

NL IM DEVELOPMENT BACKLOG

# Procedure actualisatie transportaantallen risico's zeevaartroutes

RIVM

**Report No.:** 10142636-003, Rev. 1

**Document No.:** 11DA3C3Y-6

**Date:** 2020-02-10



Project name: NL IM Development Backlog DNV GL Limited, 4th Floor  
Report title: Procedure actualisatie transportaantallen risico's zeevaartroutes Vivo Building  
Customer: RIVM 30 Stamford Street  
Antonie van Leeuwenhoeklaan 9 London  
3721 MA Bilthoven SE1 9LQ  
United Kingdom  
Customer contact: Paul Uijt de Haag  
Date of issue: 2020-02-10  
Project No.: 10142636  
Organisation unit: Plant Analytics  
Report No.: 10142636-003, Rev. 1  
Document No.: 11DA3C3Y-6

Applicable contract(s) governing the provision of this Report:

Onderhoudsovereenkomst voor software inzake Safeti-NL

Objective:

Develop a new user-friendly version of the Energy Model spreadsheets for calculating the risk on inland waterways and supporting documentation.

Prepared by:



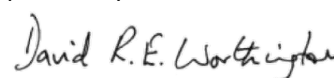
Maartje Folbert  
Senior Consultant

Verified by:



Dennis van der Meulen  
Senior Consultant

Approved by:



David Worthington  
Head of Department Plant Analytics

Copyright © DNV GL 2020. 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:

- ☐ OPEN. Unrestricted distribution, internal and external.  
☐ INTERNAL use only. Internal DNV GL document.  
☒ CONFIDENTIAL. Distribution within DNV GL according to applicable contract.\*  
☐ SECRET. Authorized access only.

\*Specify distribution: DNV GL Group

Rev. No.	Date	Reason for Issue	Prepared by	Verified by	Approved by
0	07-05-2019	Conceptversie	M. Folbert	D. van der Meulen	D. Worthington
1	10-02-2020	Finale versie, commentaar RIVM en RWS verwerkt	M. Folbert	D. van der Meulen	D. Worthington



## Inhoudsopgave

1	INLEIDING.....	1
2	BASIS-UITSTROOMFREQUENTIES .....	2
3	PROCEDURE OP HOOFDLIJNEN.....	4
4	INVENTARISATIE VAN ACTUELE TRANSPORTAANTALLEN .....	5
4.1	Binnenvaart	5
4.2	Zeevaart	6
4.3	Conclusies	11
5	VERTALING NAAR UITSTROOMSCENARIO'S .....	12
5.1	Binnenvaart	12
5.2	Zeevaart	12
6	REFERENTIES.....	16

### Appendix A    Relatieve verdeling van transporten over scheepskenmerken uit eerdere studies

## 1 INLEIDING

Het "Protocol Zee- en Binnenvaart op vaarwegen met meer dan 10% zeevaart" /1/ (hierna te noemen "het Protocol") beschrijft de rekenwijze voor het berekenen van de externe veiligheidsrisico's op vaarwegen met meer dan 10% zeevaart.

Het toepassen van het Protocol is niet eenvoudig, mede door de complexiteit van de berekening van de frequenties van de uitstroomscenario's (inclusief de vervolgmogelijkheden voor grote/kleine uitstroming), waarbij onder andere gebruik wordt gemaakt van het Energiemodel. Om deze reden is door DNV GL in opdracht van RIVM een vereenvoudiging van het Energiemodel gemaakt, waarmee scheepvaart aantallen eenvoudiger vertaald kunnen worden naar risico's. Het doel is hiervan om de berekeningen behorende bij het Protocol te integreren in RBMII of een vergelijkbare tool om de externe risico's te berekenen op de zeevaartroutes.

In dat kader zijn er *basis-uitstroomfrequenties* bepaald als invoer voor deze tool. Deze basisfrequenties representeren de kans op een klein en groot gat (per jaar, per segment), zowel onder als boven de waterlijn, op basis van één referentie-scheepvaartbeweging met gevaarlijke stoffen per jaar per scheepstype, scheepsgrootte en per tanktype/opslagcondities. Door deze basisfrequenties te vermenigvuldigen met de werkelijke aantallen schepen per combinatie op een segment, kunnen de uitstroomfrequenties dan relatief eenvoudig worden bepaald. De documentatie van de ontwikkeling van de vereenvoudigde versie van het Energiemodel en de afleiding van de basis-uitstroomfrequenties is beschreven in /2/.

In dit document wordt beschreven hoe de totale uitstroomfrequenties, behorend bij verschillende uitstroomscenario's, op de verschillende vaarwegen berekend kunnen worden op basis van de basis-uitstroomfrequenties en actuele transportaantallen.

In hoofdstuk 2 wordt allereerst een beschrijving gegeven van de Excelsheet waarin de basis-uitstroomfrequenties zijn opgenomen. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens op hoofdlijnen de procedure beschreven voor het berekenen van de risico's op zeevaartroutes op basis van de uitstroomfrequenties. Hoofdstuk 4 en 5 wordt toegelicht op welke wijze de transportaantallen geïnventariseerd en verwerkt kunnen worden zodat de totale uitstroomfrequenties op basis hiervan berekend kunnen worden en wordt ingegaan op de vertaling van uitstroomfrequenties *per scheepvaartbeweging* naar de frequenties *per uitstroomscenario*.

## 2 BASIS-UITSTROOMFREQUENTIES

De berekende basis-uitstroomfrequenties zijn voor alle vaarwegen gezamenlijk opgenomen in één Excel-file. Het bestand bestaat in totaal uit 8 tabbladen: vier tabbladen met daarin de frequenties per vaarweg, en vier tabbladen met daarin de gebruikte invoer van het Energiemodel op basis waarvan de basis-uitstroomfrequenties zijn berekend. Elk tabblad met basis-uitstroomfrequenties bestaat uit twee delen, waarbij in het linker gedeelte de frequenties zijn opgenomen voor de zeevaart en in het rechter gedeelte die voor de binnenvaart (zie Figuur 1). Voor de zeevaart wordt de standaardverdeling in segmenten aangehouden, zoals deze is gedefinieerd in de eerdere studies op de vaarwegen. Er worden vier frequenties weergegeven per combinatie van scheepskenmerken:

- W-groot: een groot gat (1100 mm) op de waterlijn;
- W-klein: een klein gat (250 mm) op de waterlijn;
- B-groot: een groot gat (1100 mm) onder de waterlijn;
- B-klein: een klein gat (250 mm) onder de waterlijn.

