

QUICK SCAN EXTERNE VEILIGHEID – COMPLEX PROJECT –
EXTRA CONTAINERCAPACITEIT ANTWERPEN

Quick scan externe risico's Westerschelde

Havenbedrijf Antwerpen NV

Report No.: PP187272-1, Rev. def

Document No.: PP187272-1

Date: 2017-12-08



Project name: Quick scan externe veiligheid – Complex project DNV Belgium N.V. Oil & Gas
– Extra containercapaciteit Antwerpen Solutions Belgium
Report title: Quick scan externe risico's Westerschelde Noorderlaan 147
Customer: Havenbedrijf Antwerpen NV, 2030 Antwerp
Havenhuis, Zaha Hadidplein 1 Belgium
2030 Antwerpen, België Tel: +32 (0)3 206 65 40
Customer contact: Sofie Verheyen
Date of issue: 2017-12-08
Project No.: PP187272
Organisation unit: Solutions Belgium
Report No.: PP187272-1, Rev. def
Document No.: PP187272-1
Applicable contract(s) governing the provision of this Report:

Objective:

Prepared by:



Philip Van Driessche
Senior Consultant

Verified by:



Maarten Bekaert
Head of section

Approved by:



Maarten Bekaert
Head of section

Copyright © DNV GL 2017. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV GL undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS.

DNV GL Distribution:

- ☐ Unrestricted distribution (internal and external)
☐ Unrestricted distribution within DNV GL Group
☐ Unrestricted distribution within DNV GL contracting party
☒ No distribution (confidential)

Keywords:

[Keywords]

Rev. No.	Date	Reason for Issue	Prepared by	Verified by	Approved by
def	2017-12-08	Definitieve versie	Philip Van Driessche	Maarten Bekaert	Maarten Bekaert

Inhoudstafel

1	INLEIDING.....	1
1.1	Voorgaande studies	1
1.2	Quick Scan Externe veiligheid ECA	2
2	METHODIEK.....	4
2.1	Algemeen	4
2.2	Analyse	4
3	AANTAL VAARBEGINGEN.....	5
3.1	Systeembeschrijving	5
3.2	Quick scan 2017	6
4	SCHEEPSTRANSPORTEN MET GEVAARLIJKE PRODUCTEN.....	12
4.1	Zeeschepen met toxische gassen (GT3)	12
4.2	Zeeschepen met brandbare gassen (GF2 en GF3)	13
5	AANVARINGSFREQUENTIE	15
6	ANALYSE VAN DE GEWIJZIGDE PARAMETERS.....	16
7	RESULTATEN NIEUW REFERENTIEJAAR 2016	19
8	PROGNOSE JAREN 2030	21
8.1	Prognoses aantal transportbewegingen gevaarlijke stoffen per zeeschip	21
8.2	Prognoses Totale zeevaart nulalternatief en ECA	21
8.3	Schatting van het aantal botsingen	28
8.4	Effecten van de gewijzigde parameters	29
9	RESULTATEN 2030 NULTERNATIEF EN ECA	33
10	CONCLUSIE	35

1 INLEIDING

In 2003 voerde DNV (nu DNV GL) een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uit voor de Provincie Zeeland, een studie waarbij de risico's voor de omwonenden verbonden aan het vervoer van gevaarlijke stoffen door (zee)scheepvaart op de Westerschelde in detail werd beschouwd (zogenaamde Basisstudie). In 2011 werd door DNV een actualisatiestudie uitgevoerd betreffende de risico's van het transport van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde en werd een doorkijk berekend naar 2015-2030. In het kader van het Complex project Extra containercapaciteit Antwerpen (kortweg ECA) wenst het Havenbedrijf Antwerpen een quick scan externe veiligheid te laten uitvoeren om de mogelijke effecten van het ECA-project op de risico's van het transport van gevaarlijke stoffen door de zeevaart voor de omwonenden in kaart te brengen met als basis de actualisatiestudie uit 2011.


1.1 Voorgaande studies

Gedurende de afgelopen jaren heeft DNV GL een aantal studies uitgevoerd inzake de externe veiligheid van het vervoer van gevaarlijke stoffen over de (Wester)Schelde.

De voorliggende studie is een vervolg op:

- Basisstudie 2003: de kwantitatieve risicoanalyse die DNV in 2003 uitvoerde voor de provincie Zeeland "Quantitative Risk Assessment (Wester)Schelde river", waarbij de risico's verbonden aan het vervoer van gevaarlijke stoffen door de (zee)scheepvaart over de (Wester)Schelde rivier nader zijn beschouwd.
- Toekomstverkenning 2004: de kwantitatieve risicoanalyse die DNV in 2004 uitvoerde voor ProSes "QRA Toekomstig Transport Gevaarlijke Stoffen (Wester)Schelde", waarbij de toekomstverkenning voor de peiljaren 2010, 2020 en 2030 werd berekend, gebaseerd op het risicomodel zoals dat in de voorgaande studie werd opgebouwd
- Quick scan 2007: verkennende analyse en quick scan ten behoeve van het MER en MKBA Verruiming Vaargeul, met een doorkijk naar 2010, 2020 en 2030 op basis van onder meer geactualiseerde botsingskansen en groeiprognozes. Dit onderzoek is afgerond op 12 juli 2007.
- Verkennende analyse 2008, een analyse van aannames en inputparameters van de vorige uitgevoerde risicoanalyses naar bruikbaarheid/aanvaardbaarheid ten behoeve van een nieuwe detailanalyse
- Voorstudie 2009: detailuitwerking van een aantal conceptbesluiten en aandachtspunten met als ultiem doel het finaal vastleggen van de invoerparameters voor de Actualisatiestudie 2011.
- Actualisatiestudie 2011: volledige herziening van de kwantitatieve risicoanalyse (Quantitative Risk Assessment, QRA) Westerschelde op basis van de meest actuele vervoersdata.

In het kader van deze voorgaande opdrachten maakte DNV GL met het Phast Risk (voorheen genoemd SAFETI) -softwaremodel een uitgebreid risicomodel voor de (Wester)Schelde situatie. Daarbij werd een uitgebreide analyse gedaan (gebruik makend van het energiemodel) van aanvaringskansen en de gerelateerde lekkagekansen op grond van een specifieke segmentering van de rivier. Hieronder volgt een korte samenvatting van deze voorgaande studies.



De doelstelling van de basisstudie 2003 was om eerdere studies te actualiseren en de modellering van de risico's te verfijnen. Hiertoe werden de resultaten uit eerdere studies beschouwd, werd uitgegaan van de meest actuele vaarbewegingen op dat moment en werden de op dat moment meest recente aanvaringen verwerkt (periode 1998 – 2002). Reeds geïmplementeerde (nautische) (risico)beheersmaatregelen werden als uitgangspunt genomen voor deze studie, als ook een verfijnde modellering van de ammoniakbronterm op grond van het oplossingsgedrag in water bij uitstroming onder de waterlijn.

In de toekomstverkenning 2004 werden de externe risico's berekend voor de peiljaren 2010, 2020 en 2030. Voor een aantal geïdentificeerde parameters als verruiming, verwachte economische groei en specifieke transportontwikkelingen werd in de toekomstverkenning geanalyseerd wat de invloed was op het externe risicoprofiel van de (Wester)Schelde.

De quick scan 2007, uitgevoerd ten behoeve van het project Verruiming Vaargeul, omvatte een semi-kwantitatieve screening van de impact van onder meer gewijzigde groeiprognozes en aanvaringskansen op de resultaten uit de voorgaande studie, rekening houdend met een nieuw referentiejaar (2005 in plaats van 2003).

In deze verkennende analyse 2008 werden de aannames en inputparameters van de vorige uitgevoerde risicoanalyses opnieuw geanalyseerd naar bruikbaarheid/aanvaardbaarheid ten behoeve van de actualisatiestudie.

In de voorstudie 2009 werden een aantal conceptbesluiten en aandachtspunten in detail uitgewerkt met als ultiem doel het finaal vastleggen van de invoerparameters voor de Actualisatiestudie.

In de actualisatiestudie 2011 werd een volledige herziening van de kwantitatieve risicoanalyse (Quantitative Risk Assessment, QRA) Westerschelde voorzien op basis van de meest actuele vervoersdata en op basis van de eindconclusies uit de Voorstudie 2009. De actualisatiestudie is hiermee een volledige herziening van de basisstudie 2003 en de toekomstverkenning 2004.


1.2 Quick Scan Externe veiligheid ECA

Doelstelling van deze studie is om inzichtelijk te maken in welke mate het externe risico dat is verbonden met het transport van gevaarlijke stoffen over de Westerschelde, zal wijzigen, rekening houdend met Complex Project - Extra Containercapaciteit Antwerpen (kortweg ECA) en de geactualiseerde prognoses van alle goederenstromen van en naar Antwerpen.

De analyse betreft een quick scan waarbij wordt nagegaan of de bijkomende containertrafieken door ECA een impact hebben op de externe veiligheid en meer specifiek of de plaatsgebonden risicocontour van $10^{-6}/j$ nergens aan land komt.

De toekomstige verkeersafwikkeling vertaalt zich in een aantal scenario's:

- Analyse 1: Impact van de verandering van het referentiejaar 2016 ten opzichte van de periode 2004-2008 op de externe veiligheid;
- Analyse 2: Doorkijk naar referentiejaar 2030 zonder ECA, zogenaamde nulalternatief;

- 
- Analyse 3: Impact van de verandering van het aantal en de aard van de containerschepen ten gevolge van ECA op de externe veiligheid (tov referentie 2016).

De inschatting van de wijziging van het externe risico zal gebeuren door voor elk van de scenario's te analyseren wat de invloed is op het plaatsgebonden risico (PR).



2 METHODIEK

2.1 Algemeen

De methodiek is dezelfde als deze gehanteerd in een eerdere quickscan uitgevoerd in 2007, meer specifiek 'Actualisatie toekomstverkenning transport (Wester)Schelde' in het kader van de m.e.r.-procedure voor het project Verruiming Vaargeul. Hierbij zal op een kwalitatieve/semi kwantitatieve wijze ingeschat worden wat de impact is van de te wijzigen parameters/scheepsdata op de externe risico's. Hierbij zal in eerste instantie gefocust worden op de reeds bestaande knelpunten (uit vorige rapportages, met name in eerste instantie Vlissingen en Terneuzen) en op die locaties waar eventueel nieuwe knelpunten te verwachten zijn. De inschattingen zullen zo gebeuren dat maximale consistentie met de gedetailleerde analyse wordt nagestreefd. Op die manier wordt verzekerd dat zowel methodologisch als analytisch verder gewerkt wordt op een aanpak die eerder door zowel Vlaanderen als Nederland werd aanvaard.

2.2 Analyse

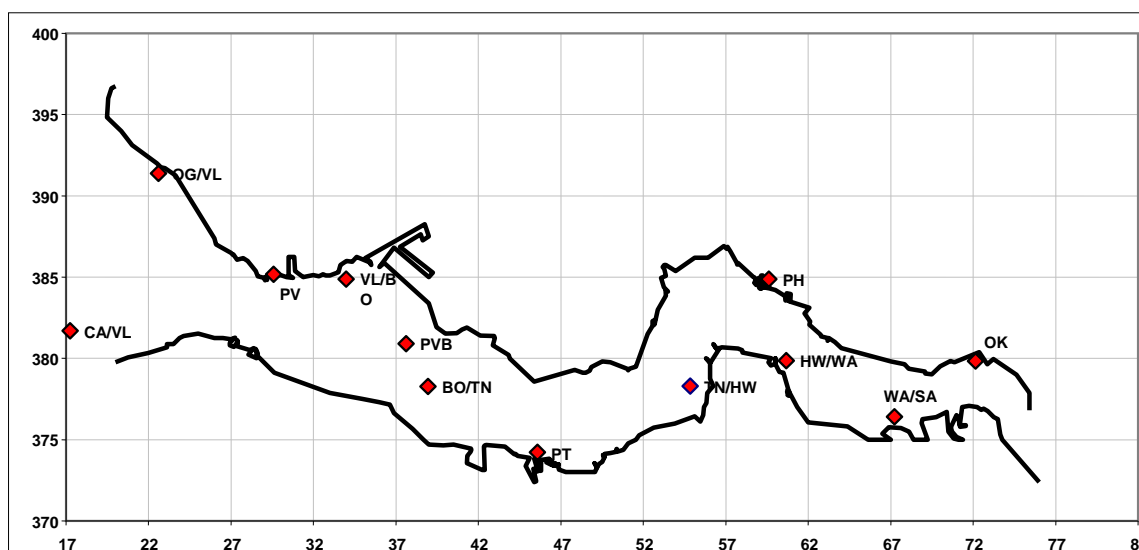
In een eerste stap wordt de nieuwe referentiesituatie bepaald en wordt de impact van het nieuwe referentiejaar op het externe risico ingeschat. De nieuwe referentiesituatie, meer specifiek het nieuwe referentiejaar 2016, wordt enerzijds bepaald op basis van de gegevens van het referentiejaar (2008) en de prognoses uit de actualisatiestudie (voor het jaar 2015 en 2030) en anderzijds gecorrigeerd op basis van de werkelijke gegevens voor het nieuwe referentiejaar 2016 aangeleverd door de Haven van Antwerpen.

3 AANTAL VAARBEGINGEN

3.1 Systeembeschrijving

De vaarwegen "Oostgat" en "Wielingen" vormen de westelijke grenzen van het beschouwde studiesysteem, de gemeente Zandvliet vormt de oostelijke projectgrens. Voor dit (rivier)systeem vormen het verzamelen van gegevens en een gestructureerde data-analyse de vereiste stappen om te kunnen komen tot een statistisch onderbouwde schatting van lekfrequenties van zeeschepen met gevaarlijke stoffen. De verzamelde data (scheepvaartverkeer) is opgedeeld en geanalyseerd op grond van bijvoorbeeld de routing van schepen, de aard van de getransporteerde stoffen, de (massa)verplaatsing per schip, etc.

Om de schattingen van frequenties zo specifiek mogelijk alsook zo praktisch mogelijk te maken, werd de Westerschelde in de Basisstudie 2003 onderverdeeld in 12 riviersegmenten. Deze indeling is gebaseerd op de geografische ligging van de SRK-stations (zie Figuur 1), die de gegevens registreren omtrent de verkeersstromen in de lokale scheepvaart. Het scheepvaartverkeer en de daarmee samenhangende data zijn per afzonderlijk riviersegment vastgesteld, en is binnen ieder segment als constante aangenomen. Voor de actualisatiestudie 2011 zijn exact dezelfde segmenten gehanteerd als in de basisstudie 2003.



