

1

Risicoanalyse Westerschelde,
brongerichte maatregelen
Deelrapport Fase II stap 0

VLIZ (vzw)
VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE
FLANDERS MARINE INSTITUTE
Oostende - Belgium

Project : 9515
Datum : 30 oktober 1996
Auteur : H.G. Bos

Projectleider opdrachtgever:

Rijkswaterstaat Directie Zeeland
J.W.P. Prins
Postbus 5014
4330 KA Middelburg

Nadere bespreking van de begrippen

Artikel 24 schepen

Schepen die onder Artikel 24 van het RVGZ vallen. Dit zijn schepen die tot vloeistof gemaakte gassen in bulk vervoeren, met uitzondering van Artikel 25 schepen.

Artikel 25 schepen

Schepen voor het vervoer van tot vloeistof verdichte of gekoelde gassen met:

- Voor brandbare gassen (propan/butaan): tenminste één ladingstank met een volume groter dan 3000 m³ of het totale ladingsvolume van het schip is groter dan 15000 m³.
- Voor toxische gassen (ammoniak): tenminste één ladingstank met een volume groter dan 1500 m³ of het totale ladingsvolume van het schip is groter dan 7500 m³.
- Voor ethyleenoxyde: tenminste één ladingstank met een volume groter dan 1000 m³ of het totale ladingsvolume van het schip is groter dan 5000 m³.

Groepsrisico

Het groepsrisico (GR) is een grootheid waarmee het risico beschreven kan worden. Beide grootheden IR en GR belichten andere dimensies van het omvattende begrip risico. Het groepsrisico is in de nota 'Omgaan met risico's' [bijlage bij NMP 1988-1989] omschreven als een grootheid waarmee aan het afwegingsaspect van sociale ontwrichting, dat het gevolg kan zijn van een calamiteit met een riskante activiteit. Het geeft aan hoeveel personen in één keer door een ongeval overlijden kunnen en met welke kans. Het groepsrisico wordt afgelezen uit zogenaamde cumulatieve frequentiecurven, ook wel aangeduid als Fn-curven. De Fn-curve geeft de overschrijdingskansen of -frequentie op jaarbasis van n of meer slachtoffers. De Fn-curve is het resultaat van een risicoanalyse. Dit resultaat kan getoetst worden aan risiconormen. Voor het transport van gevaarlijke stoffen zijn nog geen normen vastgesteld.

Individueel risico

Het individueel risico (IR) is een grootheid waarmee het risico beschreven kan worden. Het IR geeft aanvullend inzicht in het risico ten opzichte van het GR en omgekeerd. Het individueel risico is omschreven als een grootheid waarmee in het kader van risicobeheersing beoordeeld kan worden of de individuele burger niet aan een te hoge overlijdenskans wordt blootgesteld door één en/of een totaal aan risicohoudende activiteiten. Het IR is vooral een grootheid die gebruikt wordt bij besluitvorming rond ruimtelijke ordening. Onder andere worden in MER-studies en IMZ-studies het IR bepaald. Het IR geeft de kans op bepaalde effecten voor een bepaald punt in de omgeving van een activiteit waarbij een (gemiddeld) mens, dat hieraan

wordt blootgesteld, overlijdt. Uit deze omschrijving blijkt dat het IR niet betrokken is op de feitelijke aanwezigheid van één of meer personen. Punten in de omgeving die een gelijk IR hebben worden in de praktijk met elkaar verbonden, zodat IR-contouren ontstaan. Een IR-contour is dus een geografische presentatie van het risico.

RVGZ

Reglement Vervoer Gevaarlijke Stoffen met Zeeschepen; Het reglement vervoer gevaarlijke stoffen met zeeschepen is van toepassing op alle Nederlandse vaarwegen, gelegen tussen zee en een aantal met name genoemde havens, inclusief de Westerschelde en Het Kanaal van Terneuzen naar Gent. Het reglement is tot stand gekomen in overleg met de Belgische autoriteiten. Thans wordt aan de herziening van het huidige RVGZ gewerkt.

Stofcategorie

Een verzameling stoffen met een vergelijkbaar risicobeeld. Stofcategorieën worden gegeven in twee letters, gevolgd door een cijfer. In het onderstaande is de lettercodering gegeven. Binnen één stofklasse (b.v. GF brandbare gassen) is het cijfer een maat voor de omvang van het risicobeeld. Hoe hoger het cijfer, hoe groter het risicobeeld.

GF Gas Flammable; categorieën voor brandbare gassen

GT Gas Toxic; categorieën voor toxische gassen.