Voor de binnenvaart zijn extra "segmenten" toegevoegd voor de locaties van de uitzonderingskilometers, waar lokaal een hogere scheepsschadefrequentie van toepassing is. Bij de binnenvaart wordt alleen onderscheid gemaakt in de scenario's klein en groot lek. Per segment of uitzonderingskilometer zijn de volgende scenario's opgenomen:

- BV – enkelwandig: uitstroming uit een enkelwandige vloeistoftanker ten gevolge van een algemeen binnenvaart ongeval;
- BV – dubbelwandig: uitstroming uit een dubbelwandige vloeistoftanker ten gevolge van een algemeen binnenvaart ongeval;
- BV – gastanker: uitstroming uit een gastanker ten gevolge van een algemeen binnenvaart ongeval;
- ZVBV – enkelwandig: uitstroming uit een enkelwandige vloeistoftanker ten gevolge van een zeevaart-binnenvaart aanvaring;
- ZVBV – dubbelwandig: uitstroming uit een dubbelwandige vloeistoftanker ten gevolge van een zeevaart-binnenvaart aanvaring;
- ZVBV – gastanker: uitstroming uit een gastanker ten gevolge van een zeevaart-binnenvaart aanvaring.

Onderstaande figuur geeft een screenshot van de Excelsheet.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	ZEEVAART								BINNENVAART				
2													
3	Segment	Scheepstype	Massaklasse	W-groot	W-klein	B-groot	B-klein		Segment	Scheepstype	Klein	Groot	
4	2	IBC1		4	0.00E+00	1.28E-11	0.00E+00	2.09E-11		2	BV - enkelwandig	1.17E-07	5.87E-08
5	2	IBC1		5	6.46E-11	1.30E-10	1.05E-10	2.12E-10		2	BV - dubbelwandig	5.34E-09	1.33E-09
6	2	IBC1		6	1.94E-10	5.27E-10	3.17E-10	8.61E-10		2	BV - gastanker	3.34E-09	1.6E-11
7	2	IBC1		7	6.56E-10	3.87E-10	1.07E-09	6.31E-10		2	ZVBV - enkelwandig	6.87E-09	3.44E-09
8	2	IBC1		8	4.79E-10	1.94E-10	7.81E-10	3.17E-10		2	ZVBV - dubbelwandig	3.12E-10	7.81E-11
9	2	IBC1		9	6.97E-10	3.07E-10	1.14E-09	5.01E-10		2	ZVBV - gastanker	1.95E-10	9.37E-13
10	2	IBC1		10	9.01E-10	1.67E-10	1.47E-09	2.73E-10		3 - SLKL	BV - enkelwandig	9.74E-08	4.87E-08
11	2	IBC1		11	1.07E-09	3.90E-10	1.74E-09	6.36E-10		3 - SLKL	BV - dubbelwandig	4.43E-09	1.11E-09
12	2	IBC1		12	1.07E-09	3.90E-10	1.74E-09	6.36E-10		3 - SLKL	BV - gastanker	2.77E-09	1.33E-11
13	2	IBC1		13	1.07E-09	8.02E-10	1.74E-09	1.31E-09		3 - SLKL	ZVBV - enkelwandig	5.54E-08	2.77E-08
14	2	IBC2		4	1.28E-11	2.47E-10	2.09E-11	4.03E-10		3 - SLKL	ZVBV - dubbelwandig	2.52E-09	6.29E-10
15	2	IBC2		5	1.94E-10	5.31E-10	3.17E-10	8.66E-10		3 - SLKL	ZVBV - gastanker	1.57E-09	7.55E-12
16	2	IBC2		6	7.22E-10	1.10E-09	1.18E-09	1.79E-09		3 - Overig	BV - enkelwandig	1.17E-07	5.87E-08
17	2	IBC2		7	1.08E-09	1.89E-09	1.76E-09	3.08E-09		3 - Overig	BV - dubbelwandig	5.34E-09	1.33E-09
18	2	IBC2		8	9.57E-10	1.20E-09	1.56E-09	1.96E-09		3 - Overig	BV - gastanker	3.34E-09	1.6E-11
19	2	IBC2		9	1.00E-09	1.08E-09	1.64E-09	1.76E-09		3 - Overig	ZVBV - enkelwandig	6.87E-09	3.44E-09
20	2	IBC2		10	1.66E-09	5.02E-10	2.72E-09	8.19E-10		3 - Overig	ZVBV - dubbelwandig	3.12E-10	7.81E-11
21	2	IBC2		11	1.77E-09	4.72E-10	2.88E-09	7.70E-10		3 - Overig	ZVBV - gastanker	1.95E-10	9.37E-13
22	2	IBC2		12	1.96E-09	2.76E-10	3.20E-09	4.51E-10		4 - SVG	BV - enkelwandig	1.17E-07	5.87E-08
23	2	IBC2		13	1.97E-09	3.41E-10	3.22E-09	5.57E-10		4 - SVG	BV - dubbelwandig	5.34E-09	1.33E-09
24	2	IBC3		4	2.41E-09	4.05E-09	3.93E-09	6.61E-09		4 - SVG	BV - gastanker	3.34E-09	1.6E-11
25	2	IBC3		5	4.56E-09	3.11E-09	7.44E-09	5.07E-09		4 - SVG	ZVBV - enkelwandig	4.13E-07	2.07E-07
26	2	IBC3		6	6.87E-09	3.09E-09	1.12E-08	5.05E-09		4 - SVG	ZVBV - dubbelwandig	1.88E-08	4.69E-09
27	2	IBC3		7	7.87E-09	2.38E-09	1.28E-08	3.88E-09		4 - SVG	ZVBV - gastanker	1.17E-08	5.63E-11
	< >	Rotterdam	Noordzeekanaal	Kanaal Gent-Terneuzen	Westerschelde	Input RDAM	Input NZK	Input KGT	Input WS				

**Figuur 1** Screenshot Excel-file met berekende basis-uitstroomfrequenties

### 3 PROCEDURE OP HOOFDLIJNEN

De berekende basis-uitstroomfrequenties kunnen dienen als uitgangspunt voor de periodieke actualisatie van de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen op de vaarwegen, in combinatie met geactualiseerde gegevens aangaande het aantal transporten op de vaarweg. De procedure die hiervoor gevolgd zou moeten worden, ziet er op hoofdlijnen als volgt uit:

1. Inventarisatie van actuele transportaantallen per combinatie van scheepskenmerken (zeevaart) en per type binnenvaarttanker voor elk van de relevante stofcategorieën op elk segment van de vaarweg;
2. Vermenigvuldiging van de transportaantallen en de basis-uitstroomfrequenties, zodat de totale uitstroomfrequenties worden verkregen per stofcategorie en per combinatie van scheepskenmerken;
3. Vertaalslag van de frequenties per stofcategorie en per combinatie van scheepskenmerken naar frequenties per uitstroombesluit;
4. Invoer van de uitstroomfrequenties per besluit in de te gebruiken risicosoftware.

