



Vlaanderen
is wetenschap



16_117_6
WL rapporten

Complex project Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen

Deelrapport 6
Geïntegreerd onderzoek – deel nautica:
deskstudie naar aanleiding van alternatief 9
en samenvatting

**DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN**

waterbouwkundiglaboratorium.be

Complex project: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen

Deelrapport 6: Geïntegreerd onderzoek – deel nautica:
deskstudie naar aanleiding van alternatief 9 en samenvatting

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/2019/3241/101

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 6: Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: deskstudie naar aanleiding van alternatief 9 en samenvatting. Versie 5.0 WL Rapporten, 16_117_6. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Departement MOW	Ref.:	WL2019R16_117_6
Keywords (3-5):	ULCS, toegankelijkheid, alternatieven		
Tekst (p.):	29	Bijlagen (p.):	9
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)	<small>Getekend door: Jeroen Verwilligen (Signature) Getekend op: 2019-04-05 11:38:36 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Jeroen Verwilligen</i> <small>Getekend door: Marc Vantorre (Signature) Getekend op: 2019-04-16 12:33:56 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Marc Vantorre</i>
Projectleider:	Eloot, K.	<small>Getekend door: Katrien Eloot (Signature) Getekend op: 2019-04-05 20:14:01 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Katrien Eloot</i>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	<small>Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-04-16 14:43:06 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Frank Mostaert</i>
-----------------	--------------	--



Complex Project

Extra

Containerbehandelingscapaciteit Havengebied Antwerpen (CP ECA)

Geïntegreerd onderzoek

Ontwerprapport 6 Nautisch onderzoek

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



Vlaanderen
is wetenschap



Vlaanderen
is mobiliteit &
openbare werken

Documentinformatie

Naam project	Complex Project Extra Containerbehandelingscapaciteit Havengebied Antwerpen (CP ECA). Geïntegreerd onderzoek. Ontwerprapport 1 Nautisch onderzoek
Opdrachtgever	Departement Mobiliteit en Openbare Werken Koning Albert II laan 20 bus 2 1000 Brussel
Contactpersoon opdrachtgever	dr. Reginald Loyen Procesverantwoordelijke CP ECA reginald.loyen@mow.vlaanderen.be
Opdrachtnemer	Waterbouwkundig Laboratorium Berchemlei 115, 2140 Antwerpen
Contactpersoon opdrachtnemer	Dr. Katrien Eloot Katrien.eloot@mow.vlaanderen.be
Projectnummer	16_117

Versiebeheer

Versiedatum	Auteur(s) document	Document-verantwoordelijke	Document-screener
18/10/2018	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 naar aanleiding van de publicatie van alternatief 9. Door middel van de deskstudie die in het ontwerprapport 1 werd beschreven, wordt de evaluatie van de bouwstenen en alternatieven op basis van de microscopische en macroscopische benaderingen opnieuw herhaald. Hiervoor worden vanuit een expertenmeeting, gehouden op 11 september 2018, de bouwstenen die alternatief 9 bepalen, beoordeeld zoals de andere bouwstenen en samengevoegd tot alternatief 9 zoals de voorgaande alternatieven. Als resultaat van de kwalitatieve vergelijking van de bouwstenen en alternatieven wordt een finale rangschikking bekomen. Ten slotte wordt ook een verkennend onderzoek besproken voor het afwikkelen van het verkeer aan de Deurganckdokmond.

Kennisdomein:

Scheepsbeweging - > Ontwerp vaarweg en haven - > Literatuurgegevens / ervaringsgegevens

Inhoudstafel

Abstract	V
Inhoudstafel.....	VII
Lijst van de tabellen.....	VIII
Lijst van de figuren	IX
1 Inleiding	1
1.1 Alternatief 9.....	1
1.2 Methodologie	4
2 Expertenmeeting	5
2.1 Microscopische benadering.....	5
2.1.1 Referentie en quoterig	5
2.1.2 Evaluatie	5
2.2 Macroscopische benadering.....	8
2.2.1 Referentie en quoterig	8
2.2.2 Evaluatie per criterium	8
3 Alternatieven	11
3.1 Geografische situering.....	12
3.2 Berekening van de scores.....	13
3.3 Score van de alternatieven.....	14
4 Samenvatting Alternatieven	19
5 Verkennend onderzoek: verkeersafwikkeling aan de Deurganckdokmonding.....	22
5.1 Verkeer aan de Deurganckdokmonding.....	22
5.1.1 Hoeveel trafiek passeert er per dag in het Deurganckdok?	22
5.1.2 Hoeveel trafiek wordt er verwacht aan de gezamenlijke ingang van het Tweede Getijdendok en het Deurganckdok?.....	22
5.1.3 Diepgangsklasseverdeling van gemiddeld aantal schepen per dag aan knooppunt Deurganckdokmonding	23
5.2 Tijdensters en manoeuvres.....	23
5.2.1 Tijdensters.....	23
5.2.2 Manoeuvres.....	25
6 Referenties	29
Appendix A: Alternatieven	A1

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Nautisch te onderzoeken bouwstenen voor het alternatievenonderzoek (versie april 2017).....	2
Tabel 2 – Evaluatie van de criteria voor een microscopische benadering	7
Tabel 3 – Evaluatie van de criteria voor een macroscopische benadering	9
Tabel 4 – Evaluatie van de criteria voor een macroscopische benadering voor de verschillende varianten P5 en P9 [2].....	10
Tabel 5 – Samenstelling van de bouwstenen tot alternatieven.....	11
Tabel 6 – Gewichtsfactoren voor gewicht 2 en 3 voor de criteria van de macroscopische benadering	13
Tabel 7 – Score per bouwsteen voor de macroscopische benadering afhankelijk van de gewichtsfactoren 2 en 3	13
Tabel 8 – Capaciteit per bouwsteen.....	15
Tabel 9 – Score van de alternatieven op basis van de individuele bouwstenen: microscopisch en macroscopisch	16
Tabel 10 – Rangschikking van de alternatieven bij eenzelfde gewicht voor de microscopische en macroscopische benadering.....	17
Tabel 11 – Kwalitatieve vergelijking van de alternatieven op basis van gewichtsverdeling 3	20
Tabel 12 – Indicatieve tijden verbonden met individuele simulaties naar de varianten P9_0 en P9_3	25
Tabel 13 – Indicatieve tijden verbonden met gekoppelde simulaties naar de variant P9_3	26
Tabel 14 – Scenario’s voor aankomst van twee tot drie getijafhankelijke schepen in een vergelijkbaar tijvenster in opvaart	27
Tabel 15 – Scenario’s voor vertrek van twee tot drie getijafhankelijke schepen in een vergelijkbaar tijvenster in afvaart.....	27

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Bouwstenen van alternatief 9	1
Figuur 2 – Geografische situering van de bouwstenen (versie april 2017)	3
Figuur 3 – Vaarvensters voor containerschepen met verschillende diepgangen in opvaart en afvaart.....	24

