



**Vlaanderen**  
is wetenschap



16\_117\_1  
WL rapporten

# Complex project Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen

Deelrapport 1  
Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: deskstudie

DEPARTEMENT  
MOBILITEIT &  
OPENBARE  
WERKEN

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

# Complex project: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen

## Deelrapport 1: Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: deskstudie

Eloot, K.; Verwilligen, J.; Vantorre, M.; 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/2019/3241/096

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

**Eloot, K.; Verwilligen, J.; Vantorre, M.; Mostaert, F.** (2019). Complex project: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen: Deelrapport 1: Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: deskstudie. Versie 6.0 WL Rapporten, 16\_117\_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

### Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Departement MOW	Ref.:	WL2019R16_117_1
Keywords (3-5):	ULCS, toegankelijkheid, alternatieven		
Tekst (p.):	41	Bijlagen (p.):	31
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

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

### Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Verwilligen, J. Vantorre, M. (UGent)	Getekend door: Jeroen Verwilligen (Signature) Getekend op: 2019-04-05 11:19:27 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Jeroen Verwilligen</i>
Projectleider:	Eloot, K.	Getekend door: Katrien Eloot (Signature) Getekend op: 2019-04-05 20:16:53 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Katrien Eloot</i>

### Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-04-16 14:46:42 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Frank Mostaert</i>
-----------------	--------------	---



# Complex Project

**Extra**

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

*Geïntegreerd onderzoek*

*Ontwerprapport 1 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 1 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
31/01/2018	Katrien Eloot	Katrien Eloot	Jeroen Verwilligen Marc Vantorre (UGent)

Verspreiding

Naam	Functie	Datum	Versiedatum
			1.0

## Abstract

Dit rapport beschrijft het nautische onderzoeksluik binnen het alternatievenonderzoek voor het Complex Project Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen. Door middel van een deskstudie wordt op basis van verschillende criteria de manoeuvreertechnische toegankelijkheid van elke bouwsteen (microscopisch) onderzocht. Hiervoor wordt vanuit een expertenmeeting een quotering voor elke bouwsteen gegeven en wordt vervolgens in een macroscopische benadering ook de impact op de verkeersafwikkeling beoordeeld. Als resultaat van de kwalitatieve vergelijking van de bouwstenen en alternatieven wordt een rangschikking bekomen die als input kan gebruikt worden voor de volledige beoordeling vanuit alle disciplines van het onderzoek.

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



# Inhoudstafel

Abstract .....	V
Inhoudstafel.....	VII
Lijst van de tabellen.....	IX
Lijst van de figuren .....	X
1 Inleiding .....	1
2 Plan van aanpak.....	3
2.1 Methodologie .....	3
2.2 Beschikbaarheid onderzoek .....	5
2.2.1 Onderzoek voor de Haven van Antwerpen .....	5
2.2.2 Onderzoek voor andere havengebieden.....	8
2.2.3 Onderzoek met betrekking tot tijvensters en maximale diepgangen en stroomvensters.....	8
3 Expertenmeeting Microscopische benadering.....	9
3.1 Geografische situering.....	10
3.2 Evaluatie per criterium .....	11
3.2.1 Referentie en quotering .....	11
3.2.2 Evaluatie .....	11
3.3 Bespreking per criterium.....	13
3.3.1 Criterium Ontwerpschip .....	13
3.3.2 Criterium Diepgangsbepanking.....	14
3.3.3 Criterium Zwaaimanoeuvre .....	14
3.3.4 Criterium Aan- en afmeren.....	15
3.3.5 Criterium Passage van een sluis .....	15
3.3.6 Criterium Gemiddelde afstand af te leggen in dok en/of op rivier .....	16
3.3.7 Criterium Gemiddelde afstand achteruit af te leggen.....	16
3.3.8 Criterium Wind .....	16
3.3.9 Criterium Stroming .....	18
4 Expertenmeeting Macroscopische benadering.....	23
4.1 Evaluatie per criterium .....	23
4.1.1 Referentie en quotering .....	23
4.1.2 Evaluatie per criterium .....	24
4.2 Bespreking per criterium .....	26



4.2.1	Criterium Tijvenster .....	26
4.2.2	Criterium Stroomvenster .....	27
4.2.3	Criterium Sluispassage.....	30
4.2.4	Criterium Impact op ander verkeer .....	31
4.2.5	Criterium Impact van ander verkeer .....	32
5	Alternatieven .....	33
5.1	Geografische situering .....	33
5.2	Afwegen van de criteria.....	34
5.3	Score van de alternatieven.....	37
6	Samenvatting.....	41
7	Referenties .....	44
	Appendix A: Bouwstenen .....	A1
	Appendix B: Bespreking van elke bouwsteen voor het criterium zwaaimanoeuvre.....	A8
	Appendix C: Alternatieven.....	A21
	Appendix D: Scores van de alternatieven op basis van gewogen capaciteiten per bouwsteen .....	A29

## Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Bouwstenen voor het alternatievenonderzoek (versie april 2017) .....	2
Tabel 2 – Evaluatie van de criteria voor een microscopische benadering .....	12
Tabel 3 – Oriëntatie van elke bouwsteen ten opzichte van het Noorden en de overheersende windrichting .....	17
Tabel 4 – Evaluatie van de criteria voor een macroscopische benadering .....	25
Tabel 5 – Samenstelling van de bouwstenen tot alternatieven .....	33
Tabel 6 – Gewichtsfactoren voor de criteria van de macroscopische benadering .....	35
Tabel 7 – Score per bouwsteen voor de macroscopische benadering afhankelijk van de gewichtsfactoren.	35
Tabel 8 – Score van de alternatieven op basis van de individuele bouwstenen: microscopisch en macroscopisch .....	38
Tabel 9 – Rangschikking van de alternatieven bij eenzelfde gewicht voor de microscopische en macroscopische benadering.....	39
Tabel 10 – Kwalitatieve vergelijking van de alternatieven .....	42
Tabel 11 – Score van de alternatieven op basis van gewogen individuele bouwstenen per capaciteit: microscopisch en macroscopisch .....	A29
Tabel 12 – Rangschikking van de alternatieven bij eenzelfde gewicht voor de microscopische en macroscopische benadering.....	A30
Tabel 13 – Score van de alternatieven op basis van gewogen individuele bouwstenen per capaciteit: microscopisch en macroscopisch .....	A30
Tabel 14 – Rangschikking van de alternatieven bij eenzelfde gewicht voor de microscopische en macroscopische benadering.....	A31

## Lijst van de figuren

Figuur 1 – Relatieve beoordeling van de alternatieven voor het strategisch plan van de Waaslandhaven ....	5
Figuur 2 – Geografische situering van de bouwstenen .....	10
Figuur 3 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor bouwsteen 13a, bouwsteen 12 en bouwsteen 10 .....	19
Figuur 4 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor bouwsteen 4a/b .....	20
Figuur 5 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor bouwsteen 11.....	20
Figuur 6 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor bouwsteen 16, RoRo terminal..	21
Figuur 7 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor bouwsteen 15.....	21
Figuur 8 – Dieptegemiddelde stroomsnelheden voor variant 13b .....	22
Figuur 9 – ENC kaarten ter hoogte van de drempels van Zandvliet en Frederik.....	26
Figuur 10 – Detail uit de ENC kaart voor de drempel van Frederik en de plaat van Lillo – ingang van het Deurganckdok.....	27
Figuur 11 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor Alternatief 4 .....	29
Figuur 12 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor Alternatief 5 .....	29
Figuur 13 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor Alternatief 7 .....	30
Figuur 14 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor Alternatief 8 .....	30

# 1 Inleiding

Deze inleiding is genomen uit de alternatievenonderzoeksnota (AON) die te raadplegen is op de website van het complex project: <http://www.extracontainercapaciteitantwerpen.be> of kortweg CP ECA.

*“Op 15 juli 2016 heeft de Vlaamse regering een startbeslissing genomen over het complex project ‘Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen’ en de bijhorende procesnota bekend gemScaakt.*

*Met het nemen van de startbeslissing is de verkenningsfase in de procesaanpak voor de complexe projecten beëindigd en vangt de onderzoeksfase aan, die uiteindelijk moet leiden tot het nemen van een voorkeursbesluit over het project. Daarvoor moeten de verschillende oplossingen voor het creëren van bijkomende containerbehandelingscapaciteit (inclusief multimodale ontsluiting) en de er mee samenhangende ontwikkeling van industriële/logistieke gronden op een geïntegreerde manier onderzocht en afgewogen worden.*

*Voorafgaand aan het eigenlijke onderzoek wordt een alternatievenonderzoeksnota opgemaakt waarin toegelicht wordt waarom, hoe en door wie het onderzoek zal uitgevoerd worden. Voorliggende alternatievenonderzoeksnota geeft een beschrijving van de doelstellingen en de geografische werkingssfeer van het complex project “Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen” en bepaalt de reikwijdte van het geïntegreerde onderzoek. De nota bepaalt welke alternatieven onderzocht moeten worden, wat op hoofdlijnen de effecten (positief en negatief) zijn van het complex project en hoe deze effecten tijdens de onderzoeksfase zullen bestudeerd worden.*

*De bedoeling van deze nota is tweeledig: enerzijds brengt de nota alle betrokken partijen en het brede publiek op de hoogte van het project, de doelstellingen en de mogelijke alternatieve oplossingen; anderzijds zorgt de nota ervoor dat iedereen een stem krijgt in het debat over de scope van het onderzoek en dat alle nodige onderzoeken gelijktijdig kunnen starten met dezelfde informatie en basisgegevens, wat een essentiële voorwaarde is om een geïntegreerd onderzoek te kunnen voeren.*

*Bij de aanvang van de onderzoeksfase worden de mogelijke effecten van het project in beeld gebracht. Uit deze lijst van mogelijke effecten worden de meest relevante effecten (“mogelijk aanzienlijke”) geselecteerd en toegelicht in dit document. Ook worden de nader te onderzoeken alternatieven afgebakend. De bedoeling is enkel redelijke alternatieven mee te nemen in het verdere onderzoek. In voorliggende nota wordt toegelicht welke alternatieven al dan niet als redelijk worden beschouwd, en dus al dan niet verder onderzocht zullen worden in het alternatievenonderzoek, en wordt deze keuze gemotiveerd.”*

Dit rapport beschrijft het onderzoek voor de nautische beoordeling van de bouwstenen en alternatieven.

Na de publieksraadpleging die afsloot op 18 januari 2017 werd een definitieve tabel van bouwstenen opgesteld (april 2017). De bouwstenen zijn opgesomd in Tabel 1 met de bijkomende indicatie of er een nautische beoordeling noodzakelijk is of niet (indien niet dan wordt de bouwsteen in Tabel 1 in italic voorgesteld). Voor deze bouwstenen 1a tot en met 16 dienen er 11 beoordeeld te worden op hun nautische toegankelijkheid. Deze bouwstenen zullen gecombineerd worden tot alternatieven of scenario's waarbij de vereiste 7 miljoen extra TEU containercapaciteit tegen 2030 beschikbaar moet gesteld worden.

Doel van het nautische deel van het onderzoek is om elke bouwsteen afzonderlijk te beoordelen op een aantal criteria die betrekking hebben op de nautische toegankelijkheid en vervolgens bij de combinatie van een aantal bouwstenen in een alternatief de globale nautische toegankelijkheid van de verschillende alternatieven te beoordelen. Aangezien op het einde van de onderzoeksfase een voorkeursalternatief moet naar boven komen, zal ook bij de nautische evaluatie een rangschikking worden opgesteld zodat dit met de andere deelstudies kan leiden tot één voorkeursalternatief.

Tabel 1 – Bouwstenen voor het alternatievenonderzoek (versie april 2017)

1a	Bouw van Saeftinghedok (fase 1)
1b	Bouw van Saeftinghedok met behoud van Doel
2	Bouw van Saeftinghedok (enkel zuidzijde)
3	<i>Innovatieve Stacking Operaties</i>
4a	Containerkaai Noordwest
4b	Containerkaai Noordwest / halve uitvoering
5a	Uitbouw langs Waaslandkanaal / ten westen van kieldrechtsluis
5b	Uitbouw langs Waaslandkanaal / ten oosten van Kieldrechtsluis (demping Noordelijk insteeddok)
6	<i>Verhuis Ashland</i>
7	<i>Verhogen productiviteit RORO-terminals</i>
8	<i>Terminaluitbreiding aan westzijde Deurganckdok</i>
9	<i>Verdieping Europaterminal</i>
10a	Uitbreiding Europaterminal
10b	Uitbreiding Europaterminal – uitvoeringsvariante op palen.
11	Insteeddok ten noorden van Zandvlietsluis
12	Stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal (beperkt)
13a	Stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal (uitgebreid)
13b	Stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal (uitgebreid) – uitvoeringsvariante op palen
14	Delwaidedok in combinatie met nieuwe zeesluis
15	Schaar van Ouden Doel
16	Verhuizen RORO Verrebroekdok naar terminal opwaarts Liefkenshoek + inrichten westzijde Verrebroekdok voor containerbehandeling
17	<i>Loskade aan Noordzeeterminal zonder achterterrein</i>

Elk van de bouwstenen in Tabel 1 die weerhouden werd om nautisch te onderzoeken is schetsmatig opgenomen in Appendix A. Bouwsteen 9 met de verdieping van de Europaterminal wordt verondersteld in 2030 gerealiseerd te zijn en dus eigenlijk geen deel meer uit te maken van de capaciteitsverhoging voor de haven van Antwerpen.

## 2 Plan van aanpak

Deze nautische studie wordt uitgevoerd als een deskstudie. Het resultaat van deze deskstudie is een kwalitatieve vergelijking van verschillende bouwstenen en alternatieven op strategisch niveau waarvoor het noodzakelijk kan zijn om bijkomende manoeuvreersimulaties uit te voeren om de impact van de bouwsteen of het alternatief te omvatten voor het definiëren van een voorkeursalternatief.

Dit hoofdstuk bevat de methodologiebeschrijving zoals deze ook in de alternatievenonderzoeksnota was opgenomen en een overzicht van de reeds uitgevoerde simulatiestudies die per bouwsteen als achtergrondinformatie kunnen meegenomen worden.

### 2.1 Methodologie

Doel van de nautische toets voor het alternatievenonderzoek is om op strategisch niveau de verschillen tussen de alternatieven duidelijk te maken. Hiervoor worden nautische criteria gekozen en per bouwsteen en alternatief beoordeeld.

De nautische criteria zijn:

- Bij een microscopische benadering: het manoeuvreertechnisch uitvoeren van het aanlopen naar en vertrekken van en het aan- en afmeren aan de gekozen extra uitbreiding of de bouwsteen. Hiermee wordt bedoeld dat men voor het ontwerpschip voor de nieuwe containerterminal onderzoekt hoe het schip met alle noodzakelijke navigatiemiddelen en sleepbootassistentie de manoeuvres kan uitvoeren om de nieuwe terminal te bereiken.

Dit kan verder opgedeeld worden in:

- Impact van de stroming op de manoeuvres
- Impact van de wind op de manoeuvres
- Uitvoeren van het zwaaimanoeuvre
- Uitvoeren van het aan/afmeren
- Al dan niet een passage van een sluis
- Bij een macroscopische benadering: het noodzakelijke verkeersmanagement om de trafiek te behandelen tijdens het aanlopen van en het vertrekken aan de nieuwe terminal en tijdens het aangemeerd zijn.

Dit kan verder opgedeeld worden in:

- Impact op/van de passerende scheepvaart bijvoorbeeld tijdens aangemeerd zijn, tijdens uitvoeren zwaaimanoeuvre, in de aanloop of bij vertrek of bij sluispassage. De uitvoeringstijd van de manoeuvres aan de bouwsteen of in de combinatie van bouwstenen tot alternatief is hierbij ook belangrijk.
- Tijensters en stroomvensters

Verder is het noodzakelijk om per alternatief een beschrijving te geven van de omgevingscondities en het ontwerpschip: in principe is een Ultra Large Container Ship (ULCS)<sup>1</sup> het ontwerpschip voor de nieuwe containerterminal maar voor enkele alternatieven kan door de keuze van ligging van de uitbreiding dit scheepstype niet als ontwerpschip gelden.

Voor verschillende bouwstenen werd reeds realtime simulatieonderzoek uitgevoerd of is door de gelijkenis met bestaande situaties de toegankelijkheid op basis van expert judgement of bestaand simulatieonderzoek te beoordelen. Bijkomend realtime simulatieonderzoek wordt dus in de onderzoeksfase uitgevoerd indien dit noodzakelijk is voor een beoordeling van de criteria. Het gaat eerder om een kwalitatieve vergelijkende beoordeling van de criteria dan een kwantitatieve beoordeling.

Als voorbeeld van een kwalitatieve beoordeling (eventueel met het Deurganckdok als referentie) kan verwezen worden naar de relatieve beoordeling die werd uitgevoerd in het kader van de eerste studie voor het Strategische plan van de Waaslandhaven (Laforce & Mostaert, 2003) samengevat in Figuur 1. Deze beoordeling zou kunnen herhaald worden zodat elk van de 12 te beoordelen bouwstenen in Tabel 1 ten opzichte van een gekozen referentie wordt geëvalueerd. De vraag is welke referentie voor deze vergelijking wordt genomen. In het onderzoek van (Laforce & Mostaert, 2003) werd omwille van een inbreiding en uitbreiding via een getijdedok het Deurganckdok als referentie genomen. In de bouwstenen van Tabel 1 gaat het niet enkel over uitbreidingen in een getijdedok maar gaat het ook over uitbreidingen met getijdeterminals langs de rivier. Ondanks deze verschillen zou men nog steeds het Deurganckdok als referentie kunnen nemen en alle bouwstenen beoordelen ten opzichte van deze referentie. De verhuis van MSC naar het Deurganckdok en de concentratie van containerbehandeling in het Deurganckdok en de terminals langs de rivier kan deze keuze verantwoorden.

De tabel in Figuur 1 is slechts een voorbeeld en kan in het kader van het voorliggende onderzoek minstens uitgebreid worden met:

- Stromingsgevoeligheid
- Diepgangsbeperving
- Invloed van passerend scheepvaartverkeer
- Marge voor toekomstige toename van afmetingen (Lengte, breedte én diepgang) van containerschepen, wat echter ook wordt beoordeeld in de kadecapaciteit bij de berekening van de extra containercapaciteit en dus buiten deze nautische deskstudie.

Voor andere deelstudies binnen het alternatievenonderzoek zal een andere referentie genomen worden. Anderzijds is het ook mogelijk om zonder referentie te werken en elke bouwsteen een beoordeling te geven per criteria tussen bijvoorbeeld 1 (zeer slecht) en 5 (zeer goed). In de uitwerking zal voor één van deze twee vergelijkingsmethodes gekozen worden.

---

<sup>1</sup> Voor de definitie van een Ultra Large Container Ship (ULCS) wordt vertrokken van de bestaande vloot van grote containerschepen die nu de haven van Antwerpen aanlopen (waarvan de Triple-E bij de grootste) maar moet ook een schaalvergroting voorzien worden die mee wordt bepaald in andere deelstudies van deze onderzoeksfase.

Figuur 1 – Relatieve beoordeling van de alternatieven voor het strategisch plan van de Waaslandhaven  
in (Laforce & Mostaert, 2003)

	zwaaien rivier	breedte dok	moeilijkheid manoeu- vres	gemiddelde afstand af te leggen in dok (+rivier)	gemiddelde afstand ach- teruit af te leggen	aantal ontmoe- tingen	orientatie ivm wind
DGD							
inbreiding alle varianten)			..	...	.	.	
uitbreiding 2.1	..	+		.	..	..	
uitbreiding 2.2	.	+			.	.	
uitbreiding 2.3		+	...	.	..	..	.
uitbreiding 2.4 (brede versie 2.2)		++			+	.	

Een gedetailleerd capaciteitsonderzoek waarbij onderzocht wordt hoe de extra 7 miljoen TEU behandelingscapaciteit een impact heeft op de verkeersafwikkeling van deze extra containerschepen op de rivier van Vlissingen tot Antwerpen en de haveninfrastructuur maakt geen deel uit van de opdracht van het Waterbouwkundig Laboratorium binnen het complex project.

Wel werd de volgende passage toegevoegd aan de Alternatievenonderzoeksnota door de voorzitter van de Task Force CP ECA:

*“Wel zal een beoordeling gegeven worden van de nautische toegankelijkheid bij een nog verdere schaalvergroting in de containervaart. Fysisch zijn er immers grenzen aan het aantal ULCS schepen dat met hun maximale diepgang per getij de Schelde kunnen op- en afvaren. Er zal nagegaan worden of er aanwijzingen zijn dat dit gegeven beperkingen oplevert voor de totale maritieme containertrafiek die de haven van Antwerpen kan behandelen.”*

## 2.2 Beschikbaarheid onderzoek

Het beschikbare (simulatie)onderzoek kan opgesplitst worden volgens het onderzoek dat rechtstreeks verband houdt met de voorliggende onderzoeksvraag voor de evaluatie van de bouwstenen in de Haven van Antwerpen en volgens het onderzoek dat in het kader van andere projecten en andere havengebieden ook input verschaft over de nautische toegankelijkheid van de bouwstenen.

### 2.2.1 Onderzoek voor de Haven van Antwerpen

#### Gerelateerd met bouwstenen 1a, 1b en 2

In 2003 werd een deskstudie uitgevoerd voor de evaluatie van de inbreidings- en uitbreidingsscenario's voor extra containercapaciteit in (Laforce & Mostaert, 2003). Er werd hierin een rangschikking opgesteld van de scenario's waarbij nog een bijkomende variant werd voorgesteld.



De uitbreidingsvariant 2.1 werd vervolgens gesimuleerd en besproken in (Eloot, Laforce, & Mostaert, 2003a, 2003b). Voor deze variant werd in het rapport het volgende geschreven:

*“De monding van het Saeftinghedok bevindt zich ten zuiden van de kerncentrale van Doel tussen boeien 93 en 86 (figuur 1). De lay-out van het dok werd gebaseerd op de voorgestelde variante 2.1 (Rapport 1 [1]) maar zonder zwaairom en met een lengte van 2800 m. Het dok heeft een breedte van 510 m bij de monding (figuur 2). Door de vorm van het insteeddok aansluitend op de zuidelijke kade van het Saeftinghedok ontstaat tussen het rode havenlicht (FR, vast rood) en de noordelijke kade een breedte van 630 m. Andere afstanden die bepalend zijn voor de uit te voeren manoeuvres, onder andere tot de boeien, zijn opgenomen in figuur 2. Het Saeftinghedok is bij de monding breder dan het Deurganckdok. De oriëntatie in opvaart bedraagt 236° terwijl deze oriëntatie 212.7° bedraagt voor het Deurganckdok.”*

In 2010 en 2011 werd het onderzoek van 2003 geactualiseerd in (Verwilligen, Eloot, & Mostaert, 2010, 2011) met een nieuw basisontwerp. Het dok kreeg een breedte van 600 m, een oriëntatie van 246° en was 3.7 km lang. Bijkomend werd ook een versmald dok tot 500 m breedte onderzocht door de noordelijke kaai naar het zuiden te verplaatsen.

De varianten in de studies van 2003, 2010 en 2011 vertonen gelijkenissen met de bouwstenen 1a, 1b en 2 en de informatie uit deze studies kan gebruikt worden voor de kwalitatieve vergelijking van de bouwstenen. Belangrijk hierbij is de dokbreedte aangezien deze breedte in combinatie met het studieschip bepalend is voor de locatie van het zwaaimanoeuvre en bijhorende risico's en tijdsduur.

#### **Gerelateerd met bouwstenen 4a en 4b**

Voor de nautische toegankelijkheid van de containerkaai ten noordwesten van het Deurganckdok kan gesteund worden op ervaring van de rivierloodsen met de andere rivierterminals ten noorden van het Deurganckdok en het manoeuvreren in de onmiddellijke omgeving van het Deurganckdok. Bovendien is de simulatieomgeving ter plaatse van deze bouwsteen, afgezien van de kade zelf en de impact van deze kade op de stroming, beschikbaar in de simulatordatabase van het Waterbouwkundig Laboratorium zodat verkennende simulaties met aangepaste stroming en infrastructuur kunnen uitgevoerd worden indien noodzakelijk.

#### **Gerelateerd met bouwstenen 5a, 5b en 16**

Voor bouwstenen 5a en 5b met bijkomende containerterminals langs het Waaslandkanaal achter de Kieldrechtssluis kan de simulatiestudie voor de bouw van een tweede sluis voor de Waaslandhaven in (Eloot, Laforce, & Mostaert, 2007; Eloot, Verwilligen, & Mostaert, 2009) als achtergrond gebruikt worden. In deze studies werd de toegankelijkheid van de huidige Kieldrechtssluis onderzocht langs beide zijden van de sluis. De simulaties aan de zijde van de Waaslandhaven kunnen gebruikt worden om de nautische toegankelijkheid van de twee terminals langs het Waaslandkanaal te beoordelen. Zwaaimanoeuvres in het Waaslandkanaal met Ultra Large Containerschepen zijn niet onderzocht bij deze simulatiestudies maar hiervoor kan dan weer gebruik gemaakt worden van de simulatiestudie voor de toegankelijkheid van het Delwaidedok voor schepen met lengtes van 380 en 400 m in (Eloot, Verwilligen, & Mostaert, 2011).

Voor bouwsteen 16 waarbij de RoRo-terminals in het Verrebroekdok verhuizen naar een terminal opwaarts Liefkenshoek zodat extra capaciteit vrijkomt voor containers in het Verrebroekdok kan de toegankelijkheid van het Waaslandkanaal en het Verrebroekdok voor containerschepen beoordeeld worden op basis van de toegankelijkheid van de Kieldrechtssluis in de rapporten die ook voor bouwstenen 5a en 5b werden aangehaald. Een belangrijke vraag is wel waar de containerschepen zullen aanmeren en of dus de kades aan het Waaslandkanaal en het Verrebroekdok toegankelijk zijn voor containerschepen.

## **Gerelateerd met bouwstenen 10a en 10b, voor de Europaterminal, 12, 13a en 13b voor de Noordzeeterminal en bouwsteen 15 voor een containerterminal ter hoogte van Schaar Ouden Doel**

De bouwstenen met uitbreidingen van de Europaterminal en de Noordzeeterminal vertrekken van bestaande rivierterminals die door hun verlenging de rivier in mindere of belangrijke mate zullen beïnvloeden. De stroming langsheen deze gewijzigde rivierterminals zal in belangrijke mate beïnvloed worden en het kan noodzakelijk zijn om ook de bestaande infrastructuur (bijvoorbeeld aan de rivierzijde voor de Berendrechtsluis met de zuidelijke dam) te herdenken. De invloed op én van de passerende schepen wordt ook belangrijker. Met een uitbreiding van de Noordzeeterminal gaan de schepen die uit de sluisen komen een aanzienlijk grotere snelheid hebben ter plaatse van de verlengde Noordzeeterminal. Bij een verdiepte Europaterminal, wat gerealiseerd wordt verondersteld, wordt de terminal toegankelijk gemaakt voor de grootste containerschepen zodat de impact van aan- en afmeren en zwaaien op de rivier groter wordt en dus de volledige afwikkeling van het scheepvaartverkeer langs deze terminal beïnvloed wordt.

Voor een nieuwe containerterminal ter hoogte van Schaar Ouden Doel kunnen gelijkaardige opmerkingen gemaakt worden als voor de uitbreidingen van de Europa- en de Noordzeeterminal. Een containerterminal ter hoogte van Schaar Ouden Doel geeft echter bijkomend een totale wijziging van de rivier aan de linkeroever ter hoogte van de Europa- en Noordzeeterminal zodat dit tot nieuwe randvoorwaarden leidt ten opzichte van het huidige manoeuvreren langs de bestaande rivierterminals.