In de volgende hoofdstukken worden de benodigde inventarisatie- en analysestappen nader toegelicht.

## 4 INVENTARISATIE VAN ACTUELE TRANSPORTAANTALLEN

Onderstaand wordt voor de zeevaart en binnenvaart afzonderlijk beschreven welke gegevens er benodigd zijn voor de berekening van de risico's op de vaarwegen, op basis van actuele transportaantallen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen binnenvaart en zeevaart. Omdat het op dit moment voor een groot deel van de gegevens niet mogelijk is om deze direct op te vragen uit de datasystemen van vaarwegbeheerders, wordt daarnaast beschreven hoe de benodigde gegevens op indirecte wijze kunnen worden afgeleid, gebruik makend van aannames. Eerdere risicostudies op zeevaartroutes vormen hierbij het uitgangspunt.

### 4.1 Binnenvaart

De basis-uitstroomfrequenties voor de binnenvaart zijn (per segment) gedefinieerd per combinatie van scheepstype (enkelwandige, dubbelwandige vloeistoftanker en gastanker) en per type ongeval (binnenvaart of zeevaart-binnenvaart). In onderstaande tabel is aangegeven welke gegevens benodigd zijn om vermenigvuldiging met de basis-uitstroomfrequenties mogelijk te maken, conform de Handleiding Risicoanalyse Transport 2017 (hierna "Hart") /3/. Een dergelijke tabel is benodigd voor elk van de segmenten op de bewuste vaarweg.

**Tabel 1 Benodigde transportaantallen gevaarlijke stoffen binnenvaart (per jaar) voor elk van de segmenten**

Stofcategorie	Scheepstype	Aantal transporten (/jr)
LF1	Vloeistof, dubbelwandig	
LF2	Vloeistof, dubbelwandig	
LT1	Vloeistof, dubbelwandig	
LT2	Vloeistof, dubbelwandig	
LT3	Vloeistof, dubbelwandig	
LT4	Vloeistof, dubbelwandig	
GF0	Gastanker	
GF1	Gastanker	
GF2	Gastanker	
GF3	Gastanker	
GT0	Gastanker	
GT2	Gastanker	
GT3	Gastanker	
GT4	Gastanker	
GT5	Gastanker	

In de Hart wordt gesteld dat brandbare en toxische gassen altijd worden vervoerd in gastankers, toxische vloeistoffen in dubbelwandige tankers en brandbare vloeistoffen kunnen worden vervoerd in zowel enkelwandige als dubbelwandige tankers. Voor de stofcategorieën LF1 en LF2 worden de transporten dus verdeeld over twee scheepstypes. Gezien de uitfasering van enkelwandige schepen, wordt verwacht dat het aandeel gevaarlijke stoffen dat in dubbelwandige schepen vervoerd wordt in de periode tot 2020 zal toenemen tot 100% /3/. Om deze reden zijn in bovenstaande tabel alleen dubbelwandige vloeistoftankers opgenomen.

Omdat er voor elke stofcategorie maar één scheepstype mogelijk is, is het voor de binnenvaart dus voldoende om het aantal transporten per stofcategorie te kennen. Deze gegevens kunnen worden overgenomen uit de aantallen transporten per stofcategorie ten behoeve van de berekening van het groepsrisico in Bijlage III van de Regeling Basisnet /4/ of op basis van recente transportgegevens op de vaarroute. Beide mogelijkheden zijn in het verleden gebruikt bij het berekenen van de risico's op de vaarwegen Kanaal Gent-Terneuzen, Noordzeekanaal en Rotterdamse vaarwegen. In de volgende paragraaf wordt beschreven hoe deze gegevens kunnen worden gekoppeld aan vaarwegsegmenten.



## 4.2 Zeevaart

De basis-uitstroomfrequenties voor de zeevaart zijn (per segment) gedefinieerd per combinatie van scheepstype en massaklasse. In onderstaande tabel is aangegeven welke gegevens benodigd zijn om vermenigvuldiging met de basis-uitstroomfrequenties mogelijk te maken. Een dergelijke tabel is benodigd voor elk van de segmenten op de bewuste vaarweg. Voor een toelichting op de gebruikte indeling in stofcategorieën, scheepstypes en massaklassen wordt verwezen naar het Protocol en /2/.

**Tabel 2      Formaat transportaantallen gevaarlijke stoffen zeevaart (per jaar) voor elk van de segmenten<sup>1</sup>**

Stofcategorie	Scheepstype	Massaklasse									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
LF1	IBC1										
	IBC2										
	IBC3										
	Olietanker										
LF2	IBC1										
	IBC2										
	IBC3										
	Olietanker										
LT1	IBC1										
	IBC2										
	IBC3										
LT2	IBC1										
	IBC2										
	IBC3										
LT3	IBC1										
	IBC2										
	IBC3										
LT4	IBC1										
	IBC2										
	IBC3										
GF0	Gas Type 1, druk, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, prismatisch										
	Gas Type 2, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, prismatisch										
	LNG, sferisch										
	LNG, prismatisch										
GF1	Gas Type 1, druk, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, prismatisch										
	Gas Type 2, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, prismatisch										
GF2	Gas Type 1, druk, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, prismatisch										
	Gas Type 2, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, prismatisch										
GF3	Gas Type 1, druk, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, prismatisch										
	Gas Type 2, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, prismatisch										
GT0	Gas Type 1, druk, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, cilindrisch										

<sup>1</sup> Bovenstaande tabel geeft uitsluitend de gegevens die benodigd zijn voor het berekenen van de uitstroomfrequenties op de vaarroute. Voor het uitvoeren van consequentieberekeningen zijn voor gastankers eveneens gegevens benodigd omtrent de opslagcondities, zie paragraaf 3.1.1 van /2/.