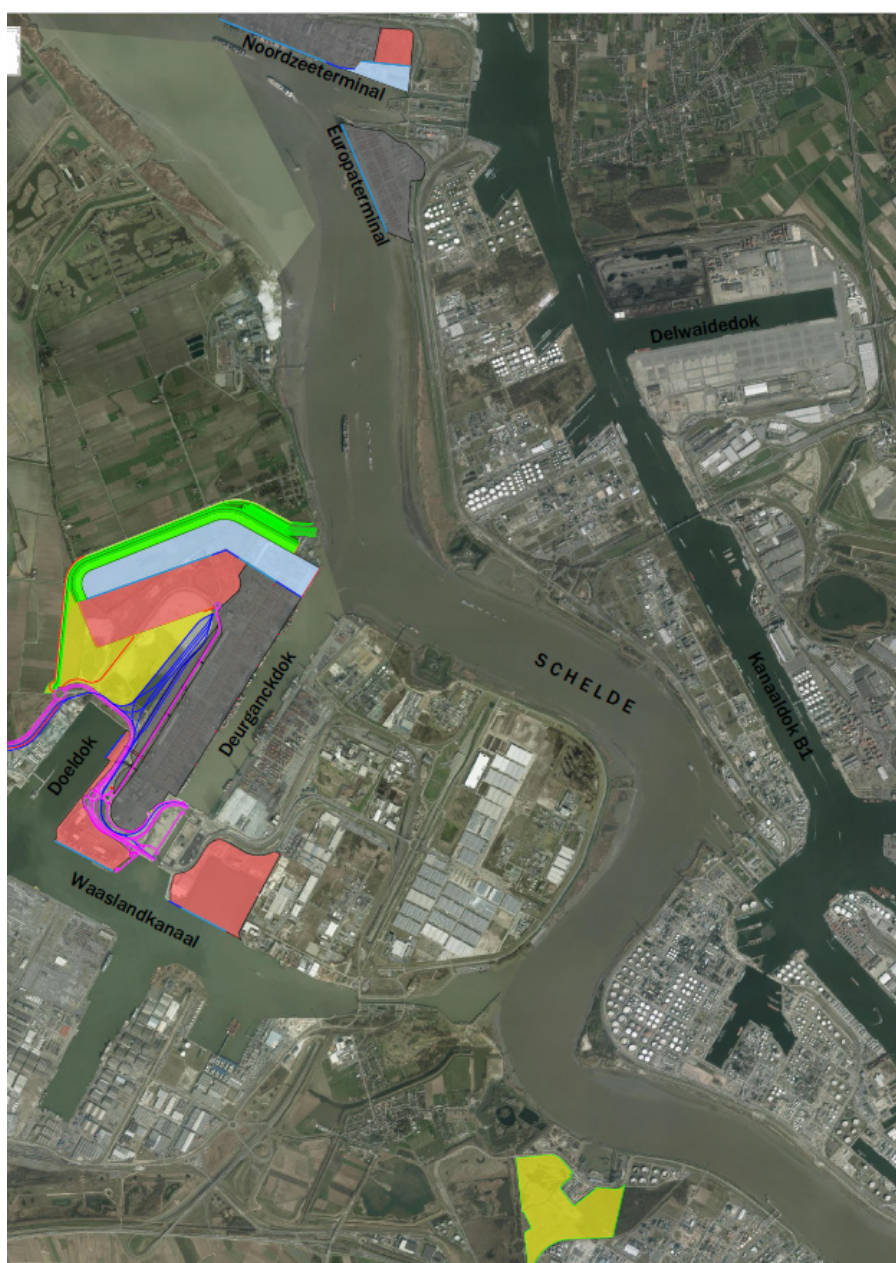
1 Inleiding

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

1.1 Alternatief 9

Het alternatief 9 werd in de tussennota gecommuniceerd en wordt voorgesteld in Figuur 1.

Figuur 1 – Bouwstenen van alternatief 9



In dit alternatief:

1. is één bouwsteen 11 gewijzigd ten opzichte van de oorspronkelijke bouwstenen die in Tabel 1 zijn opgesomd (zie ook Figuur 2) en wordt bouwsteen 11b beschouwd;
2. is één bouwsteen er bij gekomen, namelijk het Tweede Getijdendok met ingang loodrecht op het Deurganckdok (bouwsteen 2b)
3. en zijn de bouwstenen 5a en 5b behouden echter met een aangepaste operationaliteit voor bouwsteen 5a namelijk 5a'.

Rekening houdend met het tweeledige doel van het nautische deel van het geïntegreerd onderzoek, namelijk:

- 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,

geeft dit rapport de globale beoordeling van de negen alternatieven.

Tabel 1 – Nautisch te onderzoeken 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)
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)
10a	Uitbreiding Europaterminal
10b	Uitbreiding Europaterminal – uitvoeringsvariante op palen.
11	Insteekdok ten noorden van Zandvlietsluis
12	Stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal (beperkt)
13a	Stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal (uitgebred)
13b	Stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal (uitgebred) – 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

Figuur 2 – Geografische situering van de bouwstenen (versie april 2017)



1.2 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 manoeuvreertechisch 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.
- Tijdensters en stroomvensters

2 Expertenmeeting

De expertenmeeting voor de beoordeling van alle bouwstenen en alle negen alternatieven vond plaats op dinsdag 11 september 2018.

Deelnemers aan de vergadering waren:

- Experten:
 - ◇ Marc Vantorre, gewoon hoogleraar Universiteit Gent
 - ◇ Ronny Detienne, directeur CVBA Brabo, havenloodsen
 - ◇ Bart Vanhoutte, rivierloods, DAB Loodswezen
 - ◇ Kris Uyttenbroek, rivierloods, DAB Loodswezen
 - ◇ Bart Vanmeensel, , Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (GNA)
 - ◇ Jeroen Verwilligen, onderzoeker Waterbouwkundig Laboratorium
 - ◇ Katrien Eloot, onderzoeker Waterbouwkundig Laboratorium
- Waarnemers:
 - ◇ Tessy Vanhoenacker, nautisch consulent, Havenbedrijf Antwerpen

Deze vergadering werd in een tweede deel ook bijgewoond door Eric Adan, Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (GNA) en Rijkswaterstaat.

2.1 Microscopische benadering

2.1.1 Referentie en quoterings

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 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.

2.1.2 Evaluatie

In Tabel 2 zijn in de kolommen de negen criteria voorgesteld die voor een microscopische benadering worden meegenomen. Elk criterium werd besproken in hoofdstuk 3.3 van het eerste ontwerprapport [1]. 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

Bepaalde bouwstenen zijn niet geclusterd in een zone waaronder de nieuwe bouwsteen Tweede Getijdendok en de aangepaste bouwsteen 11b.

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.

De bouwsteen van het Tweede Getijdendok (TGD) wordt beoordeeld op microscopisch vlak en vergeleken met het Deurganckdok. Het uitvoeren van een zwaaimanoeuvre voor het TGD wordt beoordeeld als negatiever dan het uitvoeren van een zwaaimanoeuvre voor het DGD omdat de ingang van het TGD loodrecht op het DGD staat en dus vanop de rivier een grotere koerswijziging moet uitgevoerd worden zowel bij opvaart (head in invaren) als bij afvaart (head out afvaren). Vermoedelijk zal aangeraden worden om bij voorkeur head in in te varen. Dit betekent dat bij het verlaten van het TGD het schip nog steeds head in is georiënteerd en het volledige TGD achteruit moet uitgevaren worden. Vervolgens moet afhankelijk van de stroom ter plaatse van de monding van het Deurganckdok het schip in het DGD gezwaaid worden of via de monding achteruit op de rivier gebracht worden. Al deze manoeuvres maken in vergelijking met het DGD de beoordeling van het zwaaimanoeuvre in de microscopische benadering negatiever met score -1.

De score -2 voor het aan- of afmeren in het TGD heeft te maken met de beperkte breedte van het TGD dat bovendien versmalt van de ingang tot de laatste ligplaats. Hierdoor komt deze bouwsteen voor dit criterium gelijk met het insteeddok in de oorspronkelijke bouwsteen 11 of met het Delwaidedok in bouwsteen 14.