Doel is om in eerste instantie in overleg met de rivierloodsen op basis van expert judgement de nautische toegankelijkheid van deze bouwstenen kwalitatief te vergelijken en indien noodzakelijk kunnen bijkomende simulaties voorzien worden. Voor de Discipline Water binnen het MER worden numerieke stromingsberekeningen uitgevoerd voor verschillende bouwstenen. Deze informatie kan dan ook in de kwalitatieve vergelijking van de bouwstenen meegenomen worden. Voor de impact op de afgemeerde schepen langs de verlengde rivierterminals of de nieuwe terminal door de passerende scheepvaart kan beroep gedaan worden op RoPES software, software die werd ontwikkeld in het kader van een Joint Industry Project (Research on Passing Effects on Ships - krachtenberekening), en die gebruikt werd in (Van Hoydonck, Delefortrie, Peeters, & Mostaert, 2016) in combinatie met Vlugmoor, software ontwikkeld door de Universiteit Gent Afdeling Maritieme Techniek voor de bewegingen van de afgemeerde schepen en de krachtwerking op fenders en in meerlijnen (Van Zwijnsvoorde, & Vantorre, 2016).

## **Gerelateerd met bouwsteen 14**

Voor bouwsteen 14 kan ook gebruik gemaakt worden van de simulatiestudie uitgevoerd in 2011 en beschreven in (Eloot et al., 2011), net zoals voor bouwstenen 5 en 16. De nautische toegankelijkheid van bouwsteen 14 wordt onderverdeeld in de toegankelijkheid van een nieuwe zeesluis ten noorden van de Zandvlietsluis en van het Delwaidedok. Het Delwaidedok werd gebruikt als dok voor containerverhandeling en is dus reeds toegankelijk voor ULCS. Voor de nieuwe zeesluis zouden de horizontale afmetingen minstens die van de Berendrechtsluis moeten evenaren en zou de diepte afgestemd moeten zijn op een maximaal te verwachten diepgang voor ULCS in de dokken.

Door het plaatsen van een nieuwe zeesluis wordt de breedte van het sluisencomplex aan Berendrecht- en Zandvlietsluis groter zodat de invloed van de stroming ter plaatse van dit complex zal wijzigen. Deze wijziging zal een impact hebben op de toegankelijkheid van de sluisen aan de rivierzijde.

## 2.2.2 Onderzoek voor andere havengebieden

### Gerelateerd met bouwsteen 11

Voor bouwsteen 11 met een insteekdok ten noorden van de Zandvlietsluis kan gebruik gemaakt worden van een ontwerpstudie die werd uitgevoerd in opdracht van Lomé Container Terminal and Terminal Investment Ltd voor de aanleg van een containerterminal in een insteekdok in de haven van Lomé voor de aanloop van ULCS van MSC. Deze studie geeft echter enkel een indicatie over de dimensies van het insteekdok en de ermee verbonden toegankelijkheid. Aangezien het insteekdok in het voorliggende onderzoek aan de rivier grenst, zal echter bijkomend moeten rekening gehouden worden met de invloed van stroming bij het aanlopen van en het vertrekken uit het dok.

## 2.2.3 Onderzoek met betrekking tot tijvensters en maximale diepgangen en stroomvensters

Aangezien bij de kwalitatieve vergelijking van de alternatieven als combinaties van bouwstenen ook rekening dient gehouden te worden met de afhandeling van het scheepvaartverkeer langsheen deze alternatieven wordt het belangrijk om deze alternatieven kwalitatief te vergelijken met een bestaande afwikkeling.

In de laatste decennia werden reeds verschillende studies uitgevoerd naar de berekening van tijvensters of maximale diepgangen voor bestaande en toekomstige verdiepingsscenario's voor de Westerschelde en de Noordzee. De kennis uit deze studies kan mee ingezet worden in de kwalitatieve vergelijking van de globale toegankelijkheid van de alternatieven opgesteld op basis van combinaties van bouwstenen. Enkele voorbeelden van studies zijn (Van Heel & Verwilligen, 2011; Verwilligen, Eloot, Peeters, & Mostaert, 2013). De vaarsnelheden die men kan hanteren langsheen de verschillende riviersecties bepalen immers mee de toegankelijkheid van de ULCS tot de haven van Antwerpen.

## 3 Expertenmeeting Microscopische benadering

De eerste expertenmeeting vond plaats op maandag 6 maart 2017 op het Waterbouwkundig Laboratorium. Deelnemers aan de vergadering waren:

- Experten:
  - ◇ Marc Vantorre, gewoon hoogleraar Universiteit Gent
  - ◇ Ronny Detienne, directeur CVBA Brabo, havenloodsen
  - ◇ Alain Pels, nautisch diensthoofd Antwerpen, DAB Loodswezen
  - ◇ Eddy De Laeter, rivierloods, DAB Loodswezen
  - ◇ Jeroen Verwilligen, onderzoeker Waterbouwkundig Laboratorium
  - ◇ Katrien Eloot, onderzoeker Waterbouwkundig Laboratorium
- Waarnemers:
  - ◇ Manu Vandamme, technisch directeur Complex project Extra Containercapaciteit Antwerpen, Havenbedrijf Antwerpen
  - ◇ Tessy Vanhoenacker, nautisch consulent, Havenbedrijf Antwerpen

De volgende agenda werd aanvankelijk voorgesteld:

13:30: bespreking van de verschillende bouwstenen

14:00: microscopische benadering (evaluatie van de bouwstenen volgens 9 criteria)

15:00: pauze

15:10: macroscopische benadering (evaluatie van de bouwstenen volgens 4 criteria)

16:10: conclusie

Doel van de vergadering was een nautische evaluatie te maken van de verschillende bouwstenen voor verschillende criteria. Uiteindelijk werd voornamelijk de microscopische benadering behandeld. De macroscopische benadering wordt samen met de geselecteerde alternatieven naast de bouwstenen in een tweede expertenmeeting opgenomen (zie hoofdstuk 4). Voor een inhoudsbeschrijving van de microscopische en macroscopische benadering wordt verwezen naar hoofdstuk 2.1.

Hoofdstuk 3 behandelt dan ook de microscopische benadering van het varen en manoeuvreren met een schip, in het bijzonder het ontwerpschip, in de omgeving van de verschillende bouwstenen. Hoofdstuk 3 is opgedeeld in een geografische situering van elk van de bouwstenen (3.1), een evaluatie van de verschillende bouwstenen per criterium met een quotering (3.2) en een achterliggende bespreking van de evaluatie van elk van de bouwstenen per criterium (3.3).

### 3.1 Geografische situering

De verschillende bouwstenen volgens Tabel 1 zijn voorgesteld in Figuur 2. Verschillende bouwstenen bevinden zich in de nabijheid van elkaar en zullen dan ook gegroepeerd in zones besproken worden in Tabel 2. Elke bouwsteen wordt wel afzonderlijk geëvalueerd maar een focus op een geografische zone kan helpen om een doordachte quotering te geven.

Figuur 2 – Geografische situering van de bouwstenen



## 3.2 Evaluatie per criterium

### 3.2.1 Referentie en quotering

Voor de nautische evaluatie van de toegankelijkheid van elke bouwsteen bij een microscopische benadering wordt de toegankelijkheid van het Deurganckdok als referentie gekozen. Indien de toegankelijkheid gelijkwaardig is aan deze van het Deurganckdok dan wordt de quotering 0 gekozen, voor een betere toegankelijkheid kan men een quotering +1 of +2 geven (een hoger getal is een betere toegankelijkheid) en voor een slechtere toegankelijkheid kan men een quotering -1 of -2 geven.

### 3.2.2 Evaluatie

In Tabel 2 zijn in de kolommen de negen criteria voorgesteld die voor een microscopische benadering worden meegenomen. Elk criterium wordt besproken in hoofdstuk 3.3. In de rijen van Tabel 2 worden de bouwstenen en de referentie voorgesteld. Er gebeurt een clustering in geografische zones om de aandacht te vestigen op de nabijheid van bouwstenen ten opzichte van elkaar.

- Zone 1: ter hoogte van Doel
- Zone 2: Waaslandhaven
- Zone 3: Europaterminal en aansluitend de onmiddellijke zone ten zuiden van deze terminal
- Zone 4: Noordzeeterminal en aansluitend de onmiddellijke zone ten westen van deze terminal en Schaar Ouden Doel

De varianten 10b en 13b waarbij de terminals op palen worden geplaatst, worden niet beschouwd bij de evaluatie wat verder toegelicht wordt bij de bespreking van het criterium Stroming in 3.3.9.

De scores die in Tabel 2 per bouwsteen en criterium worden voorgesteld worden vervolgens tot een globale score per bouwsteen opgeteld wat voorgesteld wordt in de laatste kolom van Tabel 2.

Bouwsteen 1a met het brede Saeftingedok scoort het best met een cijfer 9 gevolgd door bouwsteen 1b met het brede Saeftingedok met behoud van Doel, bouwsteen 2 met het smalle Saeftingedok en bouwsteen 10a met de verlengde Europaterminal.

Het slechtst scoren de bouwstenen met een smal insteeddok ten noorden van de Zandvlietsluis (bouwsteen 11) of een nieuwe zeesluis met het Delwaidedok (bouwsteen 14). Hoewel de ruimte ten noorden van de Zandvlietsluis beperkt is, zal men om bouwsteen 11 een betere beoordeling te geven de oriëntatie van het insteeddok moeten wijzigen en de breedte vergroten. Hierdoor neemt echter de capaciteit voor containerbehandeling aanzienlijk af. Voor behoud van de containerbehandelingscapaciteit aan het smalle insteeddok is het ook mogelijk om eerder kleinere containerschepen toe te laten.

De andere overblijvende bouwstenen liggen tussen deze besproken bouwstenen in waarbij de score voor bouwsteen 4 en de bouwstenen in zone 4 eerder matig is en door het expertenteam werd opgemerkt dat de bouwstenen in zone 2 (achter de Kieldrechtssluis) even goed of net iets beter scoren dan het Deurganckdok. Aangezien een extra sluis moet gepasseerd worden zou kunnen verwacht worden dat de toegankelijkheid van deze bouwstenen negatiever is dan de toegankelijkheid van het Deurganckdok. Echter het nadeel van de passage van een extra sluis wordt gecompenseerd door positievere scores voor het zwaaimanoeuvre, de afstand achteruit af te leggen en de impact van de stroming.

Tabel 2 – Evaluatie van de criteria voor een microscopische benadering

	Ontwerpschip = 430 m schip + marge?	Diepgangs- beperking	Zwaai- manoeuvre	Aan- of afmeren	Passage van een sluis	Gemiddelde afstand af te leggen in dok en/of op rivier	Gemiddelde afstand achteruit af te leggen	Wind	Stroming	Score
DGD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zone 1										
Bouwsteen 1a	0	0	+2	+2	0	+1	+2	0	+2	9
Bouwsteen 1b	0	0	0	+1	0	+1	+2	0	+1	5
Bouwsteen 2	0	0	+1	0	0	+1	0	0	+1	3
Bouwsteen 4a/b	0	0	0	0	0	+1	+2	-1	0	2
Zone 2										
Bouwsteen 5a/b	0	0	+2	0	-2	-1	+1	-1	+2	1
Bouwsteen 16	0	0	+2	0	-2	-2	+1	0	+2	1
Zone 3										
Bouwsteen 10a	0	0	0	0	0	+1	+2	-1	+1	3
Bouwsteen 11	0	0	0	-2	0	+1	0	-1	-1	-3
Zone 4										
Bouwsteen 12	0	0	-1	0	0	+2	+1	-1	0	1
Bouwsteen 13a	0	0	0	+1	0	+2	+2	-1	-2	2
Bouwsteen 15	0	0	0	+1	0	+1	+2	-2	-2	0
Bouwsteen 14	-2	0	0	-2	-1	0	-1	-1	-1	-8

## 3.3 Bespreking per criterium

### 3.3.1 Criterium Ontwerpschip

In de microscopische benadering van de toegankelijkheid van elke bouwsteen speelt de keuze van het ontwerpschip een grote rol. Voor alle bouwstenen en zones zou het ontwerpschip een schaalvergroting van de nu grootste ULCS die de Antwerpse haven aanlopen moeten zijn. Bij een schaalvergroting kan men zich baseren op de literatuur waarbij het voornamelijk gaat over uitspraken in de pers over de tendensen van schaalvergroting in de containervaart. In [1] wordt het volgende geconcludeerd:

*“It is expected that ship capacities will continue to head upwards, surpassing the 20,000 TEU mark, as lines strive for economy of scale and lower slot cost. There are no immediate technical barriers to larger ships. Most experts predict that boxship sizes will further increase, before, port and land-side infrastructure constrains put a ceiling on slot capacity.*

*The challenge to marine engineers is to go to the limits of what is technically feasible, without losing sight of the profitability and market situation. To that end, box ship sizes are expected to grow further but maybe at a more moderate rate, than in the last decade. It is believed that container vessels size will not go beyond the current maximum of 400 by 60 meters so that the largest vessels may be able to carry about 20,000 TEU to 23,000 TEU. It is projected that cost savings resulting from increasing ship’s cargo capacity will not justify further vessel size increase at the present market situation and the projected cargo flaws.”*

De aanname dat de afmetingen binnen de 400 m op 60 m zullen blijven betekent dat de schaalvergroting enkel met 1 m in de breedte zich zal voordoen. Rekening houdend dat er anderzijds gesteld wordt dat de schepen technisch nog kunnen groeien naar grotere afmetingen en capaciteit wordt er voorgesteld om toch een schaalvergroting in lengte en breedte te voorzien voor het ontwerpschip in deze studie. Daarom wordt een schip met een lengte tot 430 m en een breedte van 62 m – voor een extra rij containers in de breedte ten opzichte van de huidige 59 m brede schepen – voorzien.

Ten opzichte van de huidige Triple-E schepen van Maersk betekent dit 30 m meer lengte en 3 m meer breedte. Rekening houdend met de grootte van de zwaaicirkel voor het Deurganckdok, die een diameter van 600 m heeft, en de breedte van het Deurganckdok die varieert tussen 450 m aan de monding en 400 m aan de Kieldrechtsluis, wordt gesteld dat het Deurganckdok toegankelijk blijft voor deze 430 m lange en 62 m brede containerschepen. Het verband tussen de breedte van het Deurganckdok en de lengte van het nieuwe ontwerpschip is niet relevant en bijkomend kan gesteld worden dat de breedtetoeename van 3 m marginaal is ten opzichte van de dokbreedte. Het Deurganckdok kan dus als referentie voor dit ontwerpschip fungeren.

Voor bouwsteen 16 gaat het over RoRo-schepen die verhuizen naar een terminal opwaarts Liefkenshoek en het 430 m containerschip dat het Verrebroekdok aandoet. De toegankelijkheid van de RoRo-terminals wordt bij de microscopische benadering buiten beschouwing gelaten.

Voor bouwsteen 14 zou hetzelfde ontwerpschip van 430 m moeten gelden. Echter de maximale diameter van de zwaaicirkel die voor het Delwaidedok kan ingetekend worden tussen de kademuren bedraagt slechts 470 m. Het zwaaien met een schip van 430 m met sleepboten wordt dus kritisch, als ook het nemen van de bocht naar en van de sluis en van en naar het kanaaldok vanuit de nieuwe sluis ten noorden van de Zandvlietsluis. Ook indien de volledige oever/kade tegenover het Delwaidedok gebaggerd wordt tot de volle diepte van het kanaal om een voldoende grote zwaaicirkel te voorzien, is het mogelijk dat er operationele limieten zijn bij de uitvoering van dit zwaaimanoeuvre.

Voor alle bouwstenen 1a tot en met 13 en bouwsteen 15 en 16 wordt verondersteld dat mits aangepaste operationele voorwaarden (scheepsgerelateerd, wind, stroming, sleepbootassistentie) het 430 m ontwerpschip deze bouwsteen kan aanlopen. Enkel voor bouwsteen 14 wordt niet de nieuwe zeeluis ten noorden van de Zandvlietsluis maar wel de zwaairuimte voor het Delwaidedok als te beperkend beoordeeld.



### 3.3.2 Criterium Diepgangsbepierking

Er werd door de experts geoordeeld dat dit criterium eigenlijk niet moet beschouwd worden aangezien alle bouwstenen een zelfde quoteriing krijgen als de referentie van het Deurganckdok. Dit criterium zou dus als verondersteld onder het eerste criterium van het ontwerpschip kunnen beschouwd worden. Bouwsteen 14 blijft daarin de bouwsteen met beperking voor het ontwerpschip.

### 3.3.3 Criterium Zwaaimanoeuvre

Voor de behandeling van het criterium zwaaimanoeuvre worden per referentie en per bouwsteen karakteristieke afmetingen van de referentie of bouwsteen genoteerd. Het gaat hierbij over de diameter van de zwaaicirkel en/of andere karakteristieke afmetingen van de bouwsteen (lengte, breedte). Per referentie, geografische zone van bouwstenen en afzonderlijke bouwstenen wordt een korte samenvatting gegeven die als leidraad diende voor de beoordeling van dit criterium door de experts. Deze samenvatting is opgenomen in Appendix B.

De referentie van het zwaaimanoeuvre aan het Deurganckdok wordt ingezet voor de kwalitatieve beoordeling van elke bouwsteen voor het zwaaien. Voor de bouwstenen kunnen de volgende beschouwingen geformuleerd worden:

- Zone 1:
  - Bouwsteen 1a: een breder dok met een grotere zwaaicirkel
  - Bouwsteen 1b: een breder dok waarvan de zwaaicirkel door het talud voor Doel niet gekend is. Vermoedelijk kan de breedte van het dok op volle diepte aan de rivier kleiner zijn dan de breedte van het Deurganckdok aan de monding. Er kan vanuit gegaan worden dat het ontwerp van het talud nog kan aangepast worden zodat de monding van het dok minstens dezelfde toegankelijkheid garandeert als het Deurganckdok.
  - Bouwsteen 2: een smaller dok met kades enkel aan de zuidzijde en een talud aan de noordzijde. Er wordt verondersteld dat de zwaaizone voor het dok vergelijkbaar is met deze voor bouwsteen 1a maar door het smallere dok de toegankelijkheid toch minder is dan in bouwsteen 1a.
- Bouwsteen 4a/b: omdat deze bouwsteen onmiddellijk aansluit op de zwaaizone voor het Deurganckdok en het zwaaien voor het Deurganckdok of voor de nieuwe kade gebeurt, wordt een zelfde quoteriing als voor het Deurganckdok gekozen.
- Zone 2 (Bouwsteen 5a/b en bouwsteen 16): Voor bouwsteen 5a/b met kades aan beide zijden van de Kieldrechtsluis langs het Waaslandkanaal, kan het zwaaimanoeuvre samen met het in- of uitvaren van de sluis gecombineerd worden. Het zwaaimanoeuvre gebeurt dus niet noodzakelijk in een zwaaicirkel. Desalniettemin zijn er twee zwaaicirkels met een diameter van 600 m zoals voor het Deurganckdok ingetekend. Aangezien het zwaaien niet op rivier moet gebeuren maar in de beschutting van een dok achter een sluis wordt deze bouwsteen hoog gequoteerd. Voor bouwsteen 16 wordt dezelfde quoteriing aangehouden.
- Zone 3 (Bouwsteen 10a): gezien het zwaaien voor de bouwstenen ten zuiden van de Europaterminal vergelijkbaar is met het zwaaien voor het Deurganckdok wordt de bouwsteen van deze zone gelijk gequoteerd.
- Bouwsteen 11: voor het zwaaien aan het sluisencomplex voor het insteekdok wordt verondersteld dat dit gelijkwaardig is met het zwaaien voor het Deurganckdok.
- Zone 4:
  - Bouwsteen 12: omdat de breedte van de rivier voor de nieuwe kade slechts 505 m bedraagt, wordt het zwaaimanoeuvre lager gequoteerd dan dit manoeuvre voor het Deurganckdok.
  - Bouwsteen 13a: gezien de breedte van de rivier voor deze uitgebreide Noordzeeterminal minimaal 577 m is - wat ongeveer overeenkomt met het Deurganckdok – wordt de quoteriing zoals deze van het Deurganckdok gekozen.

- Bouwsteen 15: de terminals ter plaatse van Schaar Ouden Doel strekken zich uit tegenover de Noordzeeterminal en de Europaterminal. Rekening houdend dat de quotering voor bouwsteen 10a (zwaaien voor het sluiscomplex, zwaaien ter hoogte van Frederik) gelijkwaardig is als voor het Deurganckdok wordt deze quotering nu ook behouden. De negatievere quotering voor de beperkte, uitgebreide Noordzeeterminal (bouwsteen 12) wordt hier niet beschouwd omdat er voldoende andere zwaaizones zijn.
- Bouwsteen 14: rekening houdend dat er reeds een negatieve quotering voor het ontwerpschip werd gegeven, wordt bij de beoordeling van het zwaaimanoeuvre verondersteld dat de ruimte voor het Delwaidedok zodanig aangepast wordt zodat het zwaaimanoeuvre vergelijkbaar als voor het Deurganckdok kan uitgevoerd worden (geen stroming van de rivier, dus positiever, maar wel een beperkte zwaaizone met een diameter van minstens 470 m).

### 3.3.4 Criterium Aan- en afmeren

Voor het criterium aan- en afmeren wordt beoordeeld of het aan- en afmeren vlotter, vergelijkbaar of minder vlot kan gebeuren dan in het Deurganckdok.

- Zone 1: Bouwsteen 1a wordt door de grote breedte van het dok beoordeeld als veel vlotter voor het aan- en afmeren dan het Deurganckdok. In bouwsteen 1b wordt dit iets minder omdat het talud voor Doel een iets moeilijker aan- en afmeermanoeuvre geeft voor de aangrenzende kades ondanks de nog steeds grote breedte van het dok zelf. Voor bouwsteen 2 wordt verondersteld dat ongeveer dezelfde breedte beschikbaar is als voor het Deurganckdok zodat deze bouwsteen gelijkwaardig worden beoordeeld.
- Bij bouwsteen 4a/b, de kade ten noordwesten van het Deurganckdok, wordt het aan- en afmeren ook gelijkwaardig als voor het Deurganckdok beoordeeld.
- Zone 2: bouwstenen 5a/b en 16 worden voor het aan- en afmeren ook gelijkwaardig als voor het Deurganckdok beschouwd.
- Zone 3: voor de bouwstenen ten zuiden van de Europaterminal wordt het aan- en afmeren gelijkwaardig met het Deurganckdok beoordeeld. De invloed van de stroming op het aan- en afmeren bij de bouwsteen 10b wordt hier niet beoordeeld.
- Bouwsteen 11: Het insteedok ten noorden van de Zandvlietsluis wordt door de zeer beperkte breedte van het insteedok negatief beoordeeld voor het aan- en afmeren.
- Zone 4: Behalve voor bouwsteen 12 waarbij het om een beperkte uitbreiding van de Noordzeeterminal gaat en het aan- en afmeren gelijkwaardig als voor het Deurganckdok wordt beoordeeld, wordt voor de andere bouwstenen met een uitgebreide verlenging van de Noordzeeterminal of terminals aan Schaar Ouden Doel een positievere beoordeling voorgesteld. De rivierbreedte is groot zodat het aan- en afmeermanoeuvre weinig hinder ondervindt en vlotter kan verlopen dan in het (smalle) Deurganckdok.
- Bouwsteen 14: voor het Delwaidedok is de breedte van het dok aanzienlijk smaller dan van het Deurganckdok zodat het aan- en afmeren aanzienlijk minder goed wordt beoordeeld. Bovendien bevindt zich momenteel een steiger aan de zuidzijde van het dok die de dokbreedte nog versmald.

### 3.3.5 Criterium Passage van een sluis

Voor het criterium van de passage van de sluis worden uiteraard alle bouwstenen die zoals het Deurganckdok niet gepaard gaan met de passage van een sluis gelijkwaardig beoordeeld. Er zijn drie bouwstenen met een passage van de sluis waarbij de bouwstenen 5a/b en 16 in zone 2 het negatiefst worden beoordeeld omdat de Kieldrechtsluis voor het ontwerpschip een eerder beperkende sluis is. De sluisbreedte bedraagt immers slechts 68 m voor een scheepsbreedte van 62 m. Voor bouwsteen 14 wordt aangenomen dat de sluis met een nog grotere breedte zou kunnen ontworpen worden zodat de beoordeling minder negatief is dan voor de Kieldrechtsluis maar dus wel negatiever in vergelijking met het Deurganckdok.

### 3.3.6 Criterium Gemiddelde afstand af te leggen in dok en/of op rivier

In verband met dit criterium was er een discussie binnen het expertenteam of deze gemiddelde afstand af te leggen in dok en/of op rivier als criterium moest meegenomen worden. Rekening houdend dat de duur van een traject naar de kade en dus ook de gemiddelde afstand af te leggen tot de kade een rol speelt in de moeilijkheidsgraad van een manoeuvre tot een kade wordt het criterium toch weerhouden. Een grotere afstand of duur vereist een langere tijd voor alle bemanningsleden en de loodsen om alert te zijn en speelt dus mee in de beoordeling van de toegankelijkheid op het niveau van het individuele ontwerpschip. Uiteraard zullen alle bouwstenen die zich geografisch voor het Deurganckdok bevinden positiever beoordeeld worden en deze achter het Deurganckdok negatiever. Zone 1, bouwsteen 4a/b, zone 3, bouwsteen 11 en bouwsteen 15 krijgen hierdoor een beoordeling +1 terwijl de bouwstenen van zone 4 met uitzondering van bouwsteen 15 een beoordeling +2 krijgen. Bouwsteen 14 met de toegankelijkheid van het Delwaidedok krijgt een beoordeling zoals het Deurganckdok terwijl de bouwstenen achter de Kieldrechtsluis een negatieve beoordeling van -1 voor bouwsteen 5a/b en -2 voor bouwsteen 16 krijgen.

### 3.3.7 Criterium Gemiddelde afstand achteruit af te leggen

Voor dit criterium wordt de gemiddelde afstand die achteruit moet afgelegd worden beoordeeld. In een dok dat breder is dan het Deurganckdok, wordt verwacht dat er meer ter plaatse van de kade zal kunnen gezwaaid worden zodat de afstand achteruit af te leggen niet bestaande is. Daarom worden de bouwstenen 1a en 1b van zone 1 veel positiever dan het Deurganckdok beoordeeld. De bouwsteen 2 uit deze zone is gelijkwaardig met het Deurganckdok door de vergelijkbare breedte en lengte van het dok. Bij bouwsteen 4a/b wordt er ook gezwaaid ter plaatse van de kade en is de afstand achteruit beperkter dan voor het Deurganckdok. Voor de bouwstenen in zone 2 in de Waaslandhaven zal men door de brede kanalen en dokken in de Waaslandhaven ook slechts een minimale afstand achteruit moeten afleggen dus is de beoordeling positief.

Voor de toegankelijkheid van de bouwsteen 10a in zone 3 wordt verwacht dat de afstand achteruit af te leggen positiever beoordeeld kan worden aangezien door de grotere breedte op de rivier eerder ter plaatse van de kade en ligplaats kan gezwaaid worden.

Bouwsteen 11 krijgt een gelijkwaardige beoordeling zoals het Deurganckdok. Dit insteekdok is wel smaller dan het Deurganckdok waardoor zeker nooit ter plaatse van de ligplaats kan gezwaaid worden maar het insteekdok is zelf wel minder lang dan het Deurganckdok.

De beoordeling van de bouwstenen in zone 4 wordt gebaseerd op dezelfde redenering als voor de bouwstenen van zone 3. De beperkt uitgebreide Noordzeeterminal is licht positiever dan het Deurganckdok en de grotere uitbreiding en de terminals aan Schaar Ouden Doel krijgen een belangrijke positieve beoordeling.

Voor bouwsteen 14 is het opnieuw onmogelijk om ter plaatse van de ligplaats te zwaaien en moet dus een belangrijke afstand achteruit afgelegd worden, bovendien in een dok dat smaller is dan het Deurganckdok.

