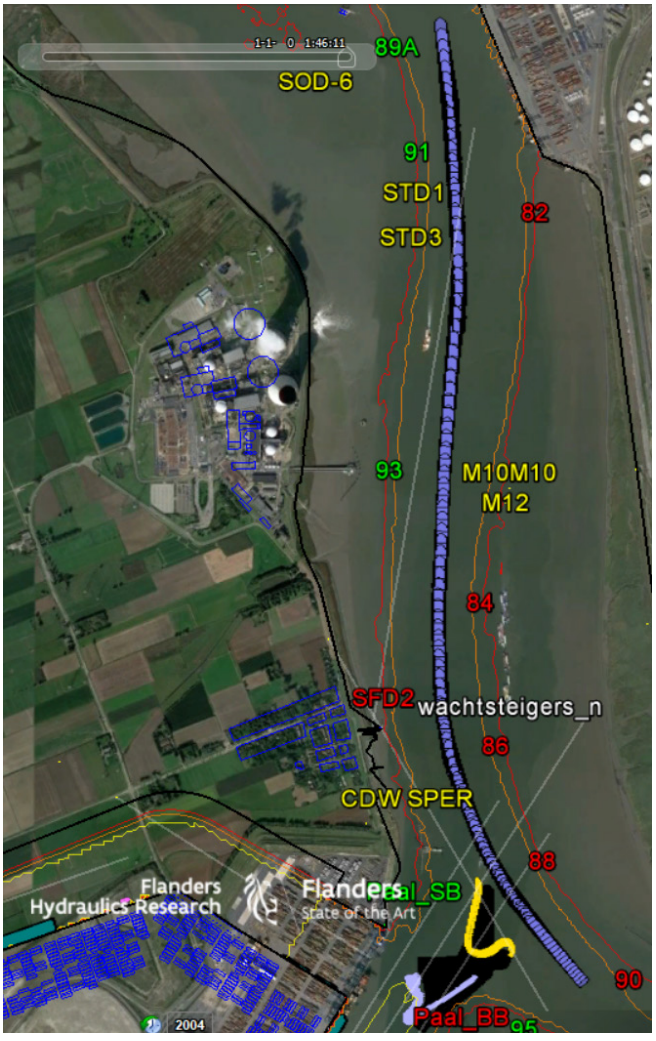
Run	Op/Afvaart	Analyse
ECA_SFD_A9003	SIM360: Op, head out, DGD SIM225: Op, head in, TGD	<u>Ruimte:</u> Bij de uitvoering van de zwaaimanoeuvres van beide op de simulatoren bestuurde ULCS is het belangrijk dat er voldoende afstand tussen de schepen wordt gerespecteerd. Dat was bij aanvang van de simulatie niet het geval. Toch heeft het tweede opvarende schip op SIM225 ruimte om zich af te stoppen, waarbij het schip door de ZW 5 Bft wind naar de rode boeienlijn wordt verzet. Omdat er op dat moment geen afvarende vloot is, stelt dit geen problemen. De ontmoeting tussen het afvarende vreemde schip en het eerste opvarende schip zou bij twee gestuurde manoeuvreermodellen wel meer ruimte ingenomen hebben dan nu het geval was. De twee opvarende schepen hinderen elkaar in de DGDmonding niet aangezien ze sequentieel hun manoeuvres daar uitvoeren. <u>Tijd:</u> De volledige simulatie duurt 42 minuten. Het eerste opvarende ULCS start zijn zwaaimanoeuvre op minuut 12.5. Dit zwaaimanoeuvre wordt na 10 minuten voltooid waarna het schip achteruit naar zijn ligplaats in het DGD gaat. Vervolgens zet het tweede opvarende schip zijn draaimanoeuvre head in in het TGD in en is na ongeveer 10 minuten volledig in het TGD en weg van het DGD. <u>Controlemiddelen:</u> Beide bestuurde ULCS schepen gebruiken hun boegschroeven en de sleepboten (SIM360 enkel de achtersleepboot, SIM225 beide voor- en achtersleepboot). Er is nog reserve op de controlemiddelen, maar toch worden de boegschroeven of de sleepboten tijdelijk maximaal ingezet. De