Door de aanwezigheid van de knik in het TGD waarbij drie van de vier ligplaatsen na de knik liggen wordt de gemiddelde afstand af te leggen in het dok negatiever beoordeeld dan voor het DGD (score -1). Aangezien bovendien het eerste deel van het TGD loodrecht op het DGD staat en dus loodrecht op de overheersende windrichting wordt ook het criterium negatiever beoordeeld (score -1). Dit brengt de totale score voor het TGD op -5 voor de microscopische benadering. Deze score is veel negatiever dan deze voor de bouwstenen 1a, 1b en 2 in Zone 1, welke varianten zijn op het oorspronkelijke brede Saefthinghedok. Op microscopisch vlak is het TGD inderdaad moeilijker toegankelijk. Met deze totale score komt het TGD te liggen tussen de bouwsteen 11 overeenkomstig een insteeddok ten noorden van de Zandvlietsluis (-3) en bouwsteen 14 zijnde het Delwaidedok (-8).

De aangepaste bouwsteen 11b krijgt op één criterium na dezelfde scores als de bouwsteen 11. Door het creëren van een dok dat volledig aansluit op de monding van het sluisencomplex wordt het aan- en afmeren beter dan bij het insteeddok in bouwsteen 11. Hierdoor verbetert ook de totale score voor de microscopische benadering van -3 voor bouwsteen 11 naar -1 voor bouwsteen 11b. Er is wel een aandachtspunt voor de lengte van de kade in bouwsteen 11b. Deze zou op de eerste tekening ongeveer 500 m bedragen. Op heden wordt in de haven van Antwerpen een minimale tussenruimte tot afgemeerde schepen voorzien van minimaal 50 m voor schepen met lengte groter dan 260 m. Voor een schip van 430 m is een kaailengte van 500 m dus beperkt rekening houdend dat er voor het manoeuvreren naar de kade ruimte moet zijn voor en achter het schip. Er wordt vanuit gegaan dat er ruimte beschikbaar is om eerder 100 m extra te voorzien als kadelengte voor een schip van 430 m. Dit betekent dus eerder 530 m dan 500 m.

De aanpassing van de operationaliteit van bouwsteen 5a naar 5a' verandert niets aan de scores voor deze bouwsteen bij de microscopische benadering.

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
Bouwsteen TGD, 2b	0	0	-1	-2	0	-1	0	-1	0	-5
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
Bouwsteen 11b	0	0	0	0	0	+1	0	-1	-1	-1
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

2.2 Macroscopische benadering

2.2.1 Referentie en quotering

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 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.

2.2.2 Evaluatie per criterium

In Tabel 3 zijn in de kolommen de tien criteria voorgesteld die voor een macroscopische benadering worden meegenomen. Elk criterium wordt besproken in hoofdstuk 3.3 van het eerste ontwerprapport [1]. In de rijen van Tabel 3 worden de bouwstenen en de referentie (DGD) voorgesteld. Voor de evaluatie van de globale score voor de macroscopische benadering wordt verwezen naar Hoofdstuk 3 met de vergelijking van de alternatieven.

Voor de macroscopische benadering van het Tweede Getijdendok (TGD) worden voor de verschillende criteria de scores overgenomen zoals beoordeeld voor de varianten P9-3 tot P9-5. Deze laatste varianten zijn besproken in het vierde ontwerprapport [2] en zijn varianten van een Tweede Getijdendok op het Deurganckdok waarbij een knik optreedt in het dok. In vergelijking met de bouwstenen 1a, 1b en 2 scoort de bouwsteen TGD minder goed en ook iets negatiever dan het Deurganckdok. Er wordt bijkomend opgemerkt dat bij de macroscopische benadering en meer in het bijzonder voor de tijvensters voor de bouwsteen TGD verondersteld wordt dat er geen drempel (-14.5 m LAT) aanwezig is aan de ingang van het TGD, en dus de dokdiepte aan de ingang maximaal aansluit op de dokdiepte in het DGD. Deze drempel zou immers een aanzienlijke beperking inhouden met betrekking tot tijvensters en flexibiliteit bij bijvoorbeeld verhalen tussen het DGD en het TGD.

Bouwsteen 11b scoort macroscopisch iets minder positief dan bouwsteen 11 omdat er nu geen sprake meer is van een insteekdok dat ten noorden van de Zandvlietsluis ligt, maar een dok dat aansluit op de monding van het sluizencomplex. Hierdoor is de impact van en op passerende schepen iets minder gunstig.

Tabel 3 – 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 ¹ tot kade	Aangemeerd	Zwaaien	Aanloop/ vertrek- manoeuvre
DGD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bouwsteen TGD, 2b	-1	0	0	+1	0	-1	0	0	-1	-1
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
Bouwsteen 11b	+1	0	0	0	+1	-1	+2	+1	-1	+1
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

¹ CP staat hier voor Coördinatiepunt met een belang bij de scheepvaartbegeleiding via Vessel Traffic Services.

Tabel 4 – Evaluatie van de criteria voor een macroscopische benadering voor de verschillende varianten P5 en P9 [2]

	Tij- venster	Stroom- venster I	Stroom- venster G	Sluis- passage	Impact op passerend/ander verkeer			Impact van passerend verkeer		
					Aangemeerd	Zwaaien	Traject CP ² tot kade	Aangemeerd	Zwaaien	Aanloop/ vertrek- manoeuvre
Deurganckdok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bouwsteen 2	0	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
Variant P5-2	-1	0	0	+1	+1	0	0	+1	+1	-1
Variant P9-0	0	0	0	+1	+1	-1	0	+1	-1	0
Variant P9-3	-1	0	0	+1	0	-1	0	0	-1	-1
Variant P9-4	-1	0	0	+1	0	-1	0	0	-1	-1
Variant P9-5	-1	0	0	+1	0	-1	0	0	-1	-1

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

3 Alternatieven

Er werden in maart 2017 acht alternatieven gedefinieerd die in juni 2018 werden uitgebreid met een negende alternatief (Tabel 5). De volgende overwegingen werden beschouwd bij de samenstelling van deze alternatieven:

- Elke bouwsteen wordt in minstens één alternatief opgenomen.
- Uit het geïntegreerd onderzoek zijn inzichten naar boven gekomen die tot een negende alternatief hebben geleid.

Bij de samenstelling van de alternatieven wordt rekening gehouden met hoge groei. De capaciteit van de samengestelde alternatieven ligt in de range van 6.4 à 7.2 miljoen TEU.

Tabel 5 – Samenstelling van de bouwstenen tot alternatieven

Alternatief\ Bouwsteen	DGD	2b TGD	1a	1b	2	4a/b	5a/b (5a')	6	10a	11/11b	12	13a	14	15	16
1			X												
2				X											
3					X										
4 ³								X	X			X			
5						4a						X			
6							5a/b			11					
7						4b					X		X		
8														X	X
9		2b					5a'/b			11b					

³ Bouwsteen 6 (verhuis Ashland voor binnenvaart) heeft geen nautische impact in alternatief 4 en wordt dus niet vermeld.

3.1 Geografische situering

De geografische situering van de alternatieven uit Tabel 5 wordt voorgesteld in afzonderlijke figuren die zijn opgenomen in Appendix A.