Figuur 1– Geografische ligging van Passagepunten

Elk van de punten is voorzien van een afkorting. De afkortingen representeren de passagepunten als is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 – Passagepunten en Afkortingen

Ca/VI – Rz/VI ¹	Grens Cadzand / Vlissingen – Ribzand/Vlissingen	Ph	Passage Hansweert
Pv	Passage Vlissingen	Hw /Wa	Grens Hansweert / Waarde
VI/Bo	Grens Vlissingen / Borssele	Wa/ Sa	Grens Waarde / Saeftinge (Konijnenschor)
Pvb	Pas van Borssele	Ok	Oostketel
Bo/Tn	Grens Borssele / Terneuzen	Sb/ Og	Grens Steenbank / Oostgat
Pt	Passage Terneuzen	Og/ VI	Grens Oostgat / Vlissingen
Tn/Hw	Grens Terneuzen / Hansweert (Middelgat)		

3.2 Quick scan 2017

In het kader van deze quick scan studie worden de gegevens van transport per zeeschip over de Westerschelde geactualiseerd om een nieuw referentiejaar te bekomen voor verdere prognoses.

3.2.1 Basisgegevens vorig referentiejaar 2008

De gegevens omtrent totale zeescheepvaart voor de situatie 2008 op de (Wester)Schelde per riviersegment werden ontleend aan de actualisatiestudie en worden weergegeven in Tabel 2. Deze gegevens zijn opgedeeld in de volgende massa categorieën:

Klein (S):	< 10.000 ton
Middelgroot (M):	10.000 – 40.000 ton
Groot (L):	> 40.000 ton

Tabel 2 - Overzicht van het totale transport aan zeeschepen verdeeld over 3 groepen van massaklassen voor het referentiejaar 2008

segment		S	M	L	totaal
1	CA/VL - PV (tot begin 2005) RZ/VL - PV (vanaf begin 2005)	11109	11504	7955	30568
2	PV - VL/BO	17889	16245	8227	42361
3	VL/BO - PVB	13456	12834	7742	34033
4	PVB - BO/TN	13359	12973	7794	34126
5	BO/TN-PT	18394	12923	7667	38984
6	PT - TN/HW3	12758	10935	7263	30956
7	TN/HW3 - PH	12952	10937	7268	31157
8	PH - HW/WA2	13540	10942	7269	31750
9	HW/WA2 - WA/SA2	13088	10937	7265	31290
10	WA/SA2 - OK	13371	10885	7249	31505
12	OG/VL - PV	13436	5152	267	18855

¹ Sinds 2005 wordt het passagepunt Ca/VI niet meer gerapporteerd en werd het vervangen door het passagepunt RZ/VI.

3.2.2 Referentiejaar 2016 op basis van lineaire interpolatie (1a)

De nieuwe referentiesituatie met betrekking tot het aantal vaarbewegingen wordt berekend op basis van de gegevens van de actualisatiestudie door interpolatie tussen het referentiejaar van deze studie (2008) en de gerapporteerde prognosejaren (2015 en 2030). Deze interpolatie oefening is noodzakelijk omdat in het kader van deze opdracht enkel de werkelijke gegevens voor 2016 van de haven van Antwerpen beschikbaar zijn en de volledige verkeersstroom op de Westerschelde in kaart dient te worden gebracht.

In de eerste berekeningen worden 2 (lineaire) interpolaties (2008->2030 & 2015->2030) toegepast om de cijfers voor 2016 te bepalen voor alle segmenten van de Westerschelde.

De gegevens bekomen via deze interpolatie-oefening worden vergeleken met de beschikbare data van scheepsbewegingen voor de haven van Antwerpen voor het jaar 2016 (het betreft aankomsten, vertrek en doorvaart). Tabel 3 geeft een overzicht van de relevante scheepsbewegingen voor de Antwerpse haven op basis van effectieve data voor 2016.

Bij deze vergelijking werd vastgesteld dat zowel voor het totale aantal schepen, als voor het aantal schepen boven 20.000 ton (deze schepen beschikken over voldoende energie om een lekkage te veroorzaken ingevolge een aanvaring), de interpolatie 2008-2030 voor het segment Antwerpen beter aansluit bij de werkelijkheid dan interpolatie 2015-2030. Hiertoe werd besloten om de interpolatie 2008-2030 te weerhouden voor de verdere berekeningen. Tabel 4 presenteert de resultaten van de interpolatie 2008-2030 van de vaarbewegingen uit de actualisatiestudie 2011. In deze tabel wordt ook de delta aangegeven ten opzichte van het referentiejaar 2008 dat gebruikt is in de actualisatiestudie 2011. Tabel 5 presenteert de resultaten van de interpolatie 2015-2030 van de vaarbewegingen uit de actualisatiestudie 2011.

Tabel 3 – Overzicht effectieve scheepsbewegingen voor de Haven van Antwerpen 2016

From	To	S	M	L	Totaal
OK	WA/SA	9241	10444	9830	29515

Tabel 4 – Overzicht aantallen relevante zeetransporten 2016 (via interpolatie 2008-2030)

From	To	S	M	delta van het aantal middelgrote schepen	aantal middelgrote schepen boven 20.000 ton 56% (M)	L	delta van het aantal grote schepen	aantal middelgrote schepen boven 20.000 ton 56% (M+L)	delta van alle schepen (>20000 ton)	Indexcijfer (-) 2016 vs 2008 van alle schepen (>20000 ton)	Totaal	Indexcijfer (-) 2016 vs 2008 van alle schepen
OK	WA/SA	12299	10618	-267	5946	9495	2246	15442	2097	1,16	32413	1,03
WA/SA	HW/WA	12119	10652	-285	5965	9505	2240	15470	2081	1,16	32276	1,03
HW/WA	PH	12409	10655	-287	5967	9508	2239	15475	2078	1,16	32572	1,03
PH	TN/HW	12078	10655	-282	5967	9507	2239	15474	2081	1,16	32240	1,03
TN/HW	PT	11954	10654	-281	5966	9504	2241	15470	2083	1,16	32112	1,04
PT	BO/TN	16627	12605	-318	7059	10273	2606	17332	2428	1,16	39505	1,01
BO/TN	PVB	12282	12374	-599	6930	10384	2590	17314	2255	1,15	35041	1,03
PVB	VL/BO	12385	12318	-516	6898	10362	2620	17260	2331	1,16	35065	1,03
VL/BO	PV	15566	14941	-1304	8367	10747	2520	19114	1790	1,10	41254	0,97
PV	OG/VL	11516	5862	710	3283	829	562	4111	959	1,30	18206	0,97
PV	CA/VL	9345	10084	-1420	5647	9947	1992	15594	1197	1,08	29376	0,96

Tabel 5 – Overzicht aantallen relevante zeetransporten 2016 (via interpolatie 2015-2030)

From	To	S	M	delta van het aantal middelgrote schepen	aantal middelgrote schepen boven 20.000 ton 56% (M)	L	delta van het aantal grote schepen	aantal middelgrote schepen boven 20.000 ton 56% (M+L)	delta van alle schepen (>20000 ton)	Indexcijfer (-) 2016 vs 2008 van alle schepen (>20000 ton)	Totaal	Indexcijfer (-) 2016 vs 2008 van alle schepen
OK	WA/SA	12329	11237	352	6292	11674	4425	17967	4622	1,35	35240	1,12
WA/SA	HW/WA	12329	11237	300	6292	11674	4409	17967	4577	1,34	35240	1,13
HW/WA	PH	12344	11237	295	6292	11674	4405	17967	4570	1,34	35255	1,11
PH	TN/HW	12527	11243	306	6296	11674	4406	17970	4577	1,34	35444	1,14
TN/HW	PT	12527	11243	308	6296	11674	4411	17970	4583	1,34	35444	1,15
PT	BO/TN	17145	13280	357	7437	12794	5127	20231	5327	1,36	43219	1,11
BO/TN	PVB	13311	12992	19	7276	12885	5091	20161	5102	1,34	39188	1,15
PVB	VL/BO	13471	13108	274	7341	12908	5166	20248	5319	1,36	39487	1,16
VL/BO	PV	14875	14567	-1678	8157	13106	4879	21263	3939	1,23	42547	1,00
PV	OG/VL	11049	6898	1746	3863	923	656	4786	1634	1,52	18870	1,00
PV	CA/VL	8084	9322	-2182	5220	12248	4293	17468	3071	1,21	29653	0,97

3.2.3 Referentiejaar 2016 op basis van lineaire interpolatie met correctie op basis van gegevens Antwerpen (1b)

De finale nieuwe referentiesituatie voor 2016 (voor de volledige Westerschelde) wordt bekomen door correctie van de geïnterpoleerde data op basis van de werkelijke cijfers van de Antwerpse haven. Hiertoe worden alle segmenten gecorrigeerd op basis van de afwijking tussen de geïnterpoleerde data en de effectieve data voor Antwerpen (2016). Tabel 7 presenteert de referentiesituatie 2016 via interpolatie met correctie voor het alle segmenten. Tabel 6 geeft een overzicht van de factoren die bekomen worden voor de nieuwe referentiesituatie 2016 ten opzichte van de referentiesituatie 2008 uit de actualisatiestudie 2011.

De gegevens inzake de totale zeescheepvaart op de (Wester)Schelde worden driemaal gebruikt in de berekening van de frequentie waarmee stoffen vrijkomen:

- Ten eerste worden deze data gebruikt om het aantal schepen te bepalen dat over voldoende energie beschikt om een ongeluk met aanzienlijke schade te veroorzaken, de zogenaamde NEO waarde.
- Ten tweede worden deze data gebruikt om het aantal schepen te bepalen dat bij invaren op een ander schip over voldoende energie beschikt om een (kleine of een grote) lekkage te veroorzaken, respectievelijk de NE1 en NE2 waarden.
- Ten derde worden deze data gebruikt om het aantal ongevallen (per jaar per zeeschip) te berekenen uit de ongevalsfrequentie op de rivier (f4+5) en het aantal schepen met voldoende energie voor het veroorzaken van een lekkage (NE1 of NE2).

Een verandering in NEO is gelijk aan een verandering van de totale zeescheepvaart op de rivier aangezien de minimale energie (E0) om schade toe te brengen aan een ander schip klein is. Echter, alleen de schepen met een massaverplaatsing boven de 20.000 ton beschikken over voldoende energie om bij aanvaring een lek te slaan in een (ander) zeeschip geladen met gevaarlijke stoffen. Om die reden is een verandering van het aantal schepen met een massaverplaatsing hoger dan 20.000 ton van invloed op de NE1 en de NE2-waarden.

Tabel 6 – Overzicht factoren scheepsbewegingen 2016 tov 2008

From	To	Indexcijfer (-) 2016 vs 2008 van alle schepen (>20000 ton)	Indexcijfer (-) 2016 vs 2008 van alle schepen
OK	WA/SA	1,18	0,94
WA/SA	HW/WA	1,18	0,94
HW/WA	PH	1,18	0,93
PH	TN/HW	1,18	0,94
TN/HW	PT	1,18	0,94
PT	BO/TN	1,19	0,94
BO/TN	PVB	1,17	0,94
PVB	VL/BO	1,18	0,95
VL/BO	PV	1,12	0,91
PV	OG/VL	1,31	0,87
PV	CA/VL	1,10	0,92

Tabel 7 – Overzicht aantallen relevante zeetransporten 2016 met correctie voor alle segmenten

From	To	S	M	delta van het aantal middelgrote schepen	aantal middelgrote schepen boven 20.000 ton 56% (M)	L	delta van het aantal grote schepen	aantal middelgrote schepen boven 20.000 ton 56% (M+L)	delta van alle schepen (>20000 ton)	Indexcijfer (-) 2016 vs 2008 van alle schepen (>20000 ton)	Totaal	Indexcijfer (-) 2016 vs 2008 van alle schepen
OK	WA/SA	9241	10444	-441	5946	9830	2581	15776	2431	1,18	29515	0,94
WA/SA	HW/WA	9061	10477	-460	5965	9840	2575	15805	2415	1,18	29378	0,94
HW/WA	PH	9351	10480	-462	5966	9843	2574	15809	2413	1,18	29674	0,93
PH	TN/HW	9019	10480	-457	5966	9842	2574	15808	2416	1,18	29342	0,94
TN/HW	PT	8896	10479	-456	5966	9839	2576	15805	2418	1,18	29214	0,94
PT	BO/TN	13569	12431	-492	7059	10608	2941	17666	2762	1,19	36607	0,94
BO/TN	PVB	9224	12200	-773	6929	10719	2925	17648	2589	1,17	32143	0,94
PVB	VL/BO	9326	12144	-690	6898	10697	2955	17595	2666	1,18	32167	0,95
VL/BO	PV	12508	14767	-1478	8367	11082	2855	19448	2124	1,12	38356	0,91
PV	OG/VL	9828	5798	646	3282	854	587	4137	985	1,31	16480	0,87
PV	CA/VL	7975	9974	-1530	5647	10256	2301	15903	1506	1,10	28205	0,92

4 SCHEEPSTRANSPORTEN MET GEVAARLIJKE PRODUCTEN

4.1 Zeeschepen met toxische gassen (GT3)

De nieuwe referentiesituatie met betrekking tot het aantal transporten met toxische gassen (GT3) wordt berekend op basis van de gegevens van de actualisatiestudie door interpolatie tussen het referentiejaar van deze studie (2008) en prognosejaar 2030.

Uit de effectieve gegevens van de Antwerpse haven werden 37 transporten geregistreerd met toxische gassen (ammoniak). Tabel 8 presenteert een overzicht van de referentiesituatie 2016 en een correctie op basis van de gegevens van de Antwerpse haven. In de tabel worden ook de cijfers vergeleken met deze uit 2008 om het effectieve groeicijfer te bepalen.