		rate of turn is ook hoog (25 deg/min) bij het zwaaimanoeuvre van SIM360 waarbij de achtersleepboot gedurende ongeveer 13 minuten vol trekt.
ECA_SFD_ A9004	SIM360: Af, head in, TGD SIM225: Af, head out, TGD	Ruimte: Beide afvarende schepen komen gelijktijdig los van de kade. Het schip op SIM225 bevindt zich het verst in het TGD. De ruimte ingenomen in het TGD is beperkt voor beide schepen. Het eerste afvarende schip zwaait dan in het Deurganckdok en laat het tweede afvarende schip eerst door de DGDmonding komen. Daar loopt het mis voor dit vooruit afvarende schip dat door de vloedstroom afdrijft op de Schelde en zeer moeilijk gezwaaid geraakt. Het schip komt ook op de locatie van de Ineossteiger wat onaanvaardbaar is. Doordat het tweede afvarende schip afdrijft naar het zuiden, kan het eerste afvarende schip het DGD verlaten en met voldoende snelheid (3 knopen en meer) de Schelde opkomen. Tijd: Het volledige scenario duurt 35.5 minuten. Het duurt 8 minuten voor de schepen van de kade tot voldoende ver in het (midden van het) TGD gekomen zijn. Vervolgens duurt het 12 minuten tot het eerste afvarende schip in het DGD gezwaaid is en opgelijnd ligt volgens de heading van het DGD en het tweede afvarende schip met zijn boeg aan de ingang van het TGD is gekomen. Van hieruit moet dit schip doorzwaaien naar de rivier maar de stroom is te sterk. Na tijdelijk wachten in het DGD en dan toch aanzetten voor de afvaart is het eerste afvarende schip na nog eens 15 minuten volledig voorbij boei 86. De simulatie wordt afgebroken voor het head out afgemeerde schip op de rivier volledig opgelijnd is. Controlemiddelen: Wat de controlemiddelen betreft, zijn deze voldoende voor het eerste afvarende schip dat in het DGD zwaait maar niet voor het tweede afvarende schip dat op de rivier probeert te zwaaien. Het eerste schip gebruikte alleen een achtersleepboot waardoor bij gebrek aan voorboot de boegschroeven regelmatig vol moesten ingezet worden.
ECA_SFD_ A9005	SIM360: Af, head in, TGD SIM225: Af, head out, TGD	Ruimte: Bij de herhaling van run A9004 maar met een andere uitvoering is de ruimte die door beide afvarende ULCS wordt ingenomen veel beperkter. Het eerste afvarende schip neemt immers bij het achteruit op stroom komen slechts een beperkte hoek met de stroom in. Het tweede afvarende schip zwaait in de monding van het DGD maar neemt ook daar beperkte ruimte in als de voorwaartse en achterwaartse snelheid onder controle worden gehouden. De minimale afstand tussen de voorsleepboot van het tweede afvarende schip en het eerste afvarende schip bedraagt ongeveer 92 m. Tijd: Het volledige scenario duurt nu 46 minuten van vertrek van beide schepen aan de kade tot het einde waarbij het tweede afvarende schip op de stroom is en het eerste afvarende schip zich al ter hoogte van de Europaterminal bevindt. Het duurt 10 minuten tot het eerste afvarende schip los van de kade tot de ingang van het TGD achteruit vaart, 10 minuten later is ook het

		tweede afvarende schip met de boeg ter hoogte van het DGD. Nog eens 10 minuten later is het eerste afvarende schip parallel met de rode boeienlijn op de rivier en vijftien minuten later is het tweede afvarende schip met een beperkte snelheid van 2 knopen middenvaarwater op de rivier. De monding van het DGD is dus ongeveer 35 minuten bezet voor de gelijktijdige afvaart van deze twee schepen. <u>Controlemiddelen:</u> Het eerste afvarende schip gebruikt enkel de achtersleepboot en de boegschroeven. Zonder voorsleepboot moeten de boegschroeven zeer lang op maximaal vermogen draaien. Voor de achtersleepboot is er wel reserve. Het tweede afvarende schip gebruikt een voor- en achtersleepboot en ook de boegschroeven. De sterke vloedstroom zorgt er voor dat met de boeg op de rivier de boegschroeven en voorsleepboot maximaal moeten werken om de boeg gedraaid te krijgen. Er is dus geen reserve.

Figuur 12 - Gekoppelde simulatie A9005: minuut 20 tot 30 (links) en minuut 30 tot 46 (rechts)





4 Conclusies

Dit rapport beschrijft de simulaties die werden uitgevoerd voor een eerste beoordeling van het Tweede Getijdendok (TGD) in het Alternatief 9 van het Complex Project Extra Containercapaciteit Antwerpen. Om de vormgeving van het dok met knik (één zeeligplaats voor de knik, drie zeeligplaatsen na de knik) nautisch te beoordelen zodat voor het voorontwerp voorkeursbesluit nog noodzakelijke aandachtspunten konden gedetecteerd worden, werden op 25 september 2018 realtime simulaties uitgevoerd door DAB Loodswezen op de (gekoppelde) simulatoren SIM360+ en SIM225.

Er werden zes individuele simulaties uitgevoerd bij verschillende stroomcondities (maximale vloed- of ebstroom) en windconditie ZW 5 Bft. Twee simulaties werden uitgevoerd met het een nog niet bestaand 430 m containerschip en vier simulaties met een 400 m ULCS met verschillende diepgangen.