- 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 linkerscheldeoever.
- 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 rechterscheldeoever 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 linkerscheldeoever 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 linkerscheldeoever. 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 5a en 5b), 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. Uit voortschrijdend inzicht (cfr. Operationeel onderzoek) blijken de capaciteiten van TEU's in deze bouwstenen echter overschat te zijn.
- 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 linkerscheldeoever tussen de Noordzeeterminal en de Europaterminal bijkomende containerbehandelingscapaciteit 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).
- In Alternatief 9 wordt eigenlijk verder gebouwd op de bouwstenen uit alternatief 6 waarbij een bijkomende bouwsteen als het Tweede Getijdendok wordt voorzien dat zich echter niet op de locatie van de alternatieven 1 tot en met 3 bevindt. De oorspronkelijke bouwstenen van alternatief 6 zijn wel aangepast aan de nieuwe inzichten.

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. Dit wordt uitgevoerd in hoofdstuk 3.2 en komt overeen met de resultaten in Appendix D van het eerste ontwerprapport [1].

3.2 Berekening van de scores

De microscopische en macroscopische benaderingen krijgen opnieuw eenzelfde gewicht.

Verder wordt de macroscopische benadering gewogen. De twee combinaties van gewichtsfactoren die in het eerste ontwerprapport [1] de voorkeur genoten zijn voorgesteld in Tabel 6. Met de gewichtsfactor wordt voor elke bouwsteen de score van het betreffende criterium vermenigvuldigd.

Tabel 6 – Gewichtsfactoren voor gewicht 2 en 3 voor de criteria van de macroscopische benadering

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

	Gewicht 2	Gewicht 3
Bouwsteen TGD, 2b	-1.5	-1.5
Zone 1		
Bouwsteen 1a	6.5	7
Bouwsteen 1b	5	5
Bouwsteen 2	4.5	5
Bouwsteen 4a/b	0	0.5
Zone 2		
Bouwsteen 5a'/b	0.5	1.5
Bouwsteen 16	2	2.5
Zone 3		
Bouwsteen 10a	1	1.5
Bouwsteen 11	4	4
Bouwsteen 11b	2.5	2.5
Zone 4		
Bouwsteen 12	0	-0.5
Bouwsteen 13a	-1.5	-3.5
Bouwsteen 15	-1.5	-3.5
Bouwsteen 14	0.5	0

Op basis van Tabel 7 en gewicht 3:

- 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.
- De bouwstenen die negatief scoren zijn deze in zone 4 en het nieuwe Tweede Getijdendok uit Alternatief 9. Bouwsteen 12 met de beperkt uitgebreide Noordzeeterminal scoort iets negatiever dan het Deurganckdok wat ook realistisch is aangezien een beperkte uitbreiding een beperkte impact impliceert. De volgende negatieve score geldt voor het Tweede Getijdendok aansluitend op het Deurganckdok en bedraagt -1.5. De score is negatiever dan voor het Deurganckdok omdat het Tweede Getijdendok wel een belangrijke impact zal hebben op het afwikkelen van het verkeer in het Deurganckdok en omgeving zoals de Kieldrechtssluis.

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 negatief 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 macroscopisch evaluatie van de nautische toegankelijkheid voor bouwsteen 1a (het brede Saeftinghedok) de hoogste 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 insteekdok had een score +4. Bouwsteen 11b is hieruit voortgekomen en heeft een score van +2.5. Bouwsteen 11b geeft een positiever effect op de verkeersafwikkeling bij een uitbreiding van de Noordzeeterminal aan de oostelijke zijde (11b) dan aan de westelijke zijde (bouwstenen 12 en 13a). 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.

3.3 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 waaruit dit alternatief is opgebouwd. 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 (Tabel 8) gedeeld door de capaciteit van het betreffende alternatief (Tabel 9).

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

Tabel 8 – Capaciteit per bouwsteen

	Capaciteit in miljoen TEU
Bouwsteen TGD, 2b	3.7
Zone 1	
Bouwsteen 1a	6.6
Bouwsteen 1b	7.0
Bouwsteen 2	6.6
Bouwsteen 4a/b	3.4 ⁴
Zone 2	
Bouwsteen 5a/b	4.8
Bouwsteen 5a'/b	2.6
Bouwsteen 16	3.7
Zone 3	
Bouwsteen 10a	2.4
Bouwsteen 11	2.1
Bouwsteen 11b	0.9
Zone 4	
Bouwsteen 12	0.7
Bouwsteen 13a	3.8
Bouwsteen 15	3.0
Bouwsteen 14	4.0

⁴ Dit is de capaciteit voor bouwsteen 4a. Voor de bouwsteen 4b wordt slechts de helft van de capaciteit van bouwsteen 4a voorzien.

Tabel 9 – Score van de alternatieven op basis van de individuele bouwstenen: microscopisch en macroscopisch

Alternatief	Micro	Macro Gewicht 2	Macro Gewicht 3
1	9.0	6.5	7.0
2	5.0	5.0	5.0
3	3.0	4.5	5.0
4	2.0	-0.5	-1.4
5	2.0	-0.8	-1.6
6	-0.2	1.6	2.3
7	-4.4	0.3	0.1
8	0.6	0.5	-0.1
9	-2.3	-0.3	0.1

Indien de microscopische en macroscopische benaderingen eenzelfde gewicht krijgen dan worden de alternatieven gequoteerd als voorgesteld in Tabel 10. In de eerste kolom van Tabel 10 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 twee gekozen gewichten van de macroscopische benadering wordt nog voorgesteld om te illustreren dat de impact van de gewichten op het eindresultaat minimaal is.

Alternatieven 1 (breed Saefthingedok), 2 (breed Saefthingedok met behoud van Doel) en 3 (enkel zuidzijde van het Saefthingedok) scoren het hoogst en 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) het laagst. Alternatief 7 scoorde vooral op de microscopische benadering slecht en dan vooral omwille van bouwsteen 14 met de nieuwe zeesluis en het Delwaidedok.

Men kan ook vaststellen dat het nieuwe alternatief 9 bij deze negatieve score van alternatief 7 aansluit en dus nautisch niet goed scoort. Dit komt vooral door de negatieve microscopische evaluatie van de bouwsteen van het Tweede Getijdendok. In de macroscopische benadering zit het Tweede Getijdendok in dezelfde lijn als het Deurganckdok en scoort voor gewicht 3 beter dan alternatief 4 en 5. Indien men dus de bouwsteen van het Tweede Getijdendok wenst te optimaliseren dan zal men moeten werken op de criteria die deze benadering beïnvloeden: de breedte van het dok dat nu versmald naar het einde toe, het optreden van de knik in het dok waardoor de schepen een bijkomend manoeuvre moeten uitvoeren wat in een beperkte ruimte meer tijd in beslag neemt door het moeilijker manoeuvreren.

De alternatieven 4, 5, 6 en 8 scoren tussenin en verschillen onderling weinig rekening houdend met het feit dat de toekenning van het gewicht het verschil tussen de alternatieven beïnvloedt.

Tabel 10 – Rangschikking van de alternatieven bij eenzelfde gewicht voor de microscopische en macroscopische benadering (referentie is de capaciteit van elk alternatief)⁵

Plaats	Rangschikking Alternatief Gewicht 2 Nr. alternatief (score)	Rangschikking Alternatief Gewicht 3 Nr. alternatief (score)
1	1 (15.5)	1 (16)
2	2 (10)	2 (10)
3	3 (7.5)	3 (8.0)
4	4 (1.6)	6 (2.0)
5	6 (1.3)	4 (0.7)
6	5 (1.2)	5 (0.4)
7	8 (1.0)	8 (0.4)
8	9 (-2.6)	9 (-2.3)
9	7 (-4)	7 (-4.3)

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 6 wordt containercapaciteit gerealiseerd door een combinatie van terminals langs het Waaslandkanaal aan weerszijden van de Kieldrechtsluis en een insteeddok ten noorden van de Zandvlietsluis. 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. Hier is er ook wel een belangrijke geografische scheiding gerealiseerd tussen de twee bouwstenen zodat er geen concentratie is zoals in alternatief 4.

