

Actualisatie toekomstverkenning transport (Wester)Schelde

Report for ProSes2010
Report no.: 40021084-1
Rev1,
11 June 2007

Actualisatie toekomstverkenning transport
(Wester)Schelde

for

ProSes2010
Postbus 299
4600AG Bergen op Zoom
NETHERLANDS

Client ref:

DNV BELGIUM N.V.
Duboisstraat
39 b1
2060 Antwerp
Tel: +32 3 206 65 40
Fax: +32 3 226 05 15
Registered in Belgium
BE442.556.164

Report No.:

Subject Group:

Indexing terms:

Summary:

Prepared by: *Name and position* *Signature*
Maarten Bekaert

Verified by: *Name and position* *Signature*
Philip Van Driessche
Name and position *Signature*

Approved by: *Name and position* *Signature*
Erwin Schouwenaars

Date of issue: 11 June 2007

Project No: 40021084 Rev 1

* Please use Project No as reference in all correspondence with DNV

- ☒ No distribution without permission from the client or responsible organisational unit (however, free distribution for internal use within DNV after 3 years)
- ☐ No distribution without permission from the client or responsible organisational unit
- ☐ Strictly confidential
- ☐ Unrestricted distribution

All copyrights reserved DNV Belgium N.V.. This publication or parts thereof may not be reproduced or transmitted in any form or by any means, including photocopying or recording, without the prior written consent of DNV Belgium N.V..

Samenvatting:

De Projectdirectie uitvoering ontwikkelingsschets Schelde-estuarium (ProSes2010) is een gezamenlijk initiatief van het Vlaams Gewest en de Staat der Nederlanden met als doel om voor het Schelde-estuarium een Ontwikkelingsschets op te stellen. In het kader van de m.e.r.-procedure voor het project Verruiming Vaargeul dient de impact van het project te worden onderzocht ten aanzien van de nautische en externe veiligheid (vergelijkbaar met de studieopdracht die heeft plaatsgevonden in het kader van de Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium). DNV is gevraagd om een analyse te maken van de impact van deze ontwikkeling op de externe veiligheid, op basis van het (Wester)Schelde risicomodel dat voor eerdere, vergelijkbare studies werd opgezet en doorgerekend. In dit model worden de belangrijkste gevaarlijke stoffen transporten over de (Wester)Schelde geïnventariseerd en doorgerekend op hun risico.

De toekomstverkenning voor de peiljaren 2010, 2015 en 2030 vormt de inhoud van de voorliggende risicostudie. Bovendien wordt een nieuw referentiejaar beschouwd waarvoor actuele verkeers- en ongevalsdata zijn geïnventariseerd, te weten 2005. Voor parameters als verruiming, verwachte economische groei en de eventuele bouw van een containerterminal te Vlissingen wordt in deze actualisatie van de toekomstverkenning geanalyseerd wat de invloed is op het externe risicoprofiel van de (Wester)Schelde. Hiertoe werden de prognoses van transport van brandbare gassen geactualiseerd, werden de containerstromen van en naar Antwerpen geactualiseerd op huidige inzichten en kennis en werden nieuwe inzichten inzake de overslag en het achterlandtransport verwerkt.

De combinatie van de verschillende peiljaren met de te wijzigen parameters levert 15 voorgedefinieerde scenario's op, te weten:

1. Scenario 2005, nieuwe referentiesituatie
2. Scenario 2010, beperkte economische groei, zonder verruiming
3. Scenario 2010, beperkte economische groei, met verruiming
4. Scenario 2010, sterke economische groei, zonder verruiming
5. Scenario 2010, sterke economische groei, met verruiming
6. Scenario 2015, beperkte economische groei, zonder verruiming
7. Scenario 2015, beperkte economische groei, met verruiming
8. Scenario 2015, sterke economische groei, zonder verruiming
9. Scenario 2015, sterke economische groei, met verruiming
10. Scenario 2030, beperkte economische groei, zonder verruiming
11. Scenario 2030, beperkte economische groei, met verruiming
12. Scenario 2030, sterke economische groei, zonder verruiming
13. Scenario 2030, sterke economische groei, met verruiming
14. Scenario 2030, sterke economische groei, zonder verruiming, met container-overslagterminal te Vlissingen
15. Scenario 2030, sterke economische groei, met verruiming, met containeroverslagterminal te Vlissingen

Voor elk van deze vijftien scenario's wordt de invloed op zowel het plaatsgebonden risico (PR waarde $1E-05$, $1E-06$, $1E-07$ en $1E-08$) als het groepsrisico voor de locaties Vlissingen, Terneuzen en Hansweert onderzocht. Dit vindt plaats in 2 stappen:

1. semi-kwantitatieve inschatting van toenames van risiconiveaus op grond van gewijzigde gegevens (de nieuwe referentiesituatie wordt wel kwantitatief doorgerekend);
2. volledige kwantitatieve doorrekening van het risicomodel voor alle scenario's (als ook voor de doorkijk naar 2040 zoals door ProSes2010 gespecificeerd).

Stap 1 wordt gerapporteerd in voorliggend rapportage. Stap 2 wordt in een later stadium uitgewerkt.

Het **plaatsgebonden risico** wordt gedefinieerd als de kans op overlijden van een individu als gevolg van een (onbeschermde) blootstelling gedurende 24 uur per dag. Deze kans mag niet hoger zijn dan $1E-06$ per jaar op plaatsen waar mensen wonen en verblijven (zogenaamde kwetsbare objecten zoals woningen, onderwijs & gezondheidsinstellingen en dergelijke). Uit de semi-kwantitatieve risico-inschatting kan worden geconcludeerd dat het maximale plaatsgebonden risico op land voor alle beschouwde peiljaren kleiner is dan de in de (Nederlandse) wetgeving aangegeven grenswaarde van $1E-06$ per jaar.

Uit de analyse blijkt dat de Rede van Vlissingen in alle situaties de grootste kans op aanvaring met zich meebrengt, mede veroorzaakt door het grote aantal schepen dat de Rede van Vlissingen op relatief kleine afstand passeert. Het maximale plaatsgebonden risico voor Vlissingen wordt gevonden voor het scenario van hoge economische groei, met verruiming voor het peiljaar 2030). De hoogste waarden voor Oostgat, Terneuzen en Hansweert worden steeds bereikt voor het scenario van hoge economische groei, met verruiming inclusief de bouw van een containerterminal te Vlissingen. Het risico ter hoogte van Breskens is het laagst. Dit impliceert dat – gerekend vanuit het plaatsgebonden risico – het vervoer van gevaarlijke stoffen over de (Wester)Schelde nu en in de toekomst niet leidt tot een onaanvaardbaar risiconiveau op land. Evenwel kan niet aangegeven worden, gezien de aard van de berekeningen (in deze studie semi-kwantitatief), hoever de 10^{-6} contour nog van het land is verwijderd. Deze stap maakt deel uit van de vervolgstudie.

Het begrip **groepsrisico** geeft omwonenden antwoord op de vraag: wat is de kans per jaar dat onder mijn groep van wijk- of dorpsgenoten een x-aantal (bijvoorbeeld 20) mensen dodelijk worden getroffen door een ongeval bij het naastgelegen bedrijf? Het groepsrisico presenteert in een curve de kans (verticale as) op een ongeval met meerdere dodelijke slachtoffers (horizontale as). Risicoresultaten voor groepen mensen tonen aan dat grote aantallen slachtoffers kunnen optreden als gevolg van lekkages, doch dat deze slechts voorkomen bij zeer lage frequenties. Het groepsrisico nabij Terneuzen wordt voor alle doorgerekende scenario's het hoogst ingeschat over de hele (Wester)Schelde. Het hoge economische groeiscenario in combinatie met verruiming en de bouw van een containerterminal te Vlissingen resulteert voor Terneuzen in een groepsrisicocurve die naar alle waarschijnlijkheid de normlijn zal overschrijden. Voor Vlissingen en Hansweert wordt geen overschrijding van de normlijn verwacht. De Nederlandse risiconormering – die tot op heden de status van oriënterende waarde kent – geeft aan dat een slachtofferaantal van 10 maximaal mag voorkomen eens in de 10.000 jaar ($1E-04$ per jaar), een slachtofferaantal van 100 maximaal eens in de miljoen jaar ($1E-06$ per jaar) etc..

Ten aanzien van de verdere loop van de Schelde doorheen de Antwerpse haven kan worden afgeleid dat ook voor de meest extreme situatie (2030, hoge economische groei en met verruiming en bouw van een WCT te Vlissingen) de 1E-06 risicocontour naar verwachting grotendeels op het water zal liggen en de 1E-07 risicocontour mogelijk plaatselijk aan land kan komen. Voor exacte uitspraak over ligging zullen de berekeningen echter moeten worden doorgetrokken naar dit deel van de Schelde. Er dient verder opgemerkt te worden dat voor wat betreft het Vlaamse Gewest geen risicocriteria bestaan voor het transport van gevaarlijke goederen over water of middels andere vormen als buisleiding, weg of spoor.

De sterk verminderde prognose van het aantal transportbewegingen van **brandbare gassen** (ten opzichte van de aannames in de studieopdracht in 2004) leidt tot een sterke reductie van de risico's. De bijdrage van ammoniak op de resultaten is veel lager dan de bijdrage van de brandbare gassen. De bijdrage van brandbare gassen neemt in de toekomst gaandeweg toe, doordat de scheepvaartintensiteit voor wat betreft de brandbare stoffen volgens de toekomstverwachting substantieel zal toenemen, terwijl over de komende 30 jaar het ammoniaktransport nagenoeg zal stabiliseren of zelfs zal dalen voor het scenario van lage economische groei.

De **verruiming** van de (Wester)Schelde brengt ter plaatse een verhoogd plaatsgebonden (en groeps-) risico met zich mee voor de hoge economische scenario's. Er dient echter genuanceerd te worden dat de toename als gevolg van verruiming van de rivier (voor de hoge economische scenario's) in de schaduw staat van een veel grotere toename van de risico's die teweeg gebracht worden door de geprognoseerde economische groei. Voor de lage economische scenario's heeft het verdiepen van de (Wester)Schelde een positieve invloed op de externe risico's. Deze positieve invloed voor het laag economisch scenario is het sterkst in 2030.

Het grootste effect van verruiming wordt ingeschat voor de scenario's op het risicomeetpunt 'Oostgat'. De toename van het plaatsgebonden risico op dit risicomeetpunt bedraagt circa 20% (versus dezelfde situatie zonder verruiming). De gemiddelde toename van het plaatsgebonden risico langs de (Wester)Schelde ten gevolge van verruiming (versus 'geen verruiming') voor de hoge economische scenario's wordt ingeschat op circa 15 %.

Economische groei leidt tot een toename van het risico als gevolg van een toename van de intensiteit van het totale scheepvaartverkeer, en bijgevolg ook een hogere kans op botsingen voor de schepen die gevaarlijke goederen vervoeren. De invloed van het transport van gevaarlijke stoffen is quasi beperkt (de hoeveelheid transport van brandbare stoffen is onafhankelijk van het economisch scenario en neemt naar verhouding slechts weinig toe, voor ammoniak geldt dit niet, maar hiervoor is de impact beperkter). Voor de situatie in 2030 is er voor het hoge economische scenario een verhoging van meer dan 50% ten opzichte van het lage economische scenario.

De **containerterminal te Vlissingen** leidt tot een beperkte verhoging van het plaatsgebonden risico voor de situatie in 2030 met gemiddeld enkele procenten ten opzichte van dezelfde situatie zonder bouw van de terminal zowel voor de hoge als voor de lage economische scenario's. De verhoging van het totaal aantal scheepstransporten en de verhoging van het aantal scheepstransporten >20.000 ton heeft een negatieve invloed op de botsingskans.

Inhoudsopgave

1.0	Inleiding.....	1
1.1	Voorgaande studies	1
1.2	Actualisatie toekomstverkenning: inschatting externe risico's toekomstig transport 2010, 2015 en 2030	2
2.0	Aanpak	3
3.0	Aanpassing risicomodel voor situatie 2005.....	6
3.1	Introductie	6
3.2	Variatie input parameters	6
3.2.1	Aantal transportbewegingen gevaarlijke stoffen per zeeschip	6
3.2.2	Aantallen totale zeescheepvaart	7
3.2.3	Schatting van het aantal botsingen	10
3.2.4	Effecten van gewijzigde parameters	11
3.3	Resultaten – nieuw referentiejaar 2005.....	12
3.3.1	Plaatsgebonden risico 2005	13
3.3.2	Groepsrisico 2005.....	14
4.0	Inschatting van de impact op de risico's voor situaties 2010, 2015 en 2030	17
4.1	Introductie.....	17
4.2	Economische groei, containerterminal Vlissingen en verdiepen van de Schelde	17
4.3	Variatie input parameters	17
4.3.1	Aantal transportbewegingen gevaarlijke stoffen per zeeschip	18
4.3.2	Aantallen totale scheepvaart	19
4.3.3	Schatting van het aantal botsingen	19
4.3.4	Effecten van gewijzigde parameters	20
4.4	Resultaten 2010, 2015 en 2030	22
5.0	Conclusies	24
Appendix I – Geleverde data, parameters en berekende waarden 2003 versus 2005 en 2010 – 2015 - 2030 versus 2005.....		28
Appendix II – Resultaten plaatsgebonden en groepsrisico voor een aantal toekomstige scenario's.....		41

1.0 Inleiding

De Projectdirectie uitvoering ontwikkelingsschets Schelde-estuarium (ProSes2010) is een gezamenlijk initiatief van het Vlaamse Gewest en de Staat der Nederlanden met als doel om voor het Schelde-estuarium een Ontwikkelingsschets op te stellen.

In het kader van de m.e.r.-procedure voor het project Verruiming Vaargeul dient de impact van het project te worden onderzocht ten aanzien van de nautische en externe veiligheid (vergelijkbaar met de oefening die heeft plaatsgevonden in het kader van de Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium).

1.1 Voorgaande studies

De voorliggende studie is een vervolg op:

- 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.
- 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

In het kader van deze voorgaande opdrachten maakte DNV het SAFETI-rekenmodel specifiek op maat voor de (Wester)Schelde situatie, en wel speciaal met inbegrip van het 'Energimodel' en de specifieke segmentering van de rivier.