### 3.3.8 Criterium Wind

Voor het criterium van de impact van de wind wordt gekeken naar de oriëntatie van de dokken en kades in graden ten opzichte van het Noorden en ten opzichte van de overheersende windrichting vanuit het Zuidwesten (225° ten opzichte van het Noorden). Deze gegevens zijn samengevat in Tabel 3. Rekening houdend met de voorligging van het Deurganckdok die positief is ten opzichte van de overheersende windrichting (een afwijking van slechts 13°) worden er eigenlijk alleen negatieve scores uitgedeeld. Er wordt bij het toekennen van een negatieve score wel nog rekening gehouden met het aanlandig of aflandig zijn van de wind omdat voor afgemeerde schepen een aflandige wind (die het schip van de kade wegduwt) nadelig is bij hoge windsnelheden van 9 Bft en hoger of dus stormcondities. De Noordzeeterminal stelt bijvoorbeeld minder problemen bij hevige wind in verband met krachten op de meerlijnen in vergelijking

met het Deurganckdok. Het aan- of aflandig zijn van de wind en de impact daarvan op de toegankelijkheid is eerder een macroscopische benadering maar wordt hier in één criterium wind beoordeeld.

Indien de overheersende windrichting ongeveer loodrecht staat op de oriëntatie van de kade of het dok dan wordt de meest negatieve beoordeling gegeven. Bouwsteen 4a/b krijgt bijvoorbeeld een score -1 omdat de oriëntatie slechts 32° afwijkt van een loodrechte oriëntatie op de overheersende windrichting. Alle manoeuvres in de omgeving van de kade verlopen vlotter indien de wind niet dwars of bijna dwars op de kade staat. Bouwsteen 5a/b van zone 2 wijkt slechts 17° af van de loodrechte op de overheersende windrichting zodat de wind er behoorlijk dwars op zit. Tegelijkertijd is de overheersende wind voor deze bouwsteen aanlandig en wordt de negatieve score -1 gekozen. Andere nadelige bouwstenen zijn alle bouwstenen van zone 3, bouwsteen 11, bouwstenen 12 en 13a van zone 4 en bouwsteen 14 die alle een score -1 krijgen. Bouwsteen 15 krijgt een score -2 omdat de oriëntatie redelijk dwars is en de overheersende windrichting aflandig is.

Tabel 3 – Oriëntatie van elke bouwsteen ten opzichte van het Noorden en de overheersende windrichting

Nummer van de bouwsteen	Oriëntatie ten opzichte van het Noorden (°)	Oriëntatie ten opzichte van het Zuidwesten (°)
DGD	212	-13
Zone 1		
Bouwsteen 1a	246	21
Bouwsteen 1b	246	21
Bouwsteen 2	246	21
Bouwsteen 4a/b	347	122
Zone 2		
Bouwsteen 5a/b	118	-107
Bouwsteen 16	208.5	-16.5
Zone 3		
Bouwsteen 10a/b	357	132
Bouwsteen 11	275.5	50.5
Zone 4		
Bouwsteen 12	292	67
Bouwsteen 13a/b	310	85
Bouwsteen 15	310 - 337	67 - 112
Bouwsteen 14	261	36

### 3.3.9 Criterium Stroming

Voor het criterium van de stroming werd een eerste screening uitgevoerd zonder gedetailleerde numerieke stroomberekeningen. Deze stroomberekeningen voor elke bouwsteen en de alternatieven waren later beschikbaar en zijn in verschillen voor de maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden van de bouwsteen ten opzichte van de referentiesituatie voorgesteld in Figuur 3 tot Figuur 7.

De bouwstenen die zich volledig achter een sluis bevinden, zouden positief beoordeeld (+2) kunnen worden aangezien er voor de bouwsteen zelf geen impact is van de stroming. Het gaat hierbij om de bouwstenen in zone 2 (5a/b en 16). Bouwsteen 16 impliceert echter ook een verhuis van de RoRo terminals naar de rivier waarbij in Figuur 6 het verschil in maximale stroomsnelheden is getoond ter plaatse van deze rivierterminal. Ter plaatse van de nieuwe RoRo terminal neemt de stroming af maar opwaarts deze terminal aan de rechteroever neemt de stroming aanzienlijk toe. Bouwsteen 16 wordt dus voor de microscopische benadering nog positief beoordeeld maar in de macroscopische benadering moet dit wel meegenomen worden.

Bouwsteen 14 houdt de bouw van een nieuwe sluis ten noorden van de Zandvlietsluis in en de ontwikkeling van extra containercapaciteit aan de noordelijke zijde van het Delwaiedok waardoor de stroming beïnvloed kan worden door de nieuwe sluis. Uit de numerieke berekeningen voor bouwsteen 14 bleek echter dat het verschil in maximale stroomsnelheden van bouwsteen 14 ten opzichte van de referentiesituatie verwaarloosbaar is. Anderzijds heerst aan de oostelijke zijde van de Noordzeeterminal nu al een hinderlijke ebstroom voor de schepen die er aan- of afmeren. De quotering is hierdoor licht negatief of dus -1 ten opzichte van het Deurganckdok.

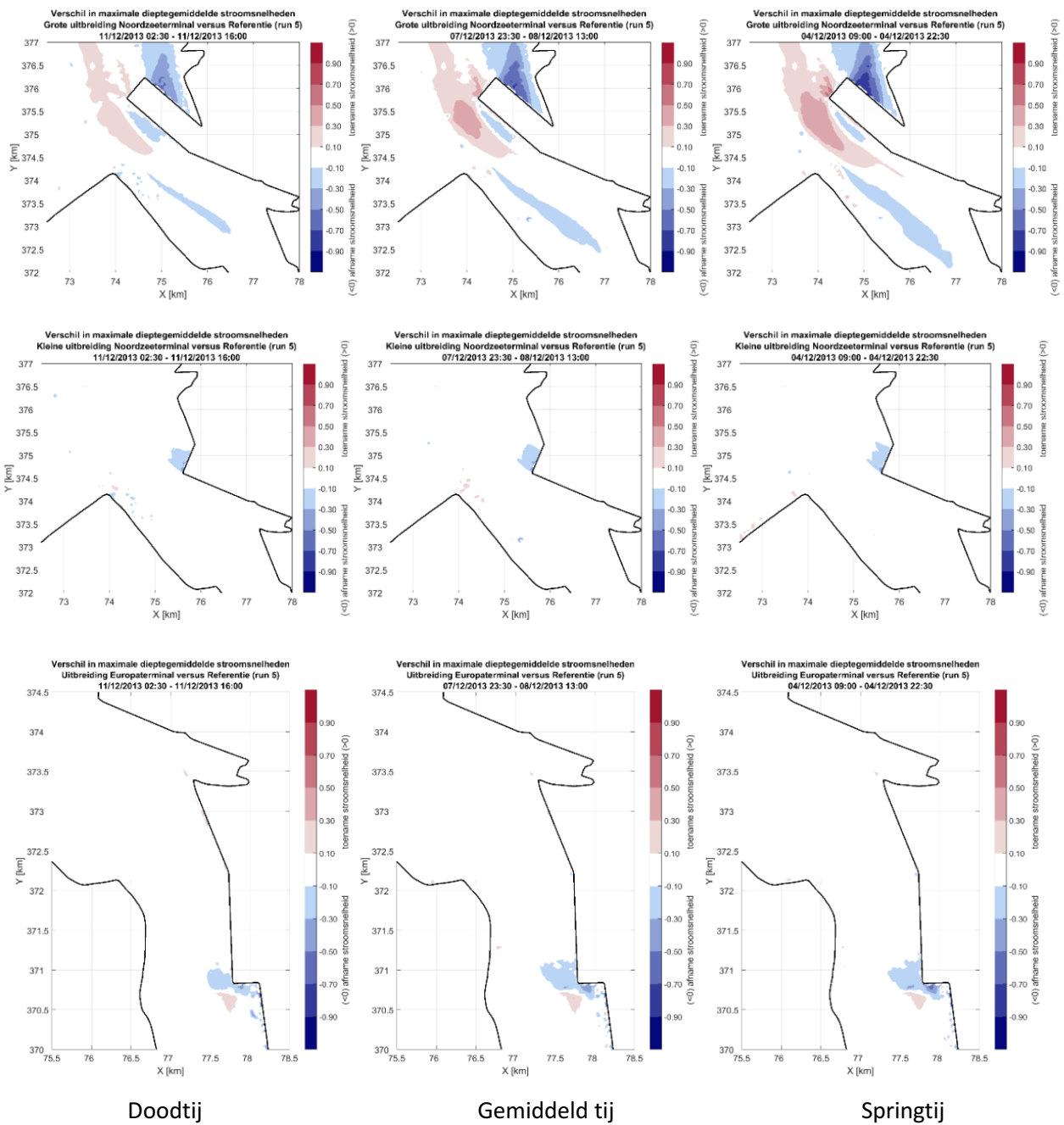
Eenzelfde negatieve quotering is opgesteld voor het insteedok ten noorden van de Zandvlietsluis (bouwsteen 11). Uit Figuur 5 blijkt een minimale afname van de maximale stroomsnelheden aan de knik tussen de bestaande Noordzeeterminal en het nieuwe insteedok. Echter de ervaring met de bestaande Noordzeeterminal blijft nadelig wat invloed blijft hebben op de beoordeling van bouwsteen 11.

Voor bouwsteen 4a/b (Figuur 4) en 12 (Figuur 3), die een wijziging in lijn met de bestaande rivier of een beperkte wijziging op de bestaande toestand zijn (beperkt uitgebreide Noordzeeterminal), wordt verwacht dat de impact van de stroming vergelijkbaar is met deze aan het Deurganckdok. Stroming op de rivier moet in rekening gebracht worden bij het manoeuvreren in de nabijheid van deze bouwstenen. Deze stroming kan het manoeuvre positief of negatief beïnvloeden.

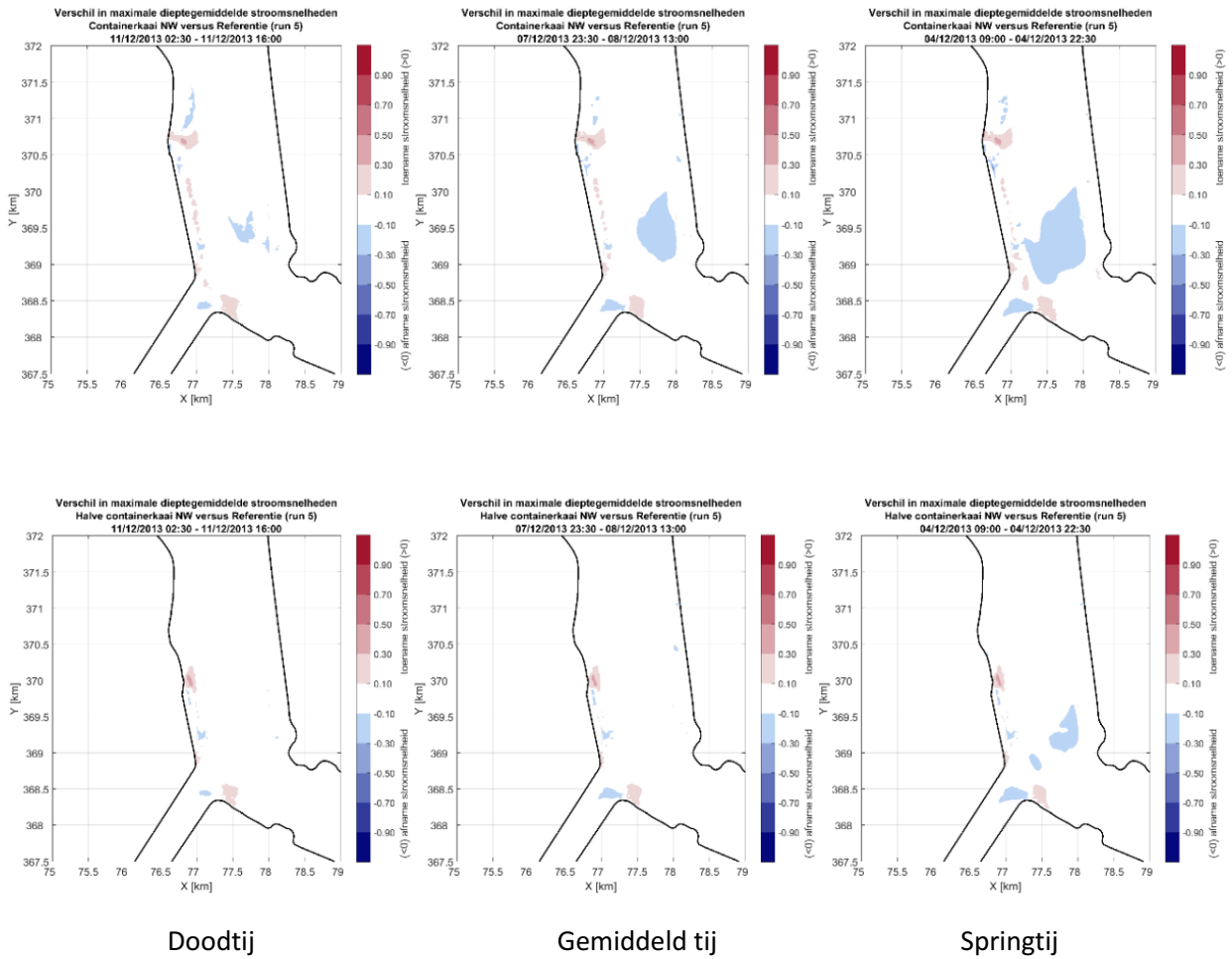
De impact op de stroming is significant met een belangrijke toename van de maximale stroomsnelheden voor bouwsteen 13a (Figuur 3) en 15 (Figuur 7). Door de bouw van een terminal op Schaar Ouden Doel neemt de stroming ook sterk toe ter plaatse van de bestaande Noordzeeterminal en Europaterminal. Verschillende terminals worden op deze manier nadelig beïnvloed. Hoewel de invloed voor beide bouwstenen niet identiek is, zal de quotering toch dezelfde negatieve waarde zijn (-2).

Voor alle andere overblijvende bouwstenen wordt verwacht dat de stroming positiever zal inwerken dan de stroming naar het Deurganckdok. Bouwsteen 1a met het brede Saeftingedok met een brede monding krijgt een quotering +2 terwijl alle andere overblijvende bouwstenen in zone 1 en zone 3 een quotering +1 krijgen.

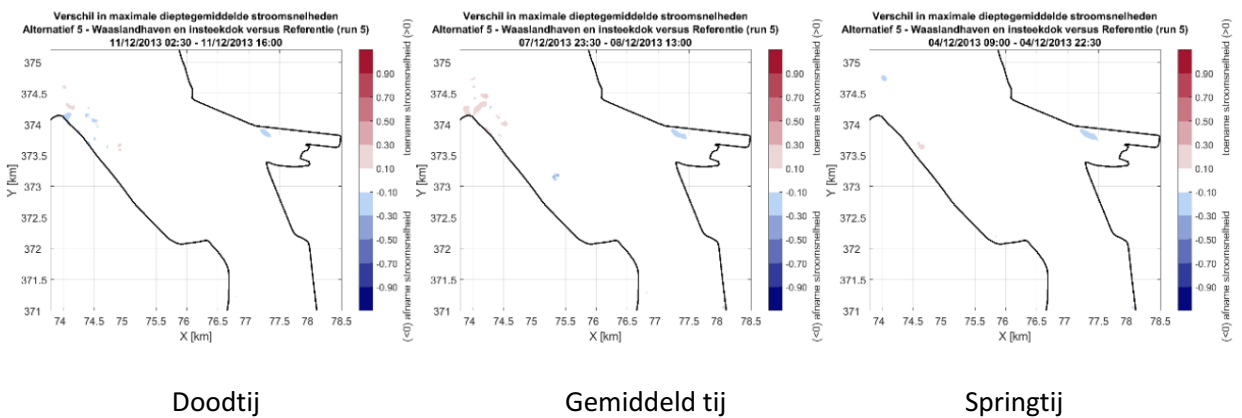
Figuur 3 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor bouwsteen 13a, bouwsteen 12 en bouwsteen 10  
(Depreiter, 2017)



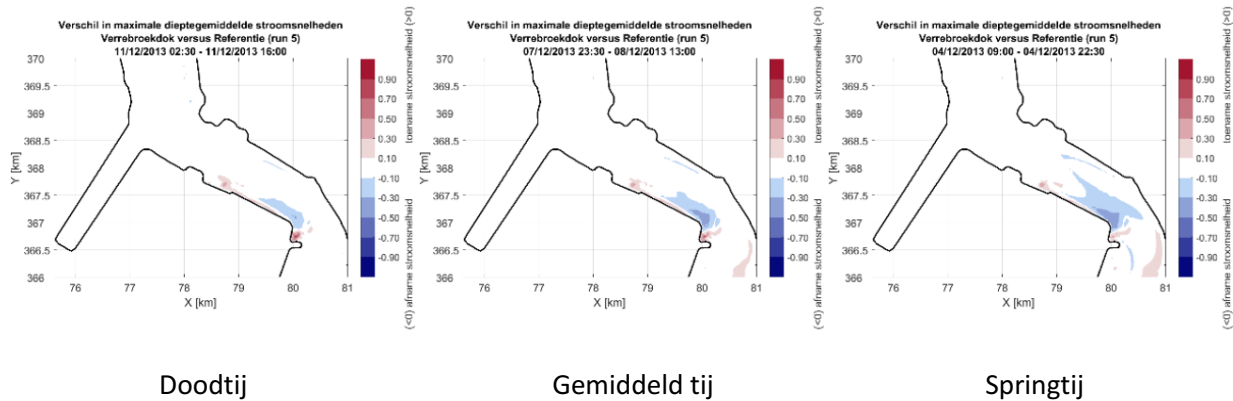
Figuur 4 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor bouwsteen 4a/b  
 (Depreiter, 2017)



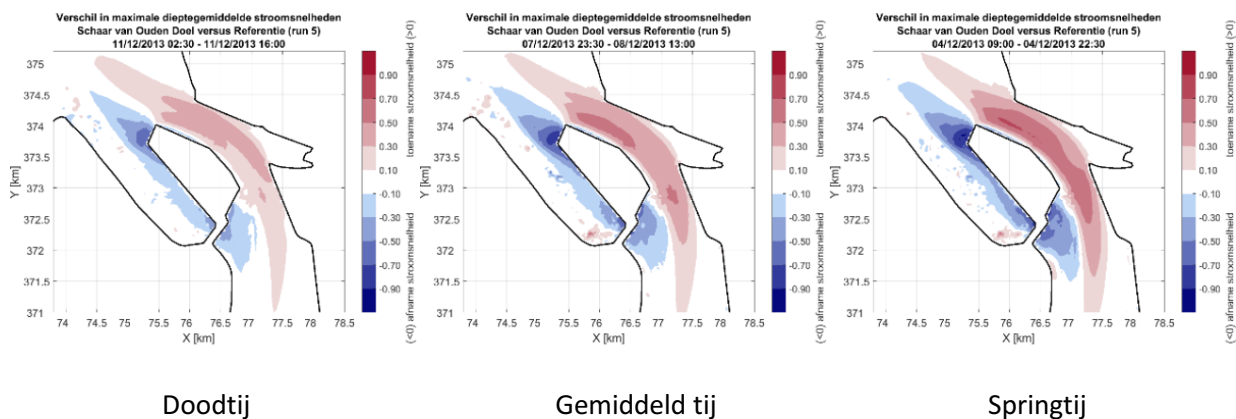
Figuur 5 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor bouwsteen 11  
 (Depreiter, 2017)



Figuur 6 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor bouwsteen 16, RoRo terminal  
(Depreiter, 2017)



Figuur 7 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor bouwsteen 15  
(Depreiter, 2017)



Voor de varianten 10b en 13b waarbij de terminals op palen worden geplaatst, werden er enerzijds bijkomende stroomberekeningen voor de Westerschelde als geheel uitgevoerd, en anderzijds werd door middel van CFD (Computational Fluid Dynamics) berekeningen aangetoond dat er eerder erosie dan sedimentatie tussen de palen zal zijn. Deze uitspraak bevat wel een belangrijke onzekerheid of dit zich in realiteit ook zo zal doorzetten.

De globale stroming bij een variant op palen zal enigszins verminderen in sterkte maar ook de richting kan wijzigen zodat bijvoorbeeld voor variant 13b ter hoogte van de Noordzeeterminal de richting eerder NO-ZW wordt bij vloed, wat eerder loodrecht op de terminal is (Figuur 8).

Voor de beoordeling van stromingsgradiënten op een open laad- en losstructuur (of dus een kade op palen) kan teruggerepen worden naar de OCIMF Guidelines voor tankers aangemeerd aan jetties, die ook een open structuur hebben zoals de varianten op palen.

*"The mooring equipment guidelines promulgated by OCIMF are based firmly on the following criteria. Ships ... shall have outfits able to restrain them alongside berths in winds of 60 knots from any direction simultaneously with either: 3 knots current from ahead or astern, or 2 knots current from 10 degrees off*

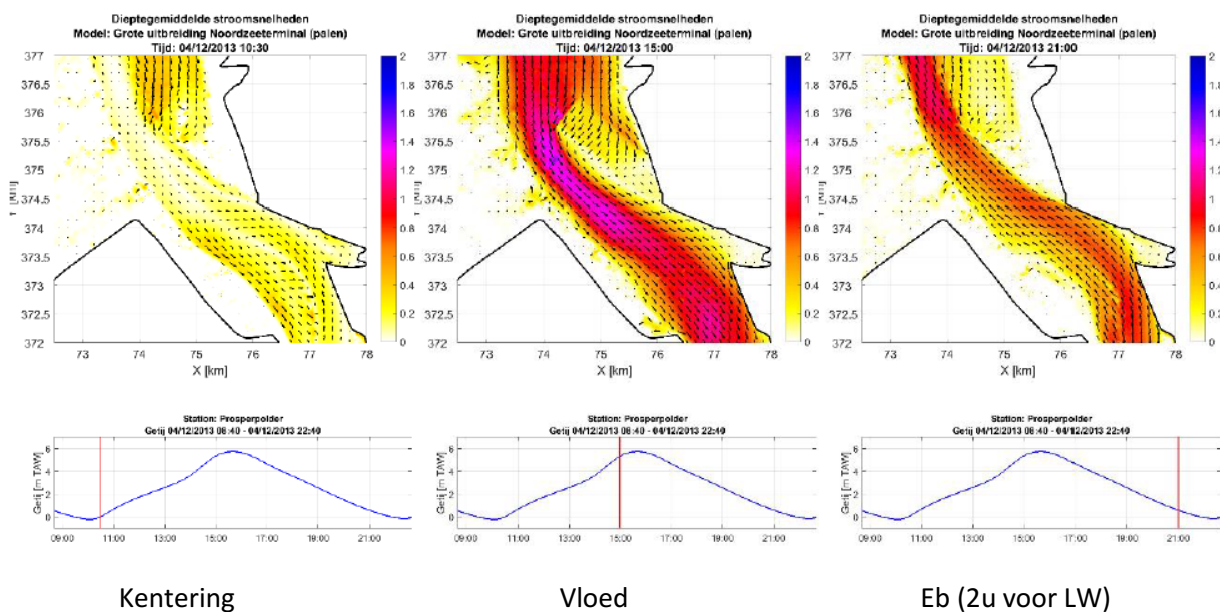


*bow or stern quarter, or 0.75 knots current from the direction of maximum beam current loading. Where the environmental conditions at any particular berth are likely to exceed the criteria, it is incumbent upon the berth operator to provide the additional restraint required."*

In deze guidelines wordt duidelijk gesteld welke voorwaarden moeten voldaan zijn voor de stroom om een open terminal/steiger te kunnen bedienen met schepen. Enkel wanneer de stroming evenwijdig of onder een zeer flauwe hoek (10 deg) invalt op de open terminal op palen kunnen de stroomsnelheden in de buurt komen van deze die in de Westerschelde voorkomen. Aangezien er ook in de stromingsberekeningen wordt uitgegaan van een richting waarbij de stroming dwars door de open terminal zal gaan (zie ook de veronderstelling van erosie), en voor zover er stromingen zullen optreden boven de 0.75 knoop (0.39 m/s), zullen de afgemeerde containerschepen aan zeer grote hydrodynamische belastingen onderhevig zijn en zal het afmeren problematisch worden. Er bestaat de mogelijkheid dat de meerlijnen de dwarse of langse stroom niet meer kunnen tegenhouden (een topic die nu al langs gesloten terminals een issue is voor containerschepen) zodat de schepen worden losgeslagen met alle problemen van dien.

Men kan bijgevolg concluderen dat terminals op palen enkel een verbetering zijn indien de stroming nog zo kan geleid worden dat deze in langse richting beperkt is tot 2 à 3 knopen en in dwarse richting zeker kleiner dan 0.75 knopen. Nader onderzoek zal nodig zijn met simulatiemodellen tijdens de eigenlijke ontwerpfase indien effectief gekozen wordt voor terminals op palen.

Figuur 8 – Dieptegemiddelde stroomsnelheden voor variant 13b  
(Depreiter, 2017)



## 4 Expertenmeeting Macroscopische benadering

De tweede expertenmeeting vond plaats op donderdag 27 april 2017 op het Waterbouwkundig Laboratorium. Deelnemers aan de vergadering waren:

- Experten:
  - ◇ Marc Vantorre, gewoon hoogleraar Universiteit Gent
  - ◇ Ronny Detienne, directeur CVBA Brabo, havenloodsen
  - ◇ Alain Pels, nautisch diensthoofd Antwerpen, DAB Loodswezen
  - ◇ Eddy De Laeter, rivierloods, DAB Loodswezen
  - ◇ Jeroen Verwilligen, onderzoeker Waterbouwkundig Laboratorium
  - ◇ Katrien Eloot, onderzoeker Waterbouwkundig Laboratorium
- Waarnemers:
  - ◇ Christiaan De Block, adviseur, Havenbedrijf Antwerpen

De volgende agenda werd voorgesteld:

9:30: Bespreking van de opmerkingen op het eerste conceptrapport met de evaluatie van de bouwstenen

10:00: E-mailverkeer over de impact in de omgeving van het Doeldok (9 april 2017); jetties van ITCRubis (overziede terminals zouden voor binnenvaart zijn en niet voor zeevaart)

10:10: macroscopische benadering (evaluatie van de bouwstenen en alternatieven volgens de criteria)

11:00: pauze

11:10: vervolg macroscopische benadering

12:00: evaluatie van de alternatieven

12:15: conclusies en voorbereiding van het actorenoverleg met resultaten van 17 mei 2017

Doel van de vergadering was een nautische evaluatie te maken van de macroscopische toegankelijkheid van de verschillende bouwstenen op basis van tien criteria en ten slotte een evaluatie te maken van de acht alternatieven. Door tijdsgebrek werden enkel de bouwstenen geëvalueerd en werd de finale score van de alternatieven later besproken via mail en conceptversies van het rapport.

In hoofdstuk 4.1 wordt elke bouwsteen geëvalueerd voor de tien macroscopische criteria waarbij de bespreking van de score per criterium en per bouwsteen in hoofdstuk 4.2 is opgenomen.

### 4.1 Evaluatie per criterium

#### 4.1.1 Referentie en quoterings

Voor de nautische evaluatie van de toegankelijkheid van elke bouwsteen bij een macroscopische benadering wordt de toegankelijkheid van het Deurganckdok opnieuw als referentie gekozen. Indien de toegankelijkheid gelijkwaardig is aan deze van het Deurganckdok dan wordt de quoterings 0 gekozen, voor een betere toegankelijkheid kan men een quoterings +1 of +2 geven (een hoger getal is een betere toegankelijkheid) en voor een slechtere toegankelijkheid kan men een quoterings -1 of -2 geven.

#### 4.1.2 Evaluatie per criterium

In Tabel 4 zijn in de kolommen de tien criteria voorgesteld die voor een macroscopische benadering worden meegenomen. Elk criterium wordt besproken in hoofdstuk 4.2. In de rijen van Tabel 4 worden de bouwstenen en de referentie voorgesteld. Er wordt in dit hoofdstuk nog geen evaluatie van de globale score per bouwsteen uitgevoerd omdat specifiek voor de macroscopische benadering door de compatibiliteit van de criteria onder “Impact op ander verkeer” en “Impact van ander verkeer” het gewicht van deze criteria in de globale macroscopische score te groot zou kunnen worden. Het afwegen van de criteria wordt opgenomen in hoofdstuk 5.2.