Stofcategorie	Scheepstype	Massaklasse									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Gas Type 1, atmosferisch, prismatisch										
	Gas Type 2, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, prismatisch										
GT2	Gas Type 1, druk, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, prismatisch										
	Gas Type 2, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, prismatisch										
GT3	Gas Type 1, druk, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, prismatisch										
	Gas Type 2, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, prismatisch										
GT4	Gas Type 1, druk, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, prismatisch										
	Gas Type 2, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, prismatisch										
GT5	Gas Type 1, druk, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 1, atmosferisch, prismatisch										
	Gas Type 2, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, cilindrisch										
	Gas Type 2, atmosferisch, prismatisch										

Op basis van een inventarisatie van Rijkswaterstaat bij verschillende havenbedrijven bleek dat bovenstaande gegevens op dit moment niet direct kunnen worden aangeleverd, maar er wordt gewerkt aan een manier om deze gegevens jaarlijks voor de monitoring van het basisnet te kunnen gaan aanleveren.

In eerdere studies is gebruik gemaakt van zowel de aantallen als opgenomen in de Regeling Basisnet (zie o.a. /5/,/6/,/7/) en recente werkelijke transportaantallen, aangeleverd door de vaarwegbeheerders (zie o.a. /8/,/9/,/10/,/11/). Voor een uitgebreide beschrijving van de afleiding van bovenstaande gegevens, wordt verwezen naar de genoemde studies. Onderstaand wordt beschreven hoe de verschillende gegevens in bovenstaande tabel kunnen worden afgeleid op basis van gegevens die wel beschikbaar zijn, aan de hand van de eerder uitgevoerde studies.

#### 4.2.1 Stofcategorieën

De aantallen transporten per stofcategorie ten behoeve van de berekening van het groepsrisico zijn opgenomen in Bijlage III van de Regeling Basisnet /4/ voor verschillende delen van de vaarwegen. Deze kunnen worden vertaald naar de aantallen transporten per segment. Voor alle vaarwegen, met uitzondering van Rotterdam, wordt gerekend met vaste aantallen waarbij geen onderscheid wordt gemaakt in segmenten<sup>2</sup>. Voor de Rotterdamse vaarwegen ("Corridor Rotterdam-Moerdijk") worden 10 vaarwegdelen onderscheiden. De koppeling tussen segmenten kan worden gemaakt op basis van onderstaande tabel (zie /7/):

<sup>2</sup> Bij een update van het Basisnet zal mogelijk ook de Westerschelde worden opgedeeld in segmenten.

**Tabel 3 Koppeling vaarwegen Basisnet en segmenten voor Rotterdam**

Segmenten		Vaarweg basisnet
Nummer	Naam	
1	NWW Maasmond - Botlek	Ingang Noord en Nieuwe Waterweg
2	Maasmond Zuid	Ingang Zuid
3	Beerkanaal	Beerkanaal
4	Calandkanaal	Calandkanaal
5	NWW Botlek - Stad	Nieuwe Maas tot Pernis
6	Oude Maas	Oude Maas tot Botlekbrug
		Oude Maas tot Dordtse Kil
7	Dordtse Kil	Dordtse Kil en Hollandsch Diep
8	Hollandsch Diep	Dordtse Kil en Hollandsch Diep

De aantallen per stofcategorie kunnen ook worden afgeleid op basis van actuele transportgegevens voor de verschillende vaarwegen. De analyses die in het verleden zijn uitgevoerd, zijn gebaseerd op verschillende bronnen. Omdat de beschikbare gegevens verschillend waren voor elk van de vaarwegen, zijn de gehanteerde methodes om de aantallen per stofcategorie af te leiden uniek. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de gebruikte gegevens per vaarweg en is een referentie opgenomen naar de meest recente studies, waarin de analyse van gegevens is beschreven.

**Tabel 4 Overzicht van gebruikte gegevens voor afleiding energiespectrum in eerdere studies**

Vaarweg	Data	Periode	Referentie
Noordzeekanaal	Scheepsverladingen, Port of Amsterdam	Jan 2010- mrt 2013	Berekeningen Energiemodel - Noordzeekanaal /12/
Vaarwegen Rotterdam	Notitie I&M <sup>3</sup>	2011	Berekeningen Energiemodel - Rotterdam /13/
Kanaal Gent-Terneuzen	Databank Schelderadarketen (SRK)	2009-2013	Berekeningen Energiemodel - Kanaal Gent-Terneuzen /14/
Westerschelde	Databank Schelderadarketen (SRK)	2004-2008	Actualisatiestudie 2011 risico's transport gevaarlijke stoffen Westerschelde en prognoses 2015-2030 /8/

Afhankelijk van de gebruikte gegevens, werden in bovenstaande studies een aantal stappen doorlopen om het aantal transporten per stofcategorie af te leiden per segment:

1. Selectie van relevante transporten;
2. Koppeling van ladingsgegevens aan stofcategorieën;
3. Toekenning van vaarbewegingen aan segmenten.

Voor de analyse zijn alleen transporten van gevaarlijke stoffen in vloeibare bulk van belang. Daarom zijn alleen transporten van vloeistoffen ("natte bulk") opgenomen, waarvan eveneens een zogenaamd UN-nummer is opgenomen. Dit UN-nummer geeft aan welke (gevaarlijke) stof werd vervoerd<sup>4</sup>. Daarnaast werd voor de Westerschelde en Kanaal Gent-Terneuzen een selectie gedaan op basis van de de

<sup>3</sup> De databank van het Havenbedrijf Rotterdam was op dat moment niet toegankelijk

<sup>4</sup> T.g.v. nieuw IMO beleid hoeft voor zeevaart transporten niet meer het UN-nummer op de ladingpapieren vermeld te worden, maar mag ook gebruik gemaakt worden van de "propper shipping name". Rijkswaterstaat en I&W zijn bezig om in aanvulling op de stofcategorie indeling ook een indeling te maken van de bij de havenbedrijven voorkomende "propper shipping names" in de stofcategorieën. Mogelijk wordt dit later onderdeel van de stofcategorie indeling methodiek.

hoeveelheid vervoerde stof: alleen transporten waarbij minstens 100 ton (of 100 m<sup>3</sup>) aan gevaarlijke stoffen werd vervoerd werden opgenomen. Voor de overige vaarwegen werd deze selectie niet gedaan omdat de data geen dergelijk kleine transporten bevatte.