De doelstelling van de eerste opdracht was om eerdere studies te actualiseren en de modellering van de risico's te verfijnen. Hiertoe zijn de resultaten uit voorgaande studies beschouwd, is uitgegaan van het meest actuele overzicht van vaarbewegingen en zijn de recent voorgevallen aanvaringen verwerkt (periode 1998 – 2002). Reeds geïmplementeerde (nautische) (risico)beheersmaatregelen zijn als uitgangspunt genomen voor deze studie.

In de vervolgoopdracht voor ProSes werden de externe risico's berekend voor de toekomstverkenning in 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. Hieruit bleek dat in het geval van sterke economische groei (met of zonder verruiming) de 10-6 contour aan land kwam voor Terneuzen en Vlissingen. Bovendien kon worden afgeleid dat de normlijn voor het groepsrisico zal worden overschreden.

1.2 Actualisatie toekomstverkenning: inschatting externe risico's toekomstig transport 2010, 2015 en 2030

De toekomstverkenning voor de peiljaren 2010, 2015 en 2030 vormt de inhoud van de voorliggende risicostudie en is wederom gebaseerd op het risicomodel zoals dat in de voorgaande studie is opgebouwd. Bovendien wordt een nieuw referentiejaar beschouwd waarvoor actuele verkeers- en ongevalsdata zijn geïnterpreteerd, te weten 2005. Voor parameters als verruiming, verwachte economische groei en mogelijke bouw van een containerterminal wordt in deze actualisatie van de toekomstverkenning wederom geanalyseerd wat de invloed is op het externe risicoprofiel van de (Wester)Schelde. Hiertoe worden met name de prognoses van de containerstromen van en naar Antwerpen geactualiseerd op huidige inzichten en kennis en worden nieuwe inzichten inzake de overslag en het achterlandtransport verwerkt.

Voorliggende rapportage bevat zowel een beschrijving van de algemeen gevolgde methodiek om te komen tot deze geactualiseerde risicoprofielen als een beschrijving van de gewijzigde parameters.

2.0 Aanpak

In het kader van de planstudiefase voor de verruiming van de (Wester)Schelde, wordt een project-MER en een actualisatie van de MKBA uitgevoerd (ten behoeve van de Tracéwetprocedure in Nederland en de benodigde vergunningen in Vlaanderen). Hiertoe werden de prognoses van de containerstromen van en naar Antwerpen geactualiseerd en werden nieuwe inzichten inzake de overslag en het achterlandtransport verwerkt. Door deze actualisatie dringt zich tevens een update op van de onderzoeken naar nautische en externe veiligheid.

Om de toekomstige externe veiligheidssituatie op de (Wester)Schelde verder te kunnen onderzoeken heeft ProSes2010 aan DNV de opdracht verstrekt om een kwalitatieve/semi-kwantitatieve risicoanalyse uit te voeren, zogenaamde quick scan, ten behoeve van het project-Mer. De mogelijke bandbreedte waarbinnen de externe veiligheidssituatie zich in de komende decennia zal gaan ontwikkelen wordt bestudeerd aan de hand van de peiljaren 2010, 2015 en 2030 en het nieuwe referentiejaar 2005.

De opdracht richt zich op de transportveiligheid van het scheepvaartverkeer op de rivier. De aandacht gaat specifiek uit naar mogelijke calamiteiten op de vaarweg waarbij mogelijk brandbare of toxische stoffen vrijkomen.

De situatie in 2005 geldt als nieuw referentiepunt voor de gedefinieerde scenario's. De uitkomst van de studie betreft een inschatting van de impact op de in de eerdere studie berekende plaatsgebonden risico's en groepsrisico's. De toekomstbeelden worden gevisualiseerd middels tabellen met invloed op de plaatsgebonden risicocontouren en middels groepsrisicocurves.

Voor elk van de genoemde peiljaren zullen **twee economische prognoses** onderzocht worden namelijk:

- Laagste WLO scenario of een lage economische groei (LES); cf. Devided Europe (DE)-scenario
- Hoogste WLO scenario of een hoge economische groei (HES); cf. EOS-scenario

en dit zowel **bij verruiming** als **zonder verruiming** van de rivier. Onder verruiming wordt verstaan het verdiepen van de bestaande vaargeulen in de (Wester)Schelde tot een getijonafhankelijke vaart met diepgang van 13,1 m., waardoor grotere zeeschepen (met een grotere waterverplaatsing) de rivier kunnen betreden.

Daarenboven werd voor het scenario van hoge economische groei in 2030 eveneens de invloed van de bouw van een **containerterminal te Vlissingen** onderzocht.

Het bovenstaande resulteert in 15 te onderzoeken scenario's, te weten:

1. Scenario 2005, nieuwe referentiesituatie
2. Scenario 2010, beperkte economische groei, zonder verruiming
3. Scenario 2010, beperkte economische groei, met verruiming
4. Scenario 2010, sterke economische groei, zonder verruiming
5. Scenario 2010, sterke economische groei, met verruiming
6. Scenario 2015, beperkte economische groei, zonder verruiming
7. Scenario 2015, beperkte economische groei, met verruiming
8. Scenario 2015, sterke economische groei, zonder verruiming

9. Scenario 2015, sterke economische groei, met verruiming
10. Scenario 2030, beperkte economische groei, zonder verruiming
11. Scenario 2030, beperkte economische groei, met verruiming
12. Scenario 2030, sterke economische groei, zonder verruiming
13. Scenario 2030, sterke economische groei, met verruiming
14. Scenario 2030, sterke economische groei, zonder verruiming, met containeroverslagterminal te Vlissingen
15. Scenario 2030, sterke economische groei, met verruiming, met containeroverslagterminal te Vlissingen

Het meest recente risicomodel van de (Wester)Schelde geldt als uitgangspunt voor de genoemde scenario's. Behalve de nieuwe referentiesituatie en de drie hierboven genoemde parameters (economische groei, containerterminal te Vlissingen en verruiming) is ook de zogenaamde 'swapping overeenkomst' tussen Yara Sluiskill (het vroegere Hydro Agri) en BASF Antwerpen in de toekomstverkenning meegenomen. Deze overeenkomst betreft het beperken van het aantal ammoniaktransporten over de (Wester)Schelde door een verbeterde samenwerking tussen de ammoniakproducent Yara en de ammoniakgebruiker BASF. Deze overeenkomst brengt een reductie van het ammoniak transport op de (Wester)Schelde ten westen van Terneuzen teweeg en geldt als uitgangspunt voor alle berekeningen c.q. scenario's die in het voorliggende rapportage zijn doorgerekend.

Aan de hand van het te verwachten zeevaartverkeer in het Schelde estuarium wordt voor elk van deze vijftien scenario's zowel het plaatsgebonden risico (PR waarde 1E-05, 1E-06, 1E-07 en 1E-08) als het groepsrisico voor de locaties Vlissingen, Terneuzen en Hansweert onderzocht. Dit vindt plaats in 2 stappen:

1. semi-kwantitatieve inschatting van toenames van risiconiveaus op grond van gewijzigde gegevens (de nieuwe referentiesituatie wordt wel kwantitatief doorgerekend);
2. volledige kwantitatieve doorrekening van het risicomodel voor alle scenario's (als ook voor een extra tussenliggend jaar zoals door ProSes gespecificeerd).

Stap 1 wordt gerapporteerd in voorliggend rapportage. Stap 2 wordt in een later stadium uitgewerkt.

In stap 1 wordt voor elk van de 15 scenario's ingeschat of de PR waarde van 1E-06 op het land dan wel op het water gelegen is. Ook wordt voor het groepsrisico de afwijking t.o.v. de "oriënterende waarde" ingeschat voor de verschillende scenario's. Deze inschatting gebeurt op basis van de afwijking van de lekfrequenties ten opzichte van de lekfrequentie gehanteerd in het Energiemodel, via de zogenaamde correctiefactor, die een combinatie is van de factoren inzake botsingskans, aantal scheepsbewegingen gevaarlijk transport en totaal aantal scheepsbewegingen (inclusief het aantal >20.000ton).

Daar waar in de vorige studie het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen over andere prognoses beschikte voor het toekomstig transport van brandbare stoffen dan het Centraal Plan Bureau (CPB), is in deze studie één prognosecijfer gehanteerd. ProSes2010 baseert zich hiervoor op gewijzigde prognoses van het transport van brandbare stoffen, zoals gebruikt in het MER van de Maasvlakte. Hierbij wordt een groeifactor gehanteerd van 1.8% per jaar, wat gerelateerd aan 2030 een factor 1.56 betekent (ten opzichte van het referentiejaar 2005). Deze factor is zeer sterk vergelijkbaar met de prognoses van de Haven van Antwerpen die een groeifactor hanteert van 1.47 gerelateerd aan 2030 (1.52 indien beschouwd ten opzichte van 2003).

Gezien het beperkte verschil tussen de groeifactor zoals gehanteerd in het MER van de Maasvlakte en zoals gehanteerd door de Haven van Antwerpen, wordt door ProSes2010 voorgesteld in de verdere studie de prognoses van Haven van Antwerpen te hanteren.

3.0 Aanpassing risicomodel voor situatie 2005

3.1 Introductie

In dit hoofdstuk is per paragraaf aangegeven in hoeverre de kwantitatieve analyses voor het nieuwe referentiejaar zijn aangepast ten opzichte van het vorige referentiejaar 2003. De invoergegevens en aannames zijn beschouwd ter onderlinge vergelijking. De methodiek voor het herrekenen naar de nieuwe referentiesituatie is identiek aan de methodiek die is gevolgd in de vorige studie voor de berekening van de toekomstjaren.

3.2 Variatie input parameters

Het SAFETI - risicoanalyse model werd in 2003 specifiek op maat gemaakt voor het transport van gevaarlijke stoffen door zeeschepen op de (Wester)Schelde. De situatie anno 2003 ('base case') gold als referentiepunt ten opzichte van de modellering van toekomstige scenario's.

In opdracht van ProSes2010 leverde MARIN aan DNV de cijfers inzake botsingskansen en zeescheepsbewegingen voor het nieuwe referentiejaar 2005; deze indices zijn gerelateerd ten opzichte van de vorige uitgangssituatie anno 2003.

Bij invoer van de gegevens zijn puntsgewijs de volgende parameters gevarieerd:

3.2.1 Aantal transportbewegingen gevaarlijke stoffen per zeeschip

Het aantal transportbewegingen van zeeschepen met gevaarlijke stoffen is een relevante parameter bij de berekening van de frequentie waarmee dergelijke lading (per riviersegment) kan vrijkomen. Wanneer het aantal vaarbewegingen van schepen geladen met gevaarlijke stoffen per segment wordt vermenigvuldigd met de faal(lees: lek)frequentie per schip is de uitkomst de lekfrequentie per segment.

Data inzake het in de toekomst in totaliteit te verwachten transport van gevaarlijke stoffen zijn verstrekt voor al de beschouwde riviersegmenten. Hierbij is voor wat betreft brandbare gassen echter geen onderscheid gemaakt tussen GF2 en GF3 transporten. Onderstaande Tabel 3.1 geeft een overzicht weer van de data (indexcijfers) die DNV ontving inzake het transport van ammoniak en brandbare stoffen in 2005 op de (Wester)Schelde. Het aantal ammoniaktransporten blijkt stabiel te zijn, voor de brandbare gassen geldt een lichte verhoging.

Tabel 3.1 – Indexcijfers transport gevaarlijke stoffen met zeescheepvaart

	2003	2005
Ammoniak	100	100
Brandbare gassen	100	104

3.2.2 Aantallen totale zeescheepvaart

MARIN verstrekke data omtrent totale zeescheepvaart voor 2005 op de (Wester)Schelde per riviersegment. De aantallen zeeschepen per segment zijn verder opgedeeld volgens de volgende massa categorieën:

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

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

- Ten eerste zijn deze data gebruikt om het aantal schepen te bepalen dat over voldoende energie beschikt om een ongeluk met aanzienlijke schade te veroorzaken, de zogenaamde N_{E0} waarde.
- Ten tweede zijn 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 N_{E1} en N_{E2} waarden.
- Ten derde zijn deze data gebruikt om het aantal ongevallen (per jaar per zeeschip) te berekenen uit de ongevalfrequentie op de rivier (f_{4+5}) en het aantal schepen met voldoende energie voor het veroorzaken van een lekkage (N_{E1} of N_{E2}).

Een variatie in N_{E0} is gelijk aan een variatie 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 variatie van het aantal schepen met een massaverplaatsing hoger dan 20.000 ton van invloed op op de N_{E1} en de N_{E2} -waarden. Met als doel een schatting te maken van de toename van het aantal schepen boven de 20.000 ton is een splitsing aangebracht in de aangeleverde aantallen voor de 3 categorieën van kleine, gemiddelde en grote zeeschepen

Schepen met een tonnage tussen 10.000 en 40.000 ton zijn gedefinieerd als 'gemiddeld' qua omvang. De fractie van 'middelgrote' zeeschepen, dit is een gewicht tussen de 20.000 en 40.000 ton, is berekend aan de hand van de data aangeleverd door MARIN. Tabel 3.2a/b geeft een overzicht van de door MARIN berekende relatieve aantallen.

Tabel 3.2a – Fractie middelgrote zeeschepen (onder / boven de 20.000 ton) door MARIN berekend

Jaar	Situatie zonder verzuim		
	10.000 t/m 20.000	20.000 t/m 40.000	
2005	45.3%	54.7%	100.0%
2010	42.5%	57.5%	100.0%
2015	43.2%	56.8%	100.0%
2030	43.7%	56.3%	100%
Gemiddeld	43.6%	56.3%	

Tabel 3.2b – Fractie middelgrote zeeschepen (onder / boven de 20.000 ton) door MARIN berekend

Jaar	Situatie met verruiming		
	10.000 t/m 20.000	20.000 t/m 40.000	
2005	45.4%	54.6%	100.0%
2010	42.9%	57.1%	100.0%
2015	43.6%	56.4%	100.0%
2030	44.5%	55.5%	100%
Gemiddeld	44.1%	55.9%	

Uitgaande van de in Tabel 3.2a/b gepresenteerde getallen is de fractie van middelgrote schepen met een massaverplaatsing groter dan 20.000 ton aangehouden van 56% (conform de vorige studie).