Op basis van deze simulaties kon aangetoond worden dat het TGD uit Alternatief 9 toegankelijk is voor een 430 m lang containerschip maar dat bij voorkeur het deel van het dok loodrecht op het Deurganckdok zou uitgevoerd worden met een noordelijke oever waarvan de teen van het talud parallel loopt met de zuidelijke kade. Verder werden er kwantitatieve waarden verzameld voor de beoordeling van de manoeuvres in plaats, in tijd en in gebruik van controlemiddelen (stuurmiddelen zoals boegschroef en sleepboten). Dit betekent dat de breedte op volle diepte (-18 m LAT) aan de afwaartse zijde van de knik ook 350 m moet zijn zoals de breedte van de ingang van het TGD. Er werd gezocht naar de meest geschikte manoeuvres afhankelijk van de stroomconditie en het head in of head out afmeren in het tweede getijdendok. Gedurende verschillende simulaties werd de knik wel gerond dicht bij de afgemeerde schepen waardoor besloten werd om in volgende simulaties (onder meer de uitwerkingsfase) een minimale afstand van 100 m te vragen tussen de kade en de manoeuvrerende schepen. Dit betekent dat voor een afgemeerd schip met een breedte van 62 m minstens 38 m tussen passerend schip en afgemeerd schip gerespecteerd zal worden. De invoering van navilines die op de Full SNMS deze virtuele afstandslijnen tot de kade aangeven, kan hierbij helpen. Het voorzien van een knik zorgt nog steeds voor meer risico’s voor de varende en afgemeerde schepen tijdens het ronden van de knik.

Vervolgens werden drie gekoppelde simulaties uitgevoerd op de gekoppelde simulatoren SIM360+ en SIM225 waarbij twee 400 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 tweede getijdendok moeten aangepast worden bij het afstemmen van de bewegingen op elkaar. De eerste simulatie waarbij twee opvarende schepen verschillende bestemmingen hadden (eerste voor het Deurganckdok head out, tweede voor het TGD head in) uitgevoerd bij vloed en ZW 5 Bft is veilig verlopen. Het inbrengen van een bijkomend afvarend schip als een vreemd schip, vertrekkende vanuit het Deurganckdok, toont aan dat bij het uitvoeren van scenario’s met drie schepen (en meer) de interactie tussen de ULCS maar realistisch kan voorgesteld worden indien alle ULCS met een wiskundig manoeuvreermodel worden gestuurd. Dit was op het ogenblik van het uitvoeren van de simulaties op 25 september 2018 nog niet mogelijk. Vanaf najaar 2019 zou dit voorzien moeten zijn.

Tijdens een tweede simulatie met zelfde condities als de eerste simulatie waren er twee afvarende schepen waarvan één head out afgemeerd was (eerste ligplaats na de knik) en één head in afgemeerd was (eerste ligplaats van het TGD). Het scenario waarbij beide schepen tegelijkertijd vertrekken en het eerste afvarende head in schip in het Deurganckdok zwaait terwijl het tweede afvarende head out schip in één beweging het TGD verlaat en met een beperkte snelheid de sterk stromende rivier opkomt, loopt slecht af voor het tweede afvarende schip. Dit wordt verzet door de vloedstroom en komt in contact met de Ineossteiger. Het head in afmeren in het TGD verdient ondermeer hierdoor voorkeur ten opzichte van het head out afmeren (in opvaart kan het indraaimanoeuvre van de rivier naar het TGD onder invloed van stroom uitgevoerd worden

terwijl dit bij afvaart en vloedstroom tot problemen leidt). In een volgende simulatie werd dan gezocht naar een oplossing voor dit scenario zonder de vertrekcondities te wijzigen.

Het voordeel van het tweede getijdendok (als variant op de P9-varianten, [1]) in vergelijking met de variant P5-2 (het Saeftinghedok met een zwaaizone in het dok) blijft standhouden. Zoals gebleken is uit de verschillende simulaties met ontmoetende schepen, ook in dit rapport, hebben schepen die eenzelfde dok of de twee aangrenzende dokken als bestemming of vertrek hebben, niet één locatie waar ze zich kunnen ophouden maar kan naast de ingang van het TGD en de ingang of monding van het DGD ook de zone op de rivier net ten zuiden van de monding gebruikt worden voor het afstemmen van de manoeuvres van verschillende samenkomende schepen. Daarnaast is de hier onderzochte variant samen met de P9-varianten ook interessanter bij het verhalen of shiften tussen het TGD en het DGD.

Specifieke aandachtspunten komend uit het simulatieonderzoek voor het tweede getijdendok uit het alternatief 9 kunnen nog aanleiding geven tot bijkomend onderzoek:

- Ronden van de knik: in principe blijft het mogelijk om met een afstand van ongeveer 40 m weg te blijven van de afgemeerde (grootste) schepen tijdens het ronden van 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 opnieuw voorgesteld 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 opnieuw dicht tegen de noordelijke muur aan de ingang van het tweede getijdendok. De ingang 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 hebben aangetoond dat er nog 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 waarbij minstens drie of meer schepen op afzonderlijke simulatoren moeten bediend worden.
- Verkeerstechnisch is het een uitdaging om alle aanlopen en vertrekken aan de Deurganckmonding 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 Deurganckdokmonding te verwijderen zodat schepen de drempel van Frederik als eerste drempel hebben in afvaart. Dit veronderstelt meteen ook dat er geen drempel mag optreden tussen het tweede getijdendok en het Deurganckdok wat uiteraard bij het verhalen en shiften tussen DGD en TGD voor bijkomende beperkingen zou zorgen.