Tabel 4 – Evaluatie van de criteria voor een macroscopische benadering

	Tij-venster	Stroom-venster I	Stroom-venster G	Sluis-passage	Impact op passerend/ander verkeer			Impact van passerend verkeer		
					Aangemeerd	Zwaaien	Traject CP <sup>2</sup> tot kade	Aangemeerd	Zwaaien	Aanloop/vertrek-manoeuvre
DGD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zone 1										
Bouwsteen 1a	0	+1	0	+1	+2	+2	+1	+2	+2	+1
Bouwsteen 1b	0	0	0	+1	+2	+1	+1	+2	+1	+1
Bouwsteen 2	0	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
Bouwsteen 4a/b	0	+1	0	+1	-1	-1	+1	-1	-1	0
Zone 2										
Bouwsteen 5a/b	0	+2	0	-2	+1	+1	-1	+1	+1	0
Bouwsteen 16	0	+2	-1	-2	+2	+2	-1	+2	+1	+1
Zone 3										
Bouwsteen 10a	+1	+1	0	+1	-1	-1	+1	-1	-1	0
Bouwsteen 11	+1	0	0	0	+2	-1	+2	+2	-1	+2
Zone 4										
Bouwsteen 12	+2	-1	0	+1	-2	-2	+2	-2	-2	+1
Bouwsteen 13a	+2	-2	-2	+1	-2	-2	+2	-2	-2	+1
Bouwsteen 15	+2	-2	-2	+1	-2	-2	+2	-2	-2	+1
Bouwsteen 14	+1	-1	0	-2	+2	-1	+1	+2	-1	+1

<sup>2</sup> CP staat hier voor Coördinatiepunt met een belang bij de scheepvaartbegeleiding via Vessel Traffic Services.

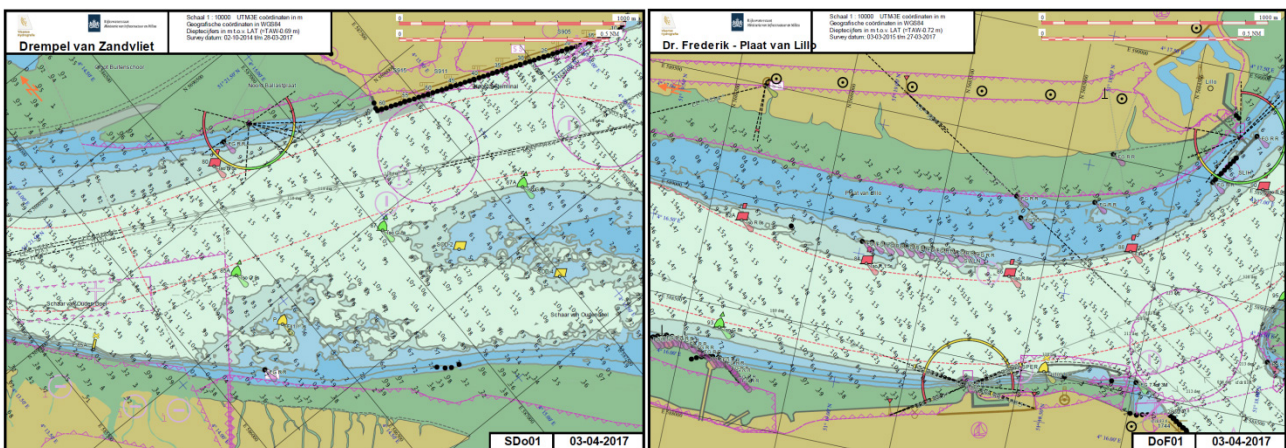
## 4.2 Bespreking per criterium

### 4.2.1 Criterium Tijenster

Voor de beoordeling van de invloed van de positie van elke bouwsteen op het beschikbare tijvenster zijn de drempels van Frederik en Zandvliet (Figuur 9) bepalend bij afvaart voor het openen van het tijvenster en de drempels op zee voor het sluiten van het tijvenster. De drempel van Zandvliet bevindt zich tussen de boeien 80 en 85a, de drempel van Frederik tussen boeien 82a en 93.

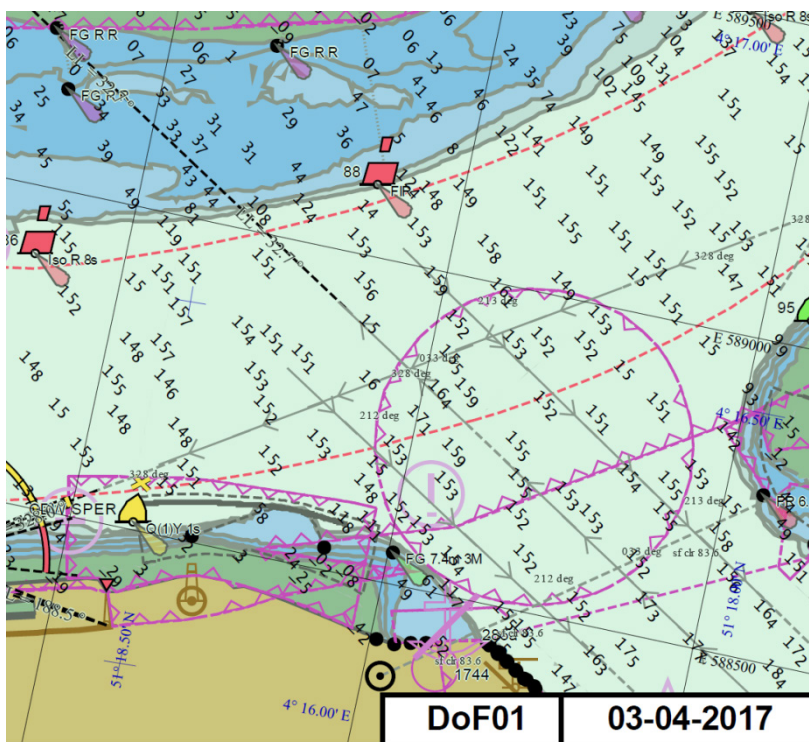
Bijkomend kan nog vermeld worden dat bij tijpoortberekeningen over een lange termijn geopperd wordt dat ook de drempel aan de ingang van het Deurganckdok moet meegenomen worden. Baggerinspanningen zijn nodig om de diepte aan de ingang van het Deurganckdok te garanderen maar anderzijds stelt men vast dat de waterdiepte toch groter is dan de drempeldiepte van 14.5 m LAT (Figuur 10, 15 m LAT aan de ingang) op de Westerschelde waardoor de ingang van het dok voor deze vergelijkende studie niet als een bijkomende drempel voor getijafhankelijkheid zal beschouwd worden.

Figuur 9 – ENC kaarten ter hoogte van de drempels van Zandvliet en Frederik



Voor alle bouwstenen in zone 1 en 2 en voor bouwsteen 4a/b is de drempel van Frederik de eerste drempel die in afvaart gehaald moet worden. Daarom krijgen deze bouwstenen voor het tijvenster dezelfde score als het Deurganckdok. Voor de bouwsteen 10a met de verlengde Europaterminal wordt aangenomen dat de drempel van Frederik niet meer aanwezig is zodat één drempel minder wordt meegenomen bij een tijpoortberekening. De bouwstenen 11 en 14 worden op dezelfde manier gequoteerd. De score hiervoor bedraagt dan +1. Voor de bouwstenen in zone 4 wordt nog een hogere quotering gehanteerd (+2) omdat ook de drempel van Zandvliet wordt beschouwd niet meer mee te spelen in een tijpoortberekening. De (beperkte) uitbreiding van de Noordzeeterminal (bouwstenen 12 en 13a/b) en de uitbreiding ter hoogte van Schaar Ouden Doel (bouwsteen 15) geven aanleiding tot beperkte of belangrijke infrastructurele aanpassingen op de rivier zodat een aanpassing van de drempel van Zandvliet ook verondersteld kan worden.

Figuur 10 – Detail uit de ENC kaart voor de drempel van Frederik en de plaat van Lillo – ingang van het Deurganckdok



#### 4.2.2 Criterium Stroomvenster

Voor het criterium van een stroomvenster zijn er twee interpretaties mogelijk. Enerzijds kan door het implementeren van de bouwsteen een stroomvenster ontstaan voor scheepvaart van en naar de bouwsteen en anderzijds kan een bouwsteen een dergelijke wijziging van het huidige stroomprofiel in de vaaromgeving veroorzaken waardoor schepen (dus ook deze die niet aan de bouwsteen moeten zijn maar wel in de omgeving ervan passeren) een invloed ondervinden van de gewijzigde stroming.

Deze twee interpretaties worden opgesplitst naar Individueel en Globaal in Tabel 4.

#### Individuele beoordeling

De evaluatie van de invloed van de stroming per bouwsteen is gebaseerd op de numerieke stromingsberekeningen uitgevoerd door IMDC in het kader van het complex project.

Indien het Deurganckdok als referentie genomen wordt in de huidige Westerschelde, dan is er een stroomvenster voor de 360 m plus schepen bij eb indien bij afvaart het schip achteruit de rivier opzwaait. In dit opzicht worden de bouwstenen 1a en 2 in zone 1 met een bredere monding aan de rivier positiever beoordeeld (+1, zwaaien in de beschutting van het dok) dan bouwsteen 1b die een gelijke quoting als het Deurganckdok krijgt. Ook de noordwestelijke terminal (bouwsteen 4a/b) en de verlengde Europaterminal (bouwsteen 10a) krijgen een quoting +1. Bij de monding van het Deurganckdok is de moeilijkheid bij het achteruit zwaaien naast de sterke ebstroom de overgang van een zone zonder stroming in het dok naar een zone met stroming op de rivier. Voor de bouwstenen die zich volledig op de rivier bevinden en in de onmiddellijke omgeving van het Deurganckdok wordt daarom verondersteld dat door het volledig op stroom zijn het nadeel in vergelijking met het Deurganckdok niet aanwezig is.

De bouwstenen in zone 2 die zich achter de Kieldrechtsluis bevinden krijgen een beoordeling +2 omdat ze met een voorwaartse snelheid, aanzienlijk verschillend van de nulsnelheid die bij zwaaien heerst, door de

stroomgradiënt aan de monding van het Deurganckdok varen en eens het dok ingevaren er geen stroom meer speelt tot de kade.

Voor bouwsteen 11 met het insteekdok aan het sluizencomplex veronderstelt men dat er mogelijk ook een stroomvenster is voor een specifieke grootte van schepen en een specifiek stroommoment zodat dezelfde quoterings als voor het Deurganckdok wordt aangehouden.

De bouwstenen in zone 4 worden negatiever dan het Deurganckdok beoordeeld. De Noordzeeterminal staat immers nu al bekend als een terminal waar de stroom zowel bij eb als vloed een nadelige invloed heeft. Daarom wordt ook voor de bouwsteen met de beperkte uitbreiding een quoterings -1 gekozen. De bouwstenen 13a (grote uitbreiding van de Noordzeeterminal) en 15 (Schaar Ouden Doel) geven aanleiding tot een belangrijke insnoering van de stroom in die zone waardoor de stroomsnelheden toenemen. De beoordeling is daarom het negatiefst (-2).

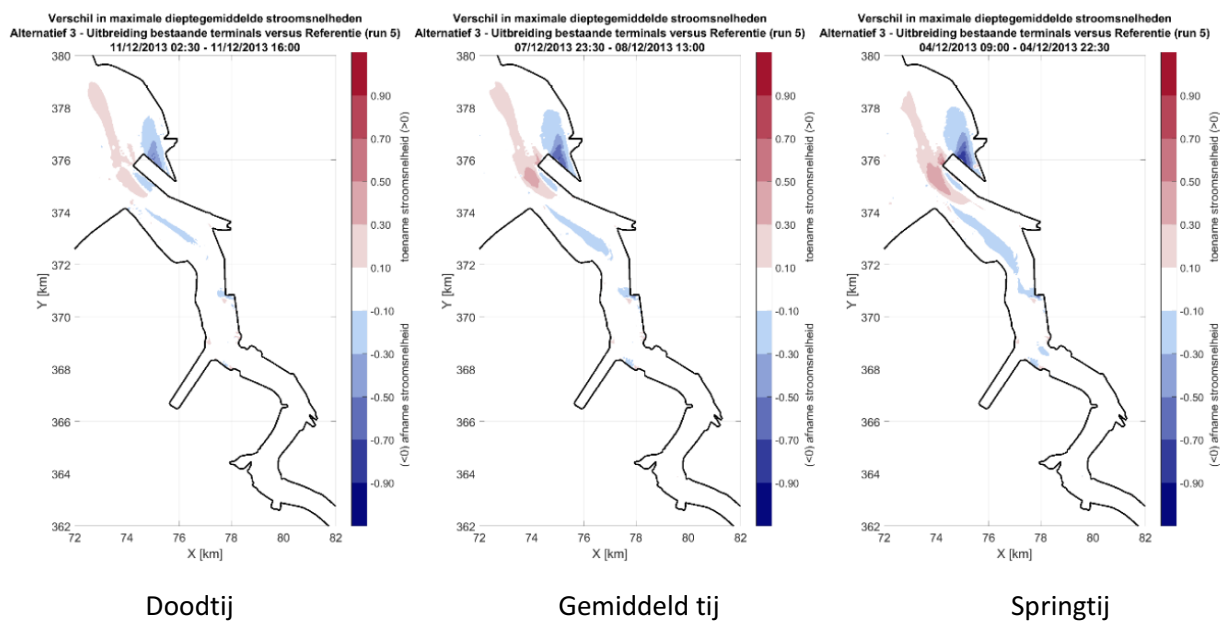
Omdat men voor bouwsteen 14 een nieuwe zeesluis aan het sluizencomplex toevoegt en de stroming vandaag reeds nadelig werkt ter hoogte van het sluizencomplex en de omringende terminals wordt ook een licht negatieve beoordeling (-1) gegeven.

### Globale beoordeling

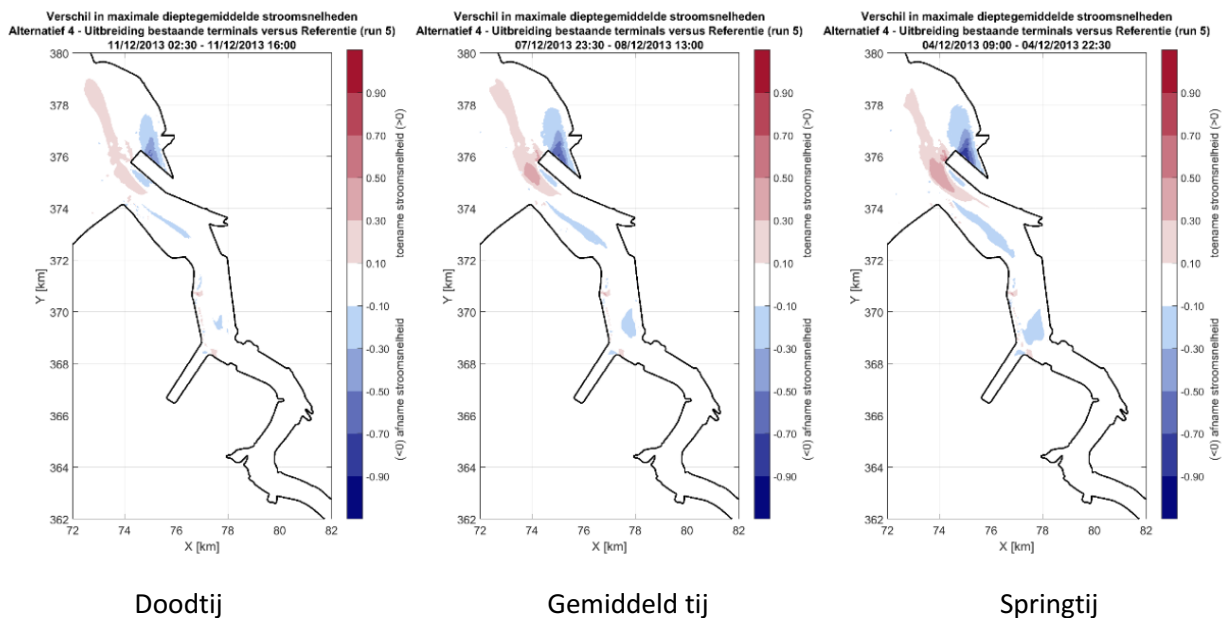
In de globale beoordeling van de stroominvloed op andere schepen gaat men ervan uit dat alle bouwstenen behalve de bouwstenen 13a, 15 en 16 een gelijkaardig comfort tegenover stroming bieden als de huidige Westerschelde met het Deurganckdok. Door de belangrijke structurele wijzigingen in de rivier afwaarts de Noordzeeterminal (bouwsteen 13a), tegenover de Noordzeeterminal (bouwsteen 15) of aan de rivierterminal voor de RoRo (bouwsteen 16) verwacht men dat ook andere schepen zoals tankers of cruiseschepen een nadelige invloed zullen ondervinden van de stroomwijziging en dus een stroomvenster zal beschouwd moeten worden. Hierdoor krijgen de bouwstenen 13a en 15 een quoterings -2 en de bouwsteen 16 een quoterings -1.

Bouwsteen 13a is opgenomen in de Alternatieven 4 en 5 (Figuur 11 en Figuur 12). Uit de numerieke berekeningen blijkt duidelijk dat er een belangrijke impact is op de stroming door het implementeren van deze bouwsteen. Alternatief 7 (Figuur 13) met als bouwstenen 4b, 12 en 14 is een voorbeeld van een samenstelling met minimale invloed op de stroming. Bouwstenen 15 en 16 zijn opgenomen in Alternatief 8 (Figuur 14) en tonen ook een zeer grote invloed op de stroming ter hoogte van Schaar Ouden Doel, de Noordzeeterminal en de Europaterminal en ook ter hoogte van het Boudewijn- en Van Cauwelaertsluizencomplex.

Figuur 11 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor Alternatief 4  
(Depreiter, 2017)

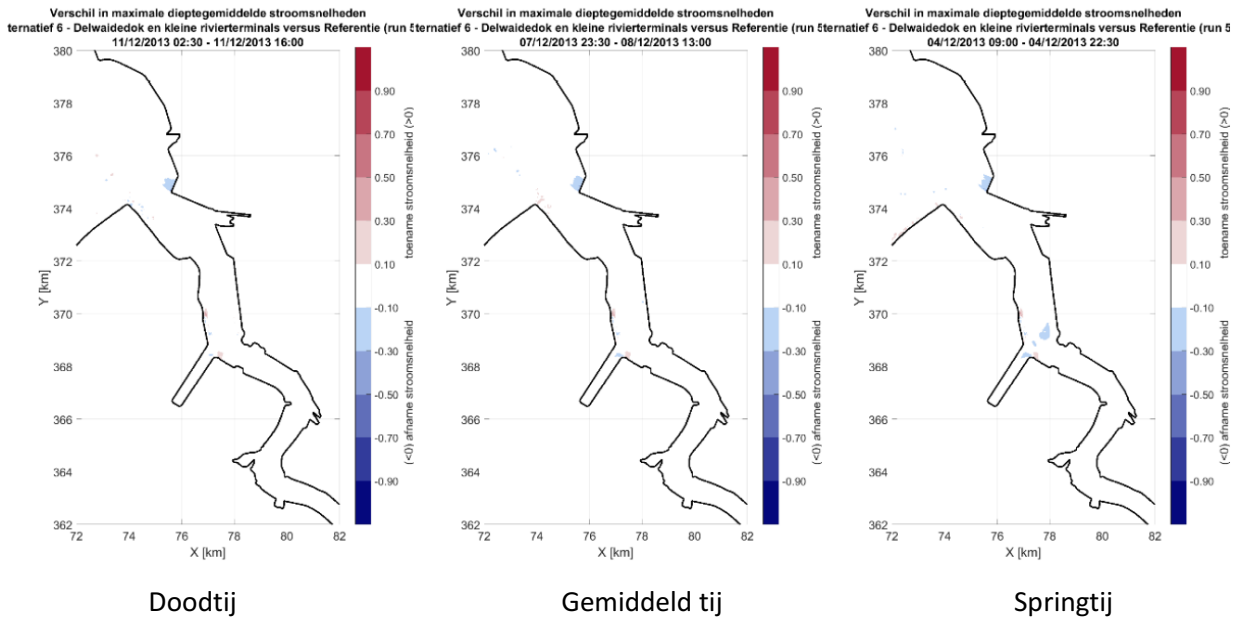


Figuur 12 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor Alternatief 5  
(Depreiter, 2017)

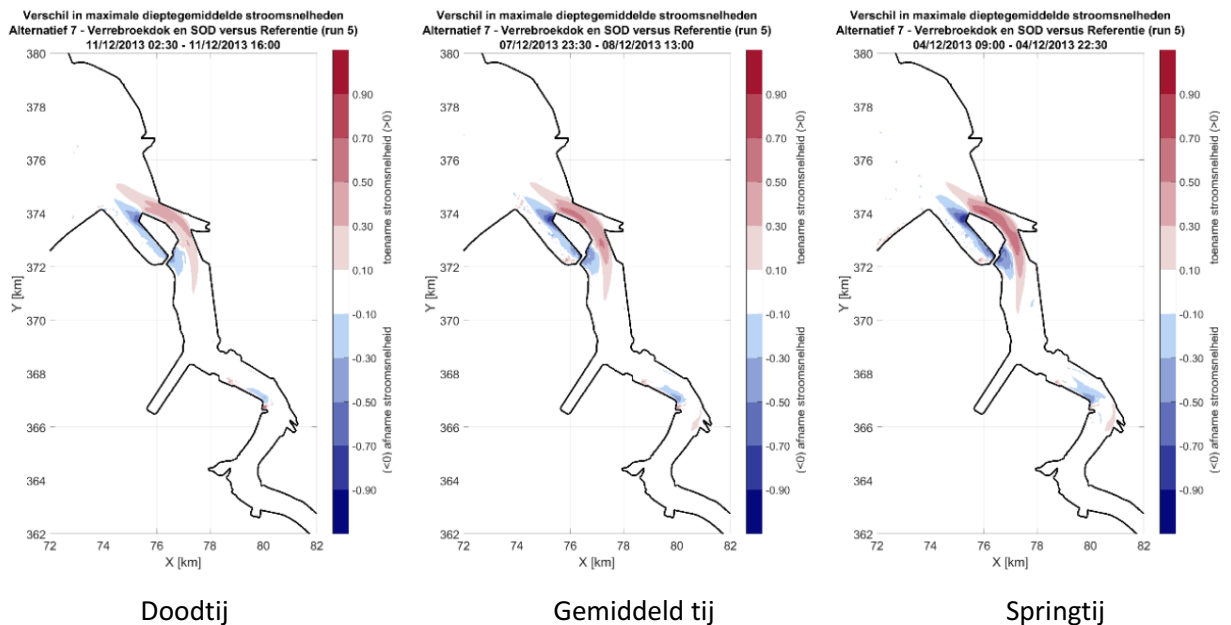




Figuur 13 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor Alternatief 7  
 (Depreiter, 2017)



Figuur 14 – Verschil in maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor Alternatief 8  
 (Depreiter, 2017)



#### 4.2.3 Criterium Sluispassage

Bij het criterium Sluispassage speelt het effect van de sluisafhandeling in de buurt van de bouwsteen een rol. Zo zal het verkeer met bestemming Deurganckdok in haar aanloop van en vertrek uit het dok ook moeten rekening houden met de aanwezigheid van de Kieldrechtsluis op het einde van het dok. Bouwstenen die zich dus verder van een sluis bevinden, zullen positiever beoordeeld worden terwijl bouwstenen die een sluis hebben in hun infrastructuur of zich dichtbij een sluis bevinden dan weer negatiever beoordeeld worden.

Het Deurganckdok en bouwsteen 11 met het insteeddok naast de Zandvlietsluis krijgen dezelfde beoordeling. Bij de aanloop van het insteeddok zal men moeten rekening houden met het verkeer aan het Zandvliet- en Berendrechtluizencomplex.

Alle bouwstenen in zone 1, bouwsteen 4a/b, bouwsteen 10a en de bouwstenen in zone 4 krijgen een positieve beoordeling met quotering +1.

De bouwstenen die zich achter een bijkomende sluis bevinden (de bouwstenen 5a/b en 16 in zone 2 achter de Kieldrechtssluis en de bouwsteen 14 met een nieuwe zeesluis ten noorden van de Zandvlietsluis), krijgen een quotering -2.

#### 4.2.4 Criterium Impact op ander verkeer

Bij het criterium met impact op passerend en ander verkeer wordt een onderscheid gemaakt naargelang het manoeuvre dat het individuele schip aan het uitvoeren is en de impact ervan op het andere verkeer. Dit kan zijn in een aangemeerde configuratie aan de bouwsteen, tijdens het zwaaimanoeuvre aan de bouwsteen of tijdens het traject van CP tot de kade aan de bouwsteen.

#### Aangemeerd

Als referentie is het ontwerpschip afgemeerd aan een kade in het Deurganckdok en beïnvloedt op deze manier het andere verkeer dat in het dok moet passeren. De bouwstenen die zich aan de rivier bevinden krijgen ten opzichte van deze referentie een negatievere quotering omdat in tegenstelling tot het Deurganckdok de rivier een doorgaande waterweg is waar hogere vaarsnelheden worden gehanteerd dan in de passage van een dok dat eindigt in een sluis. De bouwstenen 4a/b en 10a die zich dichtbij het Deurganckdok bevinden, krijgen een quotering -1 terwijl de bouwstenen in zone 4 een quotering -2 krijgen. Aan de bouwstenen in zone 4 zullen immers meer schepen passeren dan aan de bouwstenen verderop op de rivier. Alle schepen met bestemming het Zandvliet- en Berendrechtluizencomplex zullen immers niet meer opwaarts de Europaterminal varen.

Alle andere bouwstenen worden positief beoordeeld voor de impact van ander verkeer op het aangemeerde schip. Bouwsteen 2 met het smalle Saeftinghedok en bouwsteen 5a/b met een schip aangemeerd in het Waaslandkanaal, waar de passage van andere schepen nog groter is dan in een doodlopend dok, krijgen als quotering +1.

De bouwstenen die deel uitmaken van een doodlopend dok dat bovendien breder is dan het Deurganckdok of korter (waardoor er opnieuw minder passage is), worden nog positiever beoordeeld met quotering +2. Het gaat over de bouwstenen 1a/b in zone 1, bouwsteen 16 (Verrebroekdok) en bouwstenen 11 (insteeddok) en 14 (Delwaidedok). Die laatste twee zijn smaller dan het Deurganckdok maar ook veel korter.

#### Zwaaien

De impact op passerend of ander verkeer tijdens het zwaaien voor de bouwsteen toont een eenzelfde quotering als voor het aangemeerd zijn aan de bouwsteen behalve voor de volgende drie bouwstenen:

- Terwijl voor bouwsteen 1b en 1a eenzelfde quotering werd aangehouden voor de impact van ander verkeer tijdens het aangemeerd zijn, scoort bouwsteen 1b nu iets minder positief (+1) voor het zwaaien aangezien door het behoud van Doel het zwaaimanoeuvre aan de monding moeilijker is en dus meer hinder veroorzaakt voor het andere verkeer dan bij bouwsteen 1a.
- Bouwstenen 11 en 14 met het insteeddok en het Delwaidedok kregen een positieve beoordeling bij het aangemeerd zijn maar omdat het zwaaimanoeuvre moet plaatsvinden in een beperkte ruimte (het Zandvliet-Berendrechtluizencomplex of het kanaaldok B1) en daardoor de doorgang voor het andere verkeer volledig of in belangrijke mate wordt belemmerd, wordt de impact op het andere verkeer tijdens het zwaaien negatief (-1).

## Traject CP tot kade

In dit subcriterium wordt er beoordeeld hoe het afleggen van het traject van CP tot de bouwsteen een impact heeft op het andere verkeer. Hierbij speelt opnieuw de afstand die moet afgelegd worden van CP tot de bouwsteen een rol. Hoe langer dit traject of dus deze afstand hoe groter de impact op het andere verkeer.

De bouwstenen die zich afwaarts het Deurganckdok bevinden, krijgen dus een positieve beoordeling (bouwstenen in zone 1, bouwsteen 4a/b, 10a en 14 een quotering +1, bouwstenen 11 en zone 4 een quotering +2).