Om de tweedeling in aantallen zeeschepen nader te bestuderen (zijnde de schepen met een massaverplaatsing boven dan wel onder de 20.000 ton) zijn voor de jaren 2003 en 2005 per scenario afzonderlijk de aantallen schepen berekend als de som van 56 % van het aantal 'middelgrote' plus de 'grote' zeeschepen. Uitgaande van de berekende aantallen schepen per segment, en wel specifiek per scenario (massaverplaatsing groter of kleiner dan 20.000 ton) is een onderling vergelijk gemaakt ten opzichte van het vroegere referentiejaar 2003. Als voorbeeld van een dergelijke vergelijking is de variatie tussen 2005 en 2003 weergegeven in Tabel 3.3 a/b, waarbij de verschillen zowel in absolute aantallen als in procenten zijn vermeld:

Tabel 3.3 a– Basisdata van het totaal aantal zeescheepsbewegingen voor 2003 en 2005, eveneens opgedeeld per scheepsmassacategorie (small, medium, large).

		2003				2005			
From	To	S	M	L	Totaal	S	M	L	Totaal
OK	WA/SA	14470	10991	5519	30980	13529	10558	6546	30633
WA/SA	HW/WA	14470	10991	5519	30980	13529	10558	6546	30633
HW/WA	PH	14493	10991	5519	31003	13550	10558	6546	30654
PH	TN/HW	14744	10995	5519	31258	13793	10562	6546	30901
TN/HW	PT	14744	10995	5519	31258	13793	10562	6546	30901
PT	BO/TN	21177	13167	6178	40522	19773	12823	7241	39837
BO/TN	PVB	16579	13037	6273	35889	15462	12680	7341	35483
PVB	WCT	16799	13175	6286	36260	15667	12813	7356	35836
WCT	VL/BO	16799	13175	6286	36260	15667	12813	7356	35836
VL/BO	PV	18836	14571	6474	39881	17509	14286	7549	39344
PV	OG/VL	14118	5475	411	20004	13221	5713	487	19421
PV	CA/VL	11023	9881	6105	27009	9801	9869	7108	26778
Antwerpen	vertrekkend	7225	5421	2810	15456	6788	5204	3291	15283

Tabel 3.3 b– Berekening van de geschatte hoeveelheid zeeschepen > 20.000 ton voor 2003 en de geschatte variatie 2005 versus 2003

		2003		2005 tov 2003			
From	To	aantal middelgrote schepen >20.000 ton (56% M)	aantal middelgrote schepen >20.000 ton (56% M + L)	variatie aantal middel-grote schepen >20.000 ton (delta 56% M)	variatie van het aantal grote schepen (delta L)	variatie van alle schepen >20.000 ton (delta 56% M + L)	% variatie van alle schepen >20.000 ton
OK	WA/SA	6155	11674	-242	1027	785	107.20
WA/SA	HW/WA	6155	11674	-242	1027	785	107.20
HW/WA	PH	6155	11674	-242	1027	785	107.20
PH	TN/HW	6157	11676	-242	1027	785	107.20
TN/HW	PT	6157	11676	-242	1027	785	107.20
PT	BO/TN	7374	13552	-193	1063	870	106.86
BO/TN	PVB	7301	13574	-200	1068	868	106.83
PVB	WCT	7378	13664	-203	1070	867	106.78
WCT	VL/BO	7378	13664	-203	1070	867	106.78
VL/BO	PV	8160	14634	-160	1075	915	106.67
PV	OG/VL	3066	3477	133	76	209	106.41
PV	CA/VL	5533	11638	-6	1003	996	109.36
Antwerpen	vertrekkend	3036	5846	-122	481	359	106.55

De variatie in N_{E1} en N_{E2} voor het nieuwe referentiejaar is verondersteld gelijk te zijn aan de variatie in het aantal schepen met een massaverplaatsing groter dan 20.000 ton.

Onderstaande Tabel 3.4 is een overzicht van de totale hoeveelheid vaarverkeer met een massaverplaatsing boven de 20.000 ton, zoals deze berekend is aan de hand van de MARIN aangeleverde data.

Tabel 3.4 – Berekende aantallen totale zeescheepvaart, massaverplaatsing > 20.000 ton (2005 nieuwe referentiejaar versus 2003)

Van	Naar	Indexcijfer Totale scheepvaart	Indexcijfer scheepvaart > 20.000 ton
OK	WA/SA	98.88%	1.0672
WA/SA	HW/WA	98.88%	1.0672
HW/WA	PH	98.87%	1.0672
PH	TN/HW	98.86%	1.0672
TN/HW	PT	98.86%	1.0672
PT	BO/TN	98.31%	1.0642
BO/TN	PVB	98.87%	1.0640
PVB	WTC	98.83%	1.0635
WTC	VL/BO	98.83%	1.0635
VL/BO	PV	98.65%	1.0626
PV	OG/VL	97.09%	1.0603
PV	CA/VL	99.14%	1.0856
Antwerpen	Vertrekkend	98.88%	1.0615

Uit deze tabel valt af te leiden dat niettegenstaande een daling van het totaal aantal zeescheepsbewegingen er een stijging is van het aantal bewegingen met schepen >20.000 ton (2005 ten opzichte van 2003). Dit betekent dat er een duidelijke schaalvergroting (meer grote schepen) is.

3.2.3 Schatting van het aantal botsingen

De gemiddelde botsingskans voor wat betreft het klasse 4 + 5 aanvaringen (ernstigste categorie) is per segment berekend voor het peiljaar 2003 en is een functie van: het totale aantal klasse 4 + 5 aanvaringen dat is opgetreden op de rivier gedurende de periode 1998-2002 en de fractie van het totaal aantal ongevallen (1990-2002) dat in een zeker segment is voorgevallen.

Belangrijke kanttekening in deze is dat bij de modellering van het aantal botsingen in het referentiejaar 2003 is uitgegaan van actuele ongevaldata [ref. AVIV/SRK], en dat voor dit jaar geen virtueel berekend aantal ongevallen ten grondslag ligt. In het geval van de toekomstige scenario's zijn de geprognoseerde hoeveelheden (gefractioneerde) aanvaringen binnen elk segment uiteraard wel berekend aan de hand van een verkeersmodellering van de vaarbewegingen per segment. MARIN heeft het aantal berekende botsingen per jaar en per segment geïndexeerd ten opzichte van het nieuwe referentiejaar 2005 op basis van een eigen theoretisch mathematisch botsingsmodel (SAMSON) voor de (Wester)Schelde waarbij de wereldwijde nautische trends en data zijn gehanteerd.

MARIN's berekeningen zijn voor de nieuwe referentiesituatie weergegeven in de onderstaande Tabel 3.5.

Tabel 3.5 – Variatie in botsingsfrequenties (MARIN) voor de nieuwe referentiesituatie

Botsingen (per segment)	2003	2005
	referentie	Variatie (%)
Wielingen	0.058	99.5
Oostgat	0.048	96.4
Vlissingen West	0.244	95.2
Sloe-Terneuzen	0.239	99.8
Terneuzen -1.5Hansweert	0.133	100.0
-1.5Hansweert-Hansweert	0.032	100.0
Hansweert +1.5Hansweert	0.033	100.3
1.5Hansweert – Antwerpen	0.213	100.5
Totaal	1.000	98.7

Uit deze tabel valt af te lezen dat er geen eenvormige tendens is met betrekking tot de botsingsfrequentie. Voor de segmenten Wielingen, Oostgat, Vlissingen en Sloe-Terneuzen blijkt de botsingskans af te nemen, terwijl er voor de andere segmenten een status quo of een lichte stijging te verwachten is in 2005. Uitgemiddeld over alle secties kan worden gesteld de botsingskans licht afneemt ten opzichte van 2003.

Zoals eerder is aangegeven wordt in opdracht van ProSes2010 in eerste instantie een nieuwe referentiesituatie bepaald en gespiegeld aan de vroegere referentiesituatie, en wel uitgaande van de ervaringen opgedaan in de periode (1998-2002) c.q de interpretaties van AVIV-kentallen en DNV-(SAFETI) modellering van 2003. MARIN's model in 2003 wijkt af van de data

die AVIV betrok uit de praktijk. Om een inzicht te verschaffen in de onderlinge verschillen zijn in onderstaande Tabel 3.6 de beide botsingsverdelingen over de segmenten weergegeven. Voor elk van de 14 beschouwde riviersegmenten zijn de (substantiële) verschillen tussen 'base case' (referentiejaar 2003 AVIV/DNV) en SAMSON (2003) zowel in absolute getallen alsook in procenten aangegeven.

Tabel 3.6 – Vergelijking botsingsverdelingen AVIV en MARIN

Type aanvaring		P ₄₊₅		
Sectie	Sectie code	AVIV 2002	Marin 2002	Variation MARIN/AVIV
1	Wielingen	0.014	0.058	412%
2	Rede van Vlissingen	0.261	0.244	93.4%
3	Vlissingen tot PVB	0.066	0.068	102.9%
4	PVB tot BOTN	0.039	0.040	102.9%
5	BOTN tot Terneuzen	0.127	0.130	102.9%
6	Terneuzen tot TNHW	0.158	0.081	51.1%
7a	TNHW tot HW1	0.103	0.053	51.1%
7b	HW1 tot HW	0.014	0.032	230.7%
8a	HW tot HW2	0.014	0.033	238.7%
8b	HW2 tot HWWA	0.024	0.035	146.7%
9	HWWA tot WASA	0.049	0.072	146.7%
10a	WASA tot OK	0.040	0.058	146.7%
10b	OK tot AW	0.033	0.048	146.7%
12	Oostgat	0.058	0.048	82.4%

De verschillen tussen de (Wester)Schelde botsingsverdelingen van MARIN en AVIV zijn aanzienlijk. Zo voorspelt AVIV dat bij botsing 16 % kans bestaat dat deze plaats zal vinden in segment 6, terwijl MARIN deze kans houdt op 8 %.

Wanneer alsnog de waarden voor het referentie jaar 2005 betrokken worden uit de MARIN modellering (SAMSON) zal dit een enorme verschuiving in het berekende risico teweeg brengen, aangezien de lekfrequentie (en het risico) direct afhankelijk zijn van de botsingsfrequentie(s).

De keuze om de resultaten van de toekomstige scenario's direct vergelijkbaar te houden met vorige studies is voor de hand liggend, gezien de huidige situatie wordt gebaseerd op de ervaringscijfers (actuele ongevalgegevens), maar het toekomstbeeld c.q. de prognoses worden geheel middels modellen in kaart gebracht.

MARIN's data zijn derhalve aangehouden wat betreft de variatie van het aantal ongevallen op de rivier, maar wat betreft de verdeling van de ongevallen op de rivier is uitgegaan van AVIV's gegevens voor de rivier, conform de aanpak uit de vorige studie.

3.2.4 Effecten van gewijzigde parameters

In de voorgaande paragrafen is een nadere uitleg gegeven omtrent de parameters waaruit het model zijn bestaansrecht ontleent. Tevens zijn de parameters zoals gehanteerd voor het jaar 2003 vergeleken met de wijzigingen in parameters die wat betreft de modellering van het nieuwe referentiejaar doorgevoerd zijn. 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 kans (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 variatie in N_{E0} brengt eenzelfde variatie 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. Als voorbeeld gesteld geeft onderstaande Tabel 3.7 een overzicht van de correctiefactoren die van toepassing zijn verklaard voor het ammoniaktransport door riviersectie 2, Vlissingen (scenario 2005, nieuwe referentiesituatie).

Tabel 3.7 – Berekening van de lekfrequentie aan de hand van correctiefactoren

Voorbeeld: Ammoniaktransport per schip door riviersectie 2 'Vlissingen' (scenario 2005, nieuwe referentiesituatie).

correctie factor						Gecombineerde correctie factor
P_{4+5}	N_{4+5}	N_{DG}	$N_{seaships}$	N_{E0}	N_{E1}, N_{E2}	
1.00	0.987	0.83	0.9865	0.9865	1.0626	0.8927

Uitleg per factor:

De totale correctiefactor P_{4+5} is gelijk aan 1 aangezien de (geografische en numerieke) kansverdeling van aanvaringen op de rivier identiek is aan hetgeen is aangenomen voor de vroegere referentie situatie (2003).

N_{4+5} correctie factor is gelijk aan 0.987 (zie Tabel 3.5).

Correctiefactor voor de parameter N_{DG} heeft een waarde van 0.83 en is een resultaat van een verwachte status quo van ammoniaktransport op de rivier en een directe afname (17%) van het aantal ammoniaktransporten op de rivier door de zogenaamde 'swapping overeenkomst' ($1 \times 0.83 = 0.83$).

De correctiefactoren voor de parameters $N_{seaships}$ en N_{E1}/N_{E2} zijn respectievelijk 0.9865 en 1.0626 (Tabel 3.4, sectie VL/BO-PV).

Zoals hierboven is omschreven is de correctie factor N_{E0} gelijk aan de correctie factor voor $N_{seaships}$.

Het totale overzicht van alle correctiefactoren is voor alle scenario's weergegeven in Appendix I : 'Aangeleverde gegevens, parameters en berekende factoren'.

Deleted: Tabel 3.5

Deleted: Tabel 3.4

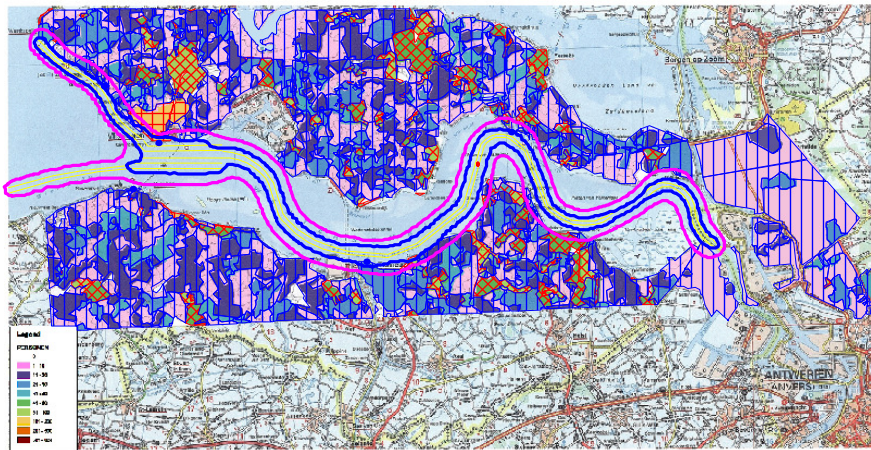
3.3 Resultaten – nieuw referentiejaar 2005

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 2005 is volledig kwantitatief herrekenend. De resultaten worden uitgedrukt in de termen plaatsgebonden (PR) en groepsrisico (GR). Het PR

is op een kaart gevisualiseerd in risicocontourlijnen. Het GR wordt per 1 kilometer segment (deel van de vaarweg) weergegeven in risico (FN) curven.