Referenties

[1] **Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F.** (2018). Complex project: Extra containerbehandelings-capaciteit in het havengebied Antwerpen: Achtergronddocumentatie - Deelrapport 5 – Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: simulatiestudie voor de bouwsteen tweede getijdendok loodrecht op het Deurganckdok. Versie 4.0. WL Rapporten, 16_117_5. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

[2] **Verheyen, B.; Van Holland, G.** (2019). Extra Containercapaciteit Antwerpen – Analyse impact ECA bouwstenen en alternatieven op watersysteem en slibhuishouding. Aanvullend onderzoek getijdedokvarianten. IMDC: Antwerpen.

Appendix A: Pilot card 430 m en 400 m ULCS

CON430_620 PRINCIPLE CHARACTERISTICS

based on fast-time simulations

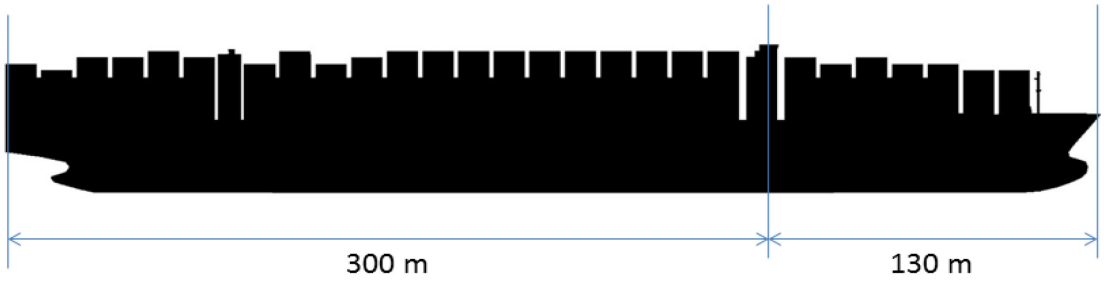
Name	Con430_620_160.SHI
Project	16_117 CP ECA

Main Dimensions		
L_{OA}	[m]	430
L_{PP}	[m]	409
B	[m]	62
T_{design}	[m]	16
m	[ton]	263734
$A_{wind\ frontal}$	[m²]	2728
$A_{wind\ lateral}$	[m²]	15932

Propeller		
#	[-]	1
n_{max}	[1/s]	1.56
CPP		No

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

Rudders		
#	[-]	1
d_{max}	[°]	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

CON400_540 PRINCIPLE CHARACTERISTICS

based on fast-time simulations

Name	MscLondon_135.SHI
Project	

Main Dimensions		
L_{OA}	[m]	399.0
L_{PP}	[m]	385.0
B	[m]	54.0
T	[m]	13.5
m	[ton]	194,144.38
$A_{wind\ frontal}$	[m²]	2,504.73
$A_{wind\ lateral}$	[m²]	16,888.05

Propeller		
#	[-]	1
n_{max}	[1/s]	1.66
CPP		No

Thruster		
Bow thruster	[-]	1
Total Power	[HP]	2,722
Stern Thruster	[-]	1
Total Power	[HP]	2,722

Rudders		
#	[-]	1
d_{max}	[°]	35
Time from +35 to -35	[s]	25

Manoeuvring speeds				
	RPM	UKC=100%	UKC=35%	UKC=10%
	[-]	[kn]	[kn]	[kn]
Manoeuvring Full Ahead	70	18.0	16.0	13.7
Half Ahead	55	14.2	12.6	10.8
Slow Ahead	40	10.3	9.1	7.8
Dead Slow Ahead	25	6.3	5.6	4.9

Stopping specifications			
	Time		Distance
	[s]	[min]	[m]
From Man. Full Ahead to Full Astern	526	8:46	2269
From Slow Ahead to Full Astern	436	7:16	1476

Turning specifications			
	Advance	Transfer	Tact Diam
UKC = 100%	[m]	[m]	[m]
Full Ahead	1267.3(P) 1108.2(SB)	749.1(P) 591.2(SB)	1353.6(P) 1163.3(SB)
Slow Ahead	1251.6(P) 1111.3(SB)	752.4(P) 602.4(SB)	1328.4(P) 1214.2(SB)
UKC=35%			
Full Ahead	1404.2(P) 1393(SB)	1052.6(P) 1032.3(SB)	2102(P) 1998.8(SB)
Slow Ahead	1270.6(P) 1275(SB)	938.3(P) 935.6(SB)	1896.6(P) 1820.5(SB)
UKC=10%			
Full Ahead	2405.5(P) 2132.4(SB)	2088.5(P) 1815.2(SB)	4133.6(P) 3487.8(SB)
Slow Ahead	2051.1(P) 1878(SB)	1724.7(P) 1542.7(SB)	3412.3(P) 2978.1(SB)