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 linkerscheldeoever 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.

⁵ Deze tabel is te vergelijken met de tabel 14 van Appendix D in het eerste ontwerprapport [1]. Er kunnen verschillen na de komma optreden omdat de capaciteiten in TEU's nog werden aangepast in de bouwstenen en dus alterantieven.

Alternatief 8 wordt het minst beoordeeld van de vier alternatieven die middelmatig scoren. 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-Van Cauwelaert-sluizencomplex.

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.

4 Samenvatting Alternatieven

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
- Bart Vanhoutte, rivierloods, DAB Loodswezen
- Kris Uyttenbroek, rivierloods, DAB Loodswezen
- Dirk Bus, rivierloods, DAB Loodswezen
- Bart Vanmeensel, Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (GNA)
- Jeroen Verwilligen, onderzoeker Waterbouwkundig Laboratorium
- Katrien Eloot, onderzoeker Waterbouwkundig Laboratorium

Doel van de deskstudie was een kwalitatieve, nautische vergelijking van de bouwstenen enerzijds en de negen 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
 - diepgangsbepanking
 - 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 11 – Kwalitatieve vergelijking van de alternatieven op basis van gewichtsverdeling 3 (zie Tabel 6)

Nr. alternatief (score) ⁶	Beschrijving alternatief met bouwstenen
1 (16)	Bouwsteen 1a – Saeftinghedok (noord en zuid)
2 (10)	Bouwsteen 1b – Saeftinghedok (noord en zuid) met behoud van Doel
3 (8.0)	Bouwsteen 2 – Saeftinghedok (enkel zuidzijde)
6 (2.0)	Bouwstenen 5a/b en 11 – ontwikkeling langs het Waaslandkanaal en een insteekdok ten noorden van de Zandvlietsluis
4 (0.5)	Bouwstenen 6, 10a en 13a ⁷ – verhuis Ashland, uitbreiding Europaterminal en uitgebreide stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal
5 (0.5)	Bouwstenen 4a en 13a – containerkaai noordwest en uitgebreide stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal
8 (0.5)	Bouwstenen 15 en 16 – Schaar van Ouden Doel en verhuis RoRo Verrebroekdok met inrichten westzijde Verrebroekdok voor containerbehandeling
9 (-2.5)	Bouwstenen Tweede getijdendok, 11b en 5a' en 5b – een Tweede Getijdendok loodrecht aansluitend op het Deurganckdok met een knik vóór de Engelse Steenweg , een dok aansluitend op de oostzijde van de Noordzeeterminal voor de Zandvlietsluis en uitbreidingen aan beide zijden van de Kieldrechtshuis langs het Waaslandkanaal
7 (-4.5)	Bouwstenen 4b, 12 en 14 – Halve containerkaai noordwest, beperkte stroomafwaartse uitbreiding Noordzeeterminal en Delwaidedok in combinatie met nieuwe zeeluis

In Tabel 11 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.

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

⁶ De scores worden nu afgerond op 0.5.

⁷ 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.

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 Saefthingedok 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).

Nautisch minder geschikt zijn de alternatieven 4 en 5 die een gemeenschappelijke bouwsteen hebben, namelijk 13a met een uitgebreide stroomafwaartse uitbreiding van de Noordzeeterminal, alternatief 6 met bouwstenen achter de Kieldrechtsluis en ter hoogte van Zandvliet in een insteeddok en alternatief 8 wat een uitbreiding op Schaar Van Ouden Doel beoogt. Deze grote uitbreidingen op de rivier voor alternatieven 4, 5 en 8 geven 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 9 en 7. 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 sluzencomplex nautisch minst geschikt omdat een sluis moet gepasseerd worden en de dokken op rechteroever niet op maat zijn van een 430 m lang containerschip. In alternatief 9 zorgen de bouwstenen 5a' en 5b voor extra containercapaciteit achter de Kieldrechtsluis, heeft het verlengde dok/kade met bouwsteen 11b aan de oostzijde van de Noordzeeterminal ook beperkingen door de onmiddellijke nabijheid van de Zandvlietsluis en heeft het Tweede Getijdendok (2b) door zijn smalle breedte en knik een belangrijke nadelige invloed op de nautische toegankelijkheid tot het dok zelf.

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. 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 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 sluzen 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 sluzen zullen moeten aanleggen.

Het staat vast dat, na de keuze van een voorkeursalternatief, in de ontwerpfase gedetailleerd nautisch onderzoek (door middel van manoeuvreersimulaties) noodzakelijk is om vanuit zowel microscopisch als macroscopisch standpunt tot een goed nautisch ontwerp te komen. Zo werden verschillende varianten van een Tweede Getijdendok reeds onderzocht in beperkte simulatiestudies om de nautische gevolgen van de ontwerpvorm te kunnen beoordelen. Hiermee gaat men buiten de strategische onderzoeksfase en voert men verkennend onderzoek uit voor de uitwerkingsfase. Uit dit verkennend onderzoek is gebleken dat om bijvoorbeeld het alternatief 9 nautisch beter toegankelijk te maken en dus een hogere score te kunnen krijgen in voornamelijk de microscopische benadering van deze bouwsteen, de vorm van het dok zelf met voornamelijk de beschikbare vaarwegbreedte over de volledige doklengte en de vorm van de knik moeten geoptimaliseerd worden.

5 Verkennend onderzoek: verkeersafwikkeling aan de Deurganckdokmond

Omdat Alternatief 9 steunt op een bouwsteen TGD die ook gebruik maakt van de Deurganckdokmond tot de rivier, werd er tijdens de expertenmeeting gezocht naar mogelijkheden voor verkeersafwikkeling bij deze mond.

5.1 Verkeer aan de Deurganckdokmond

5.1.1 Hoeveel trafiek passeert er per dag in het Deurganckdok?

De trafiek die per dag passeert in het Deurganckdok werd voor 2017 geteld op basis van het aantal bewegingen per scheepstype met Deurganckdok als herkomst/bestemming. Aan de ingang van Deurganckdok waren er in 2017 6321 passages van schepen met herkomst/bestemming Deurganckdok. Dit is gemiddeld circa 17 per dag. Bijkomend passeren daar ook de schepen van en naar de Kieldrechtssluis. Dit ging in 2017 over 3032 bewegingen of gemiddeld circa 8 per dag. In totaal zijn er dus aan de ingang van Deurganckdok 9353 passages geweest, gemiddeld 25 à 26 per dag.

5.1.2 Hoeveel trafiek wordt er verwacht aan de gezamenlijke ingang van het Tweede Getijdendok en het Deurganckdok?

Aan de gezamenlijke ingang van het Deurganckdok en het Tweede Getijdendok wordt de trafiek in 2030 als volgt geraamd:

- Voor de containerschepen met herkomst-bestedingsverkeer Tweede Getijdendok en Deurganckdok maar ook de Waaslandhaven, samen goed voor geraamd 8732 passages of gemiddeld circa 24 per dag.
- Voor alle andere scheepstypes (liquid bulk, RoRo en general cargo: trafiek van en naar de Kieldrechtssluis naar en van de Waaslandhaven): totaal aantal schepen naar het havencomplex op linkerscheldeoever achter de sluisen wordt geacht min of meer constant te blijven (prognose is 4719 bewegingen in 2030⁸ tov 5514 in 2017). Aangenomen wordt dus dat het aantal passages door de Kieldrechtssluis van dezelfde grootteorde zal blijven. Er werd tijdens de expertenmeeting wel aangegeven dat er nieuwe ontwikkelingen op de Linkeroever in onderzoek zijn waardoor grotere tankers de Kieldrechtssluis zullen aanlopen.