Inhoudsopgave

1. Inleiding.....	6
2. Ongevallen op de Westerschelde.....	7
2.1 Gehanteerde gegevensbronnen.....	7
2.2 Volledigheid databestanden.....	8
2.3 Conclusies.....	9
3. Scheepvaartintensiteit.....	10
3.1 Zeevaart.....	10
3.2 Transport van gevaarlijke stoffen door zeevaart.....	11
3.2.1 Ammoniak.....	11
3.2.2 Overige stoffen.....	11
4. Ongevalsequenties.....	13
4.1 Onderzoekperiode.....	13
4.2 Berekeningswijze ongevalsrequentie.....	13
4.3 Conclusies.....	15
5. Uitstroombesario's.....	16
5.1 Ladingsgrootte.....	16
5.2 Uitstroming.....	17
5.3 Bronsterkte reductie door het gebruik van bluswatersystemen.....	17
6. Risicoberekening.....	18
6.1 Effectberekening.....	18
6.2 Schade en risicoberekeningen.....	18
6.3 Aanwezigheidsgegevens.....	18
6.4 Meteorologische omstandigheden.....	19
7. Resultaten.....	20
7.1 IR contouren.....	20
7.2 Groepsrisico.....	20
8. Conclusies.....	21
8.1 Individueel risico.....	21
8.2 Groepsrisico.....	21
9. Referenties.....	22
Bijlage 1	De invloed van (blus)water systemen op ammoniak uitstroombesario's
Bijlage 2	Schadeklasse indeling
Bijlage 3	Meteostatistiek
Kaart 1	Contouren Individueel risico
Kaart 2	Detailweergave 10-6 individueel risicocontour bij Vlissingen, Terneuzen en Hansweert
Kaart 3	Weergave groepsrisico

Samenvatting

In de rapportage "Risicoanalyse vervoer gevaarlijke stoffen over de Westerschelde" (RAWS I) zijn de risicocontouren van het vervoer van gevaarlijke stoffen per schip gepresenteerd. Bij Vlissingen, Terneuzen en Hansweert waren de contouren dermate omvangrijk dat additieve maatregelen gewenst waren. Doel van Fase II stap 0 is om aan de hand van transport- en ongevalsgegevens de effecten van recent genomen maatregelen op het transportrisico vast te stellen. Door de ingebruikneming van de ScheldeRadarKeten is er sprake van een andere situatie dan die waarop de resultaten van studie RAWS I is gebaseerd. Dit deelrapport is gebaseerd op gegevens van de periode 1991 tot 1994.

Het blijkt dat de nieuwe risicocontouren nagenoeg overeenkomen met de contouren die in RAWS I zijn gepresenteerd voor de transportgegevens over de periode 1992-1993 (binnenste contour). De huidige schatting van de ongevalsfrequenties is 21% lager dan die in RAWS I. Het effect van deze reductie wordt ten westen van Terneuzen gecompenseerd door een toename van het aantal ammoniak transporten met 30%.

De ongevalsfrequentie is vastgesteld op basis van alle beschikbare gegevensbronnen. Uit een vergelijking tussen de diverse gegevensbronnen is gebleken dat de registratie van ongevallen in het AVV-ongevallenbestand onvolledig is.

1. Inleiding

In de RAWs I ("Risicoanalyse vervoer gevaarlijke stoffen over de Westerschelde", april 1994 [4]) is vastgesteld dat de externe risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen over het water door het vervoer van ammoniak wordt bepaald. In deze vervolg studie zal dan de aandacht worden geconcentreerd op dit vervoer. Dit betreft het vaststellen van de kans op uitstroming, waarbij uitgegaan wordt van het veiligheidsniveau, zoals dat na de volledige realisatie van de SRK geldt.

De Fase II stap 0 in dit onderzoek betreft het vaststellen van de huidige ongevals-frequentie en het daarmee samenhangend risiconiveau.

2. Ongevallen op de Westerschelde

2.1 Gehanteerde gegevensbronnen

In het vooronderzoek is gebleken dat het AVV-ongevallenbestand niet honderd procent dekkend is. Uit een vergelijking met het bestand over de jaren 1990 en 1991 met het Lloyds-ongevallenbestand over deze periode bleek dat een aantal ernstige ongevallen niet in het AVV-ongevallenbestand voorkwamen. Vervolgens is besloten om een ongevallenbestand te maken uit alle beschikbare gegevens. Het uiteindelijke ongevallenbestand is samengesteld uit:

- 1 AVV-ongevallenbestand
- 2 SOLO-ongevallenbestand
- 3 Lloyds-ongevallenbestand
- 4 Uittreksels uit de journalen van het SCC
- 5 UMF
- 6 Overige Informatie