De bouwstenen in zone 2 in de Waaslandhaven krijgen een negatieve beoordeling (-1) omdat men het volledige Deurganckdok door moet om tot de Waaslandhaven te komen.

### 4.2.5 Criterium Impact van ander verkeer

De twee eerste subcriteria (aangemeerd<sup>3</sup> en zwaaien) worden herhaald voor het criterium van de impact van het andere verkeer en het subcriterium van impact van het andere verkeer tijdens het aanlopen of vertrekken wordt toegevoegd.

De kans is reëel dat de beoordeling van deze subcriteria in de twee richtingen gelijk werkt (impact op versus impact van ander verkeer) zodanig dat men ongeveer dezelfde quoteringen krijgt als onder 4.2.4.

Dit is zo voor alle bouwstenen in zone 1 ook voor de twee verschillende subcriteria voor “traject CP tot kade” als “aanloop/vertrekmanoeuvre”.

Voor bouwstenen 4a/b en 10a is de quotering voor “aangemeerd” en “zwaaien” hetzelfde en krijgt de impact van passerend verkeer op het aanloop- en vertrekmanoeuvre eenzelfde beoordeling als voor dit manoeuvre in het Deurganckdok.

In zone 2 in de Waaslandhaven is de beoordeling voor “aangemeerd” hetzelfde en krijgt de bouwsteen 16 in het Verrebroekdok een quotering +1 in plaats van +2 voor de impact van het passerend verkeer op het zwaaien (bouwsteen 5a/b blijft +1). Voor de impact van het andere verkeer op het aanlopen en vertrekken aan de bouwsteen wordt bouwsteen 5a/b beoordeeld zoals het Deurganckdok en krijgt bouwsteen 16 in het Verrebroekdok een positievere beoordeling +1.

Alle bouwstenen afwaarts de Europaterminal hebben voor “aangemeerd” en “zwaaien” eenzelfde quotering voor impact “van” als impact “op”. Voor het subcriterium aanlopen en vertrekken scoort bouwsteen 11 het best (+2) omdat het insteekdok kort is en er dus weinig ander verkeer in het dok aanwezig is. De andere bouwstenen in zone 4 en bouwsteen 14 krijgen eenzelfde quotering van +1 omdat in zone 4 de vaarwegbreedte groter is dan in het Deurganckdok en in het Delwaidedok door het kortere en doodlopende dok minder ander verkeer aanwezig is.

---

<sup>3</sup> Wat impact van passerend scheepvaartverkeer op afgemeerde (container)schepen betreft, dient het nodige voorbehoud te worden gemaakt met betrekking tot de varianten waarin de terminals op palen zijn uitgevoerd. De krachtwerking ten gevolge van passerende schepen is compleet anders bij een steiger in vergelijking met een kaaimuur: bij een steiger zijn dwarskrachten veel belangrijker, bij een kaaimuur langskrachten. Dit kan een invloed hebben op de veiligheid van het afgemeerde schip en/of op toelaatbare snelheden op de vaarweg wanneer er een schip is afgemeerd.

## 5 Alternatieven

Er werden in maart 2017 acht alternatieven gedefinieerd (Tabel 5). De volgende overwegingen werden beschouwd bij de samenstelling van deze alternatieven:

- Elke bouwsteen wordt in minstens één alternatief opgenomen.
- Uit geïntegreerd onderzoek komen mogelijk inzichten naar boven die tot een nieuwe samenstelling van alternatieven leiden. Er wordt echter in eerste instantie vertrokken van de acht alternatieven.

Bij de samenstelling van de alternatieven wordt rekening gehouden met hoge groei. De capaciteit van samengestelde alternatieven ligt in de range van 6.4 à 7.1 miljoen TEU.

Tabel 5 – Samenstelling van de bouwstenen tot alternatieven

Alternatief\Bouwsteen	DGD	1a	1b	2	4a/b	5a/b	6	10a	11	12	13a	14	15	16
1		X												
2			X											
3				X										
4 <sup>4</sup>							X	X			X			
5					4a						X			
6						X			X					
7					4b					X		X		
8													X	X

### 5.1 Geografische situering

De geografische situering van de alternatieven uit Tabel 5 wordt voorgesteld in afzonderlijke figuren die zijn opgenomen in Appendix C. Deze geografische situering is belangrijk voor de spreiding van de bouwstenen tot alternatieven over de Antwerpse haven en de rivier. In de macroscopische benadering wordt deze ligging verder onderzocht voor verschillende criteria.

<sup>4</sup> Bouwsteen 6 (verhuis Ashland voor binnenvaart) heeft geen nautische impact in alternatief 4 en wordt dus niet rvermeld.

- In Alternatief 1, 2 en 3 gaat het over drie verschillende versies van het Saeftinghedok net ten zuiden van de kerncentrale van Doel op de linkeroever.
- In Alternatief 4 wordt de Europaterminal verlengd naar het zuiden (bouwsteen 10a) en wordt ook de Noordzeeterminal verlengd met een maximale uitbreiding (bouwsteen 12 en 13a). Hiermee worden alle uitbreidingen langs de rivier gerealiseerd op de rechteroever en ook in het verlengde van elkaar. Enkel tussen de zuidelijke uitbreiding van de Europaterminal en het Deurganckdok is er nog een zone waar zowel de linker- als rechteroever vrij zijn van terminals (wel jetties voor binnenvaart op rechteroever).
- In Alternatief 5 wordt de maximale uitbreiding van de Noordzeeterminal behouden ten opzichte van Alternatief 4 maar er wordt daarnaast ook een uitbreiding op de linkeroever gerealiseerd ten noordwesten van het Deurganckdok (bouwsteen 4a). Hierdoor worden de uitbreidingen wel langs de rivier ontwikkeld maar zowel op de rechter- als op de linkeroever. Er ontstaat tussen de Europaterminal en de noordwestelijke terminal nog een zone langs de rivier waar geen terminal op beide oevers aanwezig is.
- In Alternatief 6 wordt de extra containercapaciteit gerealiseerd achter de Kieldrechtsluis in het Waaslandkanaal (bouwsteen 5), dus weg van de rivier en wordt ook in het verlengde van de Noordzeeterminal maar als een insteekdok ten noorden van de Zandvlietsluis (bouwsteen 11) extra capaciteit voorzien. Deze uitbreidingen zijn geografisch sterk van elkaar gescheiden.
- In Alternatief 7 wordt de noordwestelijke terminal maar voor de helft gerealiseerd (bouwsteen 4b), wordt een beperkte uitbreiding van de Noordzeeterminal opgenomen (bouwsteen 12) en wordt een nieuwe zeesluis ten noorden van de Zandvlietsluis ontwikkeld met containerafhandeling in het Delwaidedok (bouwsteen 14). Deze bouwstenen liggen geografisch verspreid met slechts beperkte uitbreidingen langs de rivier aan de Noordzeeterminal en het Deurganckdok. Een derde zeesluis bij het Zandvliet-Berendrechtcomplex zal de trafiek daar doen toenemen.

In Alternatief 8 wordt een uitbreiding voorzien in de rivier aan Schaar Ouden Doel (bouwsteen 15) zodat op de linkeroever tussen de Noordzeeterminal en de Europaterminal bijkomende containerafhandelingscapaciteit ontstaat. De tweede uitbreiding bevindt zich volledig weg van de rivier in de Waaslandhaven met een verhuis van de RoRo-activiteiten naar de rivier en dus de ontwikkeling van containercapaciteit in het Verrebroekdok (bouwsteen 16).

De evaluatie van de alternatieven op microscopisch en macroscopisch vlak kan gebeuren door de scores voor elk van deze evaluaties samen te brengen voor de bouwstenen waaruit de alternatieven zijn opgebouwd. Samen met deze globale score voor de alternatieven kan ook onderzocht worden hoe deze score wijzigt indien men gewichtsfactoren toekent aan de criteria uit de microscopische en macroscopische evaluatie. Daarom wordt dit hoofdstuk opgesplitst met een deel over de invloed van gewichtsfactoren in 5.2 en een deel over de score van de alternatieven voor deze verschillende gewichten in 5.3.

## 5.2 Afwegen van de criteria

Het afwegen van de criteria kan zowel gebeuren voor de scores per criterium in de microscopische als in de macroscopische benadering.

In eerste instantie wordt enkel de macroscopische benadering gewogen. De drie gekozen combinaties van gewichtsfactoren zijn voorgesteld in Tabel 6. Met de gewichtsfactor wordt voor elke bouwsteen de score van het betreffende criterium vermenigvuldigd. In de eerste kolom van Tabel 6 (Gewicht 1) werd aan elk criterium uit de macroscopische benadering hetzelfde gewicht toegekend. Echter aangezien de zes criteria onder “impact op ander verkeer” en “van ander verkeer” ongeveer gelijkwaardig scores per bouwsteen, zal door deze criteria allemaal hetzelfde gewicht te geven het belang van de impact van/op ander verkeer veel groter zijn dan de criteria met betrekking tot stroomvenster en tijvenster. Men zou bijvoorbeeld kunnen stellen dat elk criterium onder “impact op ander verkeer” en “impact van ander verkeer” een gewichtsfactor 0.5 krijgt in plaats van 1 zodat deze zes criteria gewogen worden als drie volwaardige criteria in vergelijking met de andere criteria (Gewicht 3). In een tussenliggende keuze van gewichten

(Gewicht 2) wordt ook voor de twee subcriteria van het stroomvenster (I en G) een reductie van het gewicht tot 0.5 voorgesteld.

Tabel 6 – Gewichtsfactoren voor de criteria van de macroscopische benadering

		Gewicht 1	Gewicht 2	Gewicht 3
	Tijvenster	1	1	1
	Stroomvenster I	1	0.5	1
	Stroomvenster G	1	0.5	1
	Sluis-passage	1	1	1
Impact op ander	Aangemeerd	1	0.5	0.5
	Zwaaien	1	0.5	0.5
	Traject CP tot kade	1	0.5	0.5
Impact van ander	Aangemeerd	1	0.5	0.5
	Zwaaien	1	0.5	0.5
	Aanloop/ Vertrek-manoeuvre	1	0.5	0.5

Indien men deze gewichtsfactoren toepast, bekomt men voor elke bouwsteen de globale score zoals voorgesteld in Tabel 7.

Tabel 7 – Score per bouwsteen voor de macroscopische benadering afhankelijk van de gewichtsfactoren

	Gewicht 1	Gewicht 2	Gewicht 3
<b>Zone 1</b>			
Bouwsteen 1a	12	6.5	7
Bouwsteen 1b	9	5	5
Bouwsteen 2	8	4.5	5
Bouwsteen 4a/b	-1	0	0.5
<b>Zone 2</b>			
Bouwsteen 5a/b	3	0.5	1.5
Bouwsteen 16	6	2	2.5
<b>Zone 3</b>			
Bouwsteen 10a	0	1	1.5
Bouwsteen 11	7	4	4
<b>Zone 4</b>			
Bouwsteen 12	-3	0	-0.5
Bouwsteen 13a	-6	-1.5	-3.5
Bouwsteen 15	-6	-1.5	-3.5
Bouwsteen 14	2	0.5	0

Als men in een eerste globale macroscopische analyse alle criteria hetzelfde gewicht geeft (Gewicht 1 in Tabel 7), dan stelt men vast dat:

- de bouwsteen 10a (uitgebreide Europaterminal als kade) dezelfde globale score krijgt als de score voor de macroscopische toegankelijkheid van het Deurganckdok. De uitgebreide Europaterminal bevindt zich in de buurt van het Deurganckdok.
- er vier bouwstenen zijn die negatiever scoren dan het Deurganckdok. Het gaat over de bouwsteen 4a/b met een containerkade ten westen van het Deurganckdok die iets negatiever (-1) scoort dan het Deurganckdok en alle bouwstenen in zone 4. Deze zone is de uitbreiding van de Noordzeeterminal of de ontwikkeling van een containerterminal op Schaar Ouden Doel. De beperkte uitbreiding van de Noordzeeterminal (bouwsteen 12) scoort het minst negatief aangezien dit inderdaad een beperkte uitbreiding is. Echter voor de bouwstenen 13a met een grote uitbreiding van de Noordzeeterminal en 15 met een terminal op Schaar Ouden Doel is de evaluatie sterk negatief (-6) voornamelijk door de belangrijke wijziging van het stroomveld door het insnoeren van de rivier en door de grote impact van het uitvoeren van zwaaimanoeuvres en de nabijheid van afgemeerde schepen ten opzichte van de hoofdvaargeul op de afwikkeling van het verkeer in die zone.
- de bouwstenen 1a, 1b en 2 met een Saefthinghedok in verschillende varianten best scoren met een score tussen +12 en +8. Het Saefthinghedok ligt noordelijker dan het Deurganckdok, volledig weg van de hoofdvaarweg en heeft door zijn vorm en de afwezigheid van een sluis aan het einde een positieve impact op de macroscopische evaluatie in vergelijking met het Deurganckdok. De bouwsteen 16 aan het Verrebroekdok en de bouwsteen 11 met een insteekdok ten noorden van de Zandvlietsluis krijgen een score +6 respectievelijk +7. Omdat men voor het aanlopen van het Verrebroekdok wel volledig het Deurganckdok door moet en een sluis dient te passeren, kan dit verwonderlijk lijken maar omdat er niet op de rivier moet gezwaaid worden en de afmeeroperaties geen interferentie vertonen met de andere scheepvaart, biedt deze bouwsteen nautisch toch voordelen. De laagste positieve scores +2 en +3 zijn voor de bouwstenen 14 en 5a/b met een nieuwe sluis en uitbreiding aan het Delwaidedok of met terminals aan weerszijden van de Kieldrechtssluis.

Indien men meer realistische gewichtsfactoren kiest (Gewicht 2 en 3 in Tabel 6) waarbij de hoofdcriteria Tijenster, Stroomvenster, Sluispassage, Impact op ander verkeer en Impact van andere verkeer meer in balans zijn dan komt men bijvoorbeeld voor Gewicht 3 tot de volgende vaststellingen:

- Bouwsteen 14 scoort evenwaardig als het Deurganckdok. Vanuit macroscopische benadering zijn het Delwaidedok en Deurganckdok twee dokken die een sluis in hun buurt hebben wat de uitkomst kan verklaren. Bouwsteen 14 krijgt met Gewicht 3 de laagste score van de drie gewichten wat het meest realistische lijkt voor een bouwsteen met een nieuwe zeesluis in een bestaand druk sluisencomplex en een dok dat beperkt is in omvang.
- De bouwstenen die negatief scoren zijn al deze in zone 4. Bouwsteen 12 met de beperkt uitgebreide Noordzeeterminal scoort iets negatiever dan het Deurganckdok wat ook realistischer is aangezien een beperkte uitbreiding een beperkte impact impliceert.

De meest negatieve score bedraagt -3.5 en geldt voor de bouwstenen 13a en 15. Deze negatieve score zou kunnen vergeleken worden met de meest positieve score die met Gewicht 3 bekomen wordt voor een bouwsteen. De meest positieve score bedraagt 7 zodat de bouwstenen 13a en 15 minder negatieve scoren dan het maximale bereik dat aan één van de zijdes (positief of negatief) wordt bekomen. Omdat de bouwstenen 13a en 15 vooraan in het projectgebied liggen en dus het dichtst bij het coördinatiepunt en een belangrijke structurele impact hebben op de rivier is deze grootste negatieve impact op de verkeersafwikkeling inderdaad te begrijpen.

- De meeste bouwstenen scoren positief waarbij in dalende volgorde de volgende scores zijn bekomen:
  - Net zoals voor de microscopische benadering geeft de macroscopische evaluatie van de nautische toegankelijkheid voor bouwsteen 1a (het brede Saefthinghedok) de grootste score (+7).

- Vervolgens scoren de bouwstenen 1b en 2 eenzelfde waarde +5 aangezien het behoud van Doel of het smallere dok globaal eenzelfde impact geven op de verkeersafwikkeling.
- Bouwsteen 11 met een insteeddok heeft een score +4 en geeft een positiever effect op de verkeersafwikkeling bij een uitbreiding van de Noordzeeterminal aan de oostelijke zijde dan aan de westelijke zijde. De impact op de rivier en op de verkeersstroom is immers minder.
- Bouwsteen 16 met een terminal aan het Verrebroekdok heeft ook een positieve beoordeling (+2.5) en dus positiever dan het Deurganckdok omdat bepaalde manoeuvres (zwaaimanoeuvre, aangemeerd) gunstiger kunnen uitgevoerd worden met minder impact op de verkeersafwikkeling.
- De bouwstenen 5a/b en 10a scoren eenzelfde score +1.5 en liggen dus tussen het Deurganckdok en het Verrebroekdok in (figuurlijk en ook letterlijk voor bouwsteen 5a/b). Enkele voordelen van het Verrebroekdok verdwijnen voor deze bouwstenen.
- Bouwsteen 4a/b scoort minimaal beter dan het Deurganckdok en grenst onmiddellijk aan het Deurganckdok wat ook de bijna evenwaardige beoordeling verklaart.

### 5.3 Score van de alternatieven

Op basis van de scores die werden toegekend per bouwsteen in Tabel 2 en Tabel 7 wordt onderzocht wat de score per alternatief is door het samenbrengen van elke individuele score voor de bouwstenen. Omdat niet elk alternatief eenzelfde capaciteit in miljoen TEU kan realiseren (een variatie tussen 6.4 en 7.1 miljoen TEU) zal er gewogen worden ten opzichte van de maximale capaciteit van 7.1 miljoen TEU gerealiseerd in alternatief 5. Dit wegen kan op twee verschillende manieren gebeuren die echter in het eindresultaat geen verschil geven in de volgorde van de alternatieven:

- De regel van drie wordt toegepast op basis van de capaciteit van het beschouwde alternatief ten opzichte van de maximale capaciteit van alternatief 5 na het optellen van alle scores (microscopisch en macroscopisch) van de bouwstenen waaruit het beschouwde alternatief is opgebouwd.

Score alternatief  $i$  = (som van scores van de bouwstenen in alternatief  $i$ ) x capaciteit alternatief  $i$  / capaciteit alternatief 5

Het resultaat wordt voorgesteld in Tabel 8 en Tabel 9.

- Bij het optellen van de scores van de bouwstenen wordt een gewogen gemiddelde voor elke bouwsteen beschouwd door de score van elke bouwsteen te vermenigvuldigen met de capaciteit van deze bouwsteen gedeeld door de maximale capaciteit van alternatief 5.

Score alternatief  $i$  = Voor alle bouwstenen  $j$  in het alternatief  $i$  de som van score bouwsteen  $j$  x capaciteit bouwsteen  $j$  / capaciteit alternatief 5.

In een variant hierop wordt niet gedeeld door de maximale capaciteit van alternatief 5 maar door de capaciteit van het alternatief zelf.

Het resultaat wordt voorgesteld in Appendix D.



Tabel 8 – Score van de alternatieven op basis van de individuele bouwstenen: microscopisch en macroscopisch

Alternatief	Score			
	Micro	Macro Gewicht 1	Macro Gewicht 2	Macro Gewicht 3
1	8.4	11.2	6.0	6.5
2	4.9	8.9	4.9	4.9
3	2.8	7.4	4.2	4.6
4	4.7	-5.7	-0.5	-1.9
5	4.0	-7.0	-1.5	-3.0
6	-1.9	9.7	4.4	5.3
7	-4.5	-1.8	0.5	0
8	0.9	0	0.5	-0.9

Indien de microscopische en macroscopische benaderingen eenzelfde gewicht krijgen dan worden de alternatieven gequoteerd als voorgesteld in Tabel 9. In de eerst kolom van Tabel 9 wordt de plaats in dalende orde weergegeven. In de daarna volgende kolommen wordt het alternatief op die bijhorende plaats gegeven met de scores tussen haken. De schikking volgens de drie gewichten van de macroscopische benadering wordt onderzocht om te zien of er belangrijke invloeden zijn naar gelang de gewichtsfactoren die gebruikt worden.

De plaatsen en alternatieven die in Tabel 9 in het vet zijn voorgesteld, zijn gelijk ongeacht welk gewicht wordt toegepast en hebben voor elk gewicht ook steeds een positieve/negatieve score. In deze volgorde komen de alternatieven 1 (breed Saefthingedok), 2 (breed Saefthingedok met behoud van Doel) en 3 (enkel zuidzijde van het Saefthingedok) bovenaan voor en komt alternatief 7 (beperkte noordwestelijke kade grenzend aan het Deurganckdok, beperkte uitbreiding van de Noordzeeterminal en een nieuwe zeesluis ten noorden van de Zandvlietsluis met een terminal aan het Delwaidedok) helemaal onderaan voor. Alternatief 7 scoorde vooral op de microscopische benadering slecht en dan vooral omwille van bouwsteen 14 met de nieuwe zeesluis en het Delwaidedok.

De alternatieven 4, 5, 6 en 8 komen daar tussenin te liggen en verschillen onderling weinig rekening houdend dat de toekenning van het gewicht het verschil tussen de alternatieven beïnvloedt. Het kleinste verschil tussen deze vier alternatieven wordt bekomen met Gewicht 2. Alternatief 4 (maximale uitbreiding van de Noordzeeterminal en uitbreiding Europaterminal) en 6 (met containercapaciteit in het Waaslandkanaal en een insteeddok ten noorden van de Zandvlietsluis) komen het meest voor op de vierde en vijfde plaats. Alternatief 5 (maximale uitbreiding van de Noordzeeterminal en terminal noordwestelijk van het Deurganckdok) komt naargelang het gewicht op verschillende plaatsen en bij Gewicht 3 net voor alternatief 8 (uitbreiding op Schaar Ouden Doel en terminal in het Verrebroekdoek) dat het minst beoordeeld wordt van de overblijvende alternatieven.

Tabel 9 – Rangschikking van de alternatieven bij eenzelfde gewicht voor de microscopische en macroscopische benadering

Plaats	Rangschikking Alternatief Gewicht 1 Nr. alternatief (score)	Rangschikking Alternatief Gewicht 2 Nr. alternatief (score)	Rangschikking Alternatief Gewicht 3 Nr. alternatief (score)
<b>1</b>	<b>1 (19.5)</b>	<b>1 (14.5)</b>	<b>1 (15)</b>
<b>2</b>	<b>2 (14)</b>	<b>2 (10)</b>	<b>2 (10)</b>
<b>3</b>	<b>3 (10)</b>	<b>3 (7)</b>	<b>3 (7.5)</b>
4	6 (8)	4 (4)	6 (3.5)
5	8 (1)	5 (2.5)	4 (3)
6	4 (-1)	6 (2.5)	5 (1)
7	5 (-3)	8 (1.5)	8 (0)
<b>8</b>	<b>7 (-6.5)</b>	<b>7 (-4)</b>	<b>7 (-4.5)</b>

In alternatief 6 wordt containercapaciteit gerealiseerd door een combinatie van terminals langs het Waaslandkanaal aan weerszijden van de Kieldrechtssluis en een insteeddok ten noorden van de Zandvlietssluis. De beperkte breedte van het insteeddok maakt dat de toegankelijkheid niet optimaal is voor de grootste containerschepen (vooral als zij achteraan in het dok moeten aanmeren wat niet mogelijk is indien er vooraan in het dok reeds een schip is afgemeerd) maar anderzijds is de impact van het insteeddok en de terminals langs het Waaslandkanaal op de verkeersstroom op de Schelde beperkt. Om de nautische toegankelijkheid te optimaliseren zou het insteeddok breder moeten uitgevoerd worden maar dit gaat dan weer ten koste van containerbehandelingscapaciteit. Hier is er ook wel een belangrijke geografische scheiding gerealiseerd tussen de twee bouwstenen zodat er geen concentratie is zoals in alternatief 4.

Alternatief 4 is een combinatie van de grote uitbreiding van de Noordzeeterminal met een (grote) uitbreiding van de Europaterminal. Het nadeel van dit alternatief is dat alle bijkomende containercapaciteit direct langs de rivier wordt gerealiseerd. Dit heeft een belangrijke impact op de verkeersafwikkeling. De stroming neemt ook toe langs de uitgebreide Noordzeeterminal wat een nadelige invloed heeft voor alle schepen die die terminal moeten passeren, of dus de volledige vloot die de haven van Antwerpen aandoet. Het is dus aangewezen dat bouwsteen 10a met de uitgebreide Europaterminal wordt gecombineerd met andere bouwstenen om de vereiste extra containercapaciteit te geven.

In alternatief 5 is er een gedeeltelijke overlapping met alternatief 4 aangezien de grote uitbreiding van de Noordzeeterminal in beide voorkomt, uiteraard met dezelfde opmerkingen als in alternatief 4. Verder wordt in alternatief 5 de grote terminal ten noordwesten van het Deurganckdok aan de linkeroever van de rivier gerealiseerd. Dit blijkt nadeliger beoordeeld te worden uiteraard omdat bouwsteen 10a positiever beoordeeld wordt dan bouwsteen 4a/b. De vaarwegbreedte op de rivier is voor bouwsteen 10a groter dan voor bouwsteen 4a/b waar de bestaande vaarwegbreedte tussen de boeien verondersteld wordt. Bouwsteen 4a/b zou dus ook kunnen gecombineerd worden met andere bouwstenen.

Alternatief 8 wordt voor twee van de drie gewichten het minst beoordeeld van de vier alternatieven die middelmatig scores. De negatieve beoordeling voor een terminal op Schaar Ouden Doel en een containerterminal in het Verrebroekdok met een verhuis van RoRo-activiteiten naar de rivier komt uit de stroomtoename aan de Noordzeeterminal en de Europaterminal door de insnoering van de stroom ter

hoogte van Schaar Ouden Doel en ook de stroomimpact aan het Boudewijn- en Van Cauwelaert-sluisencomplex.

Hoewel de alternatieven kwalitatief werden vergeleken door het samenbrengen van de scores van de bouwstenen blijkt de bekomen kwalitatieve beoordeling ook overeen te komen met de evaluatie van elk alternatief als een geheel ten opzichte van de andere alternatieven.

## 6 Samenvatting

Het nautische deelonderzoek binnen het Complex Project Extra Containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen werd uitgevoerd als een deskstudie door het Waterbouwkundig Laboratorium te Antwerpen met de medewerking van interne en externe experts. Deze experts zijn:

- Marc Vantorre, gewoon hoogleraar Universiteit Gent
- Ronny Detienne, directeur CVBA Brabo, havenloodsen
- Alain Pels, nautisch diensthoofd Antwerpen, DAB Loodswezen
- Eddy De Laeter, rivierloods, DAB Loodswezen
- Jeroen Verwilligen, onderzoeker Waterbouwkundig Laboratorium
- Katrien Eloit, onderzoeker Waterbouwkundig Laboratorium

Doel van de deskstudie was een kwalitatieve, nautische vergelijking van de zestien bouwstenen enerzijds en de acht alternatieven anderzijds op strategisch niveau. Hiervoor werden de bouwstenen op basis van nautische criteria in een microscopische en een macroscopische benadering gescreend en werden op basis van deze screening van de bouwstenen de gekozen alternatieven nautisch beoordeeld.

De geselecteerde nautische criteria waren:

- bij een microscopische benadering de criteria die de manoeuvreertechnische uitvoering van het aanlopen naar, het vertrekken van en het aan- en afmeren aan de bouwsteen met het ontwerpschip beschrijven. Het ontwerpschip is een 430 m lang en 62 m breed containerschip. De criteria waren:
  - marge op ontwerpschip
  - diepgangsbeperving
  - zwaaimanoeuvre
  - aan- of afmeren
  - passage van een sluis
  - gemiddelde afstand af te leggen in dok en/of rivier
  - gemiddelde afstand achteruit af te leggen
  - wind
  - stroming
- bij een macroscopische benadering de criteria die het noodzakelijke verkeersmanagement om de trafiek te behandelen tijdens het aanlopen en vertrekken aan de bouwsteen en tijdens het aangemeerd zijn beschrijven. De criteria waren:
  - tijvenster
  - stroomvenster (individueel en globaal)
  - sluispassage
  - impact op passerend/ander verkeer
    - aangemeerd
    - zwaaien
    - traject coördinatiepunt tot kade
  - impact van passerend verkeer
    - aangemeerd
    - zwaaien
    - aanloop/vertrekmanoeuvre

De kwalitatieve vergelijking op basis van de criteria gaf voor elke bouwsteen een score voor de microscopische en de macroscopische benadering. Bij de macroscopische benadering werd ook nog onderzocht hoe de resultaten wijzigden indien een verschillend gewicht werd toegekend aan de criteria (sensitiviteitsanalyse).