3.3.1 Plaatsgebonden risico 2005

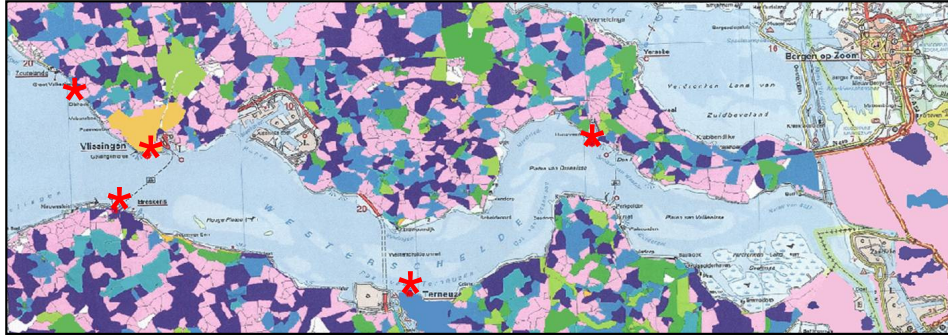
Figuur 3.1 geeft het totale plaatsgebonden risico van al het maritieme gevaarlijke goederen verkeer weer voor de nieuwe referentiesituatie in 2005. De risicocontouren komen overeen met de plaatsgebonden risico niveaus van $1E-06$, $1E-07$ and $1E-08$ per jaar. De $1E-06$ risico contour komt slechts in een kleine sectie van de rivier tussen Terneuzen en Hansweert voor, het overige deel van de rivier heeft enkel kleinere risico contouren. 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.



Figuur 3.1 – Gecombineerde Risico Contouren, nieuw referentiejaar 2005

De ligging van de risicocontouren is op het eerste gezicht identiek aan de situatie in 2003. Visueel is het verschil niet waarneembaar, enkel in de vorm van risicocijfers op bepaalde punten zijn beperkte verschillen te zien.

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 3.2 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 3.2 – Locatie van de Plaatsgebonden Risico Meet Punten (rode sterren)

Tabel 3.8 geeft de plaatsgebonden risico resultaten van de hierboven genoemde risico meetpunten weer. De tabel laat tevens zien dat het hoogste PR langs de kust van Vlissingen is berekend, hierna volgen Terneuzen en Hansweert met een PR van 21E-08 en 13E-08. De risico niveaus van de kustlijnen bij Breskens en het Oostgat zijn aanzienlijk lager. Nergens wordt de norm van 1E-06 aan land bereikt.

Tabel 3.8 – Risico Meet Punten Plaatsgebonden Risico Resultaten

Locatie (op kustlijn)	Plaatsgebonden Risico ($\times E-08$ per jaar)		
	Ammoniak	Ontvlambaar	Totaal
Breskens	<0.1	0.3	0.3
Oostgat	<0.1	8.5	8.5
Vlissingen	2.7	26.2	28.9
Terneuzen	3.0	18.2	21.2
Hansweert	2.2	10.7	13.0

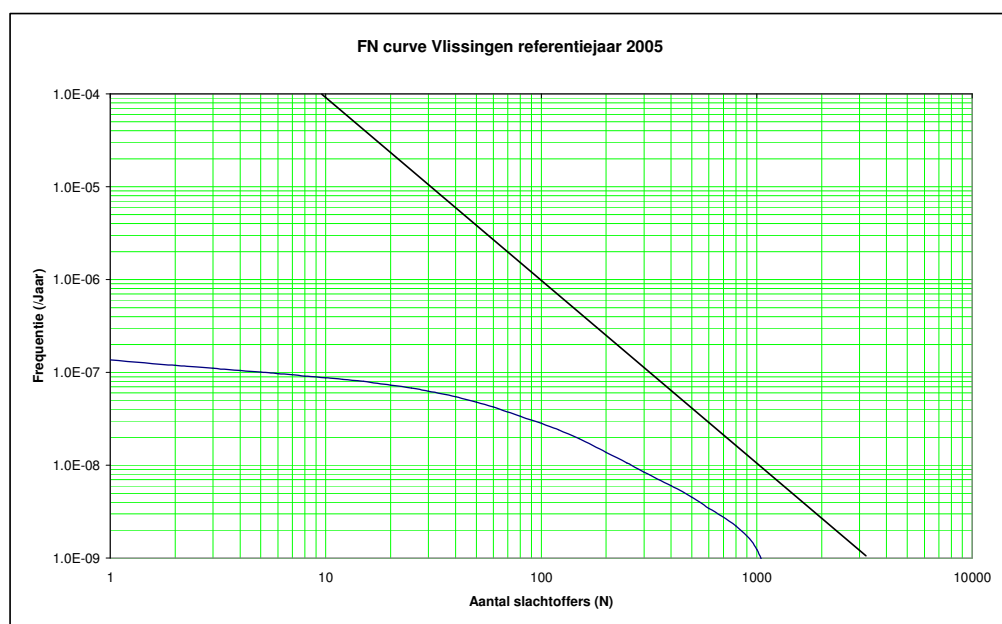
Uit de tabel blijkt dat het risico van de brandbare vloeibare gassen groter is dan het risico van de ammoniaktransporten. Het risico in de meetpunten is ten opzichte van 2003 met een 10 tot 15% toegenomen. De voornaamste oorzaak hiervan is de belangrijke stijging van het aandeel van de grote schepen (>20.000 ton) in de totale scheepvaart ten opzichte van 2003.

3.3.2 Groepsrisico 2005

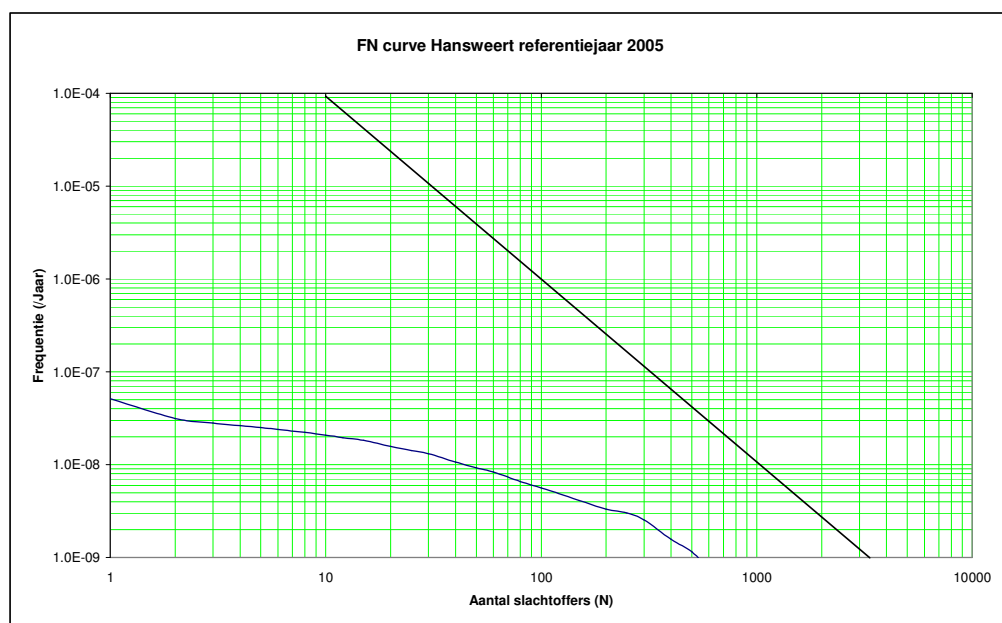
De fN-curve is een logaritmische plot van de gesommeerde ongevalfrequentie (F) per jaar uitgezet tegen het aantal doden als gevolg (N). De fN curve is gebaseerd op het risico gerelateerd aan scheepsroutes (met een lengte van 1 km), welke in de nabijheid van de hoogste bevolkingsdichtheden is gelegen.

In de figuren 3.3, 3.4, 3.5 zijn de fN curven voor Vlissingen, Hansweert en Terneuzen in beeld gebracht. Hierbij is tevens de Nederlandse oriënterende waarde voor het groepsrisico weergegeven.

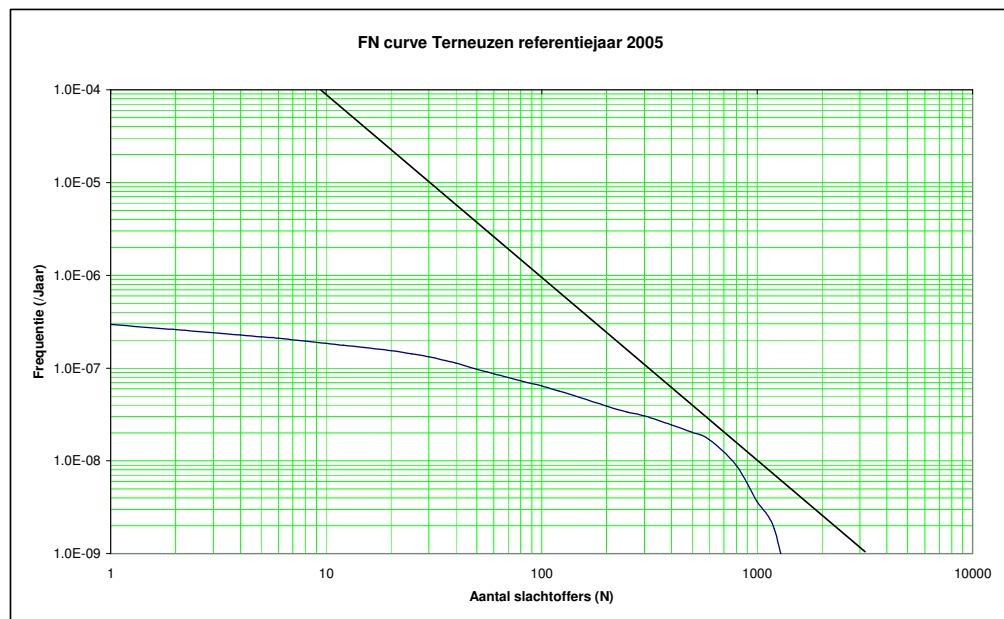
Figuur 3.3 – FN curve Vlissingen, referentiejaar 2005



Figuur 3.4 – FN curve Hansweert, referentiejaar 2005



Figuur 3.5 – FN curve Terneuzen, referentiejaar 2005



Deze figuren tonen aan dat bij Terneuzen het groepsrisico hoger is dan in de nabijheid van Vlissingen en Hansweert. Dit betekent dat Terneuzen het grootste groepsrisico vertegenwoordigt. Bij een frequentie van 1E-09 blijken slachtofferaantallen tot meer dan 1.000 voorspelbaar in de omgeving van Terneuzen. Voor alle 3 locaties wordt de grenswaarde voor het groepsrisico niet overschreden. Deze normlijn – die tot op heden de status van oriënterende waarde bezit – loopt door de punten (10 – 1E-04), (100 – 1E-06), (1000 – 1E-08), etc.. Dit gemeten per transportsegment, per kilometer en per jaar. Net zoals voor het plaatsgebonden risico is ook hier een stijging van het risico waar te nemen ten opzichte van 2003.

4.0 Inschatting van de impact op de risico's voor situaties 2010, 2015 en 2030

4.1 Introductie

De update van het MER dient plaats te vinden tegen de volgende achtergrond: de situatie in jaren 2010, 2015 en 2030 ten opzichte van de nieuwe referentiesituatie in 2005, zoals herberekend in de vorige hoofdstukken. De ontwikkeling van de waterweg, de aanliggende havenplaatsen en het aangrenzende landelijke gebied omvat ook de noodzaak tot inzicht in de externe veiligheidssituatie. In deze zijn de variabelen economische groei, de verruiming van de rivier en de exploitatie van een mogelijk te bouwen Container Terminal Vlissingen als belangrijke parameters onderkend. Prognoses voor de komende decennia zijn (in de vorm van indexcijfers) aangeleverd door het maritiem adviesbureau MARIN en door ProSes2010.

In dit hoofdstuk is per paragraaf aangegeven in hoeverre de kwantitatieve analyses voor de jaren 2010, 2015 en 2030 een variatie zijn op het (nieuwe) referentiejaar 2005. De invoergegevens en aannames zijn beschouwd ter onderlinge vergelijking.

4.2 Economische groei, containerterminal Vlissingen en verdiepen van de Schelde

In het kader van de opdracht aan DNV identificeerde ProSes2010 15 relevante scenario's (inclusief de referentiesituatie). Zoals omschreven in hoofdstuk 2 zijn deze scenario's gekarakteriseerd door 3 parameters: het bestudeerde jaartal (peiljaar), de mate van economische groei en de mogelijkheid om de rivier al dan niet te verruimen. Voor het hoge economische scenario in het peiljaar 2030, situatie met en zonder verdieping, werd bovendien uitgegaan van de mogelijke ontwikkeling van een containerterminal te Vlissingen.

De studie heeft tot doel om een beeld te geven van de bandbreedte waarbinnen het transport van gevaarlijke stoffen over de (Wester)Schelde zich gedurende de komende decennia zal ontwikkelen, in het bijzonder wat de mogelijke gevolgen hiervan zullen zijn voor de externe veiligheidssituatie in het gebied. De 14 prognoses betreffen drie peiljaren, te weten 2010, 2015 en 2030 ten opzichte van het nieuwe referentiejaar 2005.

Om de lezer een overzicht te geven in de invoergegevens en de verwerking ervan wordt verwezen naar de appendix I. In wat volgt wordt een nadere uitleg over de achtergrond van de nieuwe invoergegevens en de impact op de resultaten van de externe risico-analyse.

4.3 Variatie input parameters

In het vorige hoofdstuk werd het model herrekend voor de nieuwe referentiesituatie. De verwerking van de inputparameters zal op dezelfde manier gebeuren als hierboven. De situatie anno 2005 ('base case') geldt als referentiepunt ten opzichte van de modellering van toekomstige scenario's.

In opdracht van ProSes2010 leverde MARIN aan DNV de geprognostiseerde indexcijfers voor de jaren 2010, 2015, en 2030; deze indices zijn gerelateerd ten opzichte van de uitgangssituatie anno 2005.

Bij invoer van de gegevens zijn puntsgewijs de volgende parameters gevarieerd, enkel waar relevant zal nog in meer detail ingegaan worden op deze parameters:

4.3.1 Aantal transportbewegingen gevaarlijke stoffen per zeeschip

Voor de prognoses van brandbare gassen en ammoniak wordt uitgegaan van de cijfers in onderstaande tabel. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de cijfers reeds gerelateerd zijn aan het referentiejaar 2005.