Het uiteindelijke bestand betreft de vereniging van het AVV-ongevallenbestand en het SOLO-ongevallenbestand. Bij een controle op de volledigheid aan de hand van het Lloyds-ongevallenbestand bleek dat alle schepen die in Lloyds geregistreerd zijn eveneens in het samengestelde bestand voorkomen. Tevens is aan de hand van de uittreksels van de wachtjournalen gecontroleerd op omissies. Het bleek dat in een beperkt aantal gevallen meldingen uit het journaal niet in het bestand voorkomen. Alle gevallen betroffen of gebeurtenissen buiten het onderzoeksgebied, te weten ten oosten van de RDM-x-coördinaat 76000 of ten westen van de RDM-x-coördinaat 20000 dan wel gebeurtenissen waarbij geen schade is opgetreden. Bij de verdere analyse is gebruik gemaakt van dit samengestelde bestand.

Vervolgens is aan iedere registratie (dus per schip) een schadeklasse¹ toegekend. Hierbij zijn aan de schepen waarbij de omvang van schade als *geen schade*, de schadeklasse 0 toegekend. Van de overige schepen is aan de hand van de beschrijving uit het AVV-ongevallenbestand, het UMF, het Lloyds-ongevallenbestand en de uittreksel van de SRK journaals de omvang van de schade vastgesteld. Op basis van de verkregen informatie kon alleen gediscrimineerd worden in schadeklasse 4 en schadeklasse kleiner dan 4. Na deze exercitities resteerden nog 18 schepen waarbij de informatie nog niet voldoende was en waarvan het relatief zeker was dat het ernstige aan- of schadevaringen betroffen. Voor 15 schepen is de omvang van de schade binnen Directie Zeeland achterhaald. Van drie schepen kon de schadeomvang niet worden vastgesteld. In het bestand zijn deze in schadeklasse 9 ingedeeld en vervolgens behandeld als schadeklasse kleiner dan 4.

¹ De definities van schadeklassen zijn gegeven in bijlage 2.

2.2 Volledigheid databestanden

In tabel 2.1 is een overzicht van de registraties gegeven.

<i>jaar</i>	<i>totaal aantal registraties</i>	<i>aantal registraties in AVV- ongevallen bestand</i>	<i>aantal registraties in SOLO- ongevallen- bestand</i>	<i>aantal registraties in Lloyds- ongevallen bestand</i>	<i>geen andere gegevens- bronnen dan SOLO</i>
1990	52	35	50	8	26
1991	38	24	32	6	2
1992	52	14	48	10	4
1993	52	15	49	4	3
1994	55	19	49	4	1
totaal	249	107	228	32	36

Tabel 2-1 Overzicht van registraties van schade aan zeeschepen door ongevallen.

Alle registraties uit het Lloyds-ongevallenbestand komen eveneens voor in het samengestelde bestand. In de laatste kolom zijn de registraties waar geen specifieke ongevalsgegevens van bekend zijn. Hierbij vormt het jaar 1990 een uitschieter. Over dit jaar waren geen uittreksels van het journaal beschikbaar.

In tabel 2.2 zijn de registraties per bestand gegeven. Het blijkt dat het AVV-ongevallenbestand ongeveer 25% van het aantal ernstige scheepsschades (schadeklasse 4) mist. In het SOLO-ongevallenbestand ontbreekt één door incorrecte codering. (twee zeeschepen zijn als binnenvaartschepen gecodeerd.). Tevens blijkt uit onderstaande tabel dat de zogenaamde WRAK-interface tussen het nieuwe AVV-ongevallenbestand en de WRAK-schadeklasse indeling niet correct is. Door de WRAK interface worden 2 op de 10 schepen met schadeklasse 4 als zodanig gekwalificeerd.

<i>jaar</i>	<i>totaal aantal scheepsschades met schadeklasse 4</i>	<i>totaal aantal scheepsschades met schadeklasse 4 in AVV</i>	<i>aantal scheepsschades met schadeklasse 4, vastgesteld met WRAK interface</i>	<i>totaal aantal scheepsschades met schadeklasse 4 in SOLO</i>
1990	6	6	0	6
1991	4	2	1	3
1992	0	0	0	0
1993	2	2	1	2
1994	1	0	0	1
totaal	13	10	2	12

Tabel 2-2 Overzicht van registraties van ernstige schade aan zeeschepen (schadeklasse 4) door ongevallen.

Als naar aan- of schadevaringen met enige schade wordt gekeken (schadeklasse 1 tot en met 6, dan blijkt het AVV ongeveer 50% van het aantal schepen heeft geregistreerd. Het SOLO-ongevallenbestand heeft hierbij een dekkingsgraad van 90% (zie tabel 2.3).