Tabel 8 – Aantal geladen scheepstransporten met toxische gassen (referentie)

Segment	Referentie 2016 obv data & prognoses actualisatiestudie		Referentie 2016 met correctie voor alle segmenten	
	Aantal (/jaar)	indexcijfer (tov 2008)	2016	indexcijfer 2016
OG-VL/PV	0.0	0.00	0.0	0.00
RZ-VL/PV	74.8	0.80	57.4	0.61
PV-VL/BO	74.8	0.80	57.4	0.61
VL/BO-PVB	74.2	0.80	56.8	0.61
PVB-BO/TN	74.0	0.80	56.6	0.61
BO/TN-PT	74.0	0.80	56.6	0.61
PT-TN/HW	54.4	1.03	37.0	0.70
TN/HW-PH	54.4	1.03	37.0	0.70
Ph-HW/WA	54.4	1.03	37.0	0.70
WA/SA-OK	54.4	1.03	37.0	0.70
OK	54.4	1.03	37.0	0.70

4.2 Zeeschepen met brandbare gassen (GF2 en GF3)

Het aantal geladen trips met brandbare gassen (GF2 & GF3) werd berekend op basis van de interpolatie van de data en factoren uit de actualisatiestudie 2011. Hierbij werd dezelfde interpolatie toegepast (2008->2030).

Een aantal transporten hebben zogenaamde gemengde ladingtanks, dit betekent dat ze zowel GF2 als GF3 transporten vervoeren en derhalve dubbel geteld worden (het gaat echter over één vaarbeweging). Deze transporten werden ingedeeld bij de GF3-transporten (en verwijderd uit de GF2-transporten) omdat de effecten binnen deze categorie het grootst zijn. Uit de effectieve gegevens van de Antwerpse haven werden 242 transporten geregistreerd met GF2 producten en 672 transporten met GF3 producten. Wanneer de effectieve gegevens van Antwerpen worden vergeleken met de prognoses wordt vastgesteld dat de effectieve gegevens significant afwijken van de prognoses van de actualisatiestudie: voor GF2: 242 ten opzichte van 147 (prognose 2008-2030) en voor GF3: 672 ten opzichte van 902 (prognose 2008-2030).

Tabel 9 geeft de referentiesituatie 2016 weer door interpolatie 2008-2030. In de tabel worden ook de cijfers vergeleken met deze uit 2008 om het effectieve groeicijfer te bepalen. In Tabel 10 worden de resultaten gepresenteerd van de referentiejaren gecorrigeerd voor alle segmenten op basis van de werkelijke gegevens van de Antwerpse haven.

Tabel 9 – Aantal geladen scheepstransporten met brandbare gassen (referentie 2016 obv interpolatie 2008-2030)

Segment	GF2		GF3	
	Aantal (/jaar)	indexcijfer (tov 2008)	Aantal (/jaar)	indexcijfer (tov 2008)
OG-VL/PV	190	1.16	582	1.16
RZ-VL/PV	133	1.16	767	1.16
PV-VL/BO	322	1.16	1349	1.16
VL/BO-PVB	255	1.16	1235	1.16
PVB-BO/TN	256	1.16	1235	1.16
BO/TN-PT	140	1.16	899	1.16
PT-TN/HW	145	1.16	899	1.16
TN/HW-PH	144	1.16	898	1.16
Ph-HW/WA	147	1.16	902	1.16
WA/SA-OK	147	1.16	902	1.16
OK	147	1.16	902	1.16

Tabel 10 –Referentie 2016 (interpolatie 2008-2030) met correctie voor alle segmenten

Segment	GF2		GF3	
	Aantal (/jaar)	indexcijfer (tov 2008)	Aantal (/jaar)	indexcijfer (tov 2008)
OG-VL/PV	245.8	1.51	482.7	0.97
RZ-VL/PV	171.9	1.51	636.2	0.97
PV-VL/BO	417.7	1.51	1118.8	0.97
VL/BO-PVB	350.2	1.60	1004.8	0.95
PVB-BO/TN	351.4	1.60	1004.8	0.95
BO/TN-PT	235.0	1.96	669.7	0.87
PT-TN/HW	240.8	1.93	669.7	0.87
TN/HW-PH	239.7	1.93	668.5	0.87
Ph-HW/WA	242.0	1.92	672.0	0.87
WA/SA-OK	242.0	1.92	672.0	0.87
OK	242.0	1.92	672.0	0.87

5 AANVARINGSFREQUENTIE

In de Basisstudie 2003 werden wereldwijde historische ongevalsgegevens geanalyseerd. Hieruit bleek dat aanvaringen tussen schepen (met als gevolg het vrijkomen van grote product hoeveelheden uit een ladingtank) de enige oorzaak is om risico's op land te vormen. Deze constatering bevestigde de basis van de lekfrequentie studie zoals gebaseerd op de methode die ontwikkeld is in het protocol 'Risicoanalyse Zee- en Binnenvaart'. In de Nautische Meeting van 19 juni 2003 (neergeschreven in Technical Note 1 van de Basisstudie 2003), werd eveneens aangegeven dat stranden/vastlopen van schepen geen aanleiding kan geven tot uitstroom uit de cargo tanks van LPG- of ammoniakschepen omwille van de zachte Westerschelde bodem. Deze logica geldt ook voor het vastlopen van schepen op een dijk. Door contact met de vervormbare vooroever-constructie van de dijk, zal het schip veel energie verliezen, vooraleer het schip het aarden lichaam van de dijk (versterkt met steenbestorting) kan raken. Op basis hiervan kan worden besloten dat dit scenario eveneens geen aanleiding kan geven tot uitstroom van de lading uit de cargo tanks van LPG- of ammoniakschepen.

De gemiddelde aanvaringsfrequentie voor ernstige aanvaringen tussen zeeschepen (met risico voor penetratie van de scheepswand) werd in de basisstudie 2003 berekend in functie van het totale aantal schadeklasse 4+5 aanvaringen (zogenaamde ernstige aanvaringen) dat is opgetreden op de rivier gedurende de gekozen periode. In de actualisatiestudie werd de data van de periode 1998-2008 gebruikt als basis waarna een aanvaringsfrequentie bepaald werd via een statistische bewerking.

In de huidige analyse wordt een nieuwe aanvaringsfrequentie berekend op grond van een langere periode waarover aanvaringen op de Westerschelde zijn geanalyseerd. De nieuwe periode is vastgesteld op 1998-2015. De kansverdeling over de verschillende riviersegmenten wordt behouden uit de actualisatiestudie 2011.

Er kan een nieuwe/actuele aanvaringsfrequentie worden bepaald, omdat aanvaringscasuïstiek tot en met het jaar 2015 beschikbaar is. DNV GL heeft de gegevens verzameld en geanalyseerd op basis van de data uit het rapport 'Monitoring veiligheid Scheldegebied 2015', opgesteld door Gemeenschappelijk Nautisch Beheer Scheldegebied. In dit rapport worden geen nieuwe zware ongevallen geïdentificeerd voor de periode 2008-2015. Dit betekent dat er zich over de periode 1998-2015 in totaal 4 schadeklasse 4+5 aanvaringen hebben voorgedaan, ofwel gemiddeld 0.22 per jaar (eens in de vijf jaar). Naar analogie met de actualisatiestudie 2011 wordt via een statistische analyse (chi-kwadraat) de bovengrens van de aanvaringsfrequentie berekend uitgaande van een betrouwbaarheidsmarge van 50%. Met deze actie wordt een frequentie van 0.26 aanvaringen per jaar bekomen (in de actualisatiestudie 0.42 aanvaringen per jaar). In vergelijking met de actualisatiestudie 2011 wordt aldus een factor 0.61 berekend (daling met 39%) voor de evolutie van de aanvaringsfrequentie.

Deze nieuwe gegevens tonen een negatieve trend (daling van de aanvaringsfrequentie) ten opzichte van 2008, in tegenstelling tot de prognoses in de actualisatiestudie 2011 waar een stijging van de aanvaringsfrequentie werd verwacht. De actualisatiestudie voorspelde een stijging van ongeveer 30% (factor 1.283) in de periode 2008-2015 door de toenemende scheepsvaartintensiteit. Deze daling is het gevolg van een set nautische maatregelen die zijn genomen ter bevordering van de nautische veiligheid.

Voor de huidige analyse wordt de aanvaringsfrequentie voor het nieuwe referentiejaar (2016) aangepast op basis van de data bekomen uit de casuïstiek ($N_{4+5} = 0.61$). Voor de latere prognoses in de studie wordt de aanvaringsfrequentie voor de toekomstige situaties eveneens verdisconteerd met deze factor en het indexcijfer te beschouwen ten opzichte van deze factor.

6 ANALYSE VAN DE GEWIJZIGDE PARAMETERS

Elk van de beschouwde parameters heeft een effect op de lekfrequentie. Uitgaande van de formule die is opgesteld voor de lekfrequentie geldt:

- De lekfrequentie is direct evenredig met het aantal schepen dat gevaarlijke (ammoniak of brandbaar) stoffen vervoert (N_{DG}) met de (onder)verdeling (per segment) van de frequentie (P_{4+5}) op een ernstige aanvaring, het aantal ernstige aanvaringen op de rivier (N_{4+5}), en met het aantal schepen met een massaverplaatsing boven de 20.000 ton (via N_{E1} and N_{E2}).
- de lekfrequentie is omgekeerd evenredig met het totale aantal zeeschepen ($N_{seaships}$) in het kwadraat. De achterliggende interpretatie is als volgt: de lekfrequentie omgekeerd evenredig met het totaal aantal zeeschepen ($N_{seaships}$), maar ook met het aantal schepen (N_{E0}) dat over genoeg energie beschikt om een ernstige (klasse 4+5) aanvaring te veroorzaken. Een wijziging in N_{E0} brengt eenzelfde wijziging in het totale scheepvaartverkeer ($N_{seaships}$) teweeg, hetgeen de omgekeerd evenredige kwadratische afhankelijkheid $[1/ (N_{seaships})^2]$ tussen de lekfrequentie en het totale scheepvaartverkeer onderbouwt.

Naar aanleiding van aangeleverde data zijn de lekfrequenties per segment (riviersectie) en per scenario afzonderlijk berekend aan de hand van een serie correctiefactoren. Deze factoren worden weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 11 –Overzicht van de berekende factoren voor referentiejaar 2016 tov 2008

Segment	From	To	Nseaships	N _{E1} , N _{E2}	NDG (GT3)	NDG (GF2)	NDG (GF3)	N4+5	Ftot (GT3)	Ftot (GF2)	Ftot (GF3)
1	PV	CA/VL	0,9227	1,1046	0,61	1,51	0,97	0,61	0,487	1,196	0,765
2	VL/BO	PV	0,9055	1,1226	0,61	1,51	0,97	0,61	0,514	1,262	0,808
3	PVB	VL/BO	0,9452	1,1786	0,61	1,60	0,95	0,61	0,493	1,289	0,763
4	BO/TN	PVB	0,9419	1,1719	0,61	1,60	0,95	0,61	0,493	1,289	0,765
5	PT	BO/TN	0,9390	1,1853	0,61	1,96	0,87	0,61	0,502	1,609	0,712
6	TN/HW	PT	0,9437	1,1806	0,70	1,93	0,87	0,61	0,568	1,561	0,702
7	PH	TN/HW	0,9417	1,1804	0,70	1,93	0,87	0,61	0,570	1,572	0,704
8	HW/WA	PH	0,9346	1,1801	0,70	1,92	0,87	0,61	0,579	1,586	0,716
9	WA/SA	HW/WA	0,9389	1,1804	0,70	1,92	0,87	0,61	0,573	1,572	0,710
10	OK	WA/SA	0,9368	1,1822	0,70	1,92	0,87	0,61	0,577	1,581	0,714
12	PV	OG/VL	0,8740	1,3124	0	1,51	0,97	0,61	0,000	1,583	1,013

Tabel 12 –Overzicht van de lekfrequenties voor referentiejaar 2016 tov 2008

Ammonia failure cases	Segment 1 (Wielingen)		Segment 2 (Rede van Vlissingen)		Segment 3 (Vlissingen - PVB)		Segment 4 (PVB-BOTN)		Segment 5 (BOTN-Temeuzen)		Segment 6 (Temeuzen -TNHW)		Segment 7a (TNHW-HW1)		Segment 7b (HW1 - HW)		Segment 8a (HW - HW2)		Segment 8b (HW2 - HWWA)		Segment 9 (HWWA-WASA)		Segment 10a (WASA-OK)		Segment 10b (OK-AW)		Segment 12 (Oostgat)	
	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak
SCR-WL-NH3 (250 or 1100)	6,96E-11	1,18E-11	2,30E-10	1,74E-10	2,04E-10	1,35E-10	2,72E-10	2,10E-10	1,88E-10	5,58E-11	3,15E-10	1,13E-10	4,08E-10	1,44E-10	3,37E-10	1,19E-10	4,30E-10	1,28E-10	3,54E-10	1,06E-10	2,82E-10	1,19E-10	5,58E-10	2,32E-10	3,11E-10	1,30E-10	0,00E+00	0,00E+00
MCR-WL-NH3 (250 or 1100)	1,46E-08	2,99E-09	1,22E-08	8,51E-09	1,81E-08	7,43E-09	2,65E-08	1,45E-08	1,14E-08	2,75E-09	1,76E-08	4,23E-09	2,23E-08	5,06E-09	1,84E-08	4,18E-09	2,20E-08	4,74E-09	1,82E-08	3,93E-09	1,67E-08	5,11E-09	3,24E-08	9,37E-09	1,81E-08	5,23E-09	0,00E+00	0,00E+00
SCR-B-NH3 (250 or 1100)	1,39E-10	1,93E-11	3,38E-10	1,93E-10	3,24E-10	1,45E-10	4,04E-10	2,12E-10	3,59E-10	7,09E-11	5,40E-10	1,79E-10	7,01E-10	2,27E-10	5,79E-10	1,88E-10	7,81E-10	2,02E-10	6,44E-10	1,67E-10	4,73E-10	1,66E-10	9,33E-10	3,31E-10	5,22E-10	1,85E-10	0,00E+00	0,00E+00
MCR-B-NH3 (250 or 1100)	3,10E-08	4,73E-09	2,28E-08	1,07E-08	3,40E-08	1,04E-08	4,71E-08	1,90E-08	2,45E-08	3,69E-09	3,50E-08	8,14E-09	4,48E-08	1,01E-08	3,70E-08	8,38E-09	4,59E-08	8,24E-09	3,78E-08	6,80E-09	3,23E-08	8,91E-09	6,31E-08	1,68E-08	3,53E-08	9,33E-09	0,00E+00	0,00E+00
MPR-WL-NH3 (250 or 1100)	2,49E-09	3,96E-10	2,78E-09	7,06E-10	3,70E-09	6,44E-10	5,96E-09	1,17E-09	2,04E-09	3,55E-10	2,75E-09	4,18E-10	3,45E-09	5,07E-10	2,85E-09	4,18E-10	3,36E-09	5,37E-10	2,77E-09	4,44E-10	2,77E-09	4,35E-10	5,33E-09	8,28E-10	2,97E-09	4,61E-10	0,00E+00	0,00E+00
LPR-WL-NH3 (250 or 1100)	2,04E-09	2,98E-10	2,13E-09	5,98E-10	2,90E-09	4,52E-10	4,68E-09	9,06E-10	1,62E-09	2,45E-10	6,41E-09	9,09E-10	8,05E-09	1,11E-09	6,63E-09	9,21E-10	7,88E-09	1,15E-09	6,48E-09	9,50E-10	6,43E-09	9,10E-10	1,23E-08	1,73E-09	6,88E-09	9,67E-10	0,00E+00	0,00E+00
MPR-B-NH3 (250 or 1100)	4,95E-09	6,90E-10	4,33E-09	1,33E-09	6,17E-09	1,50E-09	9,07E-09	3,09E-09	3,92E-09	7,23E-10	5,28E-09	8,56E-10	6,70E-09	1,07E-09	5,53E-09	8,83E-10	6,58E-09	1,04E-09	5,45E-09	8,56E-10	5,04E-09	9,84E-10	9,79E-09	1,81E-09	5,46E-09	9,49E-10	0,00E+00	0,00E+00
LPR-B-NH3 (250 or 1100)	4,10E-09	5,03E-10	3,41E-09	1,07E-09	5,03E-09	9,84E-10	7,63E-09	1,91E-09	3,14E-09	5,31E-10	1,23E-08	1,92E-09	1,56E-08	2,43E-09	1,29E-08	2,01E-09	1,54E-08	2,31E-09	1,27E-08	1,91E-09	1,19E-08	2,04E-09	2,30E-08	3,82E-09	1,28E-08	2,14E-09	0,00E+00	0,00E+00