Tabel 4.1 – Prognoses van het transport van gevaarlijke stoffen met zeescheepvaart

	2005	LES			HES		
		2010	2015	2030	2010	2015	2030
Ammoniak	100	96	93	84	103	105	105
brandbare gassen	100	130	136	147	130	136	147

Voor de prognoses inzake maritiem vervoer van brandbare gassen wordt uitgegaan van de indexcijfers zoals voorgesteld door de Haven van Antwerpen, in tegenstelling tot de vorige door de CPB voorgestelde cijfers. Reeds in de vorige studie werd aangegeven dat het prognosecijfer van CPB voor het grootste economische scenario mogelijk te conservatief werd ingeschat in de context van deze studie. Door ProSes2010 werd derhalve voorgesteld eenzelfde groei te nemen voor brandbare gassen voor zowel het hoogste als het laagste economische scenario. Hierbij wordt er impliciet vanuit gegaan dat economische groeiscenario's geen impact hebben op het vervoer van brandbare gassen, in die zin dat de toename van de hoeveelheid brandbare gassen een constante is.

In de prognose voor brandbare gassen wordt uitgegaan van een lineaire groei in de periode 2005-2010 en vanaf dan is de groei logaritmisch.

Daar waar in de vorige studie een maximale groeifactor van 2,85 werd bekomen in 2030, wordt nu een factor gehanteerd van 1.52 (1.47 ten opzichte van 2005), beide cijfers beschouwd ten opzichte van 2003. Deze factor zal een belangrijke directe invloed hebben op de risico's, temeer daar het vervoer van brandbare gassen in de vorige studie als bepalend voor de risico's werd berekend en gezien de economische groei als een voorname risicobepalende parameter werd aanzien.

Voor de prognoses inzake maritiem vervoer van ammoniak wordt uitgegaan van de indexcijfers zoals gehanteerd in de vorige studie. Voor deze stof wordt wel degelijk een onderscheid gemaakt tussen hoge en lage economische groei. Hierbij wordt bij lage economische groei een gestage daling van het transport van ammoniak voorzien. Bij hoge economische groei geldt er een groei tot 2015 en dan een stagnatie tot 2030 (in de prognoses voor hoge economische groei wordt een toename van het ammoniaktransport voorzien tot 2020 om dan opnieuw te dalen naar 2030 tot het niveau van 2015).

4.3.2 Aantallen totale scheepvaart

MARIN verstrekke data omtrent totale zeescheepvaart voor de steekjaren 2010, 2015 en 2030 op de (Wester)Schelde per riviersegment. De aantallen zeeschepen per segment zijn verder opgedeeld volgens de volgende massa categorieën:

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

Voor de scenario's van de lage economische groei is er een gestage afname van de totale scheepvaart van 2005 tot 2030. Niettegenstaande deze daling is er een omgekeerde beweging inzake het aantal schepen met een massaverplaatsing boven de 20.000 ton, waar een stijging zich doorzet van 2005 tot 2030. Dit cijfer is van belang voor de bepaling van de botsingsfrequentie gezien alleen de schepen met een massaverplaatsing boven de 20.000 ton over voldoende energie beschikken om bij aanvaring een lek te slaan in een (ander) zeeschip geladen met gevaarlijke stoffen. Het meest markant zijn de gegevens voor het segment Passage Vlissingen-Oostgat, waar er van 2005 tot 2030 een daling is met meer dan 30% van het totale aantal schepen, terwijl de stijging van het aantal grote schepen (>20.000 ton) bijna 15% is (voor de scenario's met en zonder verruiming). Uit de gegevens blijkt dat de invloed van de verruiming beperkt blijft, evenwel is het zo dat de daling van het totaal aantal schepen en de stijging van het aantal grote schepen minder uitgesproken is.

Voor de scenario's van hoge economische groei is er globaal een stijging van de totale scheepvaart met 1 tot 5% voor de situatie zonder verruiming en 1 tot 10% voor de situatie met verruiming (met uitzondering van het segment Passage Vlissingen-Oostgat). De totale scheepvaart blijft vrij stabiel over de steekjaren heen, waaruit kan besloten worden dat de voornaamste stijging zich voordoet gedurende de periode 2005-2010 om daarna vrij stabiel te blijven. Het aantal schepen >20.000 ton stijgt, zowel voor het scenario met als zonder verruiming, met de tijd, waarbij de stijging voor de situatie met verruiming nog meer uitgesproken is, tot quasi 150% in 2030 (tov 2005). Ook voor deze situaties zijn de gegevens voor het segment Passage Vlissingen-Oostgat het meest uitgesproken, waar er van 2005 tot 2030 zelfs een daling is met 13% van het totale aantal schepen, terwijl de stijging van het aantal grote schepen oploopt tot 157% in de situatie 2030, met verruiming. De invloed van de containerterminal te Vlissingen is beperkt tot de secties tussen Oostgat/Wielingen en de Pas van Borssele. De invloed uit zich in een stijging van het zowel het totaal aantal schepen als van het totaal aantal grote schepen ten opzichte van de identieke situatie zonder terminal.

Een overzicht van de berekende relatieve aantallen is te vinden in appendix I 'Aangeleverde gegevens, parameters en berekende factoren'.

4.3.3 Schatting van het aantal botsingen

Om te kunnen komen tot een schatting van risiconiveau in de jaren 2010, 2015 en 2030 werd door MARIN het toekomstbeeld van de scheepvaart op het Schelde estuarium berekend. MARIN hanteerde een eigen theoretisch mathematisch botsingsmodel (SAMSON) voor de (Wester)Schelde waarbij de wereldwijde nautische trends en data zijn gehanteerd. Proces leverde aan MARIN de mogelijke bandbreedte waarbinnen de economische ontwikkeling mogelijk zal plaatsvinden. DNV ontving van MARIN de prognoses wat betreft de botsingskans op de Schelde, zo ook de onderverdeling hiervan per riviersegment.

De modellering wijst uit dat in de jaren 2010, 2015 en 2030 (in geval van een lage economische groei) het verwachte gemiddelde aantal botsingen op de rivier met 15 (in 2010) tot meer dan 30% (in 2030) zal afnemen ten opzichte van de referentiesituatie in 2005. De verruiming blijkt geen relevante invloed te hebben op de botsingskans.

In geval van grote economische groei (geen verruiming) zal er een stijging voor de situatie in 2030 zijn met ongeveer 10% van de gemiddelde verwachte botsingskans ten opzichte van de referentiesituatie in 2005. Deze stijging is quasi onafhankelijk van het beschouwde steekjaar. Ingeval de (Wester)Schelde wordt verruimd stijgt de gemiddelde botsingskans tot 25-30%. Ook hier is de invloed van het steekjaar beperkt.

De bouw van een containerterminal te Vlissingen leidt tot een bijkomende stijging van de botsingskans met ongeveer 10% (tov de situatie zonder terminal) in de secties tussen Oostgat/Wielingen en de Pas van Borssele

4.3.4 Effecten van gewijzigde parameters

In de voorgaande paragrafen wordt een nadere uitleg gegeven omtrent de parameters waaruit het model zijn bestaansrecht ontleent. Tevens zijn de parameters gehanteerd voor het jaar 2005 vergeleken met de wijzigingen in parameters die wat betreft de modellering van de toekomstscenario's doorgevoerd zijn.

Hierbij werd de lekfrequentie herberekend voor de verschillende scenario's uitgaande van de volgende aannames zoals reeds hoger toegepast:

- De lekfrequentie is evenredig met het aantal schepen dat gevaarlijke (ammoniak of brandbaar) stoffen vervoert en met de verdeling (per segment) van de kans op een ernstige aanvaring én met het aantal schepen met een massaverplaatsing boven de 20.000 ton.
- de lekfrequentie is omgekeerd evenredig met het kwadraat van het totale aantal zeeschepen.

Het totale overzicht van alle correctiefactoren is voor alle scenario's weergegeven in Appendix I : 'Aangeleverde gegevens, parameters en berekende factoren'.

Brandbare gassen

Uit deze resultaten blijkt dat er voor alle brandbare scenario's een verhoogde correctiefactor mag verwacht worden, wat evident is gezien er een stijging is van de getransporteerde hoeveelheid brandbare gassen en gezien er een toename is van de scheepvaart >20.000 ton (in een aantal gevallen gecombineerd met een afname van het totale aantal schepen, zie hoger).

Voor de lage economische scenario's is de invloed van de verruiming voor de jaren 2010 en 2015 beperkt, maar licht positief (reductie van de correctiefactor) ten opzichte van de situatie zonder verruiming. In 2030 leidt de verruiming tot een vrij sterke reductie van de correctiefactor, dit is te verklaren doordat het totaal aantal schepen (omgekeerd kwadratische correlatie) stijgt en het totaal aantal schepen >20.000 ton daalt ten opzichte van de situatie 2030 zonder verruiming. Hieruit zou kunnen worden besloten dat voor de lage economische scenario's de verruiming een positief effect heeft op de correctiefactor en dus impliciet op de externe risico's. De toename van de correctiefactor is in lijn met het tijdstraject, met name voor

2030 worden de hoogste waarden gevonden (toename tot 250% voor laag economisch scenario, geen verruiming, sectie Oostgat).

Voor de hoge economische scenario's wordt dezelfde tendens teruggevonden, evenwel zijn de waarden hier hoger dan voor de lage economische scenario's. Bovendien zijn de correctiefactoren voor de scenario's met verruiming steeds hoger dan de scenario's zonder verruiming (dit doordat in tegenstelling met het lage economische scenario er steeds een toename is van het transport >20.000 ton bij de situatie met verruiming in vergelijking met de situatie zonder verruiming). De invloed van de containerterminal op de correctiefactoren is relatief beperkt, in essentie tot maximaal een aantal percenten.

Ammoniak

Wat betreft ammoniak blijkt er voor het scenario van lage economische groei een daling te zijn van de correctiefactor ten opzichte van 2005. Belangrijkste factor hiervoor verantwoordelijk is de verwachte daling van de getransporteerde hoeveelheid ammoniak. Vanaf 2015 is er opnieuw een stijging ten opzichte van 2010, door de compensatie van de daling van de hoeveelheid getransporteerde ammoniak door een stijging van de hoeveelheid schepen >20.000 ton. Voor de lage economische scenario's is de invloed van de verruiming voor de jaren 2010 en 2015 beperkt, maar licht positief. In 2030 leidt de verruiming, net zoals voor de brandbare gassen, tot een reductie van de correctiefactor, eveneens te verklaren doordat het totaal aantal schepen (omgekeerd kwadratische correlatie) stijgt en het totaal aantal schepen >20.000 ton daalt ten opzichte van de situatie 2030 zonder verruiming.

Voor hoge economische groei is er voor ammoniak globaal genomen een stijging van de correctiefactor met stijgende tijdslijn. De impact van de verruiming is net als hierboven belangrijker bij de hoge economische scenario's dan bij de lage. De invloed van de containerterminal op de correctiefactoren is opnieuw beperkt, meer specifiek maximaal een aantal percenten.

Globaal kan worden besloten dat het vooral het groeiscenario en het steekjaar is dat de correctiefactor bepaalt. De invloed van verruiming is sterk afhankelijk van het scenario en het beschouwde segment, variërend van een maximale daling met 25% (laag economische scenario) tot een stijging met 25% (hoog economisch scenario).

Bovendien kan worden opgemerkt dat voor het maximale scenario de groeifactor meer dan een factor 2 lager ligt dan deze gerapporteerd in de vorige versie. Bepalend hiervoor is de herziene groeifactor voor brandbare gassen.

4.4 Resultaten 2010, 2015 en 2030

Plaatsgebonden risico

In tabel 4.2 wordt het ingeschatte plaatsgebonden risico in Vlissingen weergegeven en dat voor alle 15 scenario's. Dit risico werd ingeschat gebruik makend van de referentiesituatie in 2005 en gecorrigeerd met de hoger berekende correctiefactoren.

Als voorbeeld in tabel 4.2 is voor Vlissingen gekozen aangezien in Vlissingen het plaatsgebonden risico het hoogste is. In Appendix II zijn de tabellen van de andere locaties opgenomen.

Tabel 4.2 – plaatsgebonden in risico in Vlissingen.

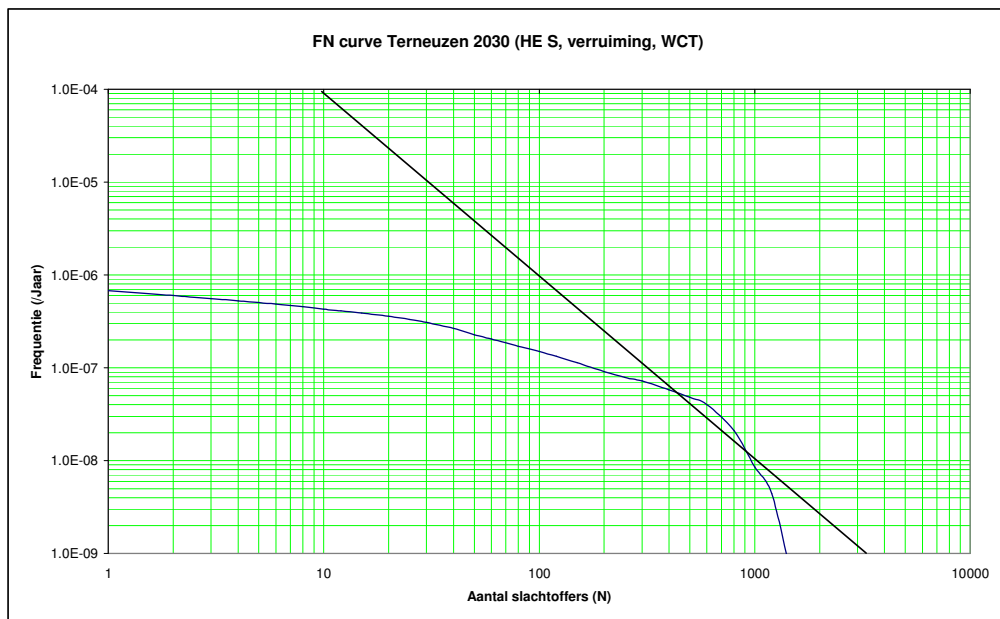
			Plaatsgebonden risico (X 1E-8)		
Jaar	Economie	Verruiming (J=ja;N=nee)	Ammoniak	Brandbare gassen	Totaal
2005	Base case		2.7	26.2	28.9
2010	LES	N	2.2	34.6	36.8
	LES	J	2.2	34.3	36.5
	HES	N	2.6	39.4	42.0
	HES	J	3.0	44.9	47.9
2015	LES	N	2.2	38.2	40.4
	LES	J	2.2	37.9	40.1
	HES	N	2.9	44.8	47.7
	HES	J	3.5	52.7	56.2
2030	LES	N	2.3	47.1	49.4
	LES	J	2.2	46.2	48.4
	HES	N	3.7	61.0	64.7
	HES	J	4.2	68.8	73.0
	HES + WTC	N	3.7	60.2	63.9
	HES + WTC	J	4.2	68.5	72.7

Uit deze tabel blijkt het risico toe te nemen tot een maximale factor van circa 2.5 voor het risicomeetpunt in Vlissingen in 2030. Verruiming blijkt voor alle hoge economische situaties te leiden tot een hoger risico in Vlissingen, echter voor de lage economische scenario's heeft de verruiming een positieve invloed (zie ook bespreking hoger). Hoe groter de economische groei, des te groter het risiconiveau op land. De contour van 1E-6 per jaar komt evenwel niet op land.