Het totaal aantal passages per jaar langs de gemeenschappelijke ingang ligt volgens deze prognoses dus rond de 13451 (of 6725 in elke richting). Dit is per dag gemiddeld 37 (18 à 19 in elke richting).

Uiteraard blijven dit benaderende berekeningen, vertrekkende van de aannamen die binnen het Complex Project ECA gehanteerd werden.

Wat betreft het aantal ligplaatsen dat verbonden is met deze trafiekprognose voor het Tweede Getijdendok geldt dat, om de verwachte groei met horizon 2030 op te kunnen vangen een Tweede Getijdendok met drie

⁸ Op dit ogenblik gaat 55% van de trafiek naar de Waaslandhaven door de Kieldrechtssluis (KIS), de overige 45% gaat via Kallosluis (KAS). Er wordt van een worstcase benadering uitgegaan waarbij er voor geopteerd wordt om alle trafieken naar de Waaslandhaven via de KIS te laten lopen. Op deze manier kan men aantonen dat ook bij uitval van de Kallosluis de trafiek naar DGD, TGD en Waaslandhaven nog via de Deurganckdokmond kan.

ligplaatsen nodig is (netto bijkomend – dus vier ligplaatsen aangezien een ligplaats van het Deurganckdok wordt afgenomen).

5.1.3 Diepgangsklasseverdeling van gemiddeld aantal schepen per dag aan knooppunt Deurganckdokmonding

Voor de linkeroever achter de sluizen en alle scheepstypes behalve de containerschepen, is de verdeling van het aantal getijonafhankelijke en getijafhankelijke schepen respectievelijk 99.5% en 0.5%. Indien voor de getijafhankelijke schepen geen onderscheid gemaakt wordt naar de diepgang zodat het aantal schepen per diepgangsklasse nog kan variëren ten opzichte van de prognose (bijvoorbeeld meer diepliggende schepen met diepgangen tussen 14.5 m en 15.5 m dan schepen met diepgangen tussen 13.1 m en 14.5 m), dan komt men tot 0.5% van 13 schepen gemiddeld per dag die voor de linkeroever achter de sluizen getijafhankelijk zijn. Dit betekent dat gemiddeld slechts om de vijftien dagen per jaar een getijafhankelijk schip naar de Kieldrechtsluis komt.

Voor het DGD en het TGD (containerschepen) is de verdeling van het aantal getijonafhankelijke en getijafhankelijke schepen respectievelijk 84.3% en 15.7%. Indien opnieuw geen onderscheid gemaakt wordt naar de diepgang voor de getijafhankelijke schepen dan komt men tot 15.7% van 24 schepen gemiddeld per dag die met bestemming DGD of TGD getijafhankelijk zijn. Dit betekent dat gemiddeld 4 schepen per dag getijafhankelijk zijn bij passage van het knooppunt aan het Deurganckdok.

Dus voor het totaal van 37 schepen per dag die het knooppunt passeren met bestemming DGD, TGD en de linkeroever achter de sluizen zijn gemiddeld 4 (om de vijftien dagen 5) schepen (in beide richtingen) getijafhankelijk.

5.2 Tijdensters en manoeuvres

5.2.1 Tijdensters

Aangezien getijafhankelijke schepen het traject Noordzee tot kade slechts kunnen afleggen rekening houdend met een tijvenster dat minimaal één uur moet bedragen en gemiddeld toch 4 (maximum 5) schepen in 2030 voor de bestemming Deurganckdokmonding getijafhankelijk zijn, is het belangrijk om de parameter tijvenster te bespreken in de beoordeling van de verkeersafwikkeling.

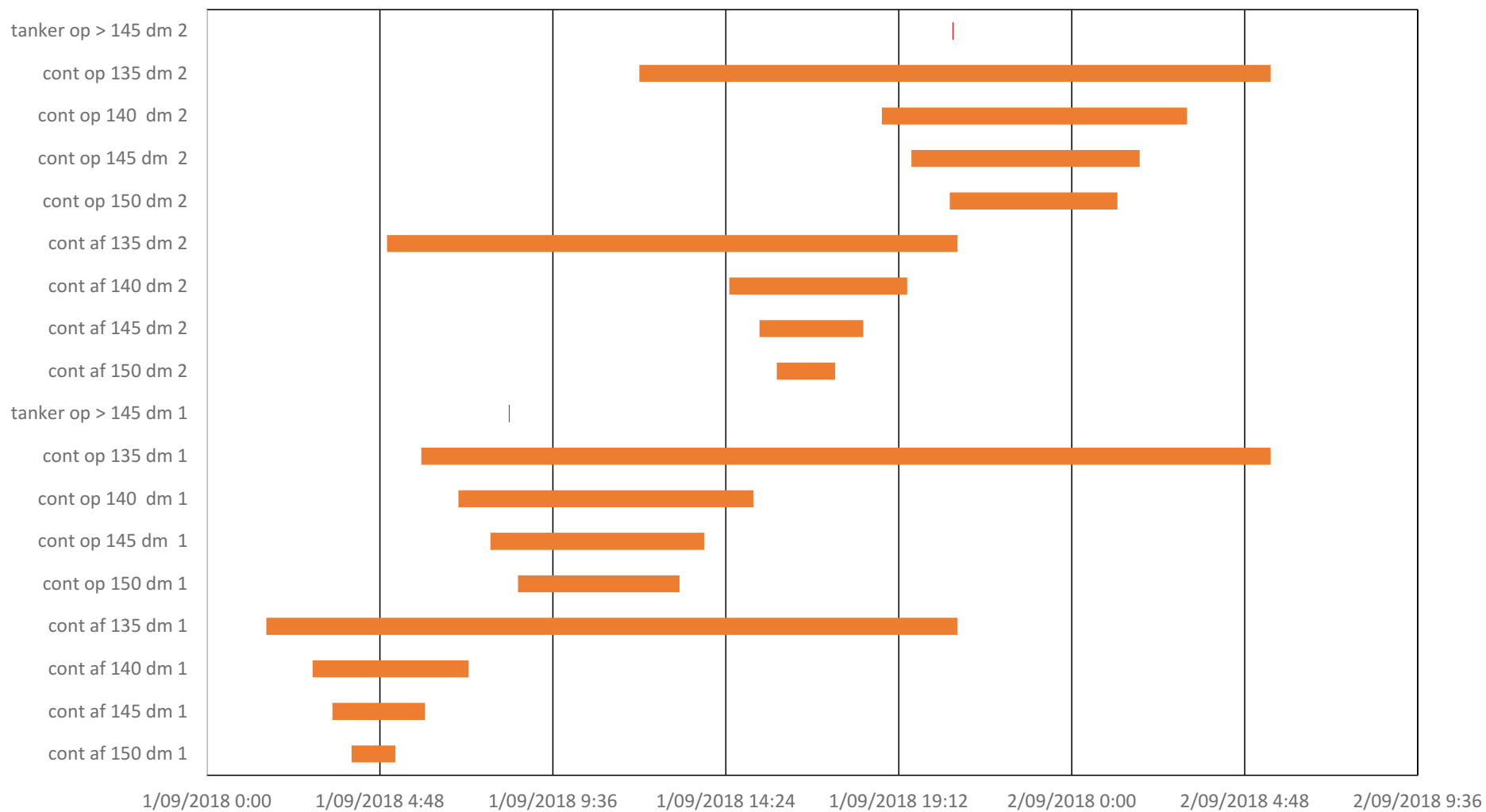
De principes die gehanteerd worden zijn:

- voor afvarende schepen worden de vaarvensters toegepast zoals vermeld op de website GNA www.VTS-Scheldt.net;
- voor opvarende schepen wordt de aankomst DGD bepaald op basis van het vaarvenster van de GNA rekening houdend met een vaartijd van 7 uur
- tankers met een diepgang van meer dan 145 dm moeten volgens de op- en afvaartregeling 40 min na HW Prosperpolder aan de monding van het dok zijn.