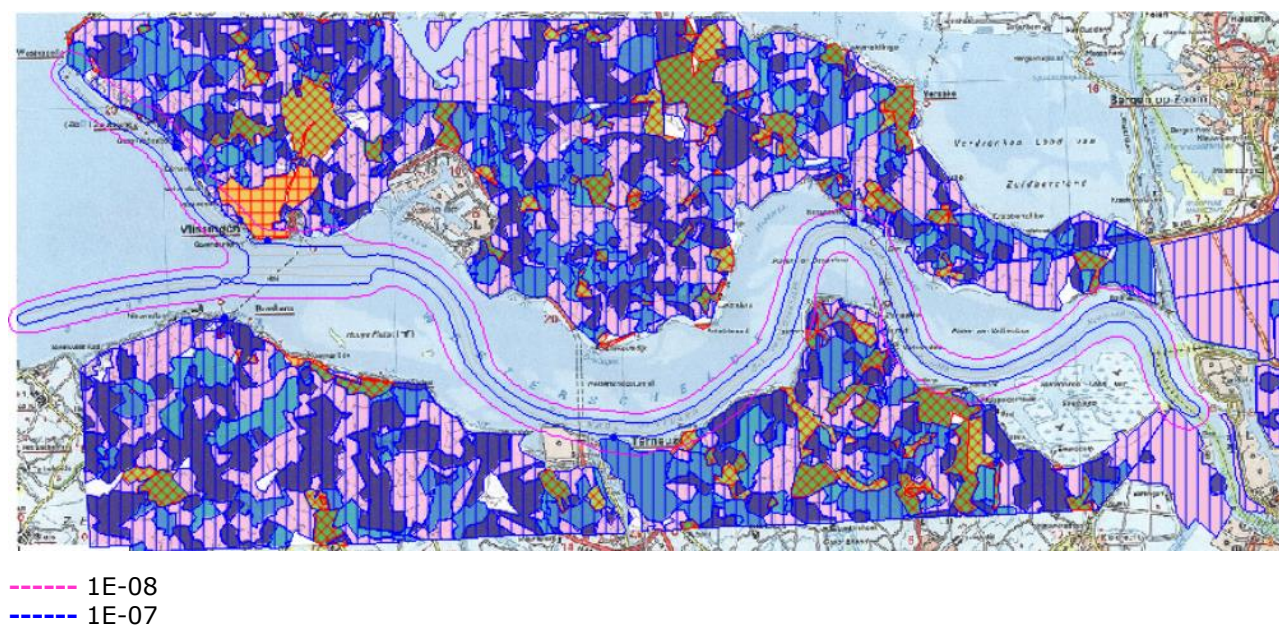
Butane failure cases	Segment 1 (Wielingen)		Segment 2 (Rede van Vlissingen)		Segment 3 (Vlissingen - PVB)		Segment 4 (PVB-BOTN)		Segment 5 (BOTN-Temeuzen)		Segment 6 (Temeuzen -TNHW)		Segment 7a (TNHW-HW1)		Segment 7b (HW1 - HW)		Segment 8a (HW - HW2)		Segment 8b (HW2 - HWWA)		Segment 9 (HWWA-WASA)		Segment 10a (WASA-OK)		Segment 10b (OK-AW)		Segment 12 (Oostgat)	
	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak
MPR-WL-C4 (250 or 1100)	5,54E-09	8,43E-10	9,54E-09	2,58E-09	5,72E-09	1,21E-09	9,13E-09	2,26E-09	2,40E-09	3,98E-10	3,41E-09	5,17E-10	4,64E-09	6,66E-10	3,83E-09	5,51E-10	4,54E-09	6,88E-10	3,75E-09	5,69E-10	3,68E-09	6,37E-10	7,14E-09	1,20E-09	4,00E-09	6,72E-10	1,29E-09	2,56E-10
LPR-WL-C4 (250 or 1100)	1,76E-09	2,63E-10	2,80E-09	8,11E-10	1,25E-09	2,01E-10	1,97E-09	3,85E-10	7,87E-10	1,20E-10	1,17E-09	1,70E-10	1,46E-09	2,08E-10	1,21E-09	1,72E-10	1,44E-09	2,12E-10	1,19E-09	1,76E-10	1,18E-09	1,72E-10	2,28E-09	3,30E-10	1,27E-09	1,84E-10	2,12E-10	4,51E-11
MPR-B-C4 (250 or 1100)	1,10E-08	1,45E-09	1,49E-08	4,20E-09	9,75E-09	1,98E-09	1,44E-08	3,93E-09	4,61E-09	7,58E-10	6,49E-09	9,96E-10	8,90E-09	1,38E-09	7,34E-09	1,14E-09	8,86E-09	1,29E-09	7,33E-09	1,07E-09	6,68E-09	1,19E-09	1,32E-08	2,23E-09	7,32E-09	1,24E-09	2,28E-09	4,37E-10
LPR-B-C4 (250 or 1100)	3,54E-09	4,38E-10	4,54E-09	1,37E-09	2,19E-09	4,07E-10	3,25E-09	7,79E-10	1,53E-09	2,59E-10	2,25E-09	3,49E-10	2,85E-09	4,36E-10	2,35E-09	3,64E-10	2,82E-09	4,24E-10	2,33E-09	3,50E-10	2,19E-09	3,69E-10	4,27E-09	7,00E-10	2,39E-09	3,91E-10	3,81E-10	9,76E-11
SCP-WL-C4 (250 or 1100)	4,69E-08	1,13E-08	9,86E-08	7,47E-08	5,38E-08	3,40E-08	7,25E-08	5,46E-08	6,11E-08	1,79E-08	7,85E-08	3,44E-08	1,02E-07	4,24E-08	8,38E-08	3,50E-08	1,07E-07	3,62E-08	8,79E-08	2,99E-08	7,01E-08	3,56E-08	1,37E-07	6,94E-08	7,63E-08	3,88E-08	9,92E-08	3,95E-08
MCP-WL-C4 (250 or 1100)	1,36E-08	2,71E-09	2,04E-08	1,52E-08	1,36E-08	5,91E-09	1,98E-08	1,14E-08	7,16E-09	1,63E-09	1,05E-08	2,85E-09	1,36E-08	3,51E-09	1,13E-08	2,90E-09	1,37E-08	3,06E-09	1,13E-08	2,52E-09	1,01E-08	3,49E-09	1,99E-08	6,48E-09	1,11E-08	3,60E-09	8,18E-09	2,71E-09
LCP-WL-C4 (250 or 1100)	5,44E-11	2,24E-11	5,49E-11	6,02E-11	3,47E-11	2,99E-11	4,90E-11	5,26E-11	2,87E-11	1,48E-11	4,20E-11	2,29E-11	5,33E-11	2,78E-11	4,40E-11	2,30E-11	5,40E-11	2,58E-11	4,45E-11	2,13E-11	3,92E-11	2,63E-11	7,66E-11	4,98E-11	4,28E-11	2,77E-11	0,00E+00	0,00E+00
SCP-B-C4 (250 or 1100)	9,25E-08	1,51E-08	1,44E-07	8,36E-08	8,76E-08	3,62E-08	1,10E-07	5,43E-08	1,18E-07	2,24E-08	1,39E-07	4,14E-08	1,82E-07	5,23E-08	1,51E-07	4,32E-08	1,99E-07	4,60E-08	1,65E-07	3,80E-08	1,19E-07	4,15E-08	2,34E-07	8,07E-08	1,30E-07	4,51E-08	1,74E-07	4,87E-08
MCP-B-C4 (250 or 1100)	2,81E-08	4,89E-09	3,62E-08	2,02E-08	2,43E-08	9,53E-09	3,50E-08	1,41E-08	1,47E-08	2,53E-09	1,93E-08	6,76E-09	2,54E-08	8,56E-09	2,10E-08	7,07E-09	2,70E-08	6,50E-09	2,23E-08	5,37E-09	1,83E-08	7,01E-09	3,61E-08	1,37E-08	2,01E-08	7,65E-09	1,52E-08	4,45E-09
LCP-B-C4 (250 or 1100)	1,23E-10	3,18E-11	1,13E-10	7,35E-11	7,33E-11	3,86E-11	1,03E-10	6,26E-11	6,60E-11	1,84E-11	9,20E-11	3,27E-11	1,17E-10	4,02E-11	9,69E-11	3,33E-11	1,21E-10	3,50E-11	1,00E-10	2,89E-11	8,38E-11	3,69E-11	1,65E-10	7,07E-11	9,23E-11	3,95E-11	0,00E+00	0,00E+00

GF3 Failure cases Propane is C3; Ethylene is C2=	Segment 1 (Wielingen)		Segment 2 (Rede van Vlissingen)		Segment 3 (Vlissingen - PVB)		Segment 4 (PVB-BOTN)		Segment 5 (BOTN-Temeuzen)		Segment 6 (Temeuzen -TNHW)		Segment 7a (TNHW-HW1)		Segment 7b (HW1 - HW)		Segment 8a (HW - HW2)		Segment 8b (HW2 - HWWA)		Segment 9 (HWWA-WASA)		Segment 10a (WASA-OK)		Segment 10b (OK-AW)		Segment 12 (Oostgat)	
	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak
MPR-WL-C3 (250 or 1100)	2,33E-08	3,63E-09	2,97E-08	7,90E-09	1,72E-08	3,69E-09	2,72E-08	6,87E-09	7,70E-09	1,27E-09	1,15E-08	1,74E-09	1,47E-08	2,10E-09	1,21E-08	1,74E-09	1,44E-08	2,18E-09	1,19E-08	1,80E-09	1,16E-08	2,03E-09	2,24E-08	3,78E-09	1,25E-08	2,11E-09	6,56E-09	1,29E-09
LPR-WL-C3 (250 or 1100)	1,33E-08	1,96E-09	1,41E-08	4,01E-09	8,70E-09	1,37E-09	1,44E-08	2,80E-09	2,47E-09	3,73E-10	3,85E-09	5,49E-10	4,94E-09	6,94E-10	4,08E-09	5,72E-10	4,86E-09	7,14E-10	4,03E-09	5,91E-10	3,99E-09	5,71E-10	7,68E-09	1,09E-09	4,28E-09	6,11E-10	0,00E+00	0,00E+00
MPR-B-C3 (250 or 1100)	4,64E-08	6,32E-09	4,64E-08	1,33E-08	2,94E-08	5,86E-09	4,31E-08	1,15E-08	1,48E-08	2,41E-09	2,19E-08	3,36E-09	2,82E-08	4,35E-09	2,33E-08	3,61E-09	2,81E-08	4,07E-09	2,32E-08	3,37E-09	2,12E-08	3,72E-09	4,11E-08	6,90E-09	2,29E-08	3,86E-09	2,15E-09	1,16E-08
LPR-B-C3 (250 or 1100)	2,68E-08	3,29E-09	2,28E-08	7,08E-09	1,51E-08	2,90E-09	2,36E-08	5,81E-09	4,78E-09	8,09E-10	7,39E-09	1,15E-09	9,59E-09	1,49E-09	7,92E-09	1,23E-09	9,57E-09	1,43E-09	7,82E-09	1,18E-09	7,39E-09	1,25E-09	1,44E-08	2,37E-09	8,02E-09	1,32E-09	0,00E+00	0,00E+00
SCP-WL-C3 (250 or 1100)	7,98E-08	1,83E-08	1,04E-07	8,04E-08	9,93E-08	4,18E-08	1,39E-07	6,90E-08	7,14E-08	1,69E-08	9,88E-08	3,06E-08	1,27E-07	3,77E-08	1,05E-07	3,11E-08	1,31E-07	3,29E-08	1,08E-07	2,72E-08	9,05E-08	3,31E-08	1,78E-07	6,29E-08	9,91E-08	3,53E-08	1,81E-07	5,67E-08
MCP-WL-C3 (250 or 1100)	9,9																											

7 RESULTATEN NIEUW REFERENTIEJAAR 2016

Voorliggende risicoanalyse wordt uitgevoerd op alle gedefinieerde scenario's (zoals is uitgewerkt in de voorgaande hoofdstukken) waarbij ammoniak en brandbare gassen op de (Wester)Schelde kunnen vrijkomen. Referentiejaar 2016 is volledig kwantitatief herrekend. De resultaten worden uitgedrukt middels een plaatsgebonden risico (PR). Het PR is op een kaart gevisualiseerd in risicocontourlijnen.