<i>jaar</i>	<i>totaal aantal scheepsschades met schadeklasse >=1</i>	<i>totaal aantal scheepsschades met schadeklasse >=1 in AVV</i>	<i>totaal aantal scheepsschades met schadeklasse >=1 in SOLO</i>
1990	20	17	18
1991	15	9	11
1992	17	4	17
1993	12	3	12
1994	18	6	17
totaal	82	39	75

Tabel 2-3 Vergelijking van registratie volledigheid van scheepsschades tengevolge van ongevallen.

Bij een aantal omissies is een UMF opgesteld. In tabel 2.4 is dit gespecificeerd.

<i>jaar</i>	<i>aantal UMF</i>	<i>UMF en registratie in AVV</i>	<i>UMF en registratie in SOLO</i>
1990	22	19	20
1991	27	19	26
1992	14	11	13
1993	15	12	15
1994	10	7	10
totaal	88	68	84

Tabel 2-4 Overzicht van registraties van scheepsschades waarvan een UMF is opgesteld.

2.3 Conclusies

Het AVV bestand blijkt onvolledig te zijn. Er ontbreken ernstige ongevallen, en ongevallen waarbij een UMF is ingevuld. Uit de aard van de omissies blijkt dat de informatie verstrekking aan het AVV-ongevallenbestand niet optimaal is. Uit de exercitie met schadeklassen blijkt dat de beschrijving van de schade niet voldoende is. De WRAK-interface leidt tot een onderschatting van het aantal schadeklasse 4 gevallen. De methodiek is minder geschikt voor de Westerschelde. Tevens zal moeten worden nagegaan of de methodiek wel correcte resultaten oplevert bij risicoanalyses van binnenwateren.

3. Scheepvaartintensiteit

3.1 Zeevaart

De intensiteitsgegevens voor de zeevaart zijn ontleend aan "Scheepvaart in Zeeland, Kerncijfers 1990, 1991, 1993, 1994", een uitgave van Rijkswaterstaat Directie Zeeland. De scheepvaartintensiteit voor de vaarroutes is in onderstaande tabel gegeven. De scheepvaart intensiteit over 1991 is geïnterpoleerd uit de gegevens van 1990 en 1992.

<i>vaarwegdeel</i>	<i>1990</i>	<i>1991</i>	<i>1992</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>gemid- deld (91-94)</i>
Antwerpen - Hansweert	34000	33750	33500	31500	32500	32875
Hansweert - Kanaal van Gent naar Terneuzen	35000	34500	34000	32000	32000	33250
Kanaal van Gent naar Terneuzen - Braakmanhaven	46000	44750	43500	41500	41500	43125
Braakmanhaven - Sloehaven	46000	45000	44000	42000	43000	43750
Sloehaven - Vlissingen	51000	49500	48000	45000	46000	47500
Mondingsgebied Vlissingen	58000	55000	52000	50000	51000	52000

Tabel 3-1 Scheepvaartintensiteit per vaarwegdeel per jaar.

Op de Westerschelde is een aantal gebieden waar schepen voor anker mogen gaan. Bij twee ankergebieden is het aantal waargenomen ongevallen relatief hoog in vergelijking met het aangrenzende vaarwater. Om deze reden zijn de ankergebieden Wielingen-Noord en Rede van Vlissingen expliciet beschouwd. In tabel 3.2 is het aantal ankerliggers per ankergebied gegeven.

	<i>Wielingen Noord</i>	<i>Rede Vlissingen</i>
aantal ankerliggers(1/jaar)	1300	3200

Tabel 3-2 Aantal ankerliggers.

Niet alle schepen mogen in deze gebieden voor anker gaan. Voor Artikel 25 schepen (alle ammoniakschepen ressorteren onder artikel 25) is het voor anker gaan verboden. Deze schepen mogen slechts voor anker gaan als er sprake is van noodsituaties, zoals bij zeer dichte mist. Ongevallen die uitsluitend betrekking hebben op schepen die voor anker liggen dragen derhalve relatief gering bij aan de externe risico's.

De ongevallen op ankerplaatsen worden onderscheiden in twee categorieën. De eerste categorie betreft aanvaringen tussen een schip dat ankerplaats verlaat, dan wel naar de ankerplaats toegaat met passerende doorgaande vaart. De scheepsschades van dergelijke ongevallen worden gelijkelijk verdeeld tussen de vaarweg en de ankerplaats. De tweede categorie betreft aanvaringen tussen ankerliggers en of schepen die naar de ankerplaats gaan en of schepen die van de ankerplaats komen. De scheepsschades van dergelijke ongevallen worden volledig toegekend aan de ankerplaats.