Een visuele weergave van de vaarvensters van 1 september 2018 (data GNA website www.VTS-Scheldt.net) tonen hoe de vaarvensters in op- en afvaart per getijcyclus worden gespreid (Figuur 3). Hierdoor kan men duidelijk zien hoe vier clusters per 24 uur ontstaan waarin het tijvenster varieert van minimaal 1:13 voor een containerschip met een diepgang van 150 dm tot maximaal 23:34 voor een containerschip met een diepgang van 135 dm. Illustratief werd 1 september 2018 gekozen omdat deze dag dicht bij springtij lag zodat het bepalende vaarvenster in afvaart zeker conservatief genoeg weergegeven werd.

Hoewel de getijonafhankelijke diepgang voor de Westerschelde op 131 dm ligt, blijkt ook afhankelijk van de getijslag voor schepen met een diepgang van 135 dm het tijvenster zeer groot te zijn van 15 tot 23 uren.

Figuur 3 – Vaarvensters voor containerschepen met verschillende diepgangen in opvaart en afvaart



5.2.2 Manoeuvres

In de simulatiestudie besproken in deelrapport 5 [3] werd een verkennend onderzoek uitgevoerd naar mogelijke manoeuvres en interacties tussen schepen nabij de Deurganckdokmond. Deze manoeuvres worden meer in detail besproken in [3] maar worden hier kort samengevat. Enerzijds is het belangrijk om de duur van een specifiek manoeuvre aan te geven en anderzijds is het belangrijk om de mogelijke manoeuvres na te gaan indien containerschepen met verschillende diepgangen binnen hetzelfde tijvenster moeten opereren.

Op 25 september 2018 werden nog verkennende simulaties uitgevoerd in het alternatief 9 bouwsteen TGD variant maar deze simulaties werden nog niet gerapporteerd.

Tijden

Tabel 12 – Indicatieve tijden verbonden met individuele simulaties naar de varianten P9_0 en P9_3

Bestemming / Op-Af	Stroom	Tijd rivier	Tijd monding	Tijd dok
P9_0 Head out – Op	Vloed	10 min	20 min	10 min (anderhalve ligplaats)
P9_0 Head in (2x) – Op	Eb	17 min / 15 min	12 min / 10 min	5 min (halve scheepslengte)
P9_0 Head out – Op	Eb	10 min	20 min	10 min
Bestemming / Op-Af		Tijd dok	Tijd monding	Tijd rivier
P9_3 Head in – Af	Vloed	40 min (vanaf achterste ligplaats)	20 min	Niet van toepassing
P9_3 Head out – Af	Vloed	7 min (vanaf eerste ligplaats)	23 min	Schip kan eventueel ten zuiden van het DGD wachten op de rivier tot andere schepen zijn opgevaren in de monding
P9_3 Head in – Af	Eb	30 min (vanaf achterste ligplaats)	15 min	
P9_3 Head out – Af	Eb	7 min (vanaf eerste ligplaats)	13 tot 15 min	

Op basis van de indicatieve tijden in Tabel 12 krijgt men een idee hoe lang het duurt om bepaalde deelmanoeuvres uit te voeren. Zo bijvoorbeeld duurt het ongeveer 40 minuten om van de laatste ligplaats in variant P9_3 naar de ingang van het Tweede Getijdendok te komen. Verder varieert de tijd dat een schip zich in de monding van het

Deurganckdok bevindt vanuit het TGD tussen 13 en 23 minuten. Deze tijd verschilt aanzienlijk naargelang het schip head in of head out is afgemeerd en ook de stroomconditie die heerst in de monding. Aangezien alle simulaties werden uitgevoerd met maximale eb- of vloedstroomcondities zijn deze tijden extremere waarden. Wanneer ten opzichte van het getij het schip aan de monding van het Deurganckdok zijn zwaaimanoeuvre uitvoert, hangt ook zeer sterk af van de diepgang en het dus beschikbare tijvenster. Hoe krapper het tijvenster hoe minder men bij extreme stroomcondities in de monding zal moeten manoeuvreren, hoe ruimer het tijvenster (zoals voor een schip met 135 dm diepgang) hoe groter de kans dat het manoeuvre ook eens bij extremere stroomcondities zal moeten uitgevoerd worden.

In Tabel 13 worden opnieuw indicatieve tijden gegeven maar nu van simulaties waarbij twee schepen met bestemming/vertrek DGD of TGD in dezelfde monding moeten opereren. Hieruit blijkt dat het organiseren van ontmoetingen mogelijk zijn in de omgeving van de monding van de dokken maar dat de tijden kunnen toenemen. Verder onderzoek naar optimalisaties van manoeuvres bij meer stroom- en windcondities (minder extreme condities) is dus nodig om dit verder te kunnen onderbouwen.

Algemeen kan wel gesteld worden dat er een voorkeur is tot het head in afmeren in het Tweede Getijdendok terwijl in het Deurganckdok nu steeds head out afmeren wordt toegepast. Een optimalisatie van de manoeuvres naar deze vaststelling is ook nog noodzakelijk. Aangezien de tijden voor het uitvoeren van manoeuvres aanzienlijk kunnen zijn en deze manoeuvres vaak met twee sleepboten (of meer) moeten uitgevoerd worden, moet er een sluitende procedure zijn zodat voldoende sleepboten telkens aanwezig en beschikbaar zijn.

Tabel 13 – Indicatieve tijden verbonden met gekoppelde simulaties naar de variant P9_3

Bestemming / Op-Af	Stroom	Tijd rivier	Tijd monding	Tijd dok
Schip 1: op, head out DGD Schip 2: af, head in TGD	Vloed	20 min (voor het opvarende schip van de rivier tot op het knooppunt van DGD)	12 min (voor beide schepen in de monding van het DGD)	20 min (voor het afvarende schip van de tweede ligplaats tot in het DGD)
Schip 1: op, head out DGD Schip 2: af, head out TGD	Vloed	30 min (afgebroken na contact tussen schepen)	Contact opgetreden tussen de schepen, grotere tijds marge tussen de schepen noodzakelijk	30 min (afgebroken na contact tussen schepen)
Schip 1: op, head in TGD Schip 2: af, head in TGD	Eb	30 min (het opvarende schip moet zich in het DGD ophouden)	30 min	30 minuten (het afvarende schip moet wachten tot het opvarende voldoende ver in het DGD is)

Manoeuvres

Van de 36 schepen die per dag gemiddeld langs de monding van het DGD passeren, zijn alle schepen met bestemming LO achter de sluisen schepen die vooruit in- of uitvaren. Zij moeten dus niet zwaaien in de monding. De bezetting van de monding door deze schepen is dus beperkt in tijd (uit te drukken in vijf tot tiental minuten). Bovendien zijn passages in de monding van het dok ook mogelijk tussen schepen tot 300 m lengte.