Tabel 10 – Kwalitatieve vergelijking van de alternatieven

Plaats	Nr. alternatief (score)	Beschrijving alternatief met bouwstenen
1	1 (15)	Bouwsteen 1a – Saeftinghedok (noord en zuid)
2	2 (10)	Bouwsteen 1b – Saeftinghedok (noord en zuid) met behoud van Doel
3	3 (7.5)	Bouwsteen 2 – Saeftinghedok (enkel zuidzijde)
4	6 (3.5)	Bouwstenen 5a/b en 11 – uitbouw langs Waaslandkanaal (oost en west) en insteekdok ten noorden van Zandvlietsluis
5	4 (3)	Bouwstenen 6, 10a en 13a <sup>5</sup> – verhuis Ashland, uitbreiding Europaterminal en uitgebreide stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal
6	5 (1)	Bouwstenen 4a en 13a – containerkaai noordwest en uitgebreide stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal
7	8 (0)	Bouwstenen 15 en 16 – Schaar van Ouden Doel en verhuis RoRo Verrebroekdok met inrichten westzijde Verrebroekdok voor containerbehandelin
8	7 (-4.5)	Bouwstenen 4b, 12 en 14 – Halve containerkaai noordwest, beperkte stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal en Delwaidedok in combinatie met nieuwe zeeluis

In Tabel 10 wordt het resultaat van de kwalitatieve vergelijking van de alternatieven voorgesteld. Er ontstaat een volgorde van nautisch meest geschikt en minst geschikt alternatief voor de extra containerbehandelingscapaciteit (zie plaatsnummer in de eerste kolom van Tabel 10).

De drie alternatieven met het Saeftinghedok zijn nautisch het meest geschikt omdat onder andere de extra containerbehandelingscapaciteit niet rechtstreeks langs de Schelde wordt voorzien maar in een dok weg van de hoofdverkeersstroom langs de Schelde. Dit leidt tot hogere scores voor verschillende microscopische en macroscopische criteria. Het verschil tussen de eerste drie alternatieven is in verband te brengen met de beperktere monding aan de rivier in bouwsteen 1b ten opzichte van bouwsteen 1a en de kleinere breedte van het Saeftinghedok in bouwsteen 2 ten opzichte van bouwstenen 1a en 1b (grotere breedte over de volledige lengte van het dok voor bouwsteen 1a en grotere breedte ten westen van Doel voor bouwsteen 2b).

De troef van extra containerbehandelingscapaciteit op een terminal die niet rechtstreeks langs de Schelde ligt, is gedeeltelijk ook nog te vinden in alternatief 6 waarbij de extra capaciteit langs het Waaslandkanaal en in een insteekdok ten noorden van de Zandvlietsluis wordt gerealiseerd. Het alternatief heeft echter ook

<sup>5</sup> Voor de bouwstenen 10 en 13 worden enkel de varianten a en niet b beschouwd in dit rapport omdat nautisch verwacht wordt dat de variant met de terminals op palen (meer ruimte nog voor de stroming) nadelig is voor de schepen die afgemeerd zijn aan deze terminals ten gevolge van dwarse stromen op de terminals.

nautische nadelen zoals de passage van een sluis voor bouwsteen 5a/b en de eerder beperkte breedte van het insteekdok.

Nautisch minder geschikt zijn de alternatieven 4 en 5 die een gemeenschappelijke bouwsteen hebben, namelijk 13a met een uitgebreide stroomafwaartse uitbreiding van de Noordzeeterminal. Deze grote uitbreiding geeft aanleiding tot een belangrijke stroomsterktetoename in die zone en een langere kaailengte langs de Schelde waar bij passage moet rekening gehouden worden met de impact op en van afgemeerde schepen.

De nautisch minst geschikte alternatieven zijn alternatief 8 en 7. In alternatief 8 zorgt een terminal ter hoogte van Schaar van Ouden Doel voor een grote impact op de reeds bestaande Noordzeeterminal en Europaterminal en is een terminal in het Verrebroekdok achter een sluis gelegen. In alternatief 7 zorgen een halve terminaluitbreiding ten noordwesten van het Deurganckdok en een beperkte uitbreiding van de Noordzeeterminal voor nautisch toegankelijke bijkomende capaciteit maar is vooral de uitbreiding in het Delwaidedok met een nieuwe zeesluis ten noorden van het sluizencomplex nautisch minst geschikt omdat een sluis moet gepasseerd worden en de dokken op rechteroever niet op maat zijn van een 430 m lang containerschip.

Omdat er een passende beoordeling gemaakt wordt, werd er bijkomend aan de experts gevraagd of een bouwsteen of alternatief een nautische drempel niet haalt. Een nautische drempel kan begrepen worden als een minimale vereiste beoordeling van de toegankelijkheid op microscopisch en macroscopisch vlak zodat deze bouwsteen of dit alternatief überhaupt nautisch wordt behouden als een valabele bouwsteen of alternatief.

De experts zijn van mening dat vooral de bouwstenen 15 Schaar van Ouden Doel en 14 Delwaidedok met nieuwe zeesluis (of meer uitgebreid alle bouwstenen waarbij een sluis moet gepasseerd worden) een (semi-)nautische drempel niet halen. De nautisch minst geschikte beoordeling voor deze bouwstenen komt ook al voort uit de kwalitatieve vergelijking van de alternatieven. Het al dan niet passeren van een sluis wordt ook beoordeeld in de operationaliteit maar heeft ook voor de nautische toegankelijkheid een belangrijke invloed zodat het criterium met betrekking tot de passage van sluizen ook in deze beoordeling zijn waarde heeft.

Voor Schaar van Ouden Doel belast de terminal een zeer grote zone van de Noordzeeterminal tot de Europaterminal langs de Schelde met voornamelijk een verhoogde stroming en meer impact van en op afgemeerde schepen. Voor bouwsteen 14 en bij uitbreiding alle bouwstenen achter een sluis speelt het gevaar dat schepen bij calamiteit vast komen te zitten. Hierdoor kan men kiezen om de ultralargecontainerschepen vooral/uitsluitend op getijdenterminals te laten afmeren. Door combinatie van bouwstenen ontstaat dan een toename van feeder- en binnenvaartactiviteit binnen de haven, omdat kleinere schepen zoals feeders/binnenschepen vooral achter de sluizen zullen moeten aanleggen.

Rekening houdend met de kwalitatieve vergelijking van de bouwstenen volgens de microscopische en macroscopische benadering zouden nieuwe alternatieven, samengesteld uit de bestaande bouwstenen, kunnen opgesteld worden. Deze oefening wordt nog niet gemaakt en zal pas bij het samenbrengen van alle deelonderzoeken van tel zijn.

Het staat wel vast dat, na de keuze van een voorkeursalternatief, in de ontwerpfase gedetailleerd nautisch onderzoek (bij voorkeur door middel van manoeuvreersimulaties) noodzakelijk is om vanuit zowel microscopisch als macroscopisch standpunt tot een goed nautisch ontwerp te komen.

## 7 Referenties

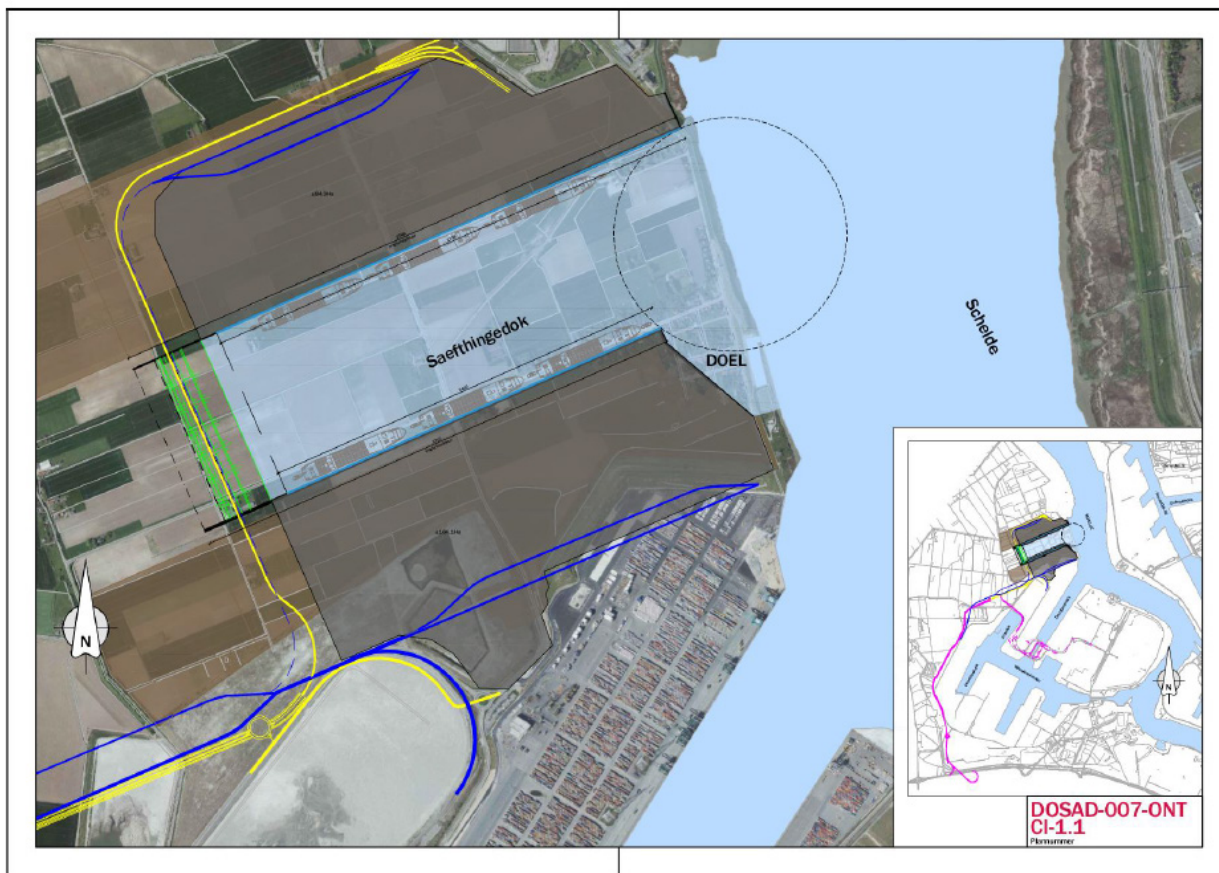
- Depreiter, D. (2017). Complex Project ECA – Onderzoek slibhuishouding, Technisch rapport modellering. Antwerpen: IMDC.
- Eloot, K., Laforce, E., & Mostaert, F. (2003a). *Strategisch plan Waaslandhaven Saeftinghedok: deel 1. Verslag simulatoronderzoek* (Vol. 670\_2). Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Eloot, K., Laforce, E., & Mostaert, F. (2003b). *Strategisch plan Waaslandhaven Saeftinghedok: deel 2. Vaarbaanplots* (Vol. 670\_2). Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Eloot, K., Laforce, E., & Mostaert, F. (2007). *Haven van Antwerpen: strategisch plan Waaslandhaven. Simulatorstudie 2de sluis Waaslandhaven: vervolgonderzoek. Deel 1. Verslag simulatoronderzoek* (Vol. 804/1). Borgerhout: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Eloot, K., Verwilligen, J., & Mostaert, F. (2009). *Haven van Antwerpen. Strategisch plan Waaslandhaven: simulatorstudie 2de sluis Waaslandhaven, toegankelijkheid voor een 400 m containerschip* (Vol. 804\_01). Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Eloot, K., Verwilligen, J., & Mostaert, F. (2011). *Haven van Antwerpen: toegankelijkheid van de Berendrechtssluis en het Delwaiedok voor 380 m en/of 400 m containerschepen: simulatorstudie* (Vol. 804\_03). Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Laforce, E., & Mostaert, F. (2003). *Strategisch plan Waaslandhaven: nautisch onderzoek - deel 1* (Vol. 670\_1). Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Van Heel, D. J. E., & Verwilligen, J. (2011). *Onderzoek nautische toegankelijkheid van Vlissingen Sloehaven en andere Scheldehavens: eindrapport*. Middelburg: Rijkswaterstaat. Directie Zeeland.
- Van Hoydonck, W., Delefortrie, G., Peeters, P., & Mostaert, F. (2016). *Evaluation of ROPES for passing ships including a comparison with CFD results* (Vol. 15\_011). Antwerp: Flanders Hydraulics Research.
- Van Zwijnsvoorde, T., & Vantorre, M. (2016). *Belasting op bolders aan de Noordzeeterminal ten gevolge van wind en passerend scheepvaartverkeer op afgemeerde schepen; deel C : Invloed van passerend 18000 TEU containerschip op afgemeerde containerschepen*. Gent: Universiteit Gent.
- Verwilligen, J., Eloot, K., & Mostaert, F. (2010). *Ontwikkelingszone Saeftinge - Onderzoek naar de nautische aspecten van de aanleg en het gebruik van een 2e getijdendok: deelrapport 1. Verkeersafwikkeling in het dok* (Vol. 837\_02). Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Verwilligen, J., Eloot, K., & Mostaert, F. (2011). *Ontwikkelingszone Saeftinghe - Onderzoek naar de nautische aspecten van de aanleg en het gebruik van een 2e getijdendok: deelrapport 2 : manoeuvres in de dokmonding* (Vol. 837\_02). Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Verwilligen, J., Eloot, K., Peeters, P., & Mostaert, F. (2013). *Onderzoek nautische toegankelijkheid van Vlissingen-Sloehaven en andere Scheldehavens: technische Nota - tijpoortberekening met nautische criteria* (Vol. 48). Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.

[1] <https://www.nafsgreen.gr/more-articles/2735-athanasios-reisopoulos-containerships-challenges-growth-and-size-limits.html>