De koppeling tussen de UN-nummers van de stofcategorieën zoals in bovenstaande tabel werd gemaakt Met behulp van het document "Systematiek voor de indeling van stoffen ten behoeve van risicoberekeningen bij het vervoer van gevaarlijke stoffen" (zie /15/).

De toekenning van de verschillende transporten aan segmenten hangt sterk af van de aangeleverde gegevens. Op het Noordzeekanaal en het Kanaal Gent-Terneuzen werd de koppeling gemaakt op basis van de bestemming van schepen. Per bestemming werd vastgesteld welke segmenten werden gepasseerd vanaf de respectievelijke sluiscomplexen. Op de Rotterdamse vaarwegen werden de gegevens aangeleverd conform de indeling in Tabel 3 en kon dezelfde koppeling worden toegepast. Voor de Westerschelde komen de radarsectoren uit de SRK-data overeen met de gedefinieerde segmenten en kon deze stap worden overgeslagen.

#### 4.2.2 Verdeling over massaklassen

Voor de Westerschelde en Kanaal Gent-Terneuzen werd in de aangeleverde SRK-radargegevens al automatisch berekend welke massaklasse het schip heeft. Voor het Noordzeekanaal werden de gebruikte transportgegevens gekoppeld aan een dataset met alle scheepvaartbewegingen, op basis waarvan de lengte, breedte en diepgang behorend bij elk schip kon worden vastgesteld. Op basis van de volgende formule (zie Protocol) werd de massa, ofwel waterverplaatsing, van het schip afgeleid:

$$Massa = 0.8 * L * B * T_{actueel}$$

Waarbij L de lengte van het schip in meters is, B de breedte in meters en  $T_{actueel}$  de actuele diepgang in meters. M is dan de massa, of waterverplaatsing, van het schip in tonnen. Vervolgens werd elke beweging aan de bijbehorende massaklasse toegekend (zie paragraaf 3.4.3.2 van het Protocol).

Voor de Rotterdamse vaarwegen werd per stofcategorie een overzicht aangeleverd van welke schepen de transporten hebben uitgevoerd gedurende het jaar 2011, waarbij schepen zijn aangeduid met IMO-nummer. Dit is een uniek nummer behorend bij een zeeschip. Op basis van dit IMO-nummer kunnen scheepsgegevens opgezocht worden in een scheepsdatabase. Hiertoe is gebruik gemaakt van de scheepsdatabase van Lloyd's Register Fairplay. Deze database bevat van elk geregistreerd schip het zogenaamde *deadweight tonnage* (DWT). Op basis hiervan kan een schatting worden gemaakt van de massa van het schip. DNV GL maakt standaard gebruik van een factor 1.3 voor de verhouding scheepsmassa/DWT van tankers.


Voor Kanaal Gent-Terneuzen, Noordzeekanaal en Rotterdamse vaarwegen werd de afgeleide verdeling over massaklassen op basis van recente transportgegevens (zoals hierboven beschreven) ook gebruikt bij berekeningen op basis van de transportaantallen conform de Regeling Basisnet.

#### 4.2.3 Verdeling over scheepstypes

Omdat de scheepstypes zoals gedefinieerd in Tabel 2 in geen van de gebruikte databases zijn opgenomen, werden in de eerdere studies aannames gedaan aangaande de verdeling van de transporten over de scheepstypes en, in het geval van gastankers, over tanktypes en opslagcondities. Hierbij werden de stofcategorie en de vervoerde stof als uitgangspunt genomen.

##### *Vloeistoftankers*

Voor de vaarwegen Kanaal Gent-Terneuzen, Noordzeekanaal en Rotterdamse vaarwegen werd aangenomen dat alle transporten van vloeistoffen (brandbaar en toxisch) zijn gedaan per



chemicaliëntanker of per olietanker. Wanneer een vervoerde stof voorkomt in de lijst met stoffen waarvoor de IBC-code (/16/) van toepassing is (opgenomen in hoofdstuk 17 van de code), werd aangenomen dat het transport een chemicaliëntanker betrof en wanneer dit niet het geval is, werd aangenomen dat het een transport per olietanker betrof. De chemicaliëntanker werd toegekend aan de minimale standaard (scheepstype IBC1, IBC2 of IBC3) welke van toepassing is op de vervoerde stof conform hoofdstuk 17 van de code. Deze aanpak is conservatief aangezien altijd wordt uitgegaan van de minimale standaard waaraan een schip moet voldoen.

#### *Gastankers*

Voor gastankers is nagegaan in de IGC-code (/17/) aan welke standaard schepen moeten voldoen om de specifieke stoffen te vervoeren, conform hoofdstuk 19 van de code. Het bleek dat voor alle transporten op elk van de beschouwde vaarwegen (welke alle in de categorieën GF2, GF3 en GT3 vielen) de minimale standaard van 2G (voor gekoelde gassen) of 2PG (voor gassen onder druk) geldt.

Voor de Westerschelde, waarbij eerder alleen gastankers werden opgenomen, werd in 2004 (/18/) een uitgebreide analyse gedaan van de eigenschappen van gastankers als functie van de vervoerde stof en van de massaklasse van het schip. Hierbij werd geconstateerd dat alle transporten van GF2, GF3 en GT3 type 2 gastankers betroffen. Daarnaast werd onder andere vastgesteld dat schepen van massaklasse 1 tot en met 8 doorgaans cilindrische tanks hebben en grotere schepen prismatische tanks. Op basis van de scheepseigenschappen werd per stofcategorie een verdeling over scheepstypes, tanktypes en opslagcondities afgeleid, welke ook in de actualisatiestudie van 2011 werd gebruikt.

Een dergelijke uitgebreide analyse is niet herhaald voor de overige vaarwegen. Op basis van de uitkomsten van de analyse van de Westerschelde en aangezien het een algemene trend is dat kleine gastankers (<20,000 m<sup>3</sup>) voor het vervoer van LPG gebruik maken van een tanksysteem onder druk, terwijl grotere schepen doorgaans een gekoeld tanksysteem hebben (Stopford (2009), zie /19/), werd verondersteld dat alle gastankers van massaklasse 1 tot en met 8 die *brandbare gassen* (GF2 en GF3) vervoeren van categorie GF2 en GF3, cilindrische tanks hebben waarin gassen onder druk worden vervoerd en alle grotere schepen prismatische tanks waarin gassen gekoeld worden vervoerd.