Appendix B: Manual voor de KMZ presentaties

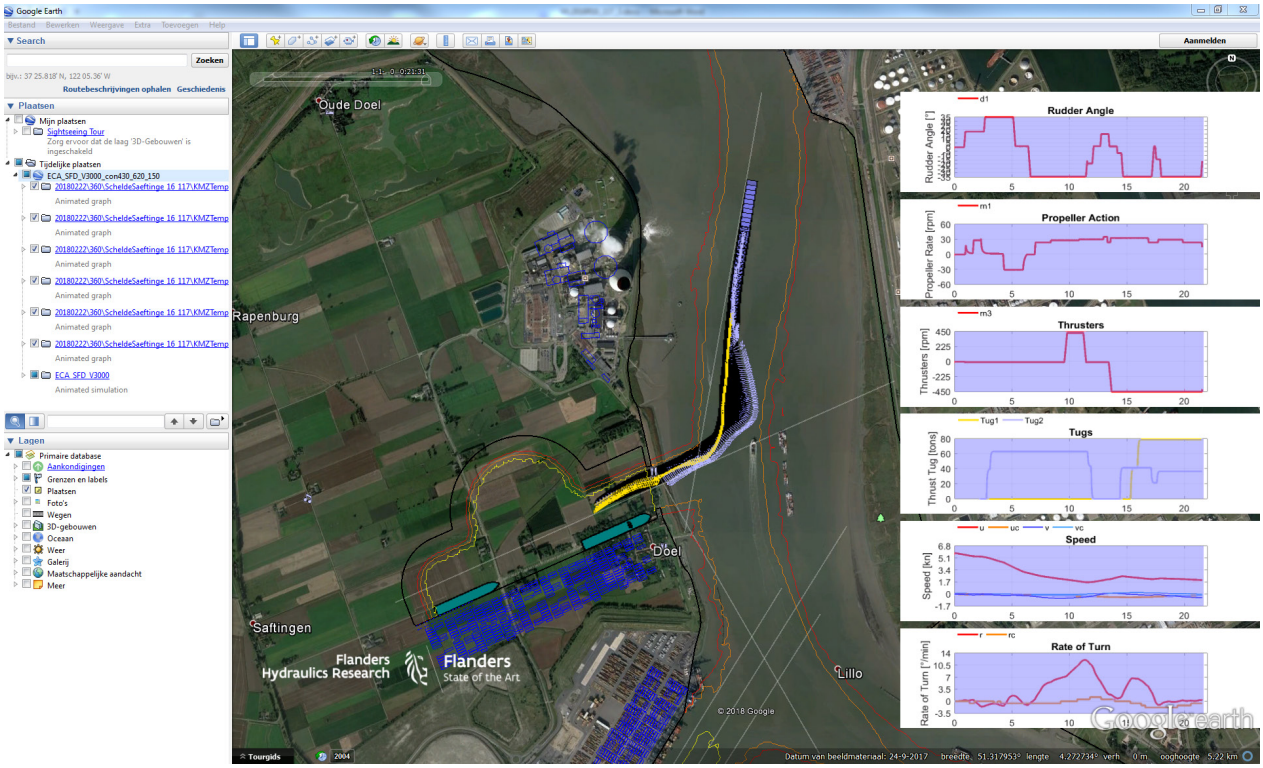
De uitgevoerde simulaties kunnen bekeken worden met animatie in Google Earth op basis van de bijgeleverde KMZ bestanden. Voor het bekijken van deze bestanden werd een korte Engelstalige manual opgesteld.