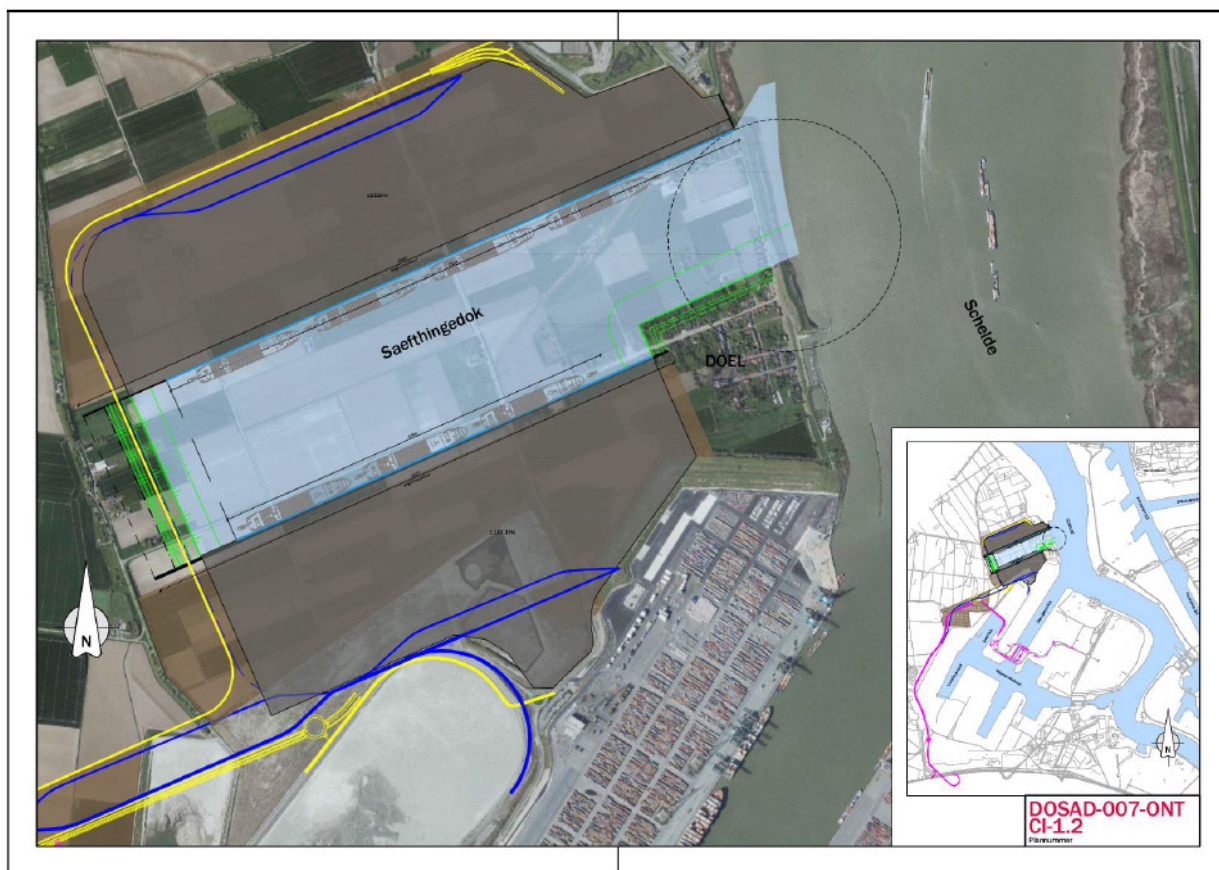




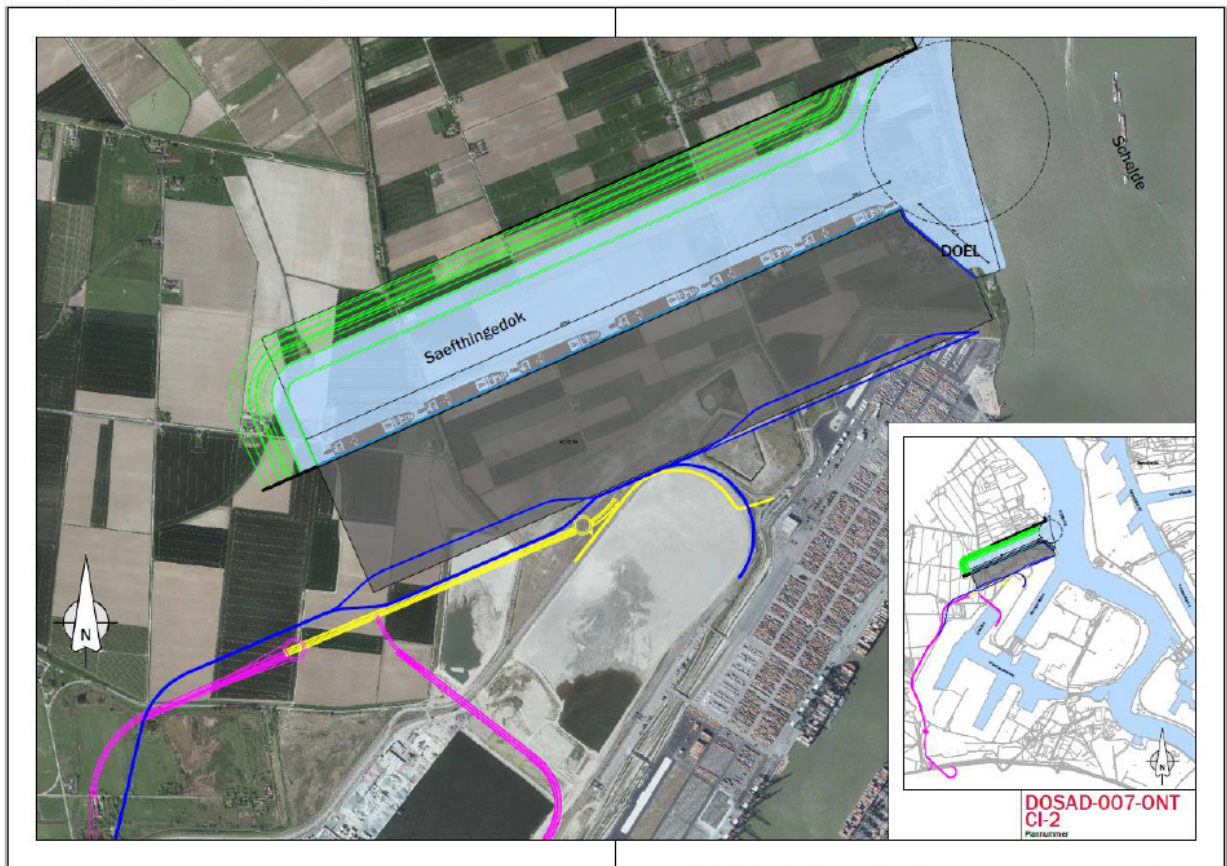
1a – Saeftinghedok



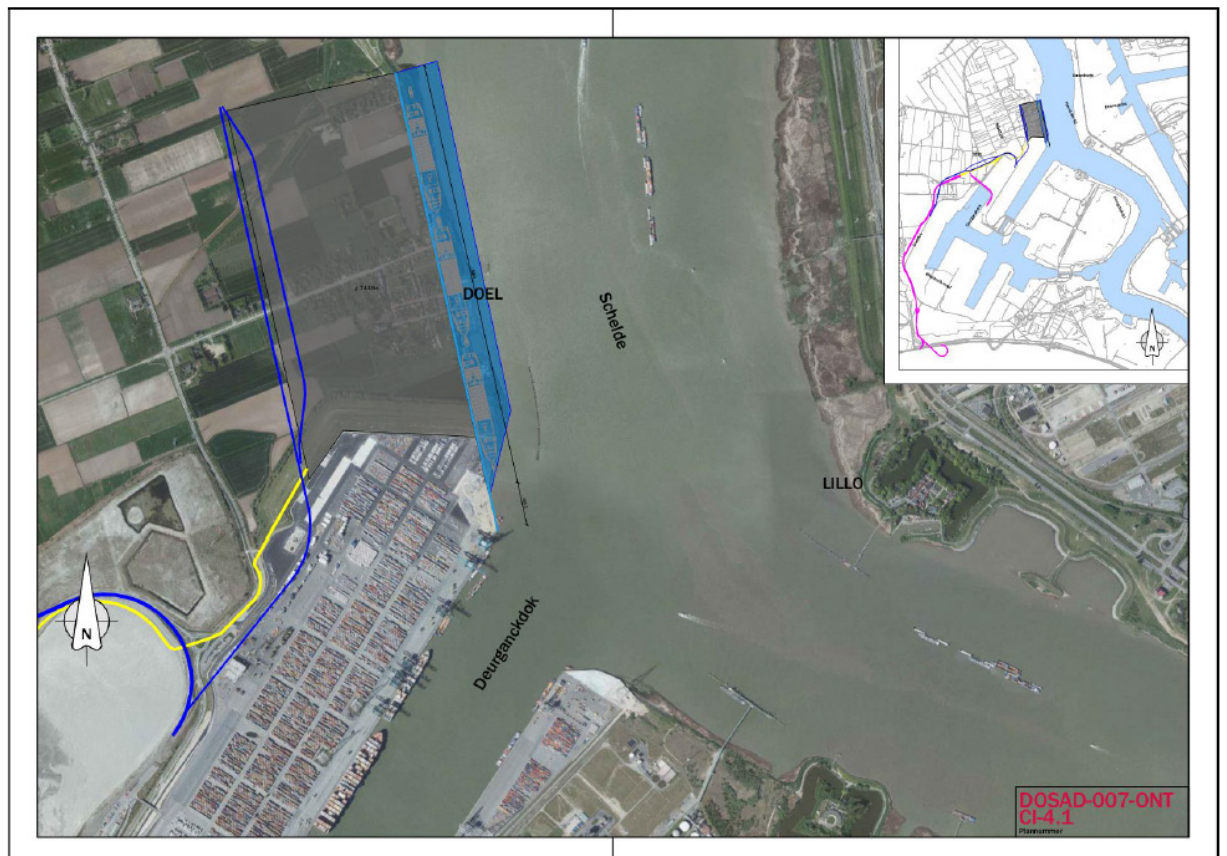
1b – Saeftinghedok met behoud van Doel



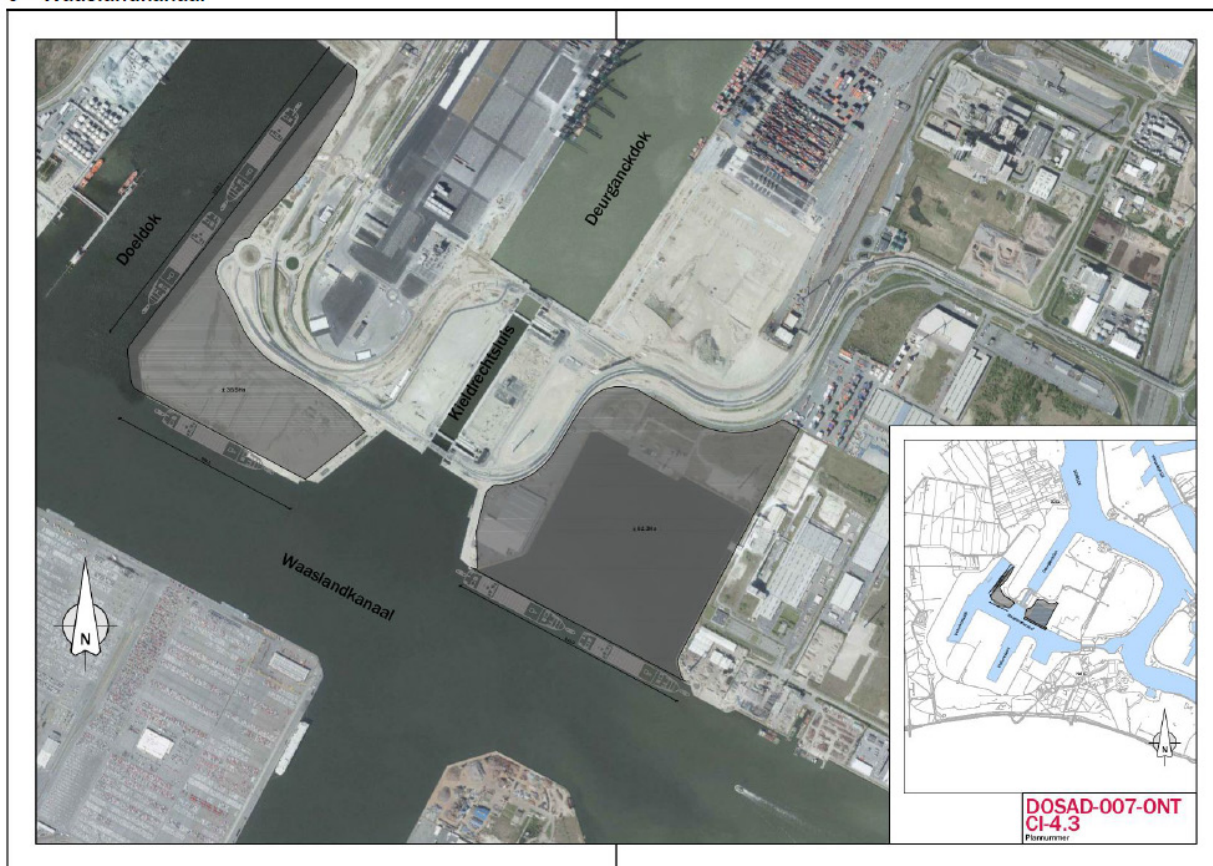
## 2 – Enkel zuidzijde Saeftinghedok



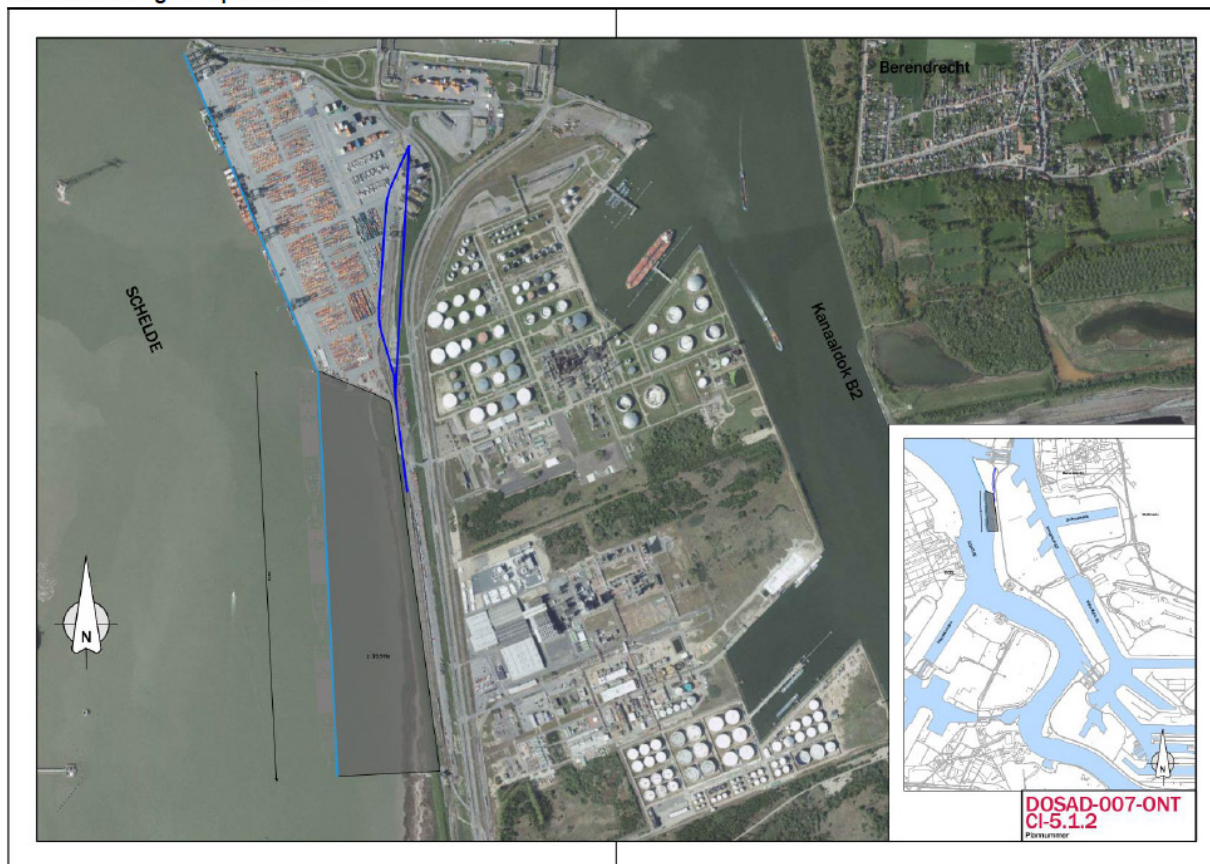
## 4 – Containerkaai Noordwest



### 5 – Waaslandkanaal



### 10 – Uitbreiding Europaterminal



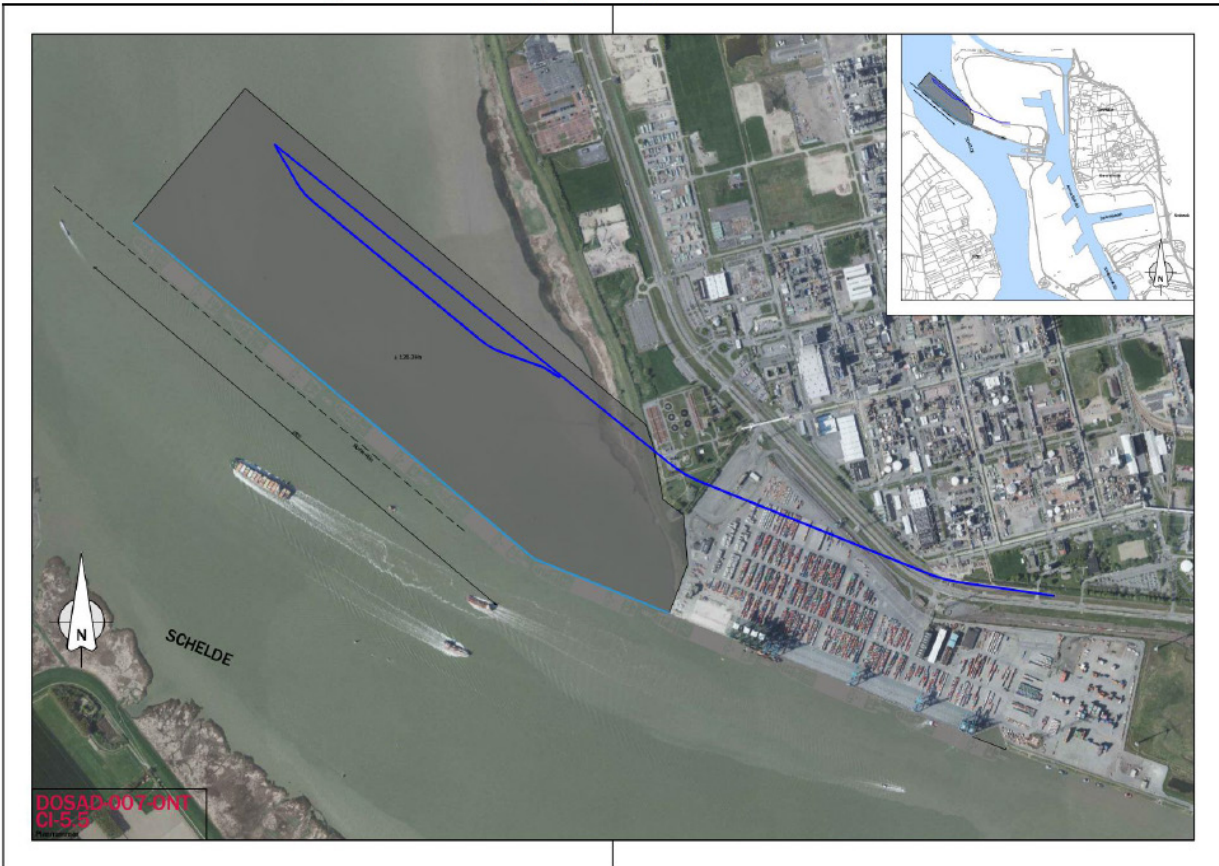
11 – Insteekdok ten noorden van Zandvlietsluis



12 – Stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal (beperkt)



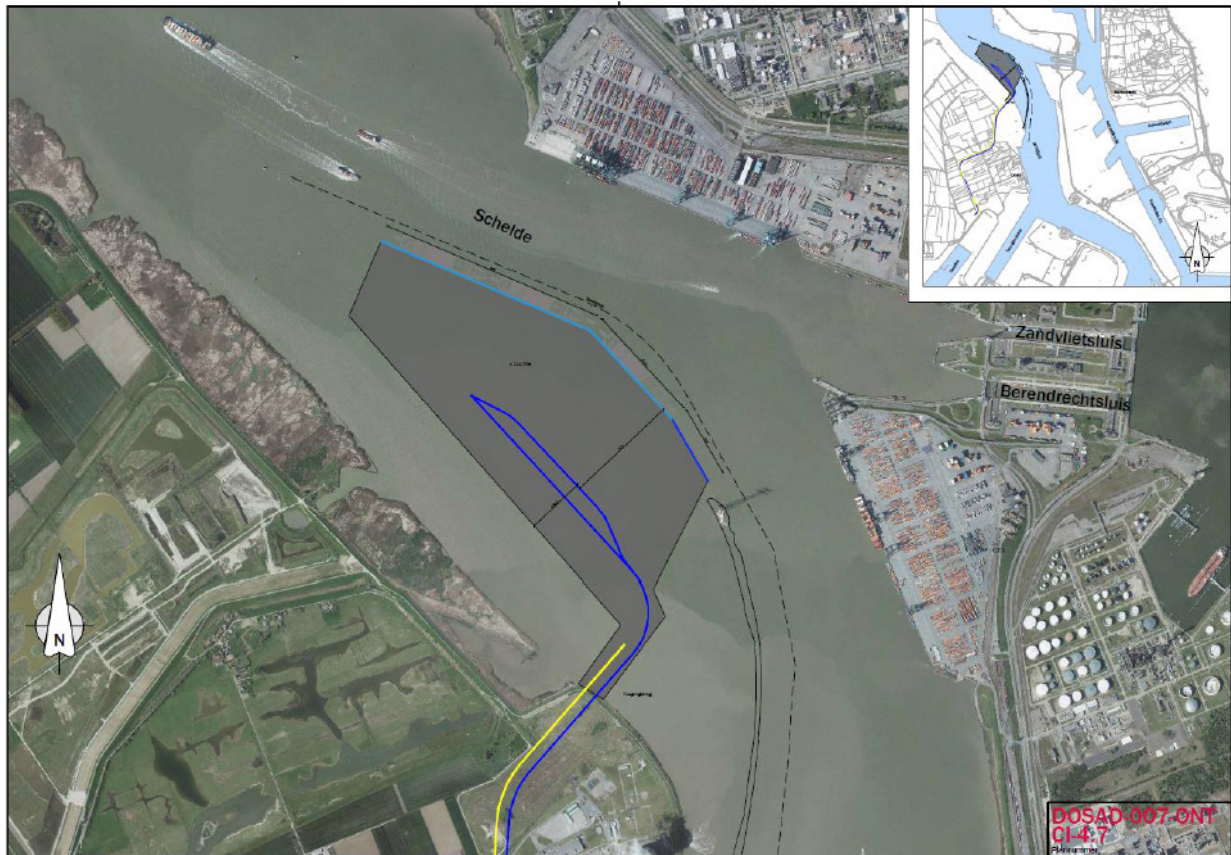
13 – Stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal (uitgebreid)



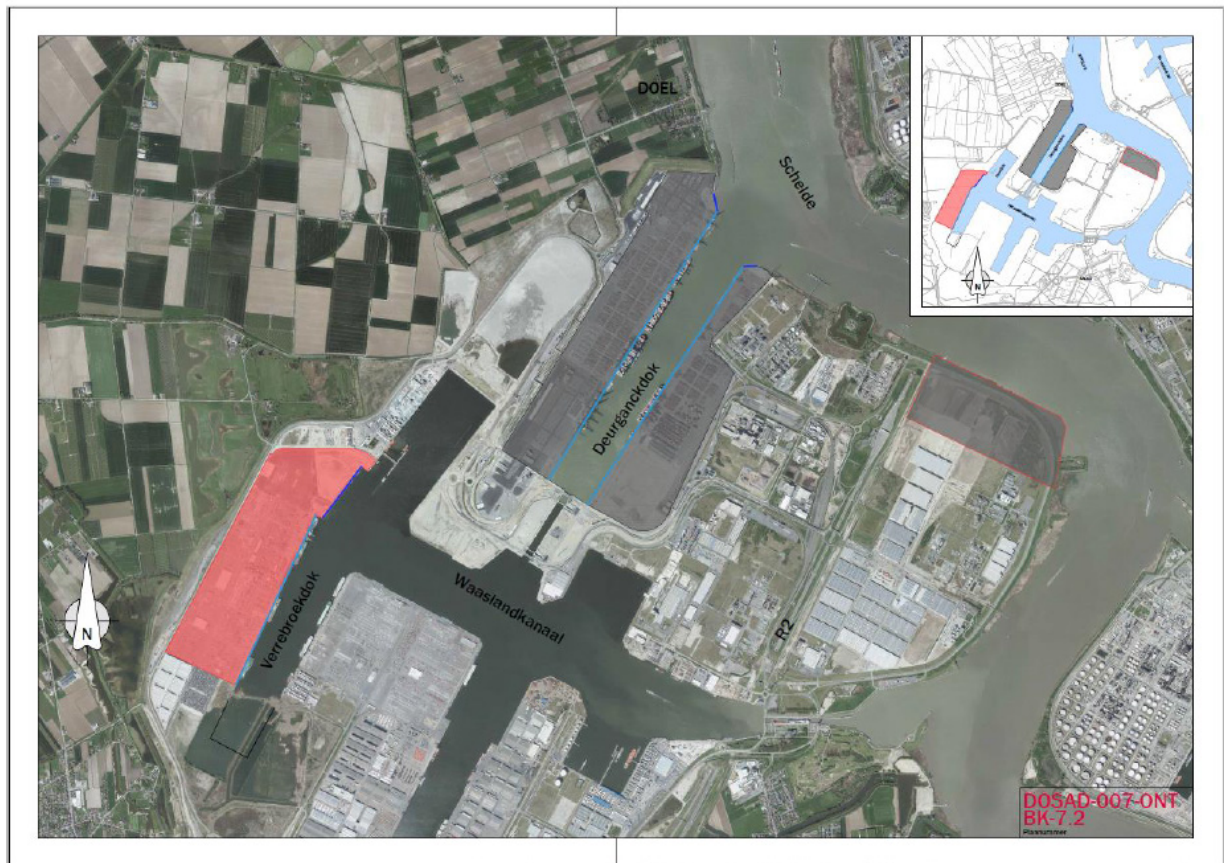
14 – Delwaidedok in combinatie met nieuwe zeesluis



15 – Schaar van Ouden Doel



16 – Verhuizen RoRo Verrebroekdok



## Appendix B: Bespreking van elke bouwsteen voor het criterium zwaaimanoeuvre

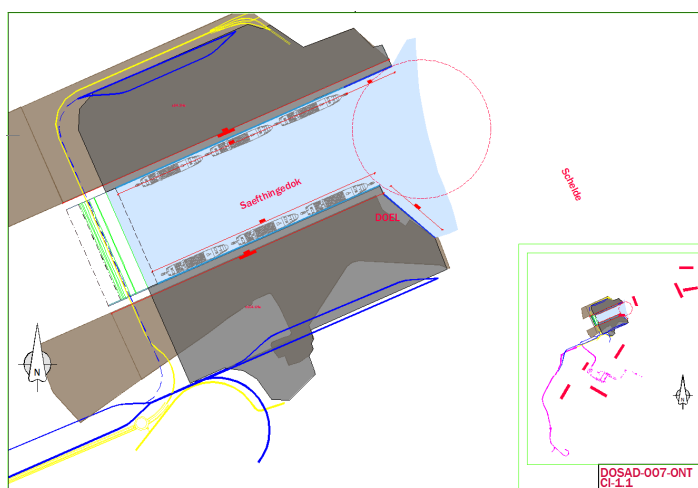
### Deurganckdok

Diameter zwaaicirkel: 600 m

Lengte dok: 2500 m (zuidzijde)

Breedte dok: 450 m aan de rivier, 400 m aan de Kieldrechtsluis

### Zone 1



Bouwsteen 1a

Diameter zwaaicirkel: 800 m

Lengte dok: 1400 m (zuidzijde), afstand van uiterste zuidelijke punt in het dok tot de rivier is hetzelfde voor 1a en 1b

Breedte dok op volle diepte: 600 m

Coördinaten van de kade (list via DWG Trueview) in Lambert

Noordelijke kade:

length 1737.7191

at point X=142666.0270 Y=223080.4616 Z= 0.0000

at point X=141075.6403 Y=222380.2205 Z= 0.0000

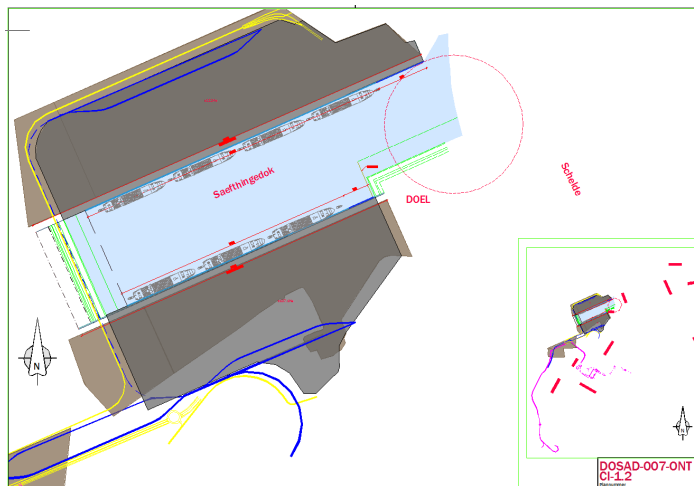
Zuidelijke kade:

length 1399.7820

at point X=142597.9653 Y=222396.2999 Z= 0.0000

at point X=141317.6595 Y=221830.4318 Z= 0.0000

Bouwsteen 1b



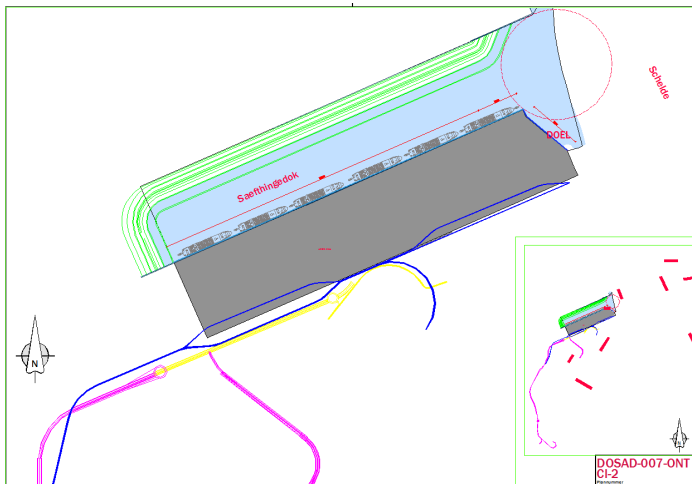
Diameter zwaaicirkel: moeilijk te bepalen door talud ter hoogte van Doel. Het talud geeft alvast een aanzienlijke vermindering van de toegankelijkheid van het dok.

Lengte dok: 1550 m (zuidzijde)

Breedte dok op volle diepte: 350 - 450 m aan de rivier (afhankelijk van de uitvoering van het talud, kleinste breedte indien de volle diepte maar gegarandeerd is vanaf de noordelijkste groene lijn), 600 m aan het uiteinde van het dok.

Rekening houdend met de taludintekening in Bouwsteen 2 waarbij nog een dokbreedte op volle diepte van 400 m wordt voorzien, zou dit vermoedelijk ter hoogte van Doel ook moeten mogelijk zijn.





Diameter zwaaicirkel: 800 m

Lengte dok: 2800 m

Breedte dok op volle diepte: 400 m

In de publieksraadpleging werd gevraagd om deze bouwsteen met een Saeftingedok, enkel aan de zuidzijde, verder te versmallen. De vraag kan gesteld worden of een smallere breedte op volle diepte dan de 400 m wenselijk is.

Coördinaten van de kade (list via DWG Trueview) in Lambert

Zuidelijke kade

length 2750.0028

at point X=142597.9653 Y=222396.2999 Z= 45.5000

at point X=140081.4919 Y=221287.3017 Z= 45.5000

Noordelijk talud op volle diepte

length 2943.0577

at point X=139995.8886 Y=221655.5476 Z= 0.0000

at point X=142110.4710 Y=222585.5441 Z= 0.0000

at point X=142317.8914 Y=222676.5377 Z= 0.0000

bulge 0.2018

center X=142226.9954 Y=222883.7358 Z= 0.0000

radius 226.2590

start angle 294

end angle 339

at point X=142438.6889 Y=222803.8673 Z= 0.0000

at point X=142518.5577 Y=223015.5618 Z= 0.0000

Bouwsteen 2

Bouwsteen iii



Men zou kunnen uitgaan van een gelijkaardig dok als het Deurganckdok. Om de impact op de rivier te beperken (anders twee zwaaicirkels dicht bij elkaar) zou in het Saftingedok een zwaaicirkel kunnen voorzien worden. Waar wordt deze zwaaicirkel dan het beste geplaatst, op het einde van het dok of ter hoogte van het midden?

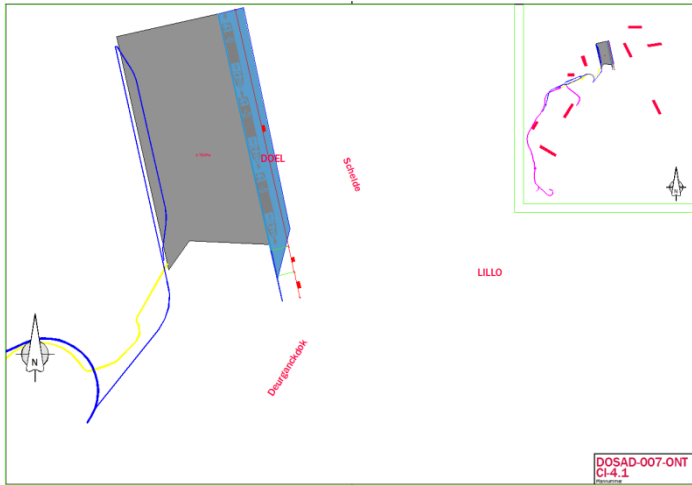
Diameter zwaaicirkel: 600 m (zie Deurganckdok)

Lengte dok: 2800 m

Breedte dok: 450 m aan de rivier, 400 m aan het uiteinde

Bijkomende zwaaicirkel: diameter, positie?

## Bouwsteen 4



Lengte kade: 1550 m

Breedte van de rivier tot de 14.5 m LAT dieptelijn:

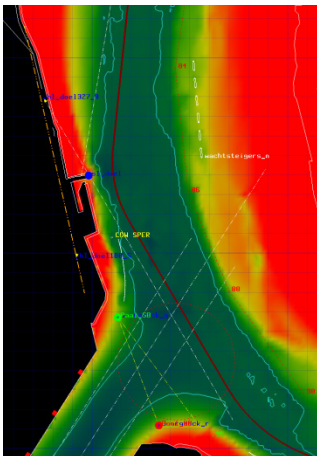
Het zwaaien kan in de zwaaicirkel voor het Deurganckdok of ter hoogte van de Containerkade noordwest.

Coördinaten van de kade (list via DWG Trueview) in Lambert

length 1400.1245

at point X=142654.9806 Y=223162.4794 Z= 0.0000

at point X=142961.6093 Y=221796.3435 Z= 0.0000



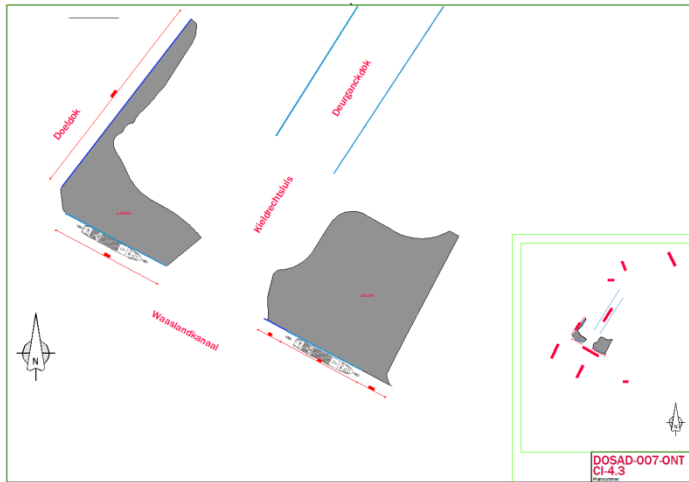
Simulatorbeeld met de kade gevisualiseerd met een oranje streep-punt-puntlijn

Smalste breedte van de kade tot de 14.5 m dieptelijn bij 0 m getij (14.5 m LAT, lichtblauwe lijn): 550 m

Grootste breedte van de kade tot de 14.5 m dieptelijn: 600 m

Bouwsteen 4

## Zone 2



Lengte kades (van oost naar west): 630 m, 670 m, 1230 m (de laatste kade is voor binnenvaart bestemd)

Breedte van het Waaslandkanaal (tot nieuwe kade dus geen talud): 470 m

Zwaaicirkels: er worden twee zwaaicirkels ingetekend met een diameter van 600 m, het afgebeelde schip is 470 m lang.

Coördinaten:

length 500.1922

at point X=141625.0149 Y=218053.2172 Z= 0.0000

at point X=142067.9092 Y=217820.7587 Z= 0.0000

length 663.8853

at point X=140337.9420 Y=218736.8555 Z= 0.0000

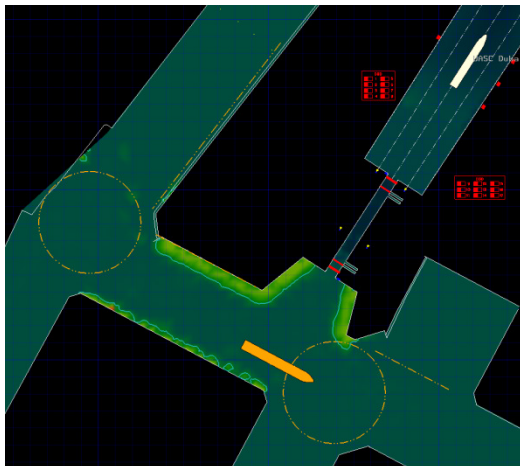
at point X=140925.7867 Y=218428.3394 Z= 0.0000

length 1232.2987

at point X=141070.1162 Y=219862.5193 Z= 0.0000

at point X=140317.0581 Y=218887.0893 Z= 0.0000

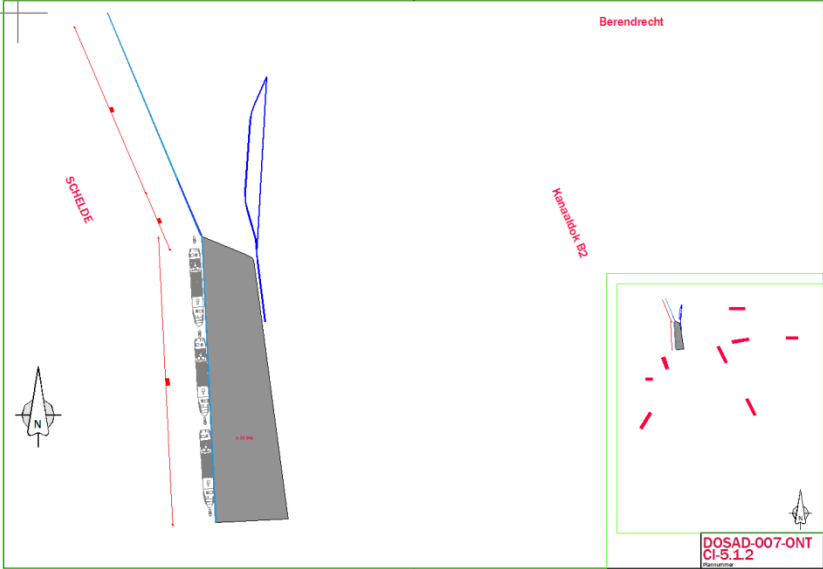
Bouwsteen 5

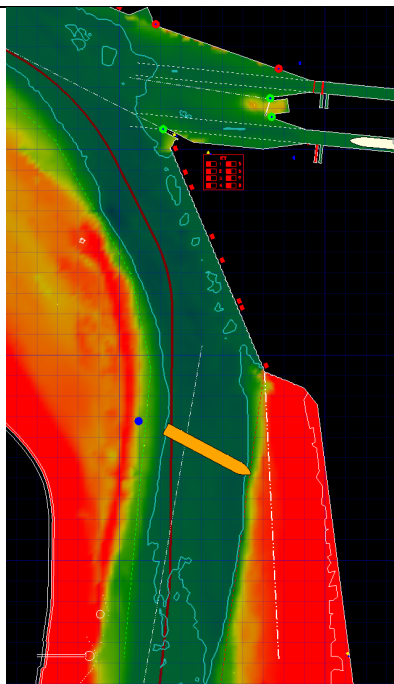


Steigers in Doeldok toevoegen, binnenvaart in het Doeldok (interferentie met steiger)

Bouwsteen 7	<p>Voor bouwsteen 7 kan uitgegaan worden van de beschikbaarheid van een zwaaicirkel op de kruising van het Verrebroekdok en het Waaslandkanaal zoals voor bouwsteen 5</p> <p>Deze bouwsteen zou mogelijk niet meer aan de orde zijn omwille van de noodzakelijke kadelenkte om de containercapaciteit te kunnen verhandelen.</p>
Bouwsteen iv	<p>Deze bouwsteen moet samen met bouwsteen 7 beschouwd worden omdat er een verhuis van activiteiten in het Verrebroekdok wordt voorzien om plaats te maken voor containers.</p> <p>In vergelijking met de situatie van het zwaaien in het Verrebroekdok of op de kruising van Waaslandkanaal en Verrebroekdok moet er nu gezwaaid worden op de rivier (bij stroming). Dit is dus een nadelig zwaaimanoeuvre. (Aandacht: het gevaar bestaat dat het effect van stroming twee keer doorgerekend wordt).</p> <p>Westkant Verrebroekdok RoRo verhuist, voorzien container</p>

### Zone 3

9	<p>Schematische voorstelling van bouwsteen 9 en 10 in AUTOCAD</p>  <p>Diameter zwaaicirkel: ? m, zwaaien ter plaatse van de zwaaicirkel van Frederik of voor het sluisencomplex.</p> <p>Lengte kade: 1180 m,</p> <p>Breedte rivier voor kade: 415 m, boei 89a tot kade</p>
10	<p>Zie ook bouwsteen 9</p> <p>Coördinaten van de kade (list via DWG Trueview) in Lambert</p> <p>length 1403.7472</p> <p>at point X=143775.1366 Y=223519.5466 Z= 0.0000</p> <p>at point X=143705.8478 Y=224921.5828 Z= 0.0000</p>



Diameter zwaaicirkel: ? m, zwaaien ter plaatse van de nieuwe verlengde kade. Echter een vermoedelijke grote impact op de stroming en het sediment. Hoe wordt de verlengde kade aangesloten op de bestaande rivier?