Groepsrisico

In de figuur is de fN curve (inclusief de oriënterende waarde) voor Terneuzen in beeld gebracht, voor het maximale scenario, met name 2030, hoge economische groei, verruiming en WCT te Vlissingen. De groepsrisicocurven (inclusief de oriënterende waarde) voor Vlissingen en Hansweert voor dit maximale scenario zijn weergegeven in Appendix II.

Figuur 4.1 – FN curve Terneuzen, 2030, hoge economische groei, inclusief verruiming en bouw van een containerterminal te Vlissingen



Uit de groepsrisicocurven blijkt dat bij Terneuzen het groepsrisico hoger is dan in de nabijheid van Vlissingen en Hansweert. Voor Hansweert en Vlissingen wordt de grenswaarde voor het groepsrisico niet overschreden. Voor Terneuzen overschrijdt de groepsrisicocurve voor een frequentie van optreden van $1E-08$ tot $6E-08$ de normlijn. Deze normlijn – die tot op heden de status van oriënterende waarde bezit – loopt door de punten (10 – $1E-04$), (100 – $1E-06$), (1000 – $1E-08$), etc.. Dit uitgedrukt per kilometer en per jaar. De status van oriënterende waarde betekent dat bij een overschrijding, de beslissingsbevoegde overheden dit groepsrisico moeten betrekken in hun besluitvorming, dit in het bijzonder met betrekking tot de aspecten van zelfredzaamheid en hulpverlening.

5.0 Conclusies

Voor scheepstransporten met ammoniak en brandbare gassen over de (Wester)Schelde is het externe risico geanalyseerd in termen van plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (voor Vlissingen, Terneuzen en Hansweert) voor het nieuwe referentiejaar 2005 (ten opzichte van het vorige referentiejaar 2003) en voor de peiljaren 2010, 2015 en 2030. De voorliggende analyse omvatte stap 1 van een 2-stapsbenadering waarbij op een semi-kwantitatieve wijze op een beperkt aantal punten op de wal een inschatting is gemaakt van de toename van het PR-niveau van de gedefinieerde scenario's. Verder is als onderdeel van stap 1 een doorkijk gemaakt naar het groepsrisico in 2030 voor de meest conservatieve situatie. Stap 2 – die separaat en later wordt uitgevoerd – omvat een volledige herberekening van alle tussenliggende peiljaren en genereert volledige risicocontouren voor alle scenario's.

Uit de analyse blijkt dat de Rede van Vlissingen in alle situaties de grootste kans op aanvaring met zich meebrengt, mede veroorzaakt door het grote aantal schepen dat de Rede van Vlissingen op relatief kleine afstand passeert. Het maximale **plaatsgebonden risico** op de boulevard is 7.3 E-07 per jaar (bepaald voor hoge economische groei, met verruiming voor het peiljaar 2030). Dit betekent dat het plaatsgebonden risico van 1E-06 net niet op het land komt. De hoogste waarden voor Oostgat (3.2 E-07), Terneuzen (4.8 E-07) en Hansweert (2.9 E-07) worden steeds gevonden voor het scenario van hoge economische groei, met verruiming inclusief de bouw van een containerterminal te Vlissingen. Het risico ter hoogte van Breskens is voor hetzelfde scenario minstens een halve grootte-orde kleiner dan voor de overige punten.

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). Opgemerkt dient te worden dat dit blijkt uit de getabelleerde waarden voor een aantal voorgedefinieerde meetpunten en niet uit de risicocontourplot die het voorwerp vormt van een vervolgstudie (stap 2). Dientengevolge kan op dit moment niet aangegeven worden hoe ver de contour van 1E-06 nog verwijderd is van de oever.

Het gebied Terneuzen toont het grootste **groepsrisico** in alle beschouwde scenario's. Voor de maximale situatie (2030, hoge economische groei, verruiming en bouw van een containerterminal) te Hansweert en Vlissingen wordt de grenswaarde voor het groepsrisico niet overschreden. Voor de maximale situatie (2030, hoge economische groei, verruiming en bouw van een containerterminal) te Terneuzen overschrijdt de groepsrisicocurve voor een frequentie van optreden van 1E-08 tot 6 E-08 de normlijn. Deze normlijn – die tot op heden de status van oriënterende waarde bezit – loopt door de punten ($10 - 1\text{E-04}$), ($100 - 1\text{E-06}$), ($1000 - 1\text{E-08}$), etc. Dit uitgedrukt per kilometer en per jaar. De status van oriënterende waarde betekent dat bij een overschrijding, de beslissingsbevoegde overheden dit groepsrisico moeten betrekken in hun besluitvorming, dit in het bijzonder met betrekking tot de aspecten van zelfredzaamheid en hulpverlening.

Puntsgewijs de **algemene conclusies** samengevat:

1. Het **verruimen van de (Wester)Schelde** brengt ter plekke een vergroot plaatsgebonden risico (en groepsrisico) met zich mee voor de hoge economische scenario's. Er dient echter genuanceerd dat de toename als gevolg van verruiming van de rivier (voor de hoge economische scenario's) in de schaduw staat van een veel grotere toename van de risico's die teweeg gebracht worden door de geprognostiseerde economische groei. Voor de lage economische scenario's heeft het verdiepen van de (Wester)Schelde een positieve invloed op de externe risico's. Deze positieve invloed voor het laag economisch scenario is het sterkst in 2030 en is te verklaren doordat het totaal aantal schepen stijgt en het totaal aantal schepen >20.000 ton daalt ten opzichte van de situatie 2030 zonder verruiming. Het grootste effect van verruiming (hoog economisch scenario) wordt berekend voor de scenario's op het risicomeetpunt 'Oostgat'. De toename van het plaatsgebonden risico op dit risicomeetpunt bedraagt 15 tot 20 % (versus dezelfde situatie zonder verruiming). De gemiddelde toename van het plaatsgebonden risico langs de (Wester)Schelde ten gevolge van verruiming (versus 'geen verruiming') voor de hoge economische scenario's bedraagt 13 %.
2. Ten aanzien van het **effect van economische groei** kunnen expliciet de volgende conclusies worden getrokken. Zoals verwacht is er een toename van het risico te constateren bij een toename van de economische groei. Immers, economische groei heeft een toename van de intensiteit van het totale scheepvaartverkeer tot gevolg, en bijgevolg ook een hogere kans op botsingen voor de schepen die gevaarlijke goederen vervoeren. Voor de situatie in 2030 is er voor het hoge economische scenario een verhoging van meer dan 50% ten opzichte van het lage economische scenario.
3. De inschattingen van het **extern risico** van transport van gevaarlijke stoffen (dit zijn: toxische en brandbare stoffen) over de (Wester)Schelde wijzen uit dat er in de toekomst een toename is te verwachten ten opzichte van het referentiejaar 2005. De toename in termen van het plaatsgebonden risico (PR) op de wal is in het meest extreme geval (zijnde de situatie in 2030 met de hoge economische groei, verruiming en de bouw van een containerterminal te Vlissingen "ter plaatse van Oostgat") een factor 3.8. Wat betreft de lokaties Breskens, Hansweert, Vlissingen en Terneuzen is een gemiddelde maximale toename met een factor 2.5 aan de orde.
4. De **prognose voor brandbare gassen** voor het hoge economische scenario bedraagt in deze studie 1.52, gerelateerd aan het vroegere referentiejaar 2003 (deze factor is 1.47 ten opzichte van het nieuwe referentiejaar 2005). In de vorige studie was deze factor 2.85 (versus 2003). Deze nieuwe inzichten zijn bepalend voor de lagere correctiefactoren (ten opzichte van de vorige studie).
5. Het vervoer van **gevaarlijke stoffen** per schip op de Westerschelde wordt gedomineerd door de categorie 'brandbare gassen'. Dit leidt er toe dat voor elk van de beschouwde toekomstscenario's geldt dat het transport van toxische stoffen (lees: ammoniak) in mindere mate bijdraagt aan het totale risicoprofiel op land dan het externe risico van transport van brandbare gassen. Dit ondanks het feit dat de mogelijke schadeafstanden van de ammoniakongevalscenario's over het algemeen verder reiken dan de ongevalsscenario's voor brandbare gassen.

6. Wanneer men vergelijkbare scenario's (factoren: verruiming, economische groei) in de **jaren 2010, 2015 en 2030** naast elkaar beschouwt, neemt de relatieve bijdrage van brandbare gassen op het totale risicoprofiel in de toekomst gaandeweg toe. Met andere woorden: het risico ten gevolge van het transport van brandbare gassen stijgt mettertijd sterker dan de stijging van het risico die is toe te kennen aan het transport van ammoniak. Dit effect wordt veroorzaakt doordat de scheepvaartintensiteit voor wat betreft de brandbare gassen volgens de toekomstverwachting substantieel zal toenemen, terwijl over de komende 25 jaar het ammoniaktransport nagenoeg zal stabiliseren en zelfs dalen (voor het scenario van lage economische groei). De bijdrage van ammoniak in de externe risico's in het jaar 2030 (hoge economische groei met verruiming en bouw van een containerterminale te Vlissingen) zal beperkt blijven tot maximaal 13% in Hansweert en minder dan 0.3% in Oostgat.
7. De **containerterminal te Vlissingen** leidt tot een verhoging van het plaatsgebonden risico voor de situatie in 2030 met gemiddeld 2% voor de hoge economische groei en gemiddeld 1% voor de lage economische groei ten opzichte van dezelfde situatie zonder bouw van de terminal. De verhoging van het totaal aantal scheepstransporten en de verhoging van het aantal scheepstransporten >20.000 heeft een negatieve invloed op de botsingskans.
8. Voor wat betreft de toetsing van de externe risico's op **Vlaams grondgebied** dient opgemerkt te worden dat er in Vlaanderen geen criteria bestaan voor de mensrisico's door transportactiviteiten. Dientengevolge zou met enige voorzichtigheid de Vlaamse criteria voor vaste installaties kunnen worden overgenomen. De Vlaamse risicocriteria zijn de volgende (abstractie gemaakt van het criterium 1E-05, die getoetst wordt ten opzichte van de bedrijfsterreinsgrens):
 - de 1E-6 contour mag niet in gebieden met woonfunctie¹ liggen
 - de 1E-7 contour mag geen kwetsbare locaties² mag omvatten.

Ten aanzien van de verdere loop van de Schelde doorheen de Antwerpse haven kan worden afgeleid dat in de meest extreme situatie (2030, hoge economische groei, met verruiming en met bouw van een containerterminal te Vlissingen) de 1E-06 risicocontour naar verwachting grotendeels op het water zal liggen. Ten aanzien van de 1E-07 kan worden verondersteld dat deze plaatselijk aan land zal komen, maar een overschrijding van het criterium wordt niet verwacht.

¹ Als een gebied met woonfunctie wordt bedoeld:

1) woongebied, bepaald volgens artikels 5 en 6 van het koninklijk besluit van 28 december 1972 betreffende de inrichting en de toepassing van de ontwerp-gewestplannen en gewestplannen, en de ermee vergelijkbare gebieden vastgesteld in de ruimtelijke uitvoeringsplannen met toepassing van het decreet van 18 mei 1999 houdende organisatie van de ruimtelijke ordening;

2) groepen van minstens 5 bestaande, niet onteigende of in onteigeningsplannen opgenomen wooneenheden, die een ruimtelijk aaneengesloten geheel vormen, in andere gebieden dan deze vermeld in 1).

² scholen, ziekenhuizen en rust- en verzorgingsinstituten

Deze inschatting wordt gemaakt uit de constatering

- dat deze contour in de vorige studie (voor de maximale situatie, met name 2030, hoogste economische groei, met verruiming) ter hoogte van de Berendrechtssluis is gelegen op maximaal 200 meter vanaf (het centrum van) de vaargeul;
- dat de bijdrage van de brandbare gassen sterk gedaald is door de nieuwe aannames voor wat betreft transporttoekomstprognoses;
- dat de ammoniakrisicobijdrage vervalt ten zuiden van deze sluis;
- dat een substantieel deel van de risicobijdrage van brandbare stoffen eveneens zal verdwijnen omdat een deel van deze zeeschiptransporten eveneens door genoemd sluisencomplex zal gaan in richting van c.q. komend uit de kanaaldokken;
- dat de afstand tussen de hoofdvaargeul van de Schelde en de wal in het Antwerpse havengebied over het algemeen groter is dan 100 meter;
- dat de snelheid van de zeeschepen in het Antwerpse havengebied beduidend lager zal zijn dan op de (Wester)Schelde rivier op het Nederlandse deel, waardoor ook de beschikbare energie in geval van een botsing kleiner zal zijn en daarmee de lekfrequentie kleiner wordt ingeschat.
- dat de lekfrequentie voor brandbare gassen ten opzichte van 2005 voor het grootste scenario slechts toeneemt met een factor 2.35 voor alle punten ten westen van Terneuzen (in vergelijking met 3.8 voor Oostgat)
- kwetsbare locaties zoals scholen, ziekenhuizen en rust- en verzorgingsinstituten in havengebieden niet echt te verwachten zijn en meestal op enige afstand van de oever gelegen zijn. De dichtstbijzijnde kwetsbare locaties zijn de Hoge Zeevaartschool en mogelijk een aantal scholen en verzorgingsinstituten ter hoogte van Sint-Anna Linkeroever (meer dan 10km afstand van eindsectie van het risicomodel (Zandvliet-Berendrechtssluisencomplex)).