Stopford (2009) geeft ook aan dat *ammonia* (GT3) doorgaans met LPG-tankers verscheept wordt, maar dat dit met name middelgrote schepen betreft welke hun lading gekoeld vervoeren. Daarom werd voor GT3 aangenomen dat alle lading gekoeld vervoerd wordt. De verdeling over cilindrische en prismatische tanks werd gelijk genomen met die voor de categorieën GF2 en GF3: cilindrisch voor massaklasse 1 tot en met 8 en prismatisch voor de hogere massaklassen.

De eerder afgeleide verdelingen voor de verschillende vaarwegen zijn opgenomen in Appendix A van dit document. In de toekomst dienen bovenstaande aannames voor gastankers herzien te worden om te zorgen dat deze in lijn blijven met de werkelijke situatie op de vaarwegen. Ook zijn deze uitgangspunten mogelijk niet van toepassing op stofcategorieën die niet eerder werden beschouwd.

#### *LNG-tankers*

Een specifiek geval van gastankers betreffen de LNG-tankers. Transporten van LNG vallen binnen stofcategorie GF0 en zijn nog niet eerder opgenomen in risicostudies voor zeevaartroutes. Voor deze categorie dient dus nog te worden vastgesteld welk aandeel LNG-transporten, en dus LNG-tankers, betrof. De verdeling over LNG-tankers met sferische en prismatische tanks dient nader te worden beschouwd. Als tijdelijke oplossing zou er conservatief voor gekozen kunnen worden alle LNG-transporten te beschouwen als transporten in prismatische tanks, aangezien de energieniveaus in deze categorie lager liggen dan die voor schepen met sferische tanks.

## 4.3 Conclusies

In dit hoofdstuk werd beschreven welke gegevens benodigd zijn om de transportaantallen voor de binnenvaart en zeevaart te actualiseren. Op dit moment is het echter (nog) niet mogelijk om deze gegevens direct af te leiden uit de datasystemen van de verschillende vaarwegbeheerders. Daarom werd beschreven hoe deze gegevens op indirecte wijze afgeleid kunnen worden op basis van gegevens die wel voorhanden zijn, aan de hand van eerdere studies op de verschillende vaarwegen.

Hieruit blijkt dat er intensieve databewerkingen nodig zijn om de verdeling van transporten over stofcategorieën, en in het bijzonder de scheepstypes en massaklassen, af te leiden. Indien het niet haalbaar is voor studies in de nabije toekomst om een dergelijke exercitie uit te voeren, kan uitgegaan worden van de relatieve verdeling van de transporten per stofcategorie over scheepstypes en massaklassen, zoals deze eerder is afgeleid voor de betreffende vaarweg. Deze verdelingen zijn opgenomen in Appendix A. Gezien veranderingen in de samenstelling van de vloot, hebben de aannames een beperkte geldigheid en dienen deze periodiek herzien te worden. Dit zou gedaan kunnen worden bij de periodieke actualisatie van de basis-uitstroomfrequenties, waarvan een uitgebreide analyse van scheepvaartgegevens voor elk van de vaarwegen deel uitmaakt.

Dit geldt echter niet voor stofcategorieën die niet eerder zijn doorgerekend. Voor deze stofcategorieën zal per vaarweg beschouwd moeten worden wat voor stoffen deze betreffen en welke scheepsgegevens representatief zijn voor deze transporten.

## 5 VERTALING NAAR UITSTROOMSCENARIO'S

De basis-uitstroomfrequenties representeren de kans op een bepaald type uitstroming per combinatie van scheepskennmerken. In de risico-berekeningen zullen echter de uitstroomfrequenties per uitstroomscenario benodigd zijn. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe deze frequenties kunnen worden afgeleid op basis van de frequenties per combinatie van scheepskennmerken. Indien in de toekomst gebruik zal worden gemaakt van RBM-II als risico-berekeningssoftware zal een deel van deze stappen niet nodig zijn, omdat deze al zijn opgenomen in de software.

### 5.1 Binnenvaart

De basis-uitstroomfrequenties voor de binnenvaart zijn gespecificeerd per type ongeval (binnenvaart ongeval of zeevaart-binnenvaart aanvaring) en het type gastanker. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen een klein en groot lek scenario (zie hoofdstuk 2). De uitstroomscenario's voor de binnenvaart, conform de Hart (voor binnenvaart ongevallen, zie Tabel 11-4) en het Protocol (voor zeevaart-binnenvaart aanvaringen, zie Tabel 13) zijn gedefinieerd als de combinatie van scheepstype en stofcategorie en maken eveneens onderscheid in het groot en klein lek scenario:

**Tabel 5**      **Uitstroomscenario's binnenvaart ongevallen**

<b>Scheepstype (stofcategorie)</b>	<b>Scenario</b>	<b>Gatgrootte (mm)</b>	<b>Volume (m3)</b>	<b>Uitstroomtijd (s)</b>
Dubbelwandig (LF, LT)	Groot		75	1.800
	Klein		20	1.800
Gastanker (GF, GT)	Groot	150		Max 1.800
	Klein	75		Max 1.800

**Tabel 6**      **Uitstroomscenario's zeevaart-binnenvaart aanvaringen**

<b>Scheepstype (stofcategorie)</b>	<b>Scenario</b>	<b>Gatgrootte (mm)</b>	<b>Volume (m3)</b>	<b>Uitstroomtijd (s)</b>
Dubbelwandig (LF, LT)	Groot		150	300
	Klein		75	1.800
Gastanker (GF, GT)	Groot	800		Max 1.800
	Klein	150		Max 1.800

Er bestaat dus een directe koppeling tussen de basis-uitstroomfrequenties en de uitstroomscenario's. Door het aantal transporten per stofcategorie (en indirect het scheepstype) te vermenigvuldigen met de basis-uitstroomfrequentie wordt per stofcategorie de uitstroomfrequentie verkregen voor het klein en groot lek scenario, behorend bij binnenvaart en zeevaart-binnenvaart ongevallen. Voor binnenvaart is deze stap standaard al opgenomen in RBM II.

### 5.2 Zeevaart

Analoog aan de tabellen hierboven, zouden de uitstroomscenario's voor zeevaart-zeevaart aanvaringen kunnen worden weergegeven als in Tabel 7. Voor de afzonderlijke scenario's specificeert het Protocol uitstroomhoeveelheden, vervolgcansen en uitstroomtijden, welke niet in onderstaande tabel zijn weergegeven uit redenen van overzichtelijkheid.