3.2 Transport van gevaarlijke stoffen door zeevaart

3.2.1 Ammoniak

In de RAWs 1 studie is het transport van toxische gassen over 92-93 in beeld gebracht. Voor de periode 1987-1991 zijn uitsluitend gegevens van ammoniaktransporten door het Kanaal van Gent naar Terneuzen voorhanden. De gegevens over de periode 1992-1994 zijn afkomstig van een analyse van SRK-gegevens.

Voor de periode 1987-1991 is voor de verdeling over de Westerschelde gebruik gemaakt van de verhoudingen tussen de transportintensiteit op het Kanaal van Gent naar Terneuzen en de intensiteit op de vaarwegdelen op de Westerschelde gedurende 92-93 (onderzoekperiode RAWs I)

jaar vaarwegdeel	Aantal transporten toxische gassen (GT3)									
	RAWs I '92-'93	87	88	89	90	91	92	93	94	Ge mid deld
Antwerpen - Kanaal van Gent naar Terneuzen	29	21	42	29	39	47	25	27	30	32
Kanaal van Gent naar Terneuzen - Sloehaven	53	44	89	61	82	99	49	52	69	68
Mondingsgebied	53	44	89	61	82	99	49	51	69	68
Kanaal van Gent naar Terneuzen	23	23	48	32	43	53	24	27	40	36

Tabel 3-3 Transportintensiteit van toxische gassen op drie vaarwegdelen.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat ten westen van Terneuzen het aantal ammoniaktransporten met ongeveer 30% is toegenomen ten opzichte van de gegevens uit RAWs I. Ten oosten van Terneuzen is het aantal ammoniaktransporten ongeveer gelijk gebleven

3.2.2 Overige stoffen

Naast ammoniak zijn eveneens de vervoersstromen voor de stofcategorie GF2 en GF3 beschouwd. De voorbeeldstoffen voor deze categorieën zijn respectievelijk butaan en propaan. In tabel 3.6 zijn de transportintensiteiten voor deze stofcategorieën gegeven.

<i>vaarwegdeel</i>	<i>RAWS I</i>	<i>1992</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>gemiddeld 1992-1994</i>
Antwerpen - Hansweert	105	82	73	85	80
Hansweert - Kanaal van Gent naar Terneuzen	101	81	71	83	78
Kanaal van Gent naar Terneuzen - Braakmanhaven	101	81	71	83	78
Braakmanhaven - Totalsteiger	161	132	121	157	137
Totalsteiger - Sloehaven	156	132	121	157	137
Sloehaven - Vlissingen buitenhaven	200	173	147	170	163
Rede van Vlissingen	200	173	147	170	163
Wielingen	113	103	98	117	106
Oostgat	96	74	59	61	65

Tabel 3-4 Transport intensiteit stofcategorie GF2 (brandbare gassen).

<i>vaarwegdeel</i>	<i>RAWS I</i>	<i>1992</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>gemiddeld 1992-1994</i>
Antwerpen - Hansweert	211	153	171	194	173
Hansweert - Kanaal van Gent naar Terneuzen	211	155	172	195	174
Kanaal van Gent naar Terneuzen - Braakmanhaven	221	155	172	195	174
Braakmanhaven - Totalsteiger	274	224	216	297	246
Totalsteiger - Sloehaven	270	224	216	297	246
Sloehaven - Vlissingen buitenhaven	333	271	264	347	294
Rede van Vlissingen	333	271	264	347	294
Wielingen	248	218	184	204	202
Oostgat	89	55	85	151	97

Tabel 3-5 Transportintensiteit stofcategorie GF3 (zeer brandbare gassen).

Uit de tabellen 3.4 en 3,5 blijkt dat in RAWS I met een relatief hoge vervoersintensiteit is gerekend voor de stofcategorieën GF2 en GF3. In de onderhavige studie is, als conservatieve benadering, uitgegaan van de transportintensiteiten uit RAWS I.

Het vervoer van gevaarlijke stoffen door binnenvaart en het vervoer van toxische en brandbare vloeistoffen door zeevaart zijn niet in de analyse betrokken omdat dit vervoer een verwaarloosbaar kleine bijdrage heeft aan het risiconiveau op de oever.

4. Ongevalsfrequenties

4.1 Onderzoeksperiode

Sinds 1991 is de SRK operationeel. Hierdoor is er ten opzichte van de voorgaande jaren een gewijzigde situatie. De SRK zal mogelijk invloed hebben op de kans op een ernstig ongeval. De invloed van het SRK (en alle andere beheersmatige wijzigingen op de Westerschelde) is onderzocht door een de ongevalskans vanaf 1991 (1991 tot en met 1994) significant te vergelijken ten opzichte van de periode voor 1991. (1978 tot en met 1990).