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

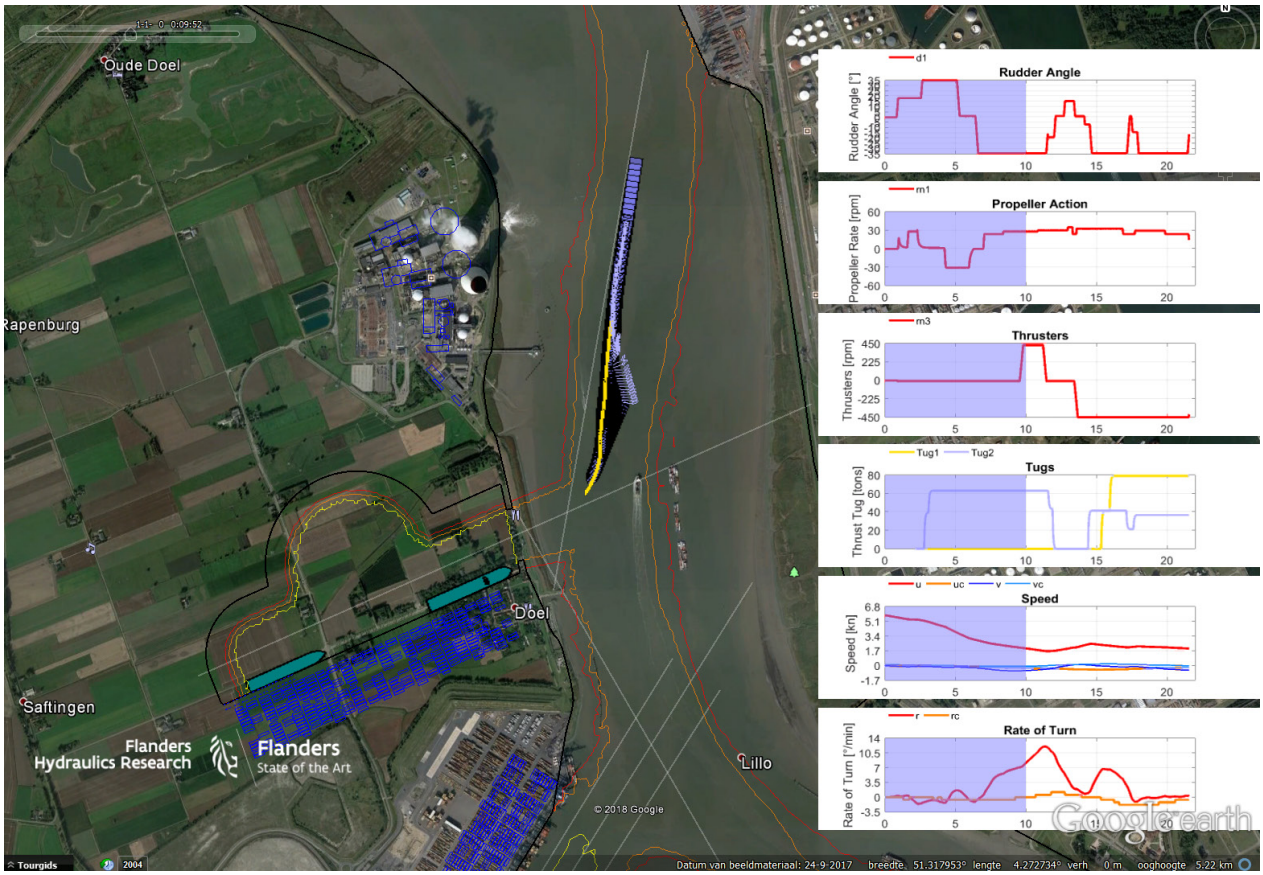
Go to Windows Explorer and double click on a selected KMZ file:

e.g. ECA_SFD_V3000_con430_620_150.kmz

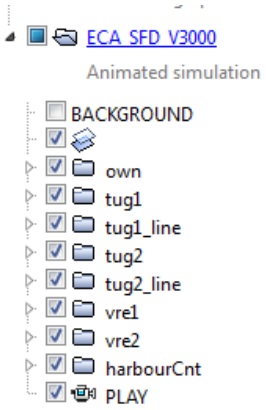
The KMZ file with animated graphs and animated simulation can be seen in the temporary locations at the left pull down menu. On the main screen the location is seen with the simulation data on top of it and the overlay graphs (right column with time graphs). You can tick on or off the different overlay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