Figuur 2 geeft het totale plaatsgebonden risico van al het maritieme gevaarlijke goederenverkeer weer voor de nieuwe referentiesituatie in 2016. De risicocontouren komen overeen met de plaatsgebonden risiconiveaus van $1E-07$ en $1E-08$ per jaar. De $1E-06$ risico contour wordt niet berekend. De risicocontourlijnen $1E-07$ en $1E-08$ per jaar liggen op het vaste land bij Vlissingen, het Oostgat, bij Terneuzen en in de nabijheid van Hansweert. De $1E-07$ contour beslaat slechts een relatief klein deel van het land in vergelijking met de $1E-08$ contour. Nergens wordt de norm van $1E-06$ aan land bereikt.



Figuur 2 - Gecombineerde Risico Contouren, nieuw referentiejaar 2016

Op 5 plaatsen langs de kust is daarom het plaatsgebonden risico berekend in de vorm van risicocijfers. Deze 5 plaatsen langs de kust zijn in Figuur 3 weergegeven aan de hand van een rode ster. De gekozen risico meet punten zijn (van links naar rechts): Oostgat, Breskens, Vlissingen, Terneuzen en Hansweert.



Figuur 3 – Locatie van de Plaatsgebonden Risico Meet Punten (rode sterren)

Tabel 13 geeft het plaatsgebonden risico (PR) weer op de risicomeetpunten Hansweert, Breskens, Oostgat, Terneuzen en Vlissingen weer voor het nieuwe referentiejaar 2016. De tabel laat tevens zien dat het hoogste plaatsgebonden risico bij Vlissingen is berekend (1.28×10^{-7}), hierna volgen Oostgat, Hansweert en Terneuzen met een plaatsgebonden risico van respectievelijk 1.275×10^{-7} , 8.13×10^{-8} en 7.64×10^{-8} . De waarden voor het plaatsgebonden bij de kustlijnen bij Breskens zijn aanzienlijk lager.

Wanneer de resultaten vergeleken worden met de referentiesituatie 2008 dan kan worden geconcludeerd dat het plaatsgebonden risico bijna overal afneemt (uitgezonderd Oostgat, waar een sterkere toename is aan schepen >20000 ton (hoog indexcijfer >20000 ton, duidend op een sterke schaalvergroting), relatief ten opzichte van de andere segmenten) ten opzichte van de vorige referentieperiode. De voornaamste redenen zijn een sterke daling van de aanvaringsfrequentie (door nautische maatregelen) en de gereduceerde aantallen gevaarlijk transport richting haven van Antwerpen ten opzichte van 2008.

Tabel 13 - Vergelijking van het plaatsgebonden risico oude (2008) versus nieuwe referentieperiode (2016) – uitgedrukt in ($\times 10^{-8}/j$)

Risicorankingspunt	Plaatsgebonden risico (/jaar)	Plaatsgebonden risico (/jaar)	Vershil 2016 vs 2008
(op de kustlijn)	2008	2016	
	($\times 10^{-8}$)	($\times 10^{-8}$)	(%)
Breskens	0,29	0,23	-20
Hansweert	11,24	8,13	-28
Oostgat	12,1	12,75	+5
Terneuzen	10,24	7,64	-25
Vlissingen	15,1	12,82	-15

8 PROGNOSE JAREN 2030

8.1 Prognoses aantal transportbewegingen gevaarlijke stoffen per zeeschip

De prognoses met betrekking tot de groei van het transport van gevaarlijke stoffen zijn dezelfde als deze gehanteerd ten tijde van de Actualisatiestudie (2011). Deze prognoses worden in onderstaande tabel uitgezet ten opzichte van het referentiejaar 2008.

Tabel 14: Overzicht van de prognoses aan gevaarlijke stoffen geïndexeerd ten opzichte van 2008 (quick scan studie)

Gevaarlijke stof	2008	2015	2030
brandbare gassen	1.00	1.34	1.45
ammoniak	1.00	1.03	1.03

De prognoses werden herschaald ten opzichte van het nieuwe referentiejaar 2016 op basis van de trend 2015 naar 2030. De resultaten worden weergegeven in Tabel 15.

Tabel 15: Overzicht van de prognoses aan gevaarlijke stoffen geïndexeerd ten opzichte van 2016 (ECA en nulalternatief)

Gevaarlijke stof	2016	2030
brandbare gassen	1.00	1.08
ammoniak	1.00	1.00

8.2 Prognoses Totale zeevaart nulalternatief en ECA

De gegevens voor totale zeevaart 2030 werden aangeleverd door de haven van Antwerpen en worden weergegeven in onderstaande tabellen. De verschillen tussen ECA en het nulalternatief zijn omvat in de prognoses van de containervaart.

Gezien geen gegevens bekend zijn in verband met de prognoses voor doorvaart (deze schepen passeren het segment WASA/OK maar varen de haven van Antwerpen niet binnen) werden dezelfde gegevens gehanteerd als voor 2016.

Tabel 16: Prognoses totale zeevaart Haven van Antwerpen voor 2030

CONTAINERVAART – NULALTERNATIEF

OPVAART							
Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d>=15,0m	Totaal
<2500 TEU	711	0	0	0	0	0	711
2500-5000 TEU	1.783	34	0	0	0	0	1.817
5000-10000 TEU	713	61	94	8	0	0	877
10000-14000 TEU	213	38	35	12	0	0	297
> 14000 TEU	170	38	41	39	10	5	303
	3.590	171	170	59	10	5	4.005
AFVAART							
Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d>=15,0m	Totaal
<2500 TEU	711	0	0	0	0	0	711
2500-5000 TEU	1.529	134	154	0	0	0	1.817
5000-10000 TEU	513	114	128	91	31	0	877
10000-14000 TEU	84	32	51	79	52	0	297
> 14000 TEU	58	33	47	72	89	4	303
	2.895	312	380	241	172	4	4.005

CONTAINERVAART – ECA

OPVAART

Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d >= 15,0m	Totaal
<2500 TEU	1.060	0	0	0	0	0	1.060
2500-5000 TEU	2.559	48	0	0	0	0	2.607
5000-10000 TEU	1.007	85	130	11	0	0	1.234
10000-14000 TEU	300	53	48	17	0	0	418
> 14000 TEU	241	52	58	54	13	7	426
	5.168	238	236	82	13	7	5.746

AFVAART

Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d >= 15,0m	Totaal
<2500 TEU	1.060	0	0	0	0	0	1.060
2500-5000 TEU	2.205	188	214	0	0	0	2.607
5000-10000 TEU	729	158	178	126	44	0	1.234
10000-14000 TEU	121	44	71	110	73	0	418
> 14000 TEU	85	45	66	100	124	6	426
	4.199	435	529	336	240	6	5.746

LIQUID BULK

OPVAART							
Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d >= 15,0m	TOTAAL
Coastal tankers	4681	5	8	4	0	0	4698
Aframax	295	47	63	148	95	0	648
Suezmax	45	0	0	9	0	0	54
Totaal	5021	52	72	160	95	0	5400
AFVAART							
Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d >= 15,0m	TOTAAL
Coastal tankers	4659	27	9	2	0	0	4698
Aframax	599	5	38	5	0	0	648
Suezmax	45	9	0	0	0	0	54
Totaal	5304	42	47	7	0	0	5400

DRY BULK

OPVAART							
Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d>=15,0m	TOTAAL
Handysize	167	0	0	0	0	0	167
Handymax	267	0	0	0	0	0	267
Panamax	75	0	1	0	1	0	78
Capesize	20	0	4	9	5	5	45
Totaal	529	0	5	9	7	5	556
AFVAART							
Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d>=15,0m	TOTAAL
Handysize	167	0	0	0	0	0	167
Handymax	267	0	0	0	0	0	267
Panamax	75	0	1	0	1	0	78
Capesize	20	0	4	9	5	5	45
Totaal	529	0	5	9	7	5	556

RORO

OPVAART							
Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d>=15,0m	TOTAAL
0-20,000BT	154	0	0	0	0	0	154
20,000-40,000BT	277	0	0	0	0	0	277
40,000-60,000BT	816	0	0	0	0	0	816
>60,000BT	293	0	0	0	0	0	293
Totaal	1539	0	0	0	0	0	1539
AFVAART							
Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d>=15,0m	TOTAAL
0-20,000BT	154	0	0	0	0	0	154
20,000-40,000BT	277	0	0	0	0	0	277
40,000-60,000BT	816	0	0	0	0	0	816
>60,000BT	293	0	0	0	0	0	293
Totaal	1539	0	0	0	0	0	1539

GENERAL CARGO

OPVAART							
Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d>=15,0m	TOTAAL
0-20,000BT	1777	0	0	0	0	0	1777
20,000-40,000BT	209	0	0	0	0	0	209
>40,000BT	105	0	0	0	0	0	105
Totaal	2090	0	0	0	0	0	2090
AFVAART							
Vloot 2030 - all	d <= 13,10m	13,1m < d <= 13,5m	13,5m < d <= 14,0m	14,0m < d <= 14,5m	14,5m < d <= 15,0m	d>=15,0m	TOTAAL
0-20,000BT	1777	0	0	0	0	0	1777
20,000-40,000BT	209	0	0	0	0	0	209
>40,000BT	105	0	0	0	0	0	105
Totaal	2090	0	0	0	0	0	2090

Op basis van de verstrekte data omtrent totale zeescheepvaart voor de haven van Antwerpen (situatie 2030) werden de massa categorie (waterverplaatsing) bepaald (deze kan worden berekend uit de actuele diepgang, de breedte en lengte van het betreffende vaartuig, gecorrigeerd met een factor 0,8). Per type schip werd uitgegaan van een karakteristieke diepgang, breedte en lengte). Op basis van de resultaten voor segment Antwerpen werden de andere segmenten gecorrigeerd. In onderstaande tabellen worden de gegevens weergegeven voor de situatie nulalternatief en ECA (referentiejaar 2030). Uit de tabel kan besloten worden dat in de situatie zonder ECA er algemeen een daling is van het totale aantal schepen en het aantal schepen >20000 ton ten opzichte van 2016. ECA zorgt voor een toename van het aantal containerschepen en een schaalvergroting.

Tabel 17: Berekende indexcijfers voor totale zeescheepvaart en scheepvaart met massaverplaatsing > 20.000 ton (2030 versus 2016)

				Nulalternatief		ECA	
Segment		From	To	Indexcijfer 2030 vs 2016 alle schepen	Indexcijfer 2030 vs 2016 alle schepen (>20000 ton)	Indexcijfer 2030 vs 2016 alle schepen	Indexcijfer 2030 vs 2016 alle schepen (>20000 ton)
1	Wielingen	PV	CA/VL	0,8448	0,8861	0,9446	1,0631
2	Rede van Vlissingen	VL/BO	PV	0,8653	0,8669	0,9561	1,0459
3	Vlissingen to PVB	PVB	VL/BO	0,9558	0,9067	1,0640	1,1046
4	PVB to BOTN	BO/TN	PVB	0,9493	0,8994	1,0576	1,0967
5	BOTN tot Terneuzen	PT	BO/TN	0,9367	0,9167	1,0318	1,1137
6	Terneuzen tot TNHW	TN/HW	PT	0,9587	0,8687	1,0779	1,0890
7	HW1 to HW1	PH	TN/HW	0,9545	0,8685	1,0732	1,0887
8	HW to HW2 to HWWA	HW/WA	PH	0,9396	0,8681	1,0569	1,0884
9	HWWA to WASA	WA/SA	HW/WA	0,9488	0,8684	1,0673	1,0887
10	WASA to OK to AW	OK	WA/SA	0,9444	0,8865	1,0624	1,1072
12	Oostgat	PV	OG/VL	0,8741	0,9668	0,9147	1,1283

8.3 Schatting van het aantal botsingen

De gemiddelde aanvaringsfrequentie voor wat betreft klasse 4 + 5 aanvaringen (ernstigste categorie) is per segment berekend voor het peiljaar 2016 en is een functie van: het totale aantal klasse 4 + 5 aanvaringen dat is opgetreden op de rivier gedurende de periode 1998-2015 en de fractie van het totale aantal ongevallen (1998-2015) dat in een zeker segment is voorgevallen.

Belangrijke kanttekening in deze is dat is uitgegaan van actuele ongevalsdata over de genoemde 18-jaar periode. In het geval van de toekomstige scenario's (2030 met en zonder ECA) zijn de geprognoseerde aantallen per segment bekend, waaruit de aanvaringen binnen elk segment kunnen worden bepaald op basis van de vaarbewegingen per segment. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de kans op een aanvaring in geval van een "ontmoeting" tussen twee schepen gelijk blijft. Om het aantal botsingen te bepalen (en meer specifiek de evolutie van de botsingskans voor de toekomstige scenario's ten opzichte van 2016) dient voor alle segmenten op de Westerschelde het aantal ontmoetingen te worden bepaald.

Het aantal ontmoetingen per scheepsbeweging kan als volgt worden berekend (ref: Technica C1216, 1993. "Port Risks in Great Britain from Marine Transportation of Dangerous Substances in Bulk: A Risk Assessment", Report for Health & Safety Executive).

$$N_{\text{ontmoetingen}} = \text{totale aantal scheepsbewegingen (per uur)} * \text{lengte (nm)} * \text{snelheid (kts)}$$

Om het aantal ontmoetingen per jaar te bepalen dient de bovenstaande formule vermenigvuldigd te worden met het aantal scheepsbewegingen. Deze oefening wordt uitgevoerd voor alle segmenten op de Westerschelde voor 2016, 2030-nulalternatief en 2030-ECA. Uit de evolutie van het aantal scheepsontmoetingen per segment volgt het indexcijfer van de botsingskans zoals weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 18: Indexcijfer botsingsfrequenties voor de toekomstprognoses

		indexcijfer P4+5 (tov 2016)	
From	To	2030 - nulalternatief	2030 - ECA
OK	WA/SA	0,892	1,129
WA/SA	HW/WA	0,900	1,139
HW/WA	PH	0,883	1,117
PH	TN/HW	0,911	1,152
TN/HW	PT	0,919	1,162
PT	BO/TN	0,877	1,065
BO/TN	PVB	0,901	1,119
PVB	VL/BO	0,914	1,132
VL/BO	PV	0,749	0,914
PV	OG/VL	0,764	0,837
PV	CA/VL	0,714	0,892
totaal		0,853	1,059

8.4 Effecten van de gewijzigde parameters

Op basis van dezelfde redenering als vermeld in hoofdstuk 6 kunnen de nieuwe frequenties worden berekend. De correctiefactoren zijn weergegeven in Tabel 19 en Tabel 20 en de herrekenende frequenties in Tabel 21 en Tabel 22 voor respectievelijk de situatie 2030 met en onder ECA.