**Tabel 7 Uitstroombesnoeiingscenario's zeevaart-zeevaart aanvaringen**

Stofcategorie	Scheepstype	Opslagcondities	Scheepsgrootte	Tankgrootte <sup>5</sup> (ton)	Locatie lek	Scenario
LF, LT	IBC1/ IBC2/ IBC3	Atmosferisch	Klein	500	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
			Middel	1.500	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
			Groot	3.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
LF	Olietanker	Atmosferisch	Klein	3.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
			Middel	10.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
			Groot	21.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
GF, GT	Type 1, type 2 (cilindrisch en prismatisch)	Gekoeld	Klein	5.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
			Middel	5.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
			Groot	7.500	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
		Onder druk	Klein	5.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
			Middel	5.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
			Groot	7.500	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein

<sup>5</sup> De tankgroottes voor gastankers zijn opgenomen zoals deze zijn vastgesteld in het Protocol. In de eerdere studies is voor de stofcategorie GF2 en voor gekoelde opslag van GF3 uitgegaan van de helft van de weergegeven tankgroottes vanwege de aanwezigheid van bulkheads die de tank in tweeën opdelen (zie o.a. /12/,/13/,/14/).



Stofcategorie	Scheepstype	Opslagcondities	Scheepsgrootte	Tankgrootte <sup>6</sup> (ton)	Locatie lek	Scenario
GF0 (LNG)	LNG-tanker (sferisch en prismatisch)	Gekoeld	Klein	5.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
			Middel	7.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
			Groot	10.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein
			Extra groot	21.000	Waterlijn	Groot
						Klein
					Bodem	Groot
						Klein

Uitstroomscenario's zijn hierbij gedefinieerd als combinaties van de volgende parameters:

- Stofcategorie;
- Opslagcondities (atmosferisch, gekoeld of onder druk);
- Tankgrootte, als functie van scheepstype en scheepsgrootte;
- Locatie van het lek (op of onder de waterlijn);
- Klein of groot lek scenario (250 of 1100 mm).

Bij de zeevaart zijn dus nog de volgende stappen nodig om tot de frequenties per uitstroomscenario te komen:

1. Berekening van de *totale uitstroomfrequenties* per combinatie van scheepskenmerken en per leklocatie en grootte (zoals gedefinieerd bij de basis-uitstroomfrequenties) *per stofcategorie* op basis van de basis-uitstroomfrequenties en de afgeleide transportaantallen;
2. Voor gastankers: het verdelen van de berekende uitstroomfrequenties over de verschillende opslagcondities (gekoeld of onder druk) op basis van de geïnventariseerde transportaantallen;
3. Het groeperen van de verschillende massaklassen in scheepsgrootteklassen (klein, middel, groot en extra groot) en het berekenen van de uitstroomfrequenties *per uitstroomscenario*;
4. Het vaststellen van representatieve tankgroottes.

Bij het berekenen van de uitstroomfrequenties per combinatie van scheepskenmerken op basis van het Energiemodel zijn de stofcategorie, opslagcondities en de tankinhoud van het schip niet van belang. Dit is echter wel van belang voor de effecten van een uitstroming. Daarom is het noodzakelijk om naast de aantallen transporten per combinatie van scheepskenmerken, op basis waarvan de basis-uitstroomfrequenties zijn vastgesteld, ook de verdeling van deze transporten over stofcategorieën en opslagcondities te inventariseren zoals aangegeven in Hoofdstuk 4.

<sup>6</sup> De tankgroottes voor gastankers zijn opgenomen zoals deze zijn vastgesteld in het Protocol. In de eerdere studies is voor de stofcategorie GF2 en voor gekoelde opslag van GF3 uitgegaan van de helft van de weergegeven tankgroottes vanwege de aanwezigheid van bulkheads die de tank in tweeën opdelen (zie o.a. /12/, /13/, /14/).

De totale uitstroomscenario's per combinatie van scheepskenmerken dienen dus nog te worden verdeeld over de relevante stofcategorieën en opslagcondities (alleen voor gastankers), op basis van de verdeling van het aantal transporten over deze kenmerken.

De representatieve tankgroottes zijn vastgesteld in het Protocol per scheepstype en scheepsgrootteklasse in Bijlage 1 en tevens opgenomen in Tabel 7. Om de uitstroomfrequenties per uitstroomscenario af te leiden, is het dus noodzakelijk om de uitstroomfrequenties per massaklasse te groeperen in scheepsgrootteklassen. Deze indeling is als volgt:

**Tabel 8 Koppeling tussen massaklassen en scheepsgrootteklasse per scheepstype**

<b>Scheepstype</b>	<b>Scheepsgrootteklasse</b>	<b>Massaklasse</b>
Chemicaliëntankers	Klein	4-7
	Middel	8
	Groot	9-13
Olietankers	Klein	4-9
	Middel	10-12
	Groot	13
Gastankers	Klein	4-7
	Middel	8-9
	Groot	10-13
LNG-tankers	Klein	4-8
	Middel	9-10
	Groot	11-12
	Extra groot	13

Bovenstaande procedure kan ook worden opgenomen als onderdeel van het softwarepakket dat in de toekomst zal worden gebruikt voor de risicoberekeningen. Echter, hierbij wordt opgemerkt dat het in dat geval benodigd is om de verdeling van de transporten van gassen over de verschillende opslagcondities (onder druk en gekoeld) en van de transporten over de verschillende massa- danwel scheepsgrootteklassen als invoer in te geven.