4.2 Berekeningswijze ongevalsfrequentie

De kansen op uitstroming zijn gebaseerd op zeer ernstige schaden. (Schadeklasse 4). De vaarwegdelen zijn gekozen op basis van een homogene vervoersintensiteit en een homogene ongevalsdichtheid. Bij het vaststellen van de ongevalsverdeling over de vaarwegdelen is verondersteld dat de beheersmatige wijzigingen op de Westerschelde plaatsonafhankelijk zijn. De ongevalsverdeling van scheepsschades met schadeklasse 4 is vastgesteld met de volledige ongevallen casuïstiek (1978-1994). Dit is op een zelfde wijze gebeurd als in RAWS I. Vervolgens is de ongevalsfrequentie bepaald op basis van het aantal scheepsschades met schadeklasse 4 en het gemiddelde aantal scheepsbewegingen van de zeevaart over de onderzoeksperiode (zie tabel 3.1). In tabel 4.1 is de verdeling van ernstige schaden over de gehele Westerschelde gegeven.

<i>Vaarwegdeel</i>	<i>fractie van een schade 4 ongeval</i>
Antwerpen - Hansweert	0.145
1.5 km voor Hansweert - 1.5 km na Hansweert	0.064
Hansweert - Kanaal van Gent naar Terneuzen	0.154
Kanaal van Gent naar Terneuzen - Sloehaven	0.060
Sloehaven Vlissingen Buitenhaven	0.046
Rede van Vlissingen	0.137
Oostgat	0.033
Wielingen	0.083
Ankergebied Wielingen Noord	0.046
Ankergebied Wielingen Zuid	0.018
Ankergebied Rede Vlissingen	0.218
totaal	1

Tabel 4-1 Verdeling van de schadeklasse 4 ongevallen over de vaarwegdelen en ankerplaatsen.

Het aantal scheepsschades met schadeklasse 4 per vaarwegdeel wordt geschat door het over de onderzoeksperiode en de Westerschelde gesommeerde aantal scheepsschades met schadeklasse 4 registraties met de bovenvermelde fracties te vermenigvuldigen. Door te delen door de vervoersprestatie (aantal gepasseerde schepen * afgelegde weg) wordt de ongevalsfrequentie verkregen. De resultaten zijn gepresenteerd in tabel 4.2.

<i>vaarwegdeel</i>	<i>lengte vaarwegdeel l (km)</i>	<i>gemiddelde vervoers- intensiteit over 1991-1994</i>	<i>ongevals- frequentie /(vtg.km.jaar)</i>
Antwerpen - Hansweert	23.1	32812	2.71E-07
1.5 km voor Hansweert tot Hansweert	1.5	32812	9.78E-07
Hansweert tot 1.5 km na Hansweert	1.5	33125	9.78E-07
Hansweert - Kanaal van Gent naar Terneuzen	16.9	33125	4.12E-07
Kanaal van Gent naar Terneuzen - Sloehaven	15.6	43500	1.34E-07
Sloehaven Vlissingen Buitenhaven	4	52000	3.35E-07
Rede van Vlissingen	4.5	52000	8.81E-07
Oostgat	14.2	16000	2.21E-07
Wielingen	15.6	36000	2.22E-07

Tabel 4-2 Ongevalsefrequentie en relevante kenmerken voor de onderscheiden vaarwegdelen.

<i>Ankerplaats</i>	<i>aantal ankerliggers</i>	<i>ongevalskans per ankerligger</i>
Ankergebied Wielingen Noord	1300	8.62E-06
Ankergebied Rede Vlissingen	3200	1.02E-05

Tabel 4-3 Ongevalsekans op de ankerplaatsen.

<i>vaarwegdeel</i>	<i>ongevals- frequentie (RAWS I) (1/vtg.km.jaar) 91-94</i>	<i>ongevals- frequentie (1/vtg.km.jaar) 78-89</i>	<i>re- ductie (%)</i>
Antwerpen - Hansweert	2.71E-07	2.81E-07	3
1.5 km voor Hansweert - 1.5 km na Hansweert	9.78E-07	1.19E-06	18
Hansweert - Kanaal van Gent naar Terneuzen	4.12E-07	4.14E-07	0
Kanaal van Gent naar Terneuzen - Sloehaven	1.34E-07	1.55E-07	14
Sloehaven - Vlissingen Buitenhaven	3.35E-07	3.63E-07	8
Rede van Vlissingen	8.81E-07	1.14E-06	22
Oostgat	2.21E-07	2.95E-07	25
Wielingen	2.22E-07	3.64E-07	39

Tabel 4-4 Vergelijking tussen ongevals-frequentie in RAWS I en de huidige ongevals-frequentie.