Tabel 19 –Overzicht van de berekende factoren voor 2030 nulalternatief tov referentiejaar 2016

Segment		From	To	Nseaships	Ne1, Ne2	NDG (GT3)	NDG (GF2)	NDG (GF3)	N4+5	Ftot (GT3)	Ftot (GF2)	Ftot (GF3)
1	Wielingen	PV	CA/VL	0,8448	0,8861	1,00	1,08	1,08	0,853	1,060	1,140	1,140
2	Rede van Vlissingen	VL/BO	PV	0,8653	0,8669	1,00	1,08	1,08	0,853	0,988	1,063	1,063
3	Vlissingen to PVB	PVB	VL/BO	0,9558	0,9067	1,00	1,08	1,08	0,853	0,847	0,912	0,912
4	PVB to BOTN	BO/TN	PVB	0,9493	0,8994	1,00	1,08	1,08	0,853	0,852	0,917	0,917
5	BOTN tot Terneuzen	PT	BO/TN	0,9367	0,9167	1,00	1,08	1,08	0,853	0,892	0,960	0,960
6	Terneuzen tot TNHW	TN/HW	PT	0,9587	0,8687	1,00	1,08	1,08	0,853	0,807	0,868	0,868
7	HW1 to HW1	PH	TN/HW	0,9545	0,8685	1,00	1,08	1,08	0,853	0,814	0,876	0,876
8	HW to HW2 to HWWA	HW/WA	PH	0,9396	0,8681	1,00	1,08	1,08	0,853	0,839	0,903	0,903
9	HWWA to WASA	WA/SA	HW/WA	0,9488	0,8684	1,00	1,08	1,08	0,853	0,823	0,886	0,886
10	WASA to OK to AW	OK	WA/SA	0,9444	0,8865	1,00	1,08	1,08	0,853	0,848	0,913	0,913
12	Oostgat	PV	OG/VL	0,8741	0,9668	0,00	1,08	1,08	0,853	0,000	1,162	1,162

Tabel 20 –Overzicht van de berekende factoren voor 2030 ECA tov referentiejaar 2016

Segment		From	To	Nseaships	Ne1, Ne2	NDG (GT3)	NDG (GF2)	NDG (GF3)	N4+5	Ftot (GT3)	Ftot (GF2)	Ftot (GF3)
1	Wielingen	PV	CA/VL	0,9446	1,0631	1,00	1,08	1,08	1,059	1,262	1,358	1,358
2	Rede van Vlissingen	VL/BO	PV	0,9561	1,0459	1,00	1,08	1,08	1,059	1,212	1,304	1,304
3	Vlissingen to PVB	PVB	VL/BO	1,0640	1,1046	1,00	1,08	1,08	1,059	1,033	1,112	1,112
4	PVB to BOTN	BO/TN	PVB	1,0576	1,0967	1,00	1,08	1,08	1,059	1,038	1,117	1,117
5	BOTN tot Terneuzen	PT	BO/TN	1,0318	1,1137	1,00	1,08	1,08	1,059	1,108	1,192	1,192
6	Terneuzen tot TNHW	TN/HW	PT	1,0779	1,0890	1,00	1,08	1,08	1,059	0,993	1,068	1,068
7	HW1 to HW1	PH	TN/HW	1,0732	1,0887	1,00	1,08	1,08	1,059	1,001	1,077	1,077
8	HW to HW2 to HWWA	HW/WA	PH	1,0569	1,0884	1,00	1,08	1,08	1,059	1,032	1,110	1,110
9	HWWA to WASA	WA/SA	HW/WA	1,0673	1,0887	1,00	1,08	1,08	1,059	1,012	1,089	1,089
10	WASA to OK to AW	OK	WA/SA	1,0624	1,1072	1,00	1,08	1,08	1,059	1,039	1,118	1,118
12	Oostgat	PV	OG/VL	0,9147	1,1283	0,00	1,08	1,08	1,059	0,000	1,537	1,537

Tabel 21 –Overzicht van de lekfrequenties voor 2030 nulalternatief tov referentiejaar 2016

Ammonia failure cases	Segment 1 (Wielingen)		Segment 2 (Rede van Viissingen)		Segment 3 (Vlissingen - PVB)		Segment 4 (PVB-BOTN)		Segment 5 (BOTN-Terneuzen)		Segment 6 (Terneuzen - TNHW)		Segment 7a (TNHW-HW1)		Segment 7b (HW1 - HW)		Segment 8a (HW - HW2)		Segment 8b (HW2 - HWWA)		Segment 9 (HWWA-WASA)		Segment 10a (WASA-OK)		Segment 10b (OK-AW)		Segment 12 (Oostgat)	
	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak
	SCR-WL-NH3 (250 or 1100)	7,37E-11	1,25E-11	2,28E-10	1,72E-10	1,73E-10	1,14E-10	2,32E-10	1,79E-10	1,67E-10	4,98E-11	2,54E-10	9,14E-11	3,32E-10	1,18E-10	2,74E-10	9,72E-11	3,61E-10	1,08E-10	2,97E-10	8,92E-11	2,32E-10	9,83E-11	4,73E-10	1,97E-10	2,64E-10	1,10E-10	0,00E+00
MCR-WL-NH3 (250 or 1100)	1,54E-08	3,17E-09	1,21E-08	8,41E-09	1,53E-08	6,29E-09	2,26E-08	1,23E-08	1,01E-08	2,45E-09	1,42E-08	3,41E-09	1,82E-08	4,12E-09	1,50E-08	3,40E-09	1,85E-08	3,98E-09	1,53E-08	3,30E-09	1,37E-08	4,21E-09	2,75E-08	7,94E-09	1,53E-08	4,44E-09	0,00E+00	0,00E+00
SCR-B-NH3 (250 or 1100)	1,48E-10	2,04E-11	3,34E-10	1,90E-10	2,75E-10	1,23E-10	3,44E-10	1,81E-10	3,21E-10	6,32E-11	4,35E-10	1,44E-10	5,71E-10	1,85E-10	4,71E-10	1,53E-10	6,55E-10	1,70E-10	5,40E-10	1,40E-10	3,89E-10	1,37E-10	7,91E-10	2,81E-10	4,43E-10	1,57E-10	0,00E+00	0,00E+00
MCR-B-NH3 (250 or 1100)	3,28E-08	5,02E-09	2,26E-08	1,06E-08	2,88E-08	8,82E-09	4,02E-08	1,62E-08	2,18E-08	3,29E-09	2,82E-08	6,57E-09	3,65E-08	8,24E-09	3,01E-08	6,82E-09	3,85E-08	6,92E-09	3,18E-08	5,71E-09	2,66E-08	7,34E-09	5,36E-08	1,42E-08	2,99E-08	7,92E-09	0,00E+00	0,00E+00
MPR-WL-NH3 (250 or 1100)	2,63E-09	4,19E-10	2,75E-09	6,98E-10	3,13E-09	5,45E-10	5,08E-09	9,99E-10	1,82E-09	3,16E-10	2,22E-09	3,37E-10	2,81E-09	4,12E-10	2,32E-09	3,40E-10	2,82E-09	4,51E-10	2,33E-09	3,72E-10	2,28E-09	3,58E-10	4,52E-09	7,02E-10	2,52E-09	3,91E-10	0,00E+00	0,00E+00
LPR-WL-NH3 (250 or 1100)	2,16E-09	3,16E-10	2,10E-09	5,91E-10	2,46E-09	3,83E-10	3,99E-09	7,72E-10	1,45E-09	2,18E-10	5,17E-09	7,33E-10	6,55E-09	9,06E-10	5,39E-09	7,50E-10	6,61E-09	9,61E-10	5,44E-09	7,97E-10	5,29E-09	7,49E-10	1,04E-08	1,47E-09	5,84E-09	8,20E-10	0,00E+00	0,00E+00
MPR-B-NH3 (250 or 1100)	5,24E-09	7,41E-10	4,28E-09	1,32E-09	5,22E-09	1,27E-09	7,72E-09	2,63E-09	3,49E-09	6,44E-10	4,26E-09	6,90E-10	5,45E-09	8,71E-10	4,50E-09	7,19E-10	5,52E-09	8,69E-10	4,57E-09	7,18E-10	4,15E-09	8,10E-10	8,30E-09	1,53E-09	4,63E-09	8,05E-10	0,00E+00	0,00E+00
LPR-B-NH3 (250 or 1100)	4,34E-09	5,33E-10	3,37E-09	1,06E-09	4,26E-09	8,33E-10	6,50E-09	1,63E-09	2,80E-09	4,74E-10	9,92E-09	1,55E-09	1,27E-08	1,98E-09	1,05E-08	1,63E-09	1,29E-08	1,94E-09	1,07E-08	1,60E-09	9,81E-09	1,68E-09	1,95E-08	3,24E-09	1,09E-08	1,81E-09	0,00E+00	0,00E+00

Butane failure cases	Segment 1 (Wielingen)		Segment 2 (Rede van Viissingen)		Segment 3 (Vlissingen - PVB)		Segment 4 (PVB-BOTN)		Segment 5 (BOTN-Terneuzen)		Segment 6 (Terneuzen - TNHW)		Segment 7a (TNHW-HW1)		Segment 7b (HW1 - HW)		Segment 8a (HW - HW2)		Segment 8b (HW2 - HWWA)		Segment 9 (HWWA-WASA)		Segment 10a (WASA-OK)		Segment 10b (OK-AW)		Segment 12 (Oostgat)	
	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak
	MPR-WL-C4 (250 or 1100)	6,32E-09	9,61E-10	1,01E-08	2,74E-09	5,21E-09	1,10E-09	8,37E-09	2,07E-09	2,30E-09	3,82E-10	2,96E-09	4,49E-10	4,06E-09	5,83E-10	3,35E-09	4,82E-10	4,10E-09	6,21E-10	3,39E-09	5,14E-10	3,26E-09	5,64E-10	6,52E-09	1,10E-09	3,65E-09	6,13E-10	1,50E-09
LPR-WL-C4 (250 or 1100)	2,01E-09	2,99E-10	2,98E-09	8,62E-10	1,14E-09	1,83E-10	1,81E-09	3,53E-10	7,55E-10	1,15E-10	1,02E-09	1,47E-10	1,28E-09	1,82E-10	1,06E-09	1,50E-10	1,30E-09	1,91E-10	1,07E-09	1,59E-10	1,04E-09	1,52E-10	2,08E-09	3,01E-10	1,16E-09	1,68E-10	2,46E-10	5,24E-11
MPR-B-C4 (250 or 1100)	1,26E-08	1,66E-09	1,59E-08	4,47E-09	8,88E-09	1,80E-09	1,32E-08	3,60E-09	4,42E-09	7,27E-10	5,63E-09	8,65E-10	7,79E-09	1,21E-09	6,42E-09	9,98E-10	8,00E-09	1,17E-09	6,62E-09	9,67E-10	5,92E-09	1,05E-09	1,20E-08	2,04E-09	6,69E-09	1,14E-09	2,64E-09	5,08E-10
LPR-B-C4 (250 or 1100)	4,04E-09	4,99E-10	4,83E-09	1,46E-09	2,00E-09	3,71E-10	2,98E-09	7,14E-10	1,46E-09	2,48E-10	1,96E-09	3,03E-10	2,50E-09	3,82E-10	2,06E-09	3,19E-10	2,55E-09	3,83E-10	2,11E-09	3,16E-10	1,94E-09	3,27E-10	3,90E-09	6,39E-10	2,19E-09	3,57E-10	4,43E-10	1,13E-10
SCP-WL-C4 (250 or 1100)	5,35E-08	1,29E-08	1,05E-07	7,95E-08	4,90E-08	3,10E-08	6,65E-08	5,00E-08	5,87E-08	1,71E-08	6,81E-08	2,99E-08	8,92E-08	3,71E-08	7,34E-08	3,06E-08	9,64E-08	3,27E-08	7,94E-08	2,70E-08	6,21E-08	3,16E-08	1,25E-07	6,34E-08	6,96E-08	3,54E-08	1,15E-07	4,59E-08
MCP-WL-C4 (250 or 1100)	1,55E-08	3,09E-09	2,17E-08	1,61E-08	1,24E-08	5,39E-09	1,81E-08	1,04E-08	6,87E-09	1,57E-09	9,10E-08	2,48E-09	1,19E-08	3,07E-09	9,86E-09	2,54E-09	1,24E-08	2,76E-09	1,02E-08	2,28E-09	8,99E-09	3,09E-09	1,82E-08	5,92E-09	1,02E-08	3,29E-09	9,51E-09	3,15E-09
LCP-WL-C4 (250 or 1100)	6,21E-11	2,56E-11	5,84E-11	6,40E-11	3,77E-11	2,73E-11	4,49E-11	4,82E-11	2,76E-11	1,42E-11	3,65E-11	1,99E-11	4,67E-11	2,43E-11	3,85E-11	2,01E-11	4,88E-11	2,33E-11	4,02E-11	1,92E-11	3,47E-11	2,33E-11	6,99E-11	4,55E-11	3,91E-11	2,53E-11	0,00E+00	0,00E+00
SCP-B-C4 (250 or 1100)	1,05E-07	1,72E-08	1,53E-07	8,89E-08	7,99E-08	3,30E-08	1,01E-07	4,98E-08	1,13E-07	2,15E-08	1,21E-07	3,60E-08	1,60E-07	4,58E-08	1,32E-07	3,78E-08	1,80E-07	4,15E-08	1,49E-07	3,43E-08	1,06E-07	3,67E-08	2,13E-07	7,36E-08	1,19E-07	4,12E-08	2,03E-07	5,66E-08
MCP-B-C4 (250 or 1100)	3,20E-08	5,57E-09	3,85E-08	2,15E-08	2,22E-08	8,69E-09	3,21E-08	1,29E-08	1,41E-08	2,43E-09	1,68E-08	5,86E-09	2,22E-08	7,50E-09	1,84E-08	6,19E-09	2,44E-08	5,87E-09	2,02E-08	4,85E-09	1,62E-08	6,21E-09	3,29E-08	1,26E-08	1,84E-08	6,98E-09	1,77E-08	5,17E-09
LCP-B-C4 (250 or 1100)	1,40E-10	3,63E-11	1,21E-10	7,81E-11	6,68E-11	3,52E-11	9,41E-11	5,74E-11	6,33E-11	1,76E-11	7,98E-11	2,84E-11	1,03E-10	3,52E-11	8,49E-11	2,91E-11	1,10E-10	3,16E-11	9,07E-11	2,61E-11	7,43E-11	3,27E-11	1,51E-10	6,45E-11	8,43E-11	3,61E-11	0,00E+00	0,00E+00