Lengte kade: 1400 m

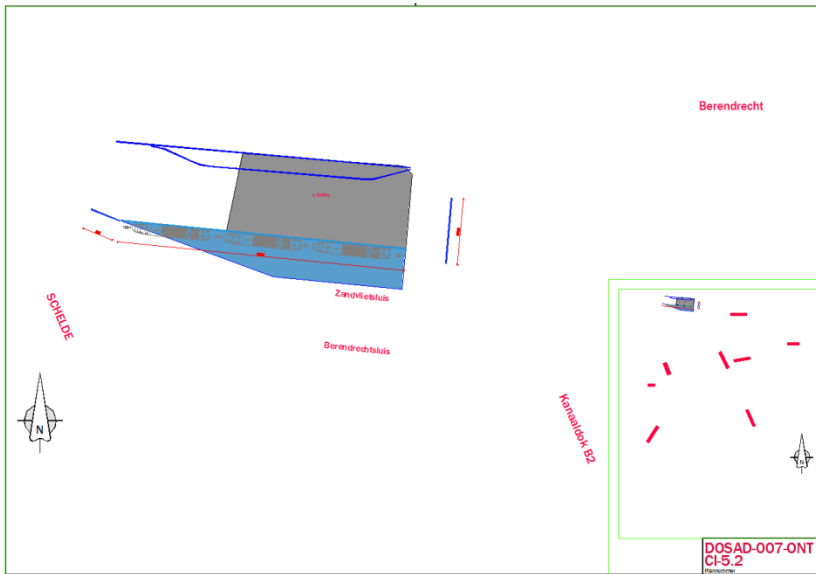
Breedte rivier voor kade:

- Boei 93 tot kade is ongeveer 750 m
- Boei 91 tot kade is ongeveer 550 m

ii	Deze bouwsteen kan volledig gelinkt worden met bouwsteen 10. Bij een Europaterminal op palen wordt er echter wel verwacht dat de stroming ook ter plaatse van de terminal zelf kan werken en dus impact zal hebben op de afgemeerde schepen. De nautische evaluatie zal dus anders zijn indien de impact op de afgemeerde schepen wordt beschouwd.
vii	Deze bouwsteen wordt verondersteld identiek te zijn met de bouwsteen 10 voor de nautische evaluatie. Er is een loskade maar het deel tussen loskade en rivieroever is geen industrieterrein.

## Bouwsteen 11

11



Lengte kade: 1400 m

Het zwaaien gebeurt voor het sluisencomplex.

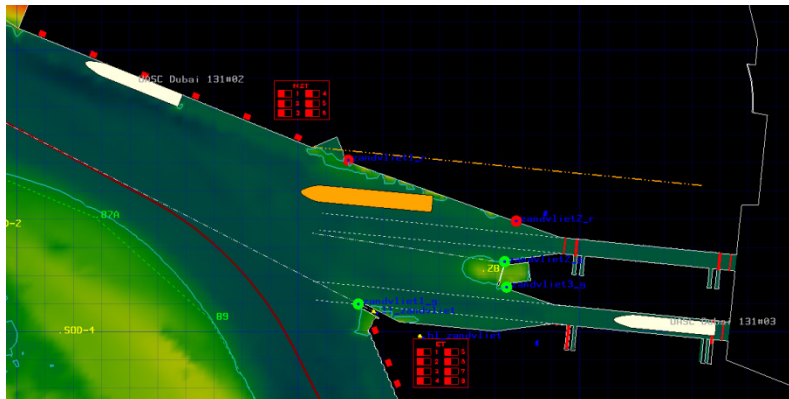
Coördinaten van de kade (list via DWG Trueview) in Lambert

length 1396.8379

at point X=143051.1161 Y=226655.3528 Z= 0.0000

at point X=144441.2625 Y=226518.7910 Z= 0.0000

Simulatorbeeld met de kade gevisualiseerd met een oranje streep-punt-puntlijn



Vereiste breedte van het insteekdok ? Tot de sluis is er maar een beschikbare breedte van 225 m.

Zie studie 00\_100 Port de Lomé voor een insteekdok in een haven (dus niet op een rivier) voor een schip met een breedte van 51 m en een dokbreedte op volle diepte van 180 m.

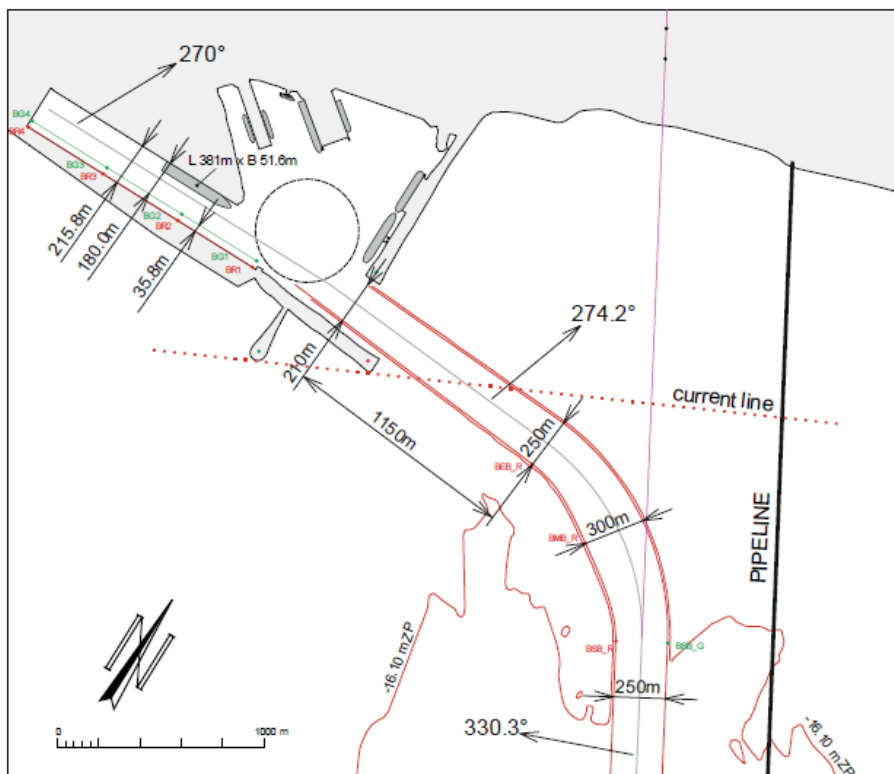
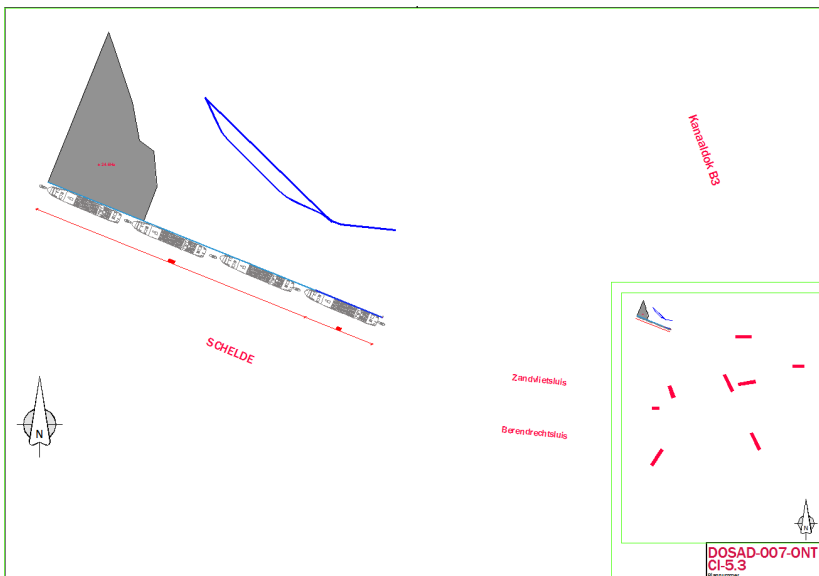


Figure 4 – Layout of the simulation environment in the final phase

#### Zone 4

12



Coördinaten van de kade (list via DWG Trueview) in Lambert

length 1750.0310

at point X=143162.5014 Y=226608.7550 Z= 0.0000

at point X=141540.1032 Y=227264.8286 Z= 0.0000

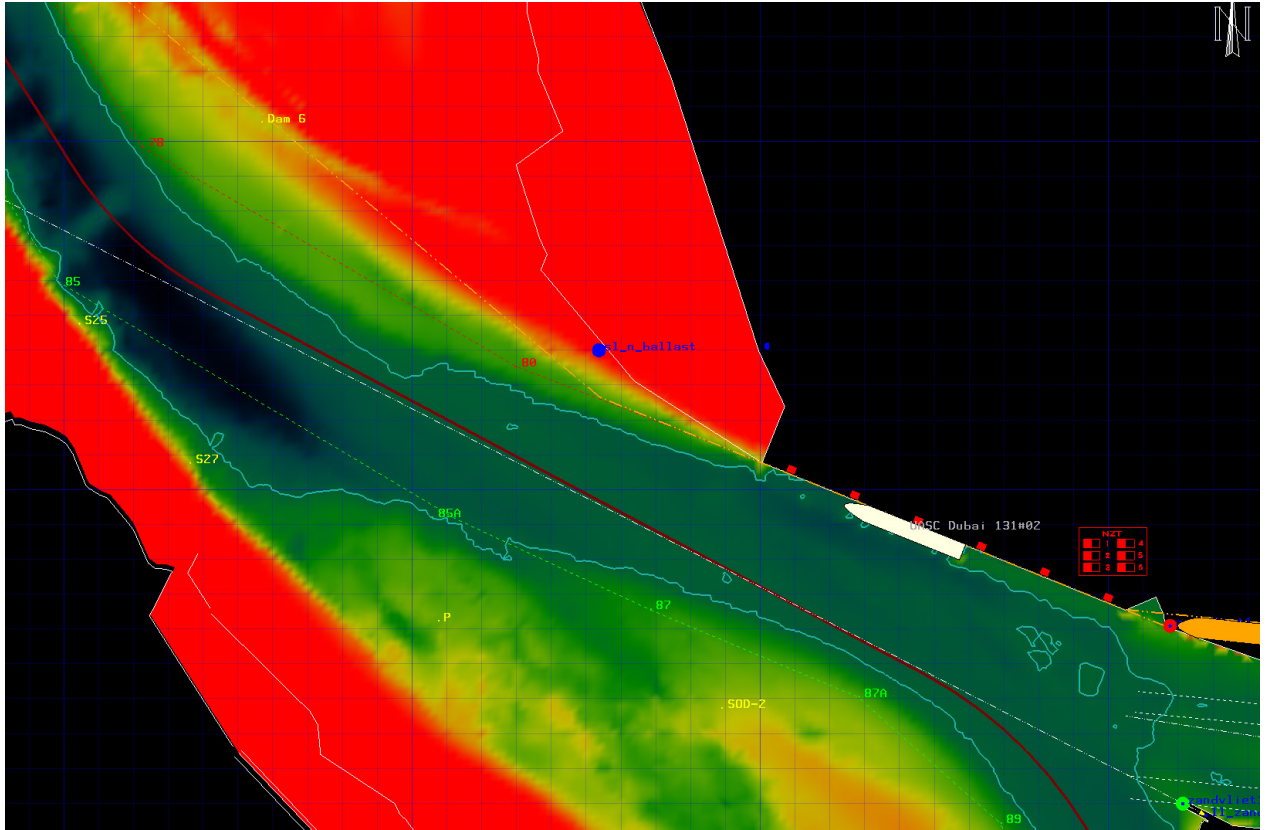
Diameter zwaaicirkel: ? m, zwaaien ter plaatse van de Noordzeeterminal of voor het sluisencomplex.



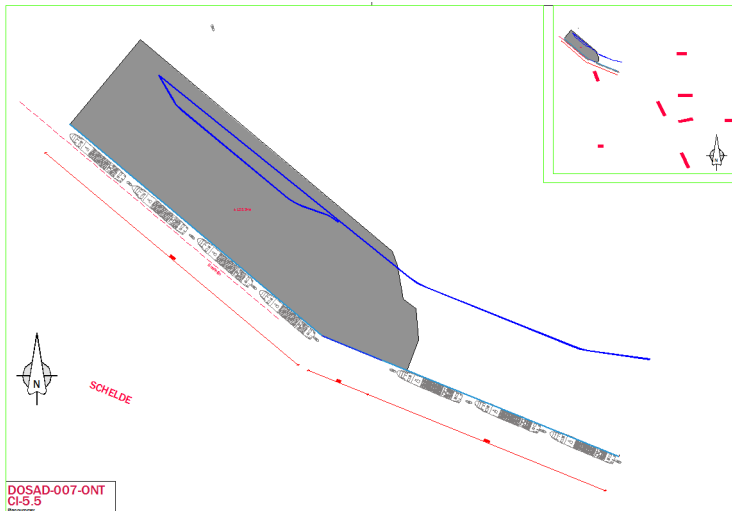
Lengte kade: 1400 m plus 350 m,

Breedte rivier voor kade: 505 m, boei 87 tot kade

Simulatorbeeld met de kade gevisualiseerd met een oranje streep-punt-puntlijn



13



Coördinaten van de kade (list via DWG Trueview) in Lambert

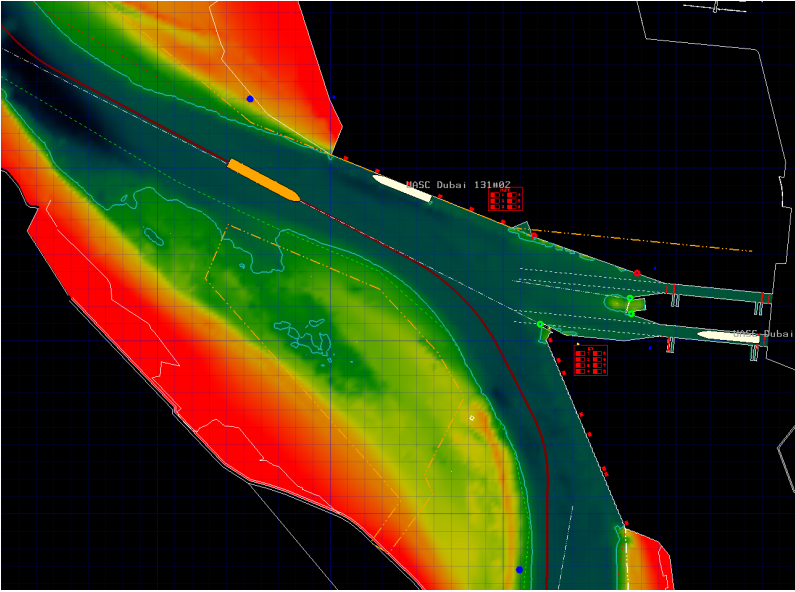
length 3550.0310

at point X=143162.5014 Y=226608.7550 Z= 0.0000

at point X=141540.1032 Y=227264.8286 Z= 0.0000

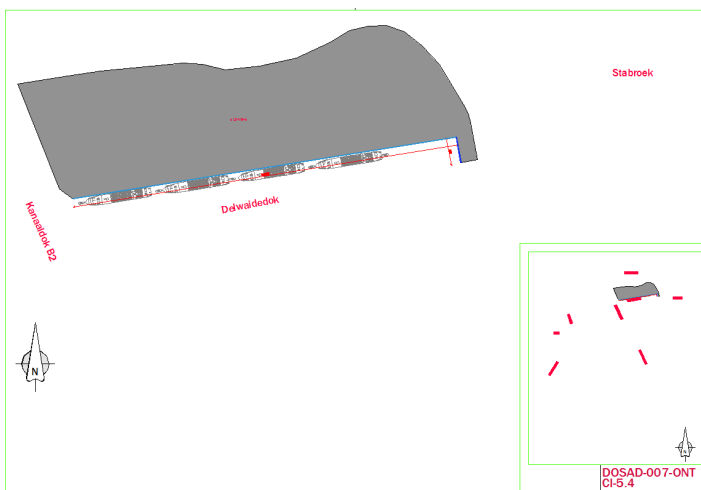
at point X=140160.2398 Y=228420.6733 Z= 0.0000

Diameter zwaaicirkel: ? m, zwaaien ter plaatse van de uitgebreide Noordzeeterminal

	<p>Lengte kade: 1800 m van het nieuwe gedeelte, 350 m voor het beperkte uitgebreide gedeelte en 1400 m voor de bestaande Noordzeeterminal</p> <p>Breedte rivier voor kade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Boei 85a tot kade is ongeveer 577 m</li> <li>• Boei 85 tot kade is ongeveer 745 m</li> <li>• Boei 83a tot kade is ongeveer 577 m</li> </ul>
i	<p>Deze bouwsteen kan volledig gelinkt worden met bouwsteen 13. Bij een Noordzeeterminal op palen wordt er echter wel verwacht dat de stroming ook ter plaatse van de terminal zelf kan werken en dus impact zal hebben op de afgemeerde schepen. De nautische evaluatie zal dus anders zijn indien de impact op de afgemeerde schepen wordt beschouwd.</p>
v	<p>Containerterminal Schaar Ouden Doel</p>  <p>Coördinaten van de kades (list via DWG Trueview) in Lambert LWPOLYLINE Layer: "Alternatief_01"</p> <p>at point X=142283.0819 Y=226301.6664 Z= 0.0000  at point X=141408.9831 Y=226673.7567 Z= 0.0000  at point X=141276.2040 Y=226361.8378 Z= 0.0000  at point X=142409.4809 Y=225081.2104 Z= 0.0000  at point X=142232.7718 Y=224835.6676 Z= 0.0000  at point X=142336.7280 Y=224771.3446 Z= 0.0000  at point X=142593.1836 Y=225116.1541 Z= 0.0000  at point X=142544.6253 Y=225227.4392 Z= 0.0000  at point X=142772.8172 Y=225674.7222 Z= 0.0000  at point X=142622.0235 Y=225934.0816 Z= 0.0000</p>
vi	<p>Deze bouwsteen wordt verondersteld identiek te zijn met de bouwsteen 13 voor de nautische evaluatie. Er is een loskade maar het deel tussen loskade en rivieroever is geen industrieterrein.</p>

## Bouwsteen 14

14



Lengte kade: 2219.3 m

Het zwaaien gebeurt voor het Delwaidedok.

Coördinaten van de kade (list via DWG Trueview) in Lambert

length 2219.2690

at point X=148217.4581 Y=224357.3115 Z= 0.0000

at point X=146026.3639 Y=224004.8044 Z= 0.0000

Deze kade valt volledig samen met de huidige noordelijke kade van het Delwaidedok.

## Appendix C: Alternatieven

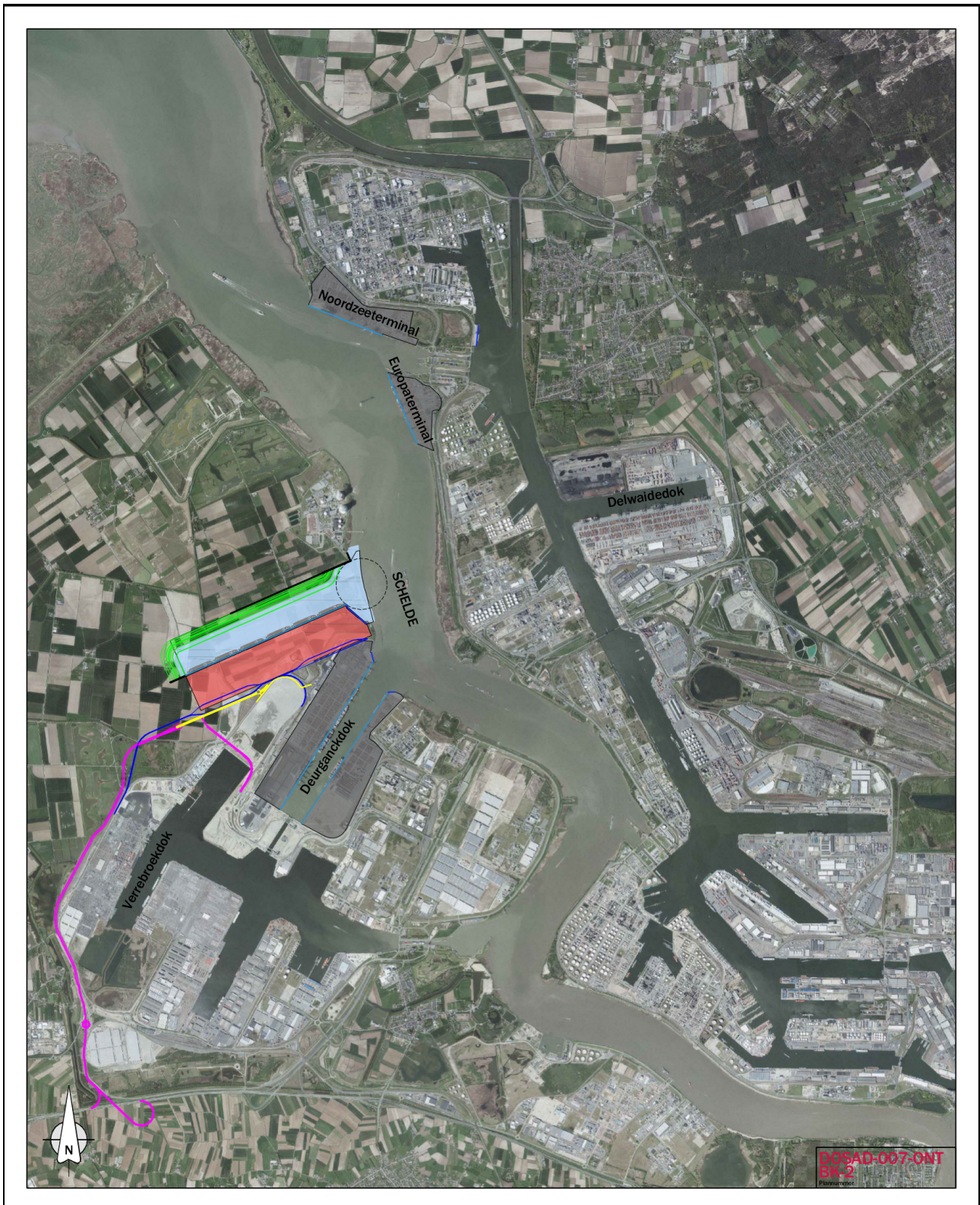
### Alternatief 1: Bouwsteen 1a



### Alternatief 2: Bouwsteen 1b



### Alternatief 3: Bouwsteen 2



### Alternatief 4: Bouwstenen 10a, 13a en 6



Alternatief 5: Bouwstenen 13a en 4a





### Alternatief 6: Bouwstenen 5a/b en 11



**Alternatief 7: Bouwstenen 4b, 12 en 14**



**Alternatief 8: Bouwstenen 15 en 16**



## Appendix D: Scores van de alternatieven op basis van gewogen capaciteiten per bouwsteen

Bij toepassing van een tweede manier van wegen zoals beschreven in 5.3 wordt Tabel 8 vervangen door Tabel 11 en Tabel 9 door Tabel 12 in deze appendix. Indien niet de maximale capaciteit van alternatief 5 maar de capaciteit van het alternatief zelf gebruikt wordt bij refereren dan worden Tabel 13 en Tabel 14 respectievelijk bekomen.

Tabel 11 – Score van de alternatieven op basis van gewogen individuele bouwstenen per capaciteit: microscopisch en macroscopisch (referentie is de maximale capaciteit van alternatief 5)

Alternatief	Score			
	Micro	Macro Gewicht 1	Macro Gewicht 2	Macro Gewicht 3
1	8.4	11.2	6.0	6.5
2	4.9	8.9	4.9	4.9
3	2.8	7.4	4.2	4.6
4	2.0	-3.1	-0.5	-1.3
5	2.0	-3.6	-0.8	-1.6
6	-0.2	4.1	1.5	2.2
7	-3.9	0.6	0.3	0.1
8	0.5	0.7	0.4	-0.1

Tabel 12 – Rangschikking van de alternatieven bij eenzelfde gewicht voor de microscopische en macroscopische benadering (referentie is de maximale capaciteit van alternatief 5)

Plaats	Rangschikking Alternatief Gewicht 1  Nr. alternatief (score)	Rangschikking Alternatief Gewicht 2  Nr. alternatief (score)	Rangschikking Alternatief Gewicht 3  Nr. alternatief (score)
<b>1</b>	<b>1 (19.5)</b>	<b>1 (14.5)</b>	<b>1 (15)</b>
<b>2</b>	<b>2 (14)</b>	<b>2 (10)</b>	<b>2 (10)</b>
<b>3</b>	<b>3 (10)</b>	<b>3 (7)</b>	<b>3 (7.5)</b>
4	6 (4)	4 (1.5)	6 (2)
5	8 (1)	6 (1.5)	4 (0.5)
6	4 (-1)	5 (1)	5 (0.5)
7	5 (-1.5)	8 (1)	8 (0.5)
<b>8</b>	<b>7 (-3.5)</b>	<b>7 (-3.5)</b>	<b>7 (-4)</b>

Tabel 13 – Score van de alternatieven op basis van gewogen individuele bouwstenen per capaciteit: microscopisch en macroscopisch (referentie is de capaciteit van elk alternatief)

Alternatief	Score			
	Micro	Macro Gewicht 1	Macro Gewicht 2	Macro Gewicht 3
1	9.0	12.0	6.5	7.0
2	5.0	9.0	5.0	5.0
3	3.0	8.0	4.5	5.0
4	2.1	-3.3	-0.5	-1.4
5	2.0	-3.6	-0.8	-1.6
6	-0.2	4.2	1.6	2.3
7	-4.4	0.7	0.3	0.1
8	0.6	0.7	0.5	-0.1

Tabel 14 – Rangschikking van de alternatieven bij eenzelfde gewicht voor de microscopische en macroscopische benadering  
(referentie is de capaciteit van elk alternatief)

Plaats	Rangschikking Alternatief Gewicht 1  Nr. alternatief (score)	Rangschikking Alternatief Gewicht 2  Nr. alternatief (score)	Rangschikking Alternatief Gewicht 3  Nr. alternatief (score)
<b>1</b>	<b>1 (21)</b>	<b>1 (15.5)</b>	<b>1 (16)</b>
<b>2</b>	<b>2 (14)</b>	<b>2 (10)</b>	<b>2 (10)</b>
<b>3</b>	<b>3 (11)</b>	<b>3 (7.5)</b>	<b>3 (8)</b>
4	6 (4)	4 (1.5)	6 (2)
5	8 (1.5)	6 (1.5)	4 (0.5)
6	4 (-1)	5 (1)	5 (0.5)
7	5 (-1.5)	8 (1)	8 (0.5)
<b>8</b>	<b>7 (-3.5)</b>	<b>7 (-4)</b>	<b>7 (-4.5)</b>

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)