We zien over nagenoeg de gehele vaarweg een reductie van de ongevals-kans. Uitzonderingen zijn het traject Antwerpen - Hansweert, Hansweert - Kanaal van Gent naar Terneuzen en Sloehaven - Vlissingen Buitenhaven. Over de onderzoeksperiode 91-94 zijn in vergelijking met '78-'89 per jaar gemiddeld 22% minder scheepsschades met schadeklasse 4.

4.3 Conclusies

Tijdens de onderzoeksperiode blijkt de ongevalsfrequentie 22% lager te zijn dan in RAWs I. Gelet op de korte onderzoeksperiode en de daaraan gerelateerde onzekerheid kan niet worden aangetoond dat deze reductie op de ongevalsfrequentie statistisch significant is.

Hoewel de ongevalsfrequenties zijn afgenomen, blijft door de toename in ammoniaktransporten met 30% de kans op een uitstroming van ammoniak nagenoeg gelijk. Dit houdt in dat de IR-contouren redelijk overeenkomen met de binnenste 10^{-6} contour van de RAWs I studie.

5. Uitstroombesario's

5.1 Ladingsgrootte

Uit het voorgaand onderzoek is gebleken dat ammoniak uitsluitend bij atmosferische druk tot vloeistof gekoeld wordt vervoerd. Daarnaast is onderzocht hoe de ladingsgrootte-verdeling was. Het bleek dat de grootste ladingstanks altijd groter zijn dan 1500m³. Daarnaast is geconcludeerd dat ammoniak niet in schepen met ladingstanks die groter zijn dan 15.000 m³ wordt vervoerd. In dit onderzoek worden dezelfde indelingscriteria gebruikt als in RAWs I. In de tabellen 5.1 en 5.2 is de tankgrootte-verdeling voor toxische gassen gegeven. Alle schepen die ammoniak vervoeren vallen onder artikel 25 van her RVGZ.

<i>ladingstank- categorie (m³)</i>	<i>scheepsgrootte- categorie (m³)</i>	<i>representatieve tankgrootte (m³)</i>	<i>fractie</i>
< 3000	< 12.000	1700	0.14
3000 - 6000	12.000 - 20.000	4750	0.86

Tabel 5-1 Scheepsgrootte-verdeling van vervoer van toxische gassen van en naar Kanaal van Gent naar Terneuzen.

<i>ladingstank categorie (m³)</i>	<i>scheepsgrootte categorie (m³)</i>	<i>representatieve tankgrootte (m³)</i>	<i>fractie</i>
< 3000	< 12.000	1700	0
3000 - 6000	12.000 - 20.000	4750	0.38
6000 - 11.000	20.000 - 40.000	10.000	0.45
11.000 - 16.000	40.000 - 65.000	14.000	0.17
> 16.000	> 65.000	?	0

Tabel 5-2 Scheepsgrootte-verdeling van vervoer van toxische gassen over de Westerschelde, met uitzondering van Kanaal van Gent naar Terneuzen.

In tabel 5.3 is de ladingsgrootte verdeling voor brandbare gassen gegeven.

<i>ladingstank categorie (m³)</i>	<i>scheepsgrootte categorie (m³)</i>	<i>representatieve tankgrootte (m³)</i>	<i>fractie</i>	<i>artikel 25</i>
<i>druk</i>				
< 3000	< 3000	1250	13	nee
<i>gekoeld</i>				
< 3000	< 12.000	1500	46	nee
3000 - 6000	12.000 - 20.000	4750	11	ja
6000 - 11.000	20.000 - 40.000	10.000	15	ja
11.000 - 16.000	40.000 - 65.000	14.000	12	ja
16.000 - 21.000	65.000 - 100.000	20.000	3	ja
16.000 - 21.000	> 100.000	?	0	ja

Tabel 5-3 Scheepsgrootte-verdeling van vervoer van brandbare gassen over de Westerschelde, met uitzondering van Kanaal van Gent naar Terneuzen.

5.2 Uitstroming

In navolging van RAWs I is in deze studie is het grote scala van mogelijke uitstromingen beschreven door de definitie van twee scenario's:

1. Het semi-stantaan vrijkomen van één ladingstank.
2. Lekkage van de ladingstank.

Bij het semi-stantaan vrijkomen van de tankinhoud is aangenomen dat de vloeistof met een debiet uitstroomt van gemiddeld 25 m³/s. Dit komt overeen met een gatdiameter van vier meter en een vloeistofhoogte ammoniak van vijf meter. De kans op uitstroming, gegeven schadeklasse 4, is op 0.01 gesteld. Bij de continue uitstroming is uitgegaan van een debiet van 0.3 m³/s. De kans op de continue uitstroming bedraagt 0.18, gegeven een schadeklasse 4.