GF3 Failure cases Propane is C3; Ethylene is C2=	Segment 1 (Wielingen)		Segment 2 (Rede van Viissingen)		Segment 3 (Vlissingen - PVB)		Segment 4 (PVB-BOTN)		Segment 5 (BOTN-Terneuzen)		Segment 6 (Terneuzen - TNHW)		Segment 7a (TNHW-HW1)		Segment 7b (HW1 - HW)		Segment 8a (HW - HW2)		Segment 8b (HW2 - HWWA)		Segment 9 (HWWA-WASA)		Segment 10a (WASA-OK)		Segment 10b (OK-AW)		Segment 12 (Oostgat)	
	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak
	MPR-WL-C3 (250 or 1100)	2,66E-08	4,13E-09	3,15E-08	8,40E-09	1,57E-08	3,36E-09	2,50E-08	6,30E-09	7,39E-09	1,22E-09	9,99E-09	1,51E-09	1,28E-08	1,84E-09	1,06E-08	1,53E-09	1,30E-08	1,96E-09	1,07E-08	1,62E-09	1,03E-08	1,80E-09	2,04E-08	3,46E-09	1,14E-08	1,93E-09	7,62E-09
LPR-WL-C3 (250 or 1100)	1,52E-08	2,24E-09	1,50E-08	4,27E-09	7,93E-09	1,25E-09	1,32E-08	2,57E-09	2,37E-09	3,58E-10	3,34E-09	4,77E-10	4,32E-09	6,07E-10	3,57E-09	5,01E-10	4,39E-09	6,45E-10	3,64E-09	5,33E-10	3,54E-09	5,06E-10	7,01E-09	9,99E-10	3,91E-09	5,58E-10	0,00E+00	0,00E+00
MPR-B-C3 (250 or 1100)	5,30E-08	7,21E-09	4,93E-08	1,42E-08	2,68E-08	5,34E-09	3,95E-08	1,05E-08	1,42E-08	2,31E-09	1,90E-08	2,91E-09	2,46E-08	3,81E-09	2,04E-08	3,16E-09	2,54E-08	3,68E-09	2,09E-08	3,04E-09	1,88E-08	3,30E-09	3,75E-08	6,30E-09	2,09E-08	3,53E-09	2,49E-09	1,34E-08
LPR-B-C3 (250 or 1100)	3,05E-08	3,75E-09	2,42E-08	7,53E-09	1,38E-08	2,65E-09	2,16E-08	5,33E-09	4,59E-09	7,77E-10	6,42E-09	9,98E-10	8,40E-09	1,31E-09	6,94E-09	1,08E-09	8,64E-09	1,29E-09	7,06E-09	1,07E-09	6,55E-09	1,11E-09	1,31E-08	2,17E-09	7,32E-09	1,21E-09	0,00E+00	0,00E+00
SCP-WL-C3 (250 or 1100)	9,10E-08	2,09E-08	1,11E-07	8,55E-08	9,05E-08	3,81E-08	1,28E-07	6,32E-08	6,85E-08	1,62E-08	8,57E-08	2,66E-08	1,11E-07	3,30E-08														

Tabel 22 –Overzicht van de lekfrequenties voor 2030 ECA tov referentiejaar 2016

Ammonia failure cases	Segment 1 (Wielingen)		Segment 2 (Rede van Vlissingen)		Segment 3 (Vlissingen - PVB)		Segment 4 (PVB-BOTN)		Segment 5 (BOTN-Terneuzen)		Segment 6 (Terneuzen - TNHW)		Segment 7a (TNHW-HW1)		Segment 7b (HW1 - HW)		Segment 8a (HW - HW2)		Segment 8b (HW2 - HWWA)		Segment 9 (HWWA-WASA)		Segment 10a (WASA-OK)		Segment 10b (OK-AW)		Segment 12 (Oostgat)	
	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak
	SCR-WL-NH3 (250 or 1100)	8,78E-11	1,49E-11	2,79E-10	2,11E-10	2,11E-10	1,39E-10	2,83E-10	2,18E-10	2,08E-10	6,18E-11	3,13E-10	1,12E-10	4,09E-10	1,45E-10	3,38E-10	1,20E-10	4,44E-10	1,32E-10	3,66E-10	1,10E-10	2,85E-10	1,21E-10	5,79E-10	2,41E-10	3,23E-10	1,35E-10	0,00E+00
MCR-WL-NH3 (250 or 1100)	1,84E-08	3,77E-09	1,48E-08	1,03E-08	1,87E-08	7,67E-09	2,75E-08	1,50E-08	1,26E-08	3,05E-09	1,74E-08	4,20E-09	2,24E-08	5,06E-09	1,84E-08	4,18E-09	2,27E-08	4,89E-09	1,88E-08	4,05E-09	1,69E-08	5,17E-09	3,37E-08	9,73E-09	1,88E-08	5,44E-09	0,00E+00	0,00E+00
SCR-B-NH3 (250 or 1100)	1,76E-10	2,43E-11	4,10E-10	2,34E-10	3,35E-10	1,50E-10	4,19E-10	2,20E-10	3,98E-10	7,85E-11	5,36E-10	1,78E-10	7,02E-10	2,27E-10	5,80E-10	1,88E-10	8,05E-10	2,08E-10	6,64E-10	1,72E-10	4,79E-10	1,68E-10	9,69E-10	3,44E-10	5,42E-10	1,92E-10	0,00E+00	0,00E+00
MCR-B-NH3 (250 or 1100)	3,91E-08	5,97E-09	2,77E-08	1,29E-08	3,51E-08	1,08E-08	4,89E-08	1,98E-08	2,71E-08	4,08E-09	3,47E-08	8,08E-09	4,49E-08	1,01E-08	3,71E-08	8,39E-09	4,73E-08	8,50E-09	3,90E-08	7,01E-09	3,26E-08	9,02E-09	6,56E-08	1,74E-08	3,67E-08	9,69E-09	0,00E+00	0,00E+00
MPR-WL-NH3 (250 or 1100)	3,14E-09	4,99E-10	3,37E-09	8,56E-10	3,82E-09	6,65E-10	6,19E-09	1,22E-09	2,26E-09	3,93E-10	2,73E-09	4,15E-10	3,45E-09	5,07E-10	2,85E-09	4,18E-10	3,47E-09	5,54E-10	2,86E-09	4,58E-10	2,80E-09	4,40E-10	5,54E-09	8,60E-10	3,08E-09	4,79E-10	0,00E+00	0,00E+00
LPR-WL-NH3 (250 or 1100)	2,57E-09	3,76E-10	2,58E-09	7,25E-10	3,00E-09	4,67E-10	4,86E-09	9,41E-10	1,80E-09	2,71E-10	6,36E-09	9,02E-10	8,06E-09	1,12E-09	6,63E-09	9,22E-10	8,13E-09	1,18E-09	6,69E-09	9,80E-10	6,50E-09	9,21E-10	1,28E-08	1,80E-09	7,15E-09	1,00E-09	0,00E+00	0,00E+00
MPR-B-NH3 (250 or 1100)	6,24E-09	8,82E-10	5,25E-09	1,62E-09	6,37E-09	1,55E-09	9,41E-09	3,21E-09	4,34E-09	8,00E-10	5,24E-09	8,50E-10	6,70E-09	1,07E-09	5,54E-09	8,84E-10	6,79E-09	1,07E-09	5,62E-09	8,83E-10	5,10E-09	9,96E-10	1,02E-08	1,88E-09	5,67E-09	9,86E-10	0,00E+00	0,00E+00
LPR-B-NH3 (250 or 1100)	5,17E-09	6,34E-10	4,13E-09	1,29E-09	5,20E-09	1,02E-09	7,92E-09	1,98E-09	3,48E-09	5,88E-10	1,22E-08	1,90E-09	1,56E-08	2,43E-09	1,29E-08	2,01E-09	1,59E-08	2,39E-09	1,31E-08	1,97E-09	1,21E-08	2,06E-09	2,39E-08	3,97E-09	1,33E-08	2,22E-09	0,00E+00	0,00E+00

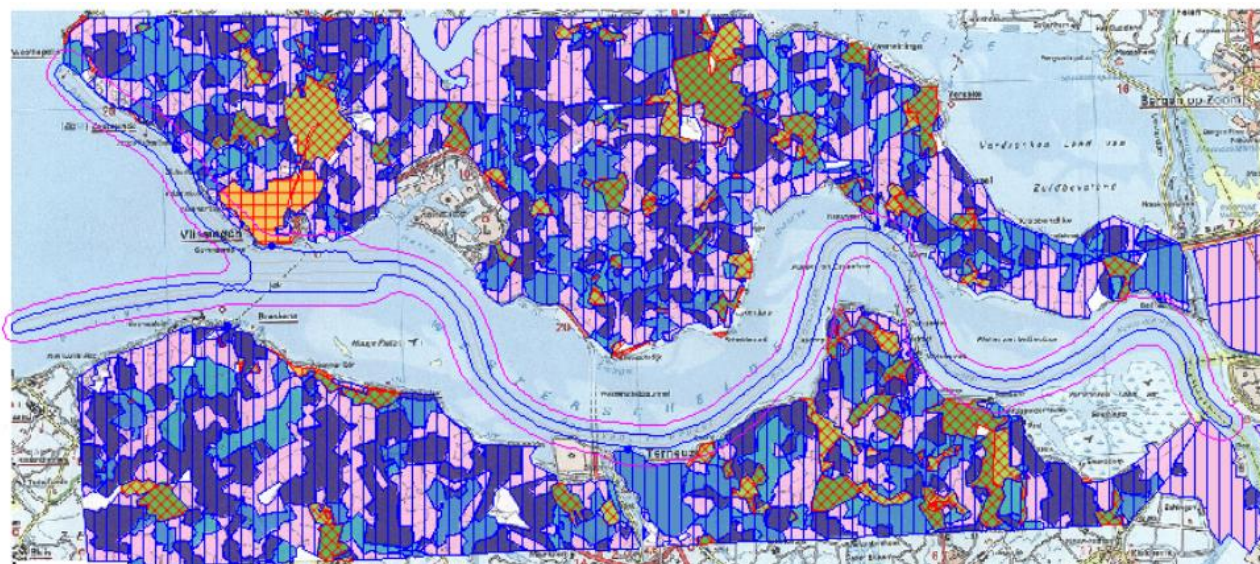
Butane failure cases	Segment 1 (Wielingen)		Segment 2 (Rede van Vlissingen)		Segment 3 (Vlissingen - PVB)		Segment 4 (PVB-BOTN)		Segment 5 (BOTN-Terneuzen)		Segment 6 (Terneuzen - TNHW)		Segment 7a (TNHW-HW1)		Segment 7b (HW1 - HW)		Segment 8a (HW - HW2)		Segment 8b (HW2 - HWWA)		Segment 9 (HWWA-WASA)		Segment 10a (WASA-OK)		Segment 10b (OK-AW)		Segment 12 (Oostgat)	
	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak
	MPR-WL-C4 (250 or 1100)	7,52E-09	1,14E-09	1,24E-08	3,37E-09	6,35E-09	1,34E-09	1,02E-08	2,53E-09	2,86E-09	4,74E-10	3,64E-09	5,52E-10	5,00E-09	7,17E-10	4,13E-09	5,93E-10	5,04E-09	7,64E-10	4,17E-09	6,32E-10	4,01E-09	6,94E-10	7,99E-09	1,34E-09	4,47E-09	7,51E-10	1,98E-09
LPR-WL-C4 (250 or 1100)	2,39E-09	3,56E-10	3,65E-09	1,06E-09	1,39E-09	2,23E-10	2,20E-09	4,30E-10	9,39E-10	1,43E-10	1,25E-09	1,81E-10	1,58E-09	2,24E-10	1,31E-09	1,85E-10	1,60E-09	2,35E-10	1,32E-09	1,95E-10	1,28E-09	1,87E-10	2,55E-09	3,69E-10	1,42E-09	2,06E-10	3,25E-10	6,93E-11
MPR-B-C4 (250 or 1100)	1,50E-08	1,97E-09	1,95E-08	5,48E-09	1,08E-08	2,20E-09	1,61E-08	4,39E-09	5,49E-09	9,03E-10	6,93E-09	1,06E-09	9,59E-09	1,49E-09	7,90E-09	1,23E-09	9,83E-09	1,43E-09	8,14E-09	1,19E-09	7,27E-09	1,29E-09	1,47E-08	2,49E-09	8,19E-09	1,39E-09	3,50E-09	6,72E-10
LPR-B-C4 (250 or 1100)	4,81E-09	5,94E-10	5,92E-09	1,79E-09	2,44E-09	4,53E-10	3,63E-09	8,71E-10	1,82E-09	3,08E-10	2,41E-09	3,72E-10	3,07E-09	4,70E-10	2,53E-09	3,92E-10	3,13E-09	4,71E-10	2,59E-09	3,88E-10	2,39E-09	4,02E-10	4,77E-09	7,82E-10	2,68E-09	4,37E-10	5,86E-10	1,50E-10
SCP-WL-C4 (250 or 1100)	6,37E-08	1,54E-08	1,29E-07	9,75E-08	5,98E-08	3,78E-08	8,10E-08	6,10E-08	7,29E-08	2,13E-08	8,38E-08	3,68E-08	1,10E-07	4,57E-08	9,03E-08	3,77E-08	1,19E-07	4,02E-08	9,76E-08	3,32E-08	7,63E-08	3,88E-08	1,53E-07	7,76E-08	8,53E-08	4,34E-08	1,52E-07	6,07E-08
MCP-WL-C4 (250 or 1100)	1,85E-08	3,68E-09	2,66E-08	1,98E-08	1,51E-08	6,57E-09	2,21E-08	1,27E-08	8,53E-09	1,95E-09	1,12E-08	3,05E-09	1,47E-08	3,78E-09	1,21E-08	3,13E-09	1,52E-08	3,40E-09	1,25E-08	2,80E-09	1,11E-08	3,80E-09	2,22E-08	7,24E-09	1,25E-08	4,09E-09	1,26E-08	4,17E-09
LCP-WL-C4 (250 or 1100)	7,39E-11	3,04E-11	7,16E-11	7,85E-11	3,86E-11	3,32E-11	5,48E-11	5,88E-11	3,43E-11	1,77E-11	4,49E-11	2,45E-11	5,74E-11	2,99E-11	4,74E-11	2,48E-11	5,99E-11	2,86E-11	4,94E-11	2,36E-11	4,26E-11	2,86E-11	8,57E-11	5,57E-11	4,78E-11	3,09E-11	0,00E+00	0,00E+00
SCP-B-C4 (250 or 1100)	1,26E-07	2,05E-08	1,88E-07	1,09E-07	9,74E-08	4,02E-08	1,23E-07	6,07E-08	1,40E-07	2,67E-08	1,49E-07	4,43E-08	1,96E-07	5,64E-08	1,62E-07	4,65E-08	2,21E-07	5,11E-08	1,83E-07	4,22E-08	1,30E-07	4,51E-08	2,61E-07	9,02E-08	1,46E-07	5,04E-08	2,68E-07	7,49E-08
MCP-B-C4 (250 or 1100)	3,81E-08	6,64E-09	4,72E-08	2,63E-08	2,70E-08	1,06E-08	3,92E-08	1,58E-08	1,76E-08	3,01E-09	2,07E-08	7,22E-09	2,73E-08	9,22E-09	2,26E-08	7,62E-09	3,00E-08	7,22E-09	2,48E-08	5,96E-09	2,00E-08	7,63E-09	4,03E-08	1,54E-08	2,25E-08	8,55E-09	2,33E-08	6,84E-09
LCP-B-C4 (250 or 1100)	1,67E-10	4,32E-11	1,48E-10	9,58E-11	8,15E-11	4,29E-11	1,15E-10	7,00E-11	7,87E-11	2,19E-11	9,82E-11	3,49E-11	1,26E-10	4,33E-11	1,04E-10	3,58E-11	1,35E-10	3,89E-11	1,12E-10	3,21E-11	9,13E-11	4,02E-11	1,85E-10	7,90E-11	1,03E-10	4,42E-11	0,00E+00	0,00E+00