Uiteraard dient te worden opgemerkt dat een exacte conclusietrekking omtrent het risico van gevaarlijke stoffen vervoer in het Antwerpse havengebied pas gemaakt kan worden nadat een adequate inventarisatie is gemaakt van alle scheepstransporten aldaar. Bij een dergelijke volledige risicoanalyse dient ook in beschouwing te worden genomen het risico van overslagoperaties naar/van bedrijven en specifieke aanvaringspotenties van afgemeerde schepen. Gelet op de minder brede vaarweg in dit gebied is mogelijk ook een nadere analyse van relevante ongevalsscenario's op zijn plaats, omdat incidentscenario's met kleinere schade-effectafstanden in het havengebied mogelijk wel relevant kunnen zijn voor het totale risicobeeld op de wal.

Appendix I – Geleverde data, parameters en berekende waarden 2003 versus 2005 en 2010 – 2015 - 2030 versus 2005

Gebruikte afkortingen

HES: hoog economische groeiscenario, cf: EOS-scenario

LES: laag economisch groeiscenario, cf Divided Europe-scenario

J: Verdieping van de rivier

N: Verdieping van de rivier

In deze appendix worden, waar relevant, steeds twee tabellen voorzien (A/B). De eerste tabel geeft de verandering weer van 2005 ten opzichte van 2003. De tweede tabel geeft de impact weer voor de verschillende scenario's ten opzichte van het nieuwe referentiejaar 2005.

Figuur I.5.1 A/B – Indexcijfer van het totaal aantal schepen met gevaarlijke goederen op de (Wester) Schelde

A

	2002	2005
ammoniak	100	100
brandbare gassen	100	104

B

	2005	LES			HES		
		2010	2015	2030	2010	2015	2030
ammoniak	100	96	93	84	103	105	105
brandbare gassen	100	130	136	147	130	136	147

Figuur I.2 – Effect van de Swapping overeenkomst op het aantal scheepsbewegingen van ammoniak voor ieder segment

	N AVIV	N after Swapping	%
ca/vl-pv	401	331	0.825436
pv-vl/bo	408	338	0.828431
vl/bo-pvb	406	336	0.827586
Pvb-bo/tn	406	336	0.827586
bo/tn-tn	398	328	0.824121
tn-tn/hw	176	176	1
tn/hw-pw	176	176	1
tn/hw-pw	176	176	1
pw-hw/wa	176	176	1
pw-hw/wa	176	176	1
hw/wa-wa/sa	177	177	1
wa/sa-ok	177	177	1
wa/sa-ok	177	177	1
og/vl-pv *	7	7	1

Figuur I.3 A/B - Indexcijfer (in %) van het totaal aantal zeeschepen per segment.

A

From	To	Indexcijfer totale scheepvaart 2005 tov 2003 (in %)
OK	WA/SA	98.88
WA/SA	HW/WA	98.88
HW/WA	PH	98.87
PH	TN/HW	98.86
TN/HW	PT	98.86
PT	BO/TN	98.31
BO/TN	PVB	98.87
PVB	WCT	98.83
WCT	VL/BO	98.83
VL/BO	PV	98.65
PV	OG/VL	97.09
PV	CA/VL	99.14
Antwerpen	vertrekkend	98.88

B

From	To	2010				2015				2030					
		LES N	LES J	HES N	HES J	LESN	LESJ	HES N	HES J	LESN	LESJ	HES N	HES J	HESN + WTC	HES J + WTC
OK	WA/SA	92.10	91.14	104.88	113.50	89.17	88.08	104.9	115.3	78.78	81.73	104.6	111.0	103.5	111.0
WA/SA	HW/WA	92.10	91.14	104.88	113.50	89.17	88.08	104.9	115.3	78.78	81.73	104.6	111.0	103.5	111.0
HW/WA	PH	92.09	91.13	104.86	113.48	89.15	88.07	104.8	115.3	78.74	81.69	104.5	110.9	103.5	110.9
PH	TN/HW	92.04	91.08	104.75	113.29	89.03	87.96	104.6	115.0	78.41	81.42	104.1	110.5	103.0	110.5
TN/HW	PT	92.04	91.08	104.75	113.29	89.03	87.96	104.6	115.0	78.41	81.42	104.1	110.5	103.0	110.5
PT	BO/TN	90.76	90.02	102.32	108.94	86.63	85.80	100.9	109.0	72.45	75.87	96.5	101.5	95.7	101.5
BO/TN	PVB	91.37	90.53	103.02	110.37	87.71	86.78	102.0	111.0	77.28	77.00	97.7	103.3	97.0	103.3
PVB	VL/BO	91.32	90.48	102.93	110.21	87.61	86.68	101.9	110.7	76.67	76.78	97.4	102.9	98.9	105.2
VL/BO	PV	90.91	90.16	102.18	108.80	86.80	85.96	100.7	108.7	74.77	74.91	94.9	99.9	99.3	105.0
PV	OG/VL	88.66	88.45	99.03	101.15	82.44	81.96	95.6	97.8	67.24	69.22	87.2	87.9	90.2	91.6
PV	CA/VL	91.33	90.47	102.33	110.61	87.59	86.83	101.1	111.4	70.10	75.01	94.8	101.9	99.1	106.7
Antwerpen	vertrekkend	92.08	91.11	104.88	113.52	89.15	88.07	104.9	115.4	83.42	81.71	104.6	111.0	103.5	111.0

Figuur I.4 A/B - Indexcijfer (in %) van het totaal aantal zeeschepen (boven 20 T) per segment berekend op basis van de MARIN data.

A

From	To	Indexcijfers scheepvaart > 20.000 ton (2005 tov 2003)
OK	WA/SA	106.72
WA/SA	HW/WA	106.72
HW/WA	PH	106.72
PH	TN/HW	106.72
TN/HW	PT	106.72
PT	BO/TN	106.42
BO/TN	PVB	106.40
PVB	WCT	106.35
WCT	VL/BO	106.35
VL/BO	PV	106.26
PV	OG/VL	106.03
PV	CA/VL	108.56
Antwerpen	vertrekkend	106.15

B

From	To	2010				2015				2030					
		LES N	LES J	HES N	HES J	LESN	LESJ	HES N	HES J	LESN	LESJ	HES N	HES J	HESN + WTC	HES J + WTC
OK	WA/SA	98.66	96.64	113.37	131.55	102.73	100.74	120.48	143.56	106.16	105.03	137.58	153.40	135.88	153.40
WA/SA	HW/WA	98.66	96.64	113.37	131.55	102.73	100.74	120.48	143.56	106.16	105.03	137.58	153.40	135.88	153.40
HW/WA	PH	98.66	96.64	113.37	131.55	102.73	100.74	120.48	143.56	106.16	105.03	137.58	153.40	135.88	153.40
PH	TN/HW	98.65	96.63	113.37	131.53	102.74	100.75	120.49	143.56	106.16	105.04	137.60	153.41	135.90	153.41
TN/HW	PT	98.65	96.63	113.37	131.53	102.74	100.75	120.49	143.56	106.16	105.04	137.60	153.41	135.90	153.41
PT	BO/TN	98.82	97.08	112.32	128.02	103.07	101.36	119.67	139.61	105.16	104.45	135.97	149.64	134.50	149.64
BO/TN	PVB	98.72	96.99	112.12	127.75	102.84	101.12	119.23	139.06	103.37	102.95	133.56	147.21	132.29	147.21
PVB	VL/BO	98.68	96.94	112.04	127.57	102.74	101.03	119.11	138.81	102.82	102.77	133.31	146.86	136.35	151.17
VL/BO	PV	98.41	96.79	111.42	125.93	101.88	100.29	117.89	136.29	100.60	100.60	130.41	143.07	139.26	153.10
PV	OG/VL	99.51	98.35	111.44	117.99	104.07	102.33	119.95	127.89	114.29	112.62	148.24	157.04	156.82	167.80
PV	CA/VL	98.18	96.58	111.24	127.22	101.75	100.38	117.72	138.13	95.65	98.40	126.65	140.01	135.03	149.20
Antwerpen	vertrekkend	98.67	96.55	113.33	131.52	103.17	101.10	120.79	144.00	108.32	105.43	137.89	153.79	136.22	153.79

Figuur I.5 A/B/C – Ontvangen data inzake de botsingskans en de verdeling ervan langs de (Wester)Schelde

A

Collisions ZEEVAART (onderling)	Bij aanvaringen betrokken zeeschepen				Index ten opzichte van 2003	
	2002				2005	
	aatal	verd	aatal	verd	Zonder	
	kruisend	kruisend	alle	alle	kruis	alle
Wielingen	0.000	0.000	0.054	0.058		99.5
Oostgat	0.019	0.046	0.044	0.047	97.4	96.4
Vlissingen West	0.148	0.358	0.226	0.244	93.5	95.2
Sloe-Terneuzen	0.094	0.228	0.222	0.239	101.5	99.8
Terneuzen -1.5Hansweert	0.031	0.075	0.124	0.134	99.0	100.0
-1.5Hansweert-Hansweert	0.022	0.053	0.030	0.032	97.3	100.0
Hansweert +1.5Hansweert	0.023	0.056	0.031	0.033	102.4	100.3
1.5Hansweert - Antwerpen	0.076	0.184	0.197	0.212	100.4	100.5
Totaal	0.413	1.000	0.928	1.000	97.9	98.7

B**Hoog Economisch Scenario**

Vaarweg scenario 0: zonder verdieping

Vaarweg scenario 1: met verdieping

Collisions ZEEVAART (onderling)	Bij aanvaringen betrokken zeeschepen				Index ten opzichte van 2005															
	2005				2010				2015				2030				2030, inclusief WCT			
	aatal	verd	aatal	verd	Zonder		Met		Zonder		Met		Zonder		Met		Zonder		Met	
	kruisend	kruisend	alle	alle	kruis	alle	kruis	alle	kruis	alle	kruis	alle	kruis	alle	kruis	alle	kruis	alle	kruis	alle
Wielingen	0.000	0.000	0.054	0.059		107.9		127.1		108.0		133.5		105.9		126.3		115.3		138.3
Oostgat	0.018	0.046	0.042	0.046	99.8	99.8	103.7	103.7	94.3	94.3	98.4	98.4	82.5	82.4	83.9	83.9	87.5	87.5	90.2	90.2
Viissingen West	0.138	0.342	0.215	0.235	103.0	103.9	111.5	113.8	101.0	102.2	111.8	114.9	96.5	98.2	104.6	107.7	102.0	104.4	111.3	115.4
Sloe-Terneuzen	0.095	0.236	0.222	0.242	106.5	107.2	120.8	122.2	105.6	106.4	124.0	125.8	102.9	104.9	116.4	119.2	105.7	105.3	121.3	121.6
Terneuzen -1.5Hansweert	0.031	0.076	0.124	0.135	112.0	112.3	131.5	132.1	113.0	113.5	138.4	139.3	120.1	121.1	139.5	140.8	117.6	118.5	139.5	140.8
-1.5Hansweert-Hansweert	0.021	0.053	0.030	0.033	112.0	112.2	131.6	131.8	113.0	113.2	138.4	138.8	120.2	120.6	139.6	140.2	117.6	118.0	139.6	140.2
Hansweert +1.5Hansweert	0.024	0.058	0.031	0.034	112.7	112.7	132.8	132.8	114.1	114.1	140.3	140.3	122.5	122.5	142.6	142.6	119.7	119.8	142.6	142.6
1.5Hansweert - Antwerpen	0.076	0.189	0.198	0.216	112.7	112.7	132.8	132.8	114.1	114.1	140.3	140.4	122.5	122.5	142.6	142.7	119.9	119.9	142.6	142.7
Totaal	0.404	1.000	0.916	1.000	107.2	108.3	121.2	124.0	106.6	108.1	124.5	128.3	106.8	109.5	120.3	124.8	108.6	110.7	124.1	128.1

C

Laag Economisch Scenario

Vaarweg scenario 0: zonder verdieping

Vaarweg scenario 1: met verdieping

Collisions ZEEVAART (onderling)	Bij aanvaringen betrokken zeeschepen				Index ten opzichte van 2005											
	2005				2010				2015				2030			
	aatal	verd	aatal	verd	Zonder		Met		Zonder		Met		Zonder		Met	
	kruisend	kruisend	alle	alle	kruis	alle	kruis	alle	kruis	alle	kruis	alle	kruis	alle	kruis	alle
Wielingen	0.000	0.000	0.054	0.059		85.7		84.8		80.0		79.6		64.4		64.4
Oostgat	0.018	0.046	0.042	0.046	79.8	79.8	79.4	79.4	69.5	69.6	68.8	68.8	52.0	52.0	50.7	50.7
Viissingen West	0.138	0.342	0.215	0.235	86.8	86.6	86.3	86.0	80.6	80.5	80.2	80.0	67.6	67.4	67.1	66.9
Sloe-Terneuzen	0.095	0.236	0.222	0.242	84.1	84.2	83.2	83.3	77.3	77.5	76.6	76.8	63.1	64.0	62.1	63.0
Terneuzen -1.5Hansweert	0.031	0.076	0.124	0.135	85.8	86.0	84.7	84.8	80.0	80.3	79.1	79.3	71.8	72.4	70.5	71.0
-1.5Hansweert-Hansweert	0.021	0.053	0.030	0.033	85.9	85.9	84.7	84.8	80.0	80.1	79.1	79.2	72.0	72.2	70.7	70.9
Hansweert +1.5Hansweert	0.024	0.058	0.031	0.034	86.1	86.1	85.0	85.0	80.5	80.5	79.6	79.6	73.1	73.1	71.7	71.7
1.5Hansweert - Antwerpen	0.076	0.189	0.198	0.216	86.1	86.1	85.0	85.0	80.5	80.6	79.6	79.6	73.1	73.2	71.7	71.8
Totaal	0.404	1.000	0.916	1.000	85.5	85.4	84.7	84.5	79.2	79.2	78.5	78.5	67.7	68.0	66.8	67.0

Figuur I.6 A/B – Berekende correctiefactoren (in %) voor ammoniaktransport voor de nieuwe referentiesituatie ten opzichte van de vorige referentiesituatie en voor de verschillende economische scenario's ten opzichte van de nieuwe referentiesituatie