Van de 24 schepen die als bestemming het DGD of het TGD hebben, zijn er dus 4 tot maximaal 5 per dag die getijafhankelijk zijn en die prioritair moeten toegang krijgen tot het dok tijdens de beschikbare tijvensters. 19 schepen zijn dus niet getijafhankelijk en krijgen in hoofdzaak toegang tot het DGD en het TGD rekening houdend met de prioritaire schepen.

Aangezien er vier clusters van tijvensters van minimaal één uur zijn per etmaal kunnen deze vier getijafhankelijke schepen gespreid worden over deze vier clusters of kunnen ook twee (of meer) getijafhankelijke schepen samen in één cluster behandeld worden. Hiervoor zijn in Tabel 14 en Tabel 15 enkele scenario's beschreven met twee tot drie schepen in opvaart of afvaart.

Tabel 14 – Scenario's voor aankomst van twee tot drie getijafhankelijke schepen in een vergelijkbaar tijvenster in opvaart

Bestemming	Scenario
3 DGD	Minimaal 15 minuten interval, de grootste diepgang eerst bij voorkeur en dan de andere (dat is nu de praktijk); onderscheid tussen tankers en containerschepen (tankers head in DGD), vanaf bepaalde diepgang (145 dm) tankers stil van hoog in DGD (dit is nog niet gebeurd)
2 DGD + 1 TGD	Minimaal 15 minuten interval, eerste DGD, tweede TGD (head in in TGD), derde DGD, indien mogelijk grootste diepgang eerst
1 DGD + 2 TGD	Minimaal 15 minuten interval, eerste TGD, tweede DGD, derde TGD, indien mogelijk grootste diepgang eerst
3 TGD	Minimaal 15 minuten interval, het schip verst eerst en dan de andere;

Tabel 15 – Scenario's voor vertrek van twee tot drie getijafhankelijke schepen in een vergelijkbaar tijvenster in afvaart

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

De bedoeling moet zijn om dit verkennend onderzoek verder uit te voeren in de uitwerkingsfase van het Complex Project door middel van:

- Real time simulatiestudies die de scenario's onderzoeken en de plaats/tijdsrelaties geven van realistische manoeuvres aan de Deurganckdokmonding;
- Deze manoeuvres in verband brengen met de tijvensters van de prognose vloot voor 2030 of later bijgestelde prognoses.

De ketenwerking met afhandeling tot op de kade, de beschikbaarheid van voldoende sleepboten tot de toegankelijkheid van de prognosevloot over het volledige traject van de Westerschelde met aanduiding van knelpunten vanuit real time simulatieonderzoek zijn ook bepalende factoren in deze capaciteitssturing.

6 Referenties

- [1] **Eloot, K.; Verwilligen, J.; Vantorre, M.; Mostaert, F.** (2017). Complex project: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen: Deelrapport 1: Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: deskstudie. Versie 3.4 WL Rapporten, 16_117_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.
- [2] **Eloot, K.; Verwilligen, J.; Vantorre, M.; Mostaert, F.** (2018). Complex project: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen: Deelrapport 4 – Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: beoordeling van de P5-2 en P9 varianten voor een tweede getijdendok. Versie 3.3. WL Rapporten, 16_117_4. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.
- [3] **Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F.** (2018). Complex project: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen: Achtergronddocumentatie - Deelrapport 5 – Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: simulatiestudie voor de bouwsteen tweede getijdendok loodrecht op het Deurganckdok. Versie 3.0. WL Rapporten, 16_117_5. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Appendix A: 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



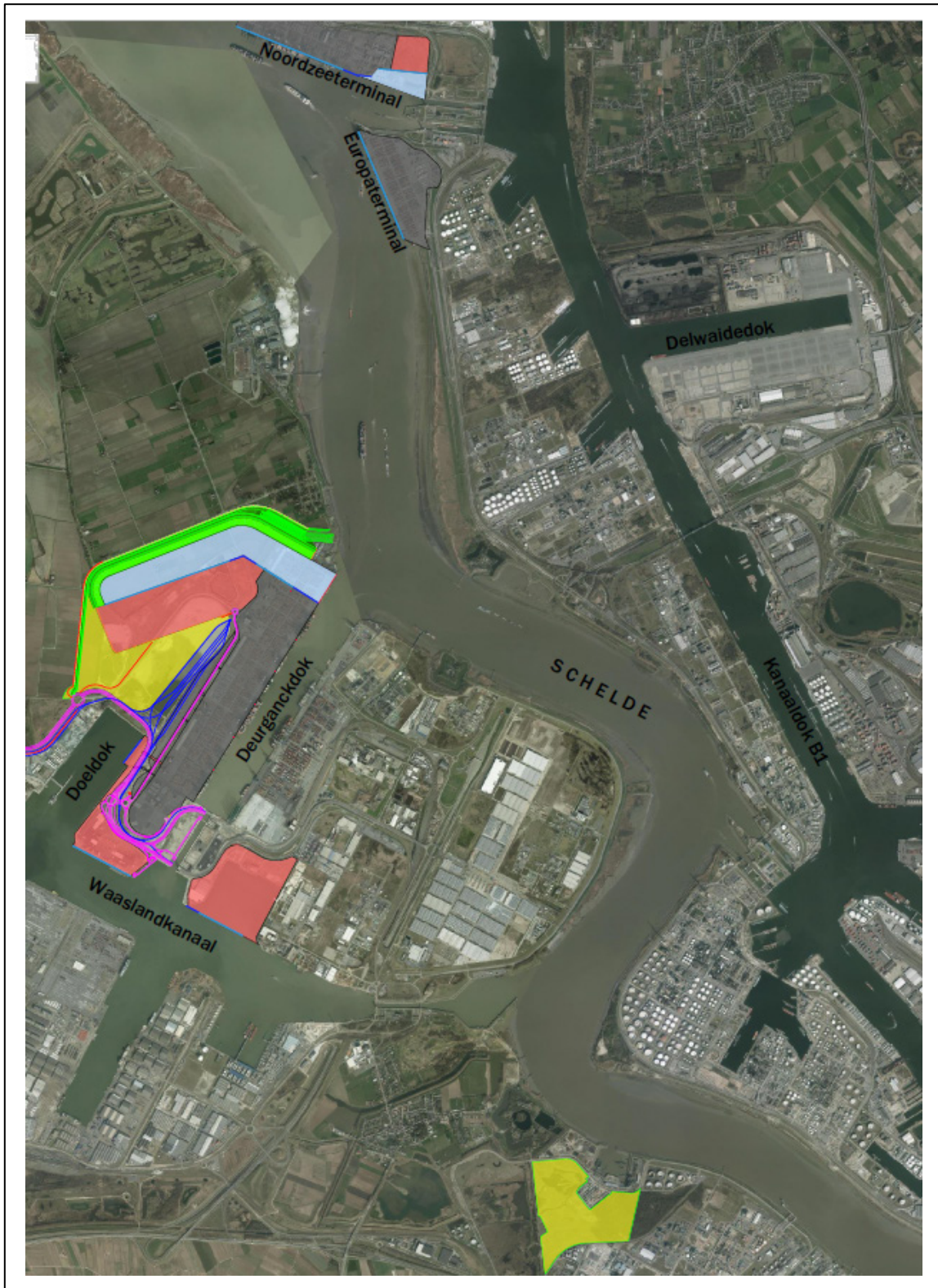
Alternatief 7: Bouwstenen 4b, 12 en 14



Alternatief 8: Bouwstenen 15 en 16



Alternatief 9: Bouwstenen 11bis, 5a en 5b en TGD



DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be