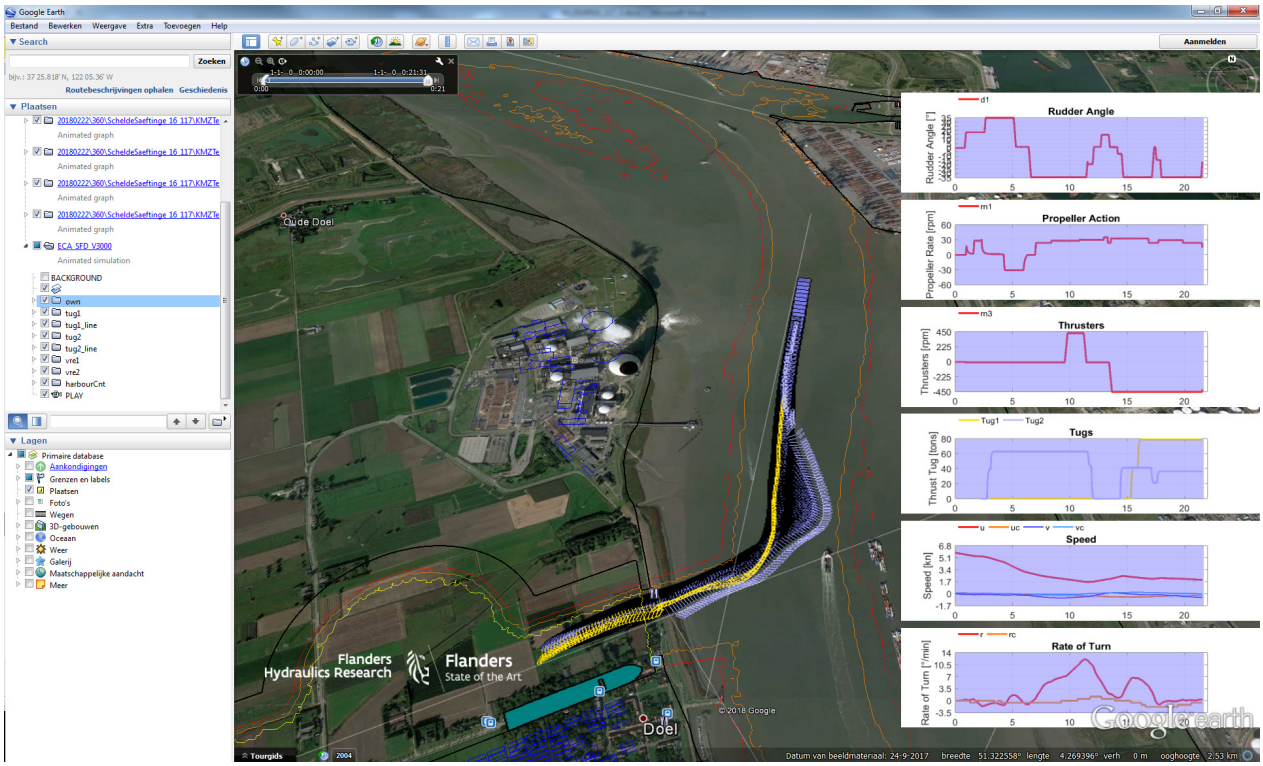
The overlay graphs are light blue on top of the different series in the graphs because the animation is presented from the start to the end of the simulation. If you use the slider on the top left location (above Oude Doel) you can go back and forward on the graphs and also on the track.



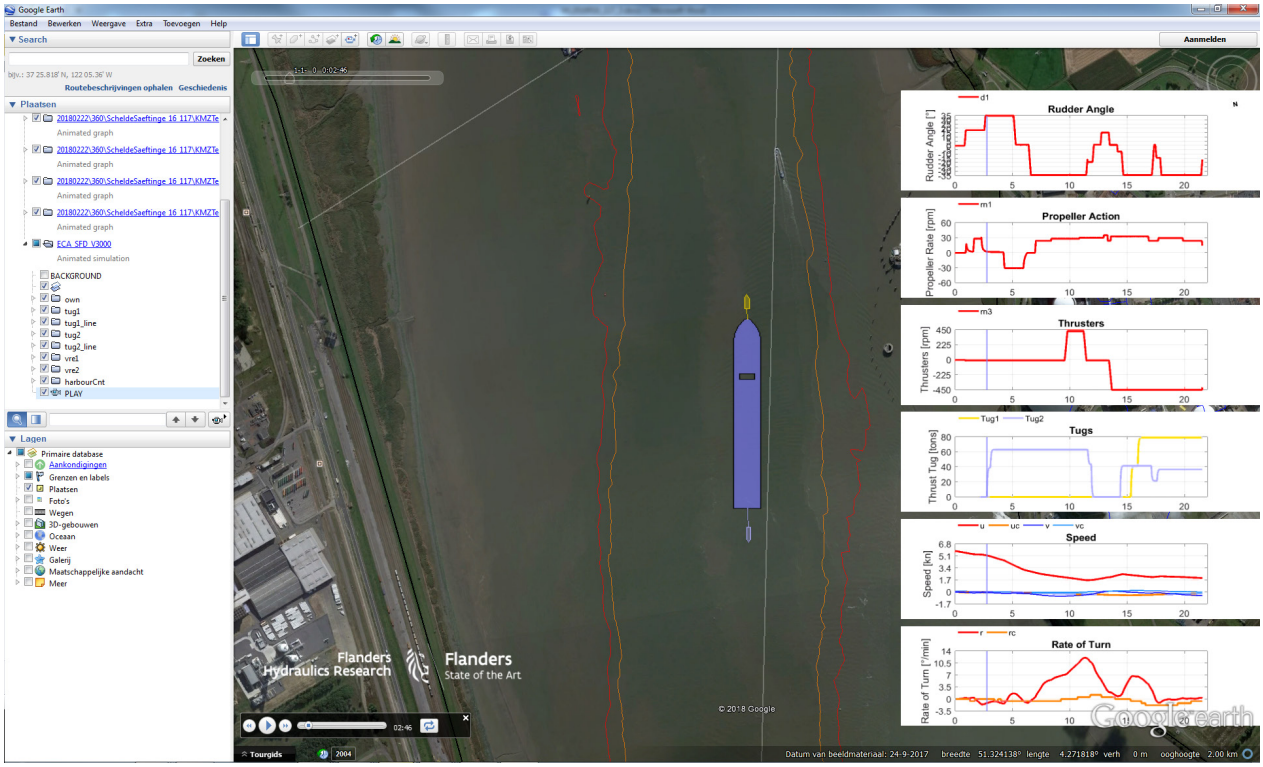
To clearly focus on the track of the own ship you can select the pull down list of the animated simulation