A

	2005
1 Wielingen	90
2 Rede van Vlissingen	89
3 Vlissingen to PVB	89
4 PVB to BOTN	89
5 BOTN tot Terneuzen	90
6 Terneuzen tot TNHW	108
7a HW1 to HW1	108
7b HW1 to HW1	108
8a HW to HW2	108
8b HW2 to HWWA	108
9 HWWA to WASA	108
10a WASA to Ok	108
10b OK to AW	108
12 Oostgat	111

B

		2010				2015				2030					
		LES N	LES J	HES N	HES J	LES N	LES J	HES N	HES J	LES N	LES J	HES N	HES J	HES N +WTC	HES J +WTC
1	Wielingen	79.68	79.03	97.84	109.60	80.63	80.19	107.93	123.87	91.76	81.20	133.75	145.75	131.94	145.53
2	Rede van Vlissingen	80.89	80.03	98.66	112.53	82.51	82.04	109.33	128.69	85.13	83.54	137.80	155.47	135.90	154.69
3	Vlissingen to PVB	80.30	79.50	97.65	110.99	81.59	81.19	107.78	126.28	82.67	81.14	133.68	150.38	133.78	152.23
4	PVB to BOTN	80.25	79.45	97.55	110.81	81.48	81.08	107.57	125.95	81.82	80.83	133.08	149.66	135.38	153.66
5	BOTN tot Terneuzen	81.08	80.10	98.66	113.50	83.36	82.79	109.82	130.50	94.30	84.12	138.30	156.94	140.66	161.15
6	Terneuzen tot TNHW	95.51	94.51	115.29	130.86	95.47	95.02	124.88	146.25	98.61	89.11	145.99	164.69	148.80	169.16
7a	HW1 to HW1	95.51	94.51	115.29	130.86	95.47	95.02	124.88	146.25	98.61	89.11	145.99	164.69	148.80	169.16
7b	HW1 to HW1	95.51	94.51	115.29	130.86	95.47	95.02	124.88	146.25	98.61	89.11	145.99	164.69	148.80	169.16
8a	HW to HW2	95.40	94.41	115.04	130.44	95.20	94.77	124.37	145.50	97.80	88.52	144.76	163.26	147.58	167.69
8b	HW2 to HWWA	95.40	94.41	115.04	130.44	95.20	94.77	124.37	145.50	97.80	88.52	144.76	163.26	147.58	167.69
9	HWWA to WASA	95.38	94.39	115.01	130.39	95.16	94.73	124.33	145.43	97.69	88.43	144.65	163.10	147.45	167.53
10a	WASA to Ok	95.38	94.39	115.01	130.39	95.16	94.73	124.33	145.43	97.69	88.43	144.65	163.10	147.45	167.53
10b	OK to AW	95.38	94.39	115.01	130.39	95.16	94.73	124.33	145.43	97.69	88.43	144.65	163.10	147.45	167.53
12	Oostgat	103.82	101.99	126.80	147.25	112.78	111.15	149.06	180.05	144.37	132.21	224.14	266.26	224.17	269.01

Figuur I.7 A/B – Berekende correctiefactoren (in %) voor transport brandbare gassen voor de nieuwe referentiesituatie ten opzichte van de vorige referentiesituatie en voor de verschillende economische scenario's ten opzichte van de nieuwe referentiesituatie

A

		2005
1	Wielingen	113
2	Rede van Vlissingen	112
3	Vlissingen to PVB	112
4	PVB to BOTN	112
5	BOTN tot Terneuzen	113
6	Terneuzen tot TNHW	112
7a	HW1 to HW1	112
7b	HW1 to HW1	112
8a	HW to HW2	112
8b	HW2 to HWWA	112
9	HWWA to WASA	112
10a	WASA to Ok	112
10b	OK to AW	112
12	Oostgat	115
X	Antwerpen	111

B

		2010				2015				2030					
		LES N	LES J	HES N	HES J	LES N	LES J	HES N	HES J	LES N	LES J	HES N	HES J	HES N +WTC	HES J +WTC
1	Wielingen	130.72	129.65	149.61	167.58	142.85	142.07	169.36	194.36	194.53	172.15	226.85	247.20	223.79	246.82
2	Rede van Vlissingen	132.22	130.82	150.31	171.44	145.64	144.83	170.94	201.20	179.83	176.46	232.87	262.73	229.66	261.42
3	Vlissingen to PVB	131.40	130.08	148.93	169.27	144.18	143.47	168.68	197.64	174.81	171.58	226.14	254.39	226.31	257.53
4	PVB to BOTN	131.31	130.00	148.78	169.00	143.97	143.27	168.36	197.12	173.01	170.93	225.13	253.17	229.02	259.95
5	BOTN tot Terneuzen	133.22	131.62	151.10	173.83	147.92	146.91	172.61	205.10	200.25	178.62	234.94	266.61	238.96	273.77
6	Terneuzen tot TNHW	129.33	127.98	145.51	165.17	139.61	138.96	161.75	189.43	172.57	155.94	204.38	230.56	208.32	236.83
7a	HW1 to HW1	129.33	127.98	145.51	165.17	139.61	138.96	161.75	189.43	172.57	155.94	204.38	230.56	208.32	236.83
7b	HW1 to HW1	129.33	127.98	145.51	165.17	139.61	138.96	161.75	189.43	172.57	155.94	204.38	230.56	208.32	236.83
8a	HW to HW2	129.19	127.85	145.20	164.63	139.21	138.59	161.09	188.45	171.15	154.91	202.67	228.56	206.61	234.76
8b	HW2 to HWWA	129.19	127.85	145.20	164.63	139.21	138.59	161.09	188.45	171.15	154.91	202.67	228.56	206.61	234.76
9	HWWA to WASA	129.16	127.82	145.16	164.57	139.15	138.53	161.03	188.36	170.96	154.75	202.50	228.34	206.43	234.54
10a	WASA to Ok	129.16	127.82	145.16	164.57	139.15	138.53	161.03	188.36	170.96	154.75	202.50	228.34	206.43	234.54
10b	OK to AW	129.16	127.82	145.16	164.57	139.15	138.53	161.03	188.36	170.96	154.75	202.50	228.34	206.43	234.54
12	Oostgat	140.60	138.11	160.04	185.85	164.93	162.54	193.06	233.21	252.65	231.37	313.79	372.76	313.83	376.62
X	Antwerpen	129.22	127.77	145.09	164.47	139.82	139.10	161.42	188.79	155.58	155.44	202.96	228.83	206.93	235.04

Appendix II – Resultaten plaatsgebonden en groepsrisico voor een aantal toekomstige scenario's

In tabel II.1, II.2 en II.3 wordt het plaatsgebonden risico voor Oostgat, Terneuzen en Hansweert weergegeven voor de verschillende bestudeerde scenario's. Het plaatsgebonden risico voor Breskens werd niet in detail gerapporteerd, gezien dit risico een halve grootte-orde lager ligt dan voor de andere onderzochte risicopunten.

In figuren II.1 en II.2 wordt het groepsrisico voor Vlissingen en Hansweert weergegeven voor het maximale scenario, met name de situatie in 2030, met hoge economische groei, verruiming en bouw van een containerterminal te Vlissingen.

Tabel II.1 – Plaatsgebonden in risico in Oostgat.

			Plaatsgebonden risico (X 1E-8)		
Jaar	Economie	Verruiming (J=ja;N=nee)	Ammoniak	Brandbare gassen	Totaal
2005	Base case		<0.1	8.5	8.5
2010	LES	N	<0.1	11.9	12
	LES	J	<0.1	11.7	11.8
	HES	N	<0.1	13.6	13.7
	HES	J	<0.1	15.8	15.9
2015	LES	N	<0.1	14	14.1
	LES	J	<0.1	13.8	13.9
	HES	N	<0.1	16.4	16.5
	HES	J	<0.1	19.8	19.9
2030	LES	N	<0.1	21.5	21.6
	LES	J	<0.1	19.6	19.7
	HES	N	<0.1	26.6	26.7
	HES	J	<0.1	31.6	31.7
	HES + WTC	N	<0.1	26.6	26.7
	HES + WTC	J	<0.1	32.0	32.1

Tabel II.2 – Plaatsgebonden in risico in Terneuzen.

			Plaatsgebonden risico (X 1E-8)		
Jaar	Economie	Verruiming (J=ja;N=nee)	Ammoniak	Brandbare gassen	Totaal
2005	Base case		3	18.2	21.2
2010	LES	N	2.9	23.5	26.4
	LES	J	2.9	23.3	26.2
	HES	N	3.5	26.5	30.0
	HES	J	4.0	30.1	34.1
2015	LES	N	2.9	25.4	28.3
	LES	J	2.9	25.3	28.2
	HES	N	3.8	29.4	33.2
	HES	J	4.4	34.5	38.9
2030	LES	N	3.0	31.4	34.4
	LES	J	2.7	28.4	31.1
	HES	N	4.4	37.2	41.6
	HES	J	5.0	42.0	47.0
	HES + WTC	N	4.5	37.9	42.4
	HES + WTC	J	5.1	43.1	48.2

Tabel II.3 – Plaatsgebonden in risico in Hansweert.

			Plaatsgebonden risico (X 1E-8)		
Jaar	Economie	Verruiming (J=ja;N=nee)	Ammoniak	Brandbare gassen	Totaal
2005	Base case		2.2	10.7	12.9
2010	LES	N	2.1	13.8	15.9
	LES	J	2.1	13.7	15.8
	HES	N	2.5	15.6	18.1
	HES	J	2.9	17.7	20.6
2015	LES	N	2.1	14.9	17.0
	LES	J	2.1	14.9	17.0
	HES	N	2.7	17.3	20.0
	HES	J	3.2	20.3	23.5
2030	LES	N	2.2	18.5	20.7
	LES	J	2.0	16.7	18.7
	HES	N	3.2	21.9	25.1
	HES	J	3.6	24.7	28.3
	HES + WTC	N	3.3	22.2	25.5
	HES + WTC	J	3.7	25.3	29.0

Fig II.1 – FN curve Vlissingen, 2030, hoge economische groei, inclusief verruiming en bouw van een containerterminal te Vlissingen

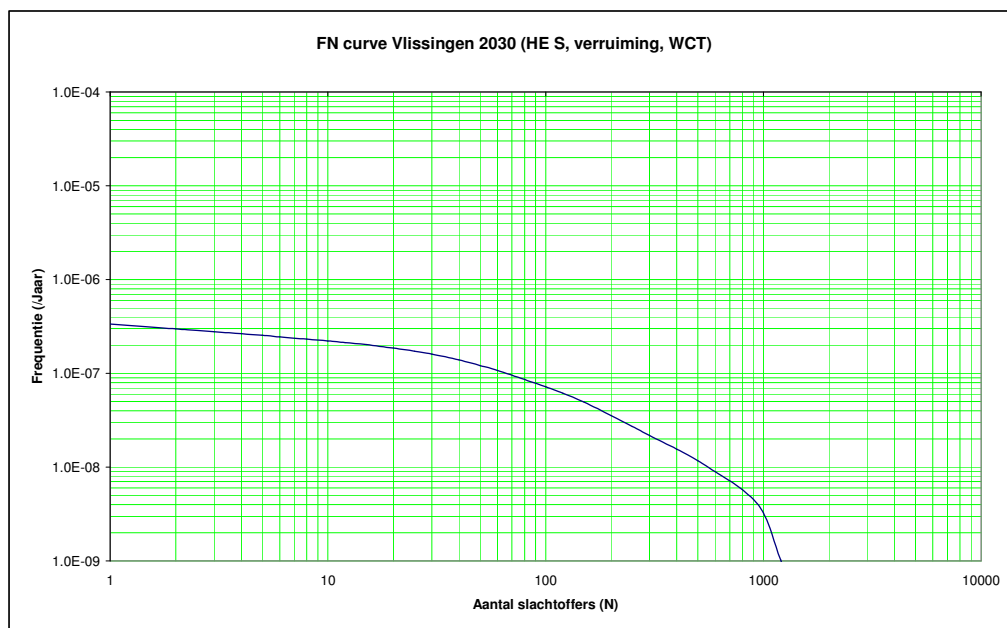
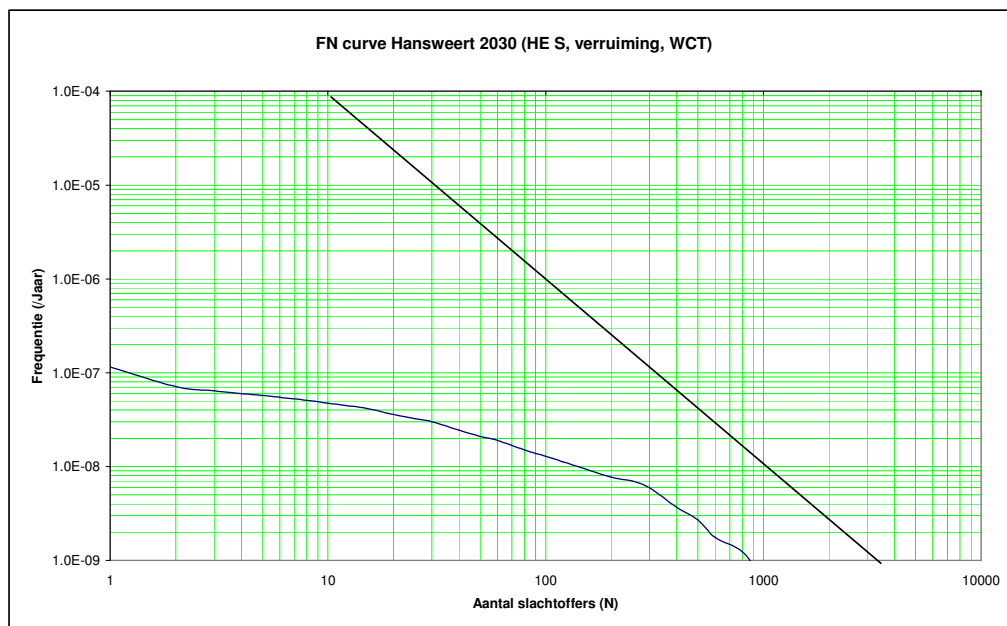


Fig II.2 – FN curve Hansweert, 2030, hoge economische groei, inclusief verruiming en bouw van een containerterminal te Vlissingen



DNV Energy

DNV Energy is a leading professional service provider in safeguarding and improving business performance, assisting energy companies along the entire value chain from concept selection through exploration, production, transportation, refining and distribution. Our broad expertise covers Asset Risk & Operations Management, Enterprise Risk Management; IT Risk Management; Offshore Classification; Safety, Health and Environmental Risk Management; Technology Qualification; and Verification.