## 6 REFERENTIES

- /1/ DNV, "Protocol Zee- en Binnenvaart op vaarwegen met meer dan 10% zeevaart", (Rev. 1, 2011-10-31)
- /2/ DNV GL, "Vereenvoudiging Energiemodel en afleiding basis-uitstroomfrequenties", (Rev. 1, 2020-02-10)
- /3/ RIVM, "Handleiding Risicoanalyse Transport", (Versie 1.2, 11 januari 2017)
- /4/ Regeling Basisnet (2015) – Bijlage 3, <https://wetten.overheid.nl/BWBR0035000/2016-12-01#BijlageIII>, bezocht op 23-04-2019
- /5/ DNV GL, "Vuistregels zeevaartroutes – Kanaal Gent-Terneuzen", (Rev. 1, 2015-06-03)
- /6/ DNV GL, "Vuistregels zeevaartroutes – Noordzeekanaal", (Rev. 1, 2015-06-03)
- /7/ DNV GL, "Vuistregels zeevaartroutes – Vaarwegen Rotterdam", (Rev. 1, 2015-06-03)
- /8/ DNV, "Actualisatiestudie 2011 risico's transport gevaarlijke stoffen Westerschelde en prognoses 2015-2030", Rapport nr. 1237G9T-13 (Rev. 4, 08-12-2011)
- /9/ DNV GL, "Verkenning veiligheidsrisico's transport gevaarlijke stoffen zeevaartroutes – Kanaal Gent-Terneuzen", (Rev. 1, 2014-12-18)
- /10/ DNV GL, "Verkenning veiligheidsrisico's transport gevaarlijke stoffen zeevaartroutes – Noordzeekanaal", (Rev. 1, 2014-12-18)
- /11/ DNV GL, "Verkenning veiligheidsrisico's transport gevaarlijke stoffen zeevaartroutes – Vaarwegen Rotterdam", (Rev. 1, 2014-12-18)
- /12/ DNV GL, "Berekeningen Energiemodel – Noordzeekanaal", (Rev. 5, 2014-10-06)
- /13/ DNV GL, "Berekeningen Energiemodel – Vaarwegen Rotterdam", (Rev. 4, 2014-10-06)
- /14/ DNV GL, "Berekeningen Energiemodel – Kanaal Gent-Terneuzen", (Rev. 3, 2014-08-29)
- /15/ AVIV, "Systematiek voor de indeling van stoffen ten behoeve van risicoberekeningen bij het vervoer van gevaarlijke stoffen" (1999)
- /16/ International Code for The Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk 1983, as amended 2007
- /17/ International Code for The Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk, 1983, as amended 2006
- /18/ DNV, "Quantitative Risk Assessment Westerschelde River" (Rev. 4, 14/6/2004)
- /19/ Stopford, M., "Maritime Economics", 3rd edition 2009



## **APPENDIX A**

Relatieve verdeling van transporten over scheepskenmerken uit eerdere studies

---

## A.1 Kanaal Gent – Terneuzen

**Tabel A - 1 Verdeling vloeistoftransporten over scheeptypes en massaklassen**

Massaklasse	LF1			LF2			LT1			LT2		
	Olie	IBC2	IBC3	Olie	IBC2	IBC3	Olie	IBC2	IBC3	Olie	IBC2	IBC3
4	100%								100%		100%	
5	100%			100%					100%		100%	
6	92%	1%	6%	13%		87%			100%		100%	
7	80%	7%	13%	23%		77%			100%		100%	
8	82%	17%	1%	28%		72%			100%		100%	
9	98%	2%		17%		83%			100%		100%	
10	98%	2%		46%		54%			100%		100%	
11	100%			100%					100%		100%	
12	100%								100%		100%	
13	100%								100%		100%	

**Tabel A - 2 Verdeling gastransporten over opslagcondities en massaklassen<sup>7</sup>**

Massaklasse	GF2			GF3			GT3		
	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld
4	100%			100%				100%	
5	100%			100%				100%	
6	100%			100%				100%	
7	100%			100%				100%	
8	100%			100%				100%	
9			100%			100%			100%
10			100%			100%			100%
11			100%			100%			100%
12			100%			100%			100%
13			100%			100%			100%

<sup>7</sup> Alle transporten in gastanker IGC type 2

## A.2 Noordzeekanaal

**Tabel A - 3 Verdeling vloeistoftransporten over scheeptypes en massaklassen**

Massaklasse	LF1			LF2			LT1		
	Olie	IBC2	IBC3	Olie	IBC2	IBC3	Olie	IBC2	IBC3
4	100%					100%			100%
5	100%					100%			100%
6	100%					100%			100%
7	100%					100%			100%
8	100%					100%			100%
9	100%					100%			100%
10	100%					100%			100%
11	100%					100%			100%
12	100%					100%			100%
13	100%					100%			100%

**Tabel A - 4 Verdeling gastransporten over opslagcondities en massaklassen<sup>8</sup>**

Massaklasse	GF2			GF3			GT3		
	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld
4	100%			100%				100%	
5	100%			100%				100%	
6	100%			100%				100%	
7	100%			100%				100%	
8	100%			100%				100%	
9			100%			100%			100%
10			100%			100%			100%
11			100%			100%			100%
12			100%			100%			100%
13			100%			100%			100%

<sup>8</sup> Alle transporten in gastanker IGC type 2

## A.3 Vaarwegen Rotterdam

**Tabel A - 5 Verdeling vloeistoftransporten over scheeptypes en massaklassen**

Massaklasse	LF1			LF2			LT1		
	Olie	IBC2	IBC3	Olie	IBC2	IBC3	Olie	IBC2	IBC3
4									100%
5	83%	6%	11%	86%	5%	10%			100%
6	37%	25%	38%	31%	33%	36%			100%
7	51%	27%	22%	56%	16%	27%			100%
8	66%	23%	11%	57%	16%	28%			100%
9	82%	10%	9%	65%	17%	18%			100%
10	67%	7%	26%	62%	17%	21%			100%
11	84%	3%	12%	87%	7%	6%			100%
12	100%	0%	0%	96%	4%	0%			100%
13	100%	0%	0%	100%	0%	0%			100%

**Tabel A - 6 Verdeling gastransporten over opslagcondities en massaklassen<sup>9</sup>**

Massaklasse	GF2			GF3			GT3		
	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld
4	100%			100%				100%	
5	100%			100%				100%	
6	100%			100%				100%	
7	100%			100%				100%	
8	100%			100%				100%	
9			100%			100%			100%
10			100%			100%			100%
11			100%			100%			100%
12			100%			100%			100%
13			100%			100%			100%

<sup>9</sup> Alle transporten in gastanker IGC type 2

## A.4 Westerschelde

**Tabel A - 7 Verdeling gastransporten over opslagcondities en massaklassen<sup>10</sup>**

Massaklasse	GF2			GF3			GT3		
	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld	Cil., druk	Cil., gekoeld	Prism., gekoeld
4				100%					
5	100%			100%					
6	100%			93%	7%			100%	
7	100%			63%	37%			100%	
8	90%	5%	5%	17%	77%	6%		100%	
9	54%	6%	40%	15%	4%	81%		85%	15%
10	6%		94%			100%			100%
11			100%			100%			
12									
13									

<sup>10</sup> Alle transporten in gastanker IGC type 2





## About DNV GL

DNV GL is a global quality assurance and risk management company. Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, we enable our customers to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification, technical assurance, software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas, power and renewables industries. We also provide certification, supply chain and data management services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our experts are dedicated to helping customers make the world safer, smarter and greener.