GF3 Failure cases Propane is C3; Ethylene is C2=	Segment 1 (Wielingen)		Segment 2 (Rede van Vlissingen)		Segment 3 (Vlissingen - PVB)		Segment 4 (PVB-BOTN)		Segment 5 (BOTN-Terneuzen)		Segment 6 (Terneuzen - TNHW)		Segment 7a (TNHW-HW1)		Segment 7b (HW1 - HW)		Segment 8a (HW - HW2)		Segment 8b (HW2 - HWWA)		Segment 9 (HWWA-WASA)		Segment 10a (WASA-OK)		Segment 10b (OK-AW)		Segment 12 (Oostgat)	
	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak	Freq. 1100mm leak	Freq. 250 mm leak
	MPR-WL-C3 (250 or 1100)	3,17E-08	4,92E-09	3,87E-08	1,03E-08	1,91E-08	4,10E-09	3,04E-08	7,68E-09	9,18E-09	1,52E-09	1,23E-08	1,86E-09	1,58E-08	2,27E-09	1,31E-08	1,88E-09	1,60E-08	2,42E-09	1,32E-08	1,99E-09	1,27E-08	2,22E-09	2,50E-08	4,23E-09	1,40E-08	2,36E-09	1,01E-08
LPR-WL-C3 (250 or 1100)	1,81E-08	2,66E-09	1,84E-08	5,23E-09	9,67E-09	1,53E-09	1,61E-08	3,13E-09	2,94E-09	4,45E-10	4,11E-09	5,87E-10	5,32E-09	7,47E-10	4,39E-09	6,16E-10	5,39E-09	7,93E-10	4,47E-09	6,56E-10	4,35E-09	6,21E-10	8,59E-09	1,22E-09	4,79E-09	6,83E-10	0,00E+00	0,00E+00
MPR-B-C3 (250 or 1100)	6,30E-08	8,59E-09	6,04E-08	1,74E-08	3,27E-08	6,52E-09	4,81E-08	1,29E-08	1,76E-08	2,87E-09	2,34E-08	3,59E-09	3,03E-08	4,69E-09	2,51E-08	3,89E-09	3,12E-08	4,52E-09	2,57E-08	3,74E-09	2,31E-08	4,06E-09	4,59E-08	7,72E-09	2,69E-08	4,63E-09	3,30E-09	1,78E-08
LPR-B-C3 (250 or 1100)	3,63E-08	4,47E-09	2,97E-08	9,23E-09	1,68E-08	3,23E-09	2,63E-08	6,49E-09	5,50E-09	9,65E-10	7,90E-09	1,23E-09	1,03E-08	1,61E-09	8,54E-09	1,33E-09	1,06E-08	1,58E-09	8,68E-09	1,31E-09	8,05E-09	1,37E-09	1,61E-08	2,65E-09	8,97E-09	1,49E-09	0,00E+00	0,00E+00
SCP-WL-C3 (250 or 1100)	1,08E-07	2,49E-08	1,36E-07	1,05E-07	1,10E-07	4,65E-08	1,56E-07	7,70E-08	8,51E-08	2,02E-08	1,08E-07	3,27E-08	1,37E-07	4,06E-08	1,13E-07	3,35E-08	1,45E-07	3,66E-08	1,20E-07	3,02E-08	9,85E-08	3,61E-08	1,29E-07	7,04E-08				

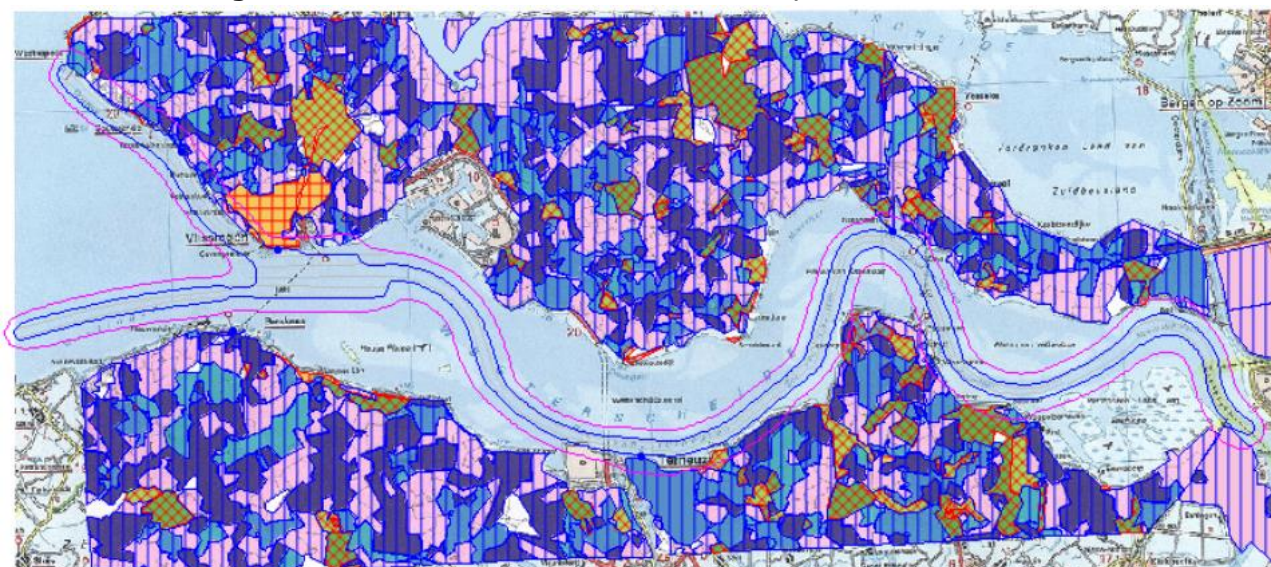
9 RESULTATEN 2030 NULALTERNATIEF EN ECA

Voorgaande risicoanalyse wordt uitgevoerd op alle gedefinieerde scenario's (zoals is uitgewerkt in de voorgaande hoofdstuk) waarbij ammoniak en brandbare gassen op de (Wester)Schelde kunnen vrijkomen. Referentiejaar 2030 is volledig kwantitatief herrekend (met en zonder ECA). De resultaten worden uitgedrukt middels een plaatsgebonden risico (PR). Het PR is op een kaart gevisualiseerd in risicocontourlijnen.

Figuur 4 geeft het totale plaatsgebonden risico van al het maritieme gevaarlijke goederenverkeer weer voor de situatie 2030 nulalternatief. Figuur 5 voor de situatie 2030 met ECA. De risicocontouren komen overeen met de plaatsgebonden risiconiveaus van $1E-07$ en $1E-08$ per jaar (de $1E-06$ risico contour wordt niet berekend). De risicocontourlijnen $1E-07$ en $1E-08$ per jaar liggen op het vaste land bij Vlissingen, het Oostgat, bij Terneuzen en in de nabijheid van Hansweert. De $1E-07$ contour beslaat slechts een relatief klein deel van het land in vergelijking met de $1E-08$ contour. Nergens wordt de norm van $1E-06$ aan land bereikt.



Figuur 4 - Gecombineerde Risico Contouren, 2030 nulalternatief



Figuur 5 - Gecombineerde Risico Contouren, 2030 ECA

Tabel 23 geeft het plaatsgebonden risico (PR) weer op de risicomeetpunten Hansweert, Breskens, Oostgat, Terneuzen en Vlissingen weer voor het nulalternatief en ECA in 2030. De tabel laat tevens zien dat het hoogste plaatsgebonden risico bij Oostgat is berekend (1.96 E-07) voor het scenario 2030 met ECA, hierna volgen Vlissingen, Hansweert en Terneuzen met een plaatsgebonden risico van respectievelijk 1.68 E-07 , 8.63E-08 en 8.06E-08 . De waarden voor het plaatsgebonden bij de kustlijnen bij Breskens zijn aanzienlijk lager.

Wanneer de resultaten vergeleken worden met de referentiesituatie 2016 dan kan worden geconcludeerd voor de situatie met ECA dat het plaatsgebonden risico overall toeneemt (door toename van het totale aantal schepen en de schaalvergroting) ten opzichte van de referentieperiode. Voor de situatie van het nulalternatief is er geen eenduidige trend. Verder kan besloten worden dat wanneer 2030 wordt vergeleken met en zonder ECA, de risico's met ECA 19 tot 32% hoger zijn.

Tabel 23 - Vergelijking van het plaatsgebonden risico (PR) referentieperiode (2016) versus nulalternatief en ECA (2030)– uitgedrukt in ($\times 10^{-8}$ /j)

Risico rankings punt	PR (/jaar) 2016	PR (/jaar) 2030 nulalt	verschil 2030 vs 2016	PR (/jaar) 2030 ECA	verschil 2030 vs 2016	verschil nulalternatief vs ECA
(op de kustlijn)	($\times 10^{-8}$)	($\times 10^{-8}$)	(%)	($\times 10^{-8}$)	(%)	(%)
Breskens	0,23	0,26	13,9	0,31	35,6	19,1
Hansweert	8,13	7,01	-13,7	8,63	6,2	23,0
Oostgat	12,75	14,82	16,2	19,60	53,7	32,3
Terneuzen	7,64	6,55	-14,2	8,06	5,5	23,0
Vlissingen	12,82	13,80	7,7	16,82	31,2	21,8

10 CONCLUSIE

Doelstelling van deze studie was om inzichtelijk te maken in welke mate het externe risico dat is verbonden met het transport van gevaarlijke stoffen over de Westerschelde, zal wijzigen, rekening houdend met Complex Project - Extra Containercapaciteit Antwerpen (kortweg ECA) en de geactualiseerde prognoses van de containerstromen van en naar Antwerpen en de nieuwe inzichten inzake de overslag en het achterlandtransport ten opzichte van de aannames in vorige studies.

Uit voorgaande studies bleek dat aanvaringen tussen schepen (met als gevolg het vrijkomen van grote product hoeveelheden uit een ladingtank) de enige oorzaak is om risico's op land te vormen. Het stranden en of vastlopen van een schip op een dijk zal geen aanleiding geven tot de uitstroom van lading uit de cargotanks van gastankers zoals ammoniak en of LPG-tankers.

Voor scheepstransporten met ammoniak en brandbare gassen over de (Wester)Schelde is het externe risico geanalyseerd middels het plaatsgebonden risico (PR) (voor Vlissingen, Breskens, Oostgat, Terneuzen en Hansweert) voor het nieuwe referentiejaar 2016 (ten opzichte van het vorige referentiejaar 2008) en voor de scenario's 2030 met en zonder ECA. De voorliggende analyse omvatte een semi-kwantitatieve analyse op een beperkt aantal punten op de wal een inschatting is gemaakt van de toename van het PR-niveau van de gedefinieerde scenario's.

Het maximale plaatsgebonden risico voor Oostgat is 1.96 E-07 per jaar (bepaald voor de situatie, met ECA voor het peiljaar 2030). Dit betekent dat het plaatsgebonden risico van 1E-06 niet op het land komt. De hoogste waarden voor Vlissingen (1.68 E-07), Terneuzen (0.8 E-07) en Hansweert (0.86 E-07) worden steeds gevonden voor het scenario van ECA 2030. Het risico ter hoogte van Breskens is voor hetzelfde scenario meer dan een grootte-orde kleiner dan voor de overige punten. Verder kan besloten worden dat wanneer 2030 wordt vergeleken met en zonder ECA, de risico's met ECA 19 tot 32% hoger zijn.

Voor geen enkel van de scenario's wordt een overschrijding van de grenswaarde voor de 1E-06 contour gevonden (de contour ligt voor alle scenario's op het water).



About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.