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 25/09/2018

Run	Feedback
ECA_SFD_A9000 / SIM360	Head in. Sleepboten voor 80 ton, achter 80 ton. De voorsleepboot gaat naar duwen eens voorbij de knik, voor het assisteren van het afmeren. De beginpositie was niet ideaal en direct serieus moeten afremmen. Normaal gezien zou het schip meer in de groene kant aanlopen en dan dichter bij het dok naar bakboord gaan om in te zwaaien.
ECA_SFD_A9000 / SIM225	Head in. Sleepboten 2 x 80 ton achter, een scheepsbreedte afstand tot de afgemeerde schepen zou volgens de loods moeten volstaan. De NavLines op de PPU zouden moeten aangevuld worden met dieptelijnen. Ook met de eb goed aan de groene kant blijven en kort langs de CDW en de hoek.
ECA_SFD_A9001 / SIM360	Head in. Sleepboten 80 ton voor, 80 ton achter. De knik valt goed mee. Met het achterschip eventueel meer naar de groene kant op de rivier want nu dicht bij de punt en de rode paal. Wel gewacht om de sleepboten te gebruiken tot het schip vrij was.
ECA_SFD_A9001 / SIM225	Head in. Sleepboten 80 ton voor, 80 ton achter. Boegschroef heeft constant moeten draaien. Voorboot enkel in het DGD gebruikt. Dead slow achteruit en achterboot een beetje assisteren, ook voor de voorboot. Het manoeuvre is controleerbaar. Twee sleepboten is haalbaar voor de manoeuvres naar het TGD maar 80 ton boten zijn noodzakelijk. Dicht bij de afgemeerde schepen maar dit is eerder om te anticiperen op de wind.
ECA_SFD_A9002 / SIM360	Head out. Afvaart, Sleepboten 80 ton voor, 80 ton achter. Sleepboten werden niet ingezet in het dok van vertrekpositie in simulatie tot het zwaaien in het DGD. Het boomstammanoeuvre bij vloed gaat uitgevoerd worden. Het muurtje is toch een beperkende factor zodat de breedte niet kan versmald worden en er rekening zal gehouden moeten worden met de breedte van de afgemeerde schepen in de monding van het TGD.
ECA_SFD_A9002 / SIM225	Head out. Afvaart, Sleepboten 80 ton voor, 80 ton achter. Er werd geprobeerd om de sleepboten in het dok en op de rivier niet te gebruiken maar uiteindelijk werd een achterboot op de rivier voorzien om het zwaaien te versnellen. Toch aan de rode kant uitgekomen hierdoor. Eén achterboot zal waarschijnlijk volstaan bij 13.5 m om van de kant te komen en voor op de rivier.
ECA_SFD_A9003	Door het nieuwe dok loodrecht op het DGD creëer je nieuwe mogelijkheden om te zwaaien. Door het eerste opvarende schip met bestemming DGD wordt er nu gezwaaid in de monding van DGD en TGD. Het tweede opvarende schip zal dan volgen en head in het TGD invaren. Ondertussen was er een afvarend schip vanuit het DGD dat verplicht wordt om aan de zuidzijde van het DGD uit te varen en goed in de rode kant te varen. In werkelijkheid zou dit schip in de rode kant gekomen zijn. In principe moet dit met drie simulatoren uitgevoerd worden. Het tweede afvarende schip zou verder van het eerste schip moeten gezeten hebben. Het schip is naar de rode kant gedreven door het begin van de simulatie. Dus weer opwerken naar de groene kant. Het zwaaien werd vroeg ingezet. Hierdoor moest het schip wel bodily naar de ingang van het TGD opgeschoven worden.

ECA_SFD_A9004	In één beweging uit het dok (TGD) varen bij vloed, head out, is niet mogelijk. Vermoedelijk moet het schip eerst uit de stroom nog stil gelegd worden om dan zo de rivier op te varen. Dit is nog te onderzoeken. Het tweede afvarende schip komt daardoor zeer ver opwaarts de rivier en tegen de phenolsteiger. Zeer strikte regels noodzakelijk. Bijvoorbeeld altijd head in afmeren.
ECA_SFD_A9005	Het ter plaatse zwaaien in de monding uit stroom is toch een moeilijk manoeuvre bij vloed en head out afgemeerd. Het eerst afvarende schip beslist niet te wachten op het tweede want dat manoeuvre zal nog lang duren.

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen
T +32 (0)3 224 60 35
F +32 (0)3 224 60 36
waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be
www.waterbouwkundiglaboratorium.be