5.3 Bronsterkte reductie door het gebruik van bluswatersystemen

Uit een nadere analyse van bluswatersystemen (zie bijlage 1) is gebleken dat de bronsterkte-reductie door de aanwezigheid van een brandblusinstallatie nihil is.

6. Risicoberekening

6.1 Effectberekening

De effecten zijn uitgevoerd met het HEGADAS model, identiek aan de berekeningswijze in RAWS I.

6.2 Schade en risicoberekeningen

De schade en risicoberekeningen zijn uitgevoerd met het programma RISKCALC, identiek aan de berekeningswijze in RAWS I.

De bij de berekening van de toxische effecten gehanteerde parameters in de probitrelatie:
 $Pr = a + b \ln C \cdot t$

zijn weergegeven in tabel 5.3. De concentratie C is gegeven in mg/m^3 en de tijd t in minuten. Een toelichting op de betekenis en het gebruik van probits is te vinden in CPR-16 hoofdstuk 5 [6]. De getalswaarden zijn ontleend aan de notitie van het technisch knelpuntenoverleg EVR KO-59 [5].

stofnaam	a	b	n
ammoniak	-15.6	1	2

Tabel 6-1 Parameterwaarden probitrelatie.

Bij wolkbrand is gesteld dat binnen de brandende wolk, begrensd door de LFL 100% van de zich buitenshuis bevindende mensen overlijden. Binnenshuis overlijdt 30% van de aanwezige mensen.

In geval van gaswolkexplosies wordt binnen de cirkel, begrensd door de overdruk van 0.3 bar zowel binnens- als buitenshuis 100% letaliteit verondersteld. In het schadegebied tussen de 0.3 bar en de 0.1 bar bedraagt de letaliteit binnen 30% en buiten 15%.

Bij de bepaling van de kans op vertraagde ontsteking is uitgegaan van een plaatsafhankelijke modellering. De kans op ontsteking omvat twee elementen:

- de bepaling van het aantal aanwezige ontstekingsbronnen in de gaswolk;
- bij aanwezigheid van ontstekingsbronnen:
de bepaling van de kans dat in een bepaald tijdsinterval de wolk daadwerkelijk wordt ontstoken (effectiviteit van de ontsteking).

Twee typen ontstekingsbronnen zijn beschouwd: schepen en ontstekingsbronnen gerelateerd aan de aanwezigheid van personen. Doordat in de effectberekening de ontwikkeling van de brandbare wolk in de tijd wordt gevolgd, is het noodzakelijk de kans op (niet-)ontsteking per onderscheiden tijdstap te kennen. Verondersteld is dat 10 aanwezige personen in de wolk, de wolk binnen 1 minuut ontsteken. De kans op ontsteking binnen 1 minuut door een schip is gesteld op 0.33.

De kans op explosie gegeven ontsteking is 0.1 en de kans op een wolkbrand bedraagt 0.9.

6.3 Aanwezigheidsgegevens

De risicoberekeningen in deze studie zijn uitgevoerd in een rekenrooster van 25 x 25 km onderverdeeld in roostercellen van 100 x 100 m. De gehanteerde aanwezigheids-

gegevens voor een zomer- en wintersituatie zijn samengesteld op basis van gegevensbestand uitgaande van 500 x 500 m roostervierkanten. Deze bevolkingsgegevens zijn geactualiseerd op basis van de resultaten van een in 1992 bij de betrokken gemeenten gehouden gerichte gegevensverzameling. Gezien de omvangrijke aanwezigheid van toeristen in de nabijheid van de vaarroutes met name in de zomermaanden heeft de gegevensverzameling en bewerking zich tevens gericht op het in kaart brengen van de geografische verdeling van de toeristencentra (campings, recreatieparken, enz.). De gehanteerde aanwezigheidsfile voor de zomersituatie is opgebouwd uit het bevolkingsbestand en 9/10 van het 'toeristenbestand'; de wintersituatie uit het bevolkingsbestand en 1/10 van het 'toeristenbestand'. Het bevolkingsbestand omvat tevens de werknemers in de grote industriegebieden Vlissingen, Sloehaven en Terneuzen.

De aanwezigheid van personen binnen en buiten overdag en 's nachts is in de risicoberekening in rekening gebracht. De verdeling is in tabel 6.2 gegeven.

	<i>dag</i>	<i>nacht</i>
aanwezigheid buiten	0.2	0.1
aanwezigheid binnen	0.8	0.9

Tabel 6-2 Aanwezigheid buiten/binnen voor dag/nacht situaties

6.4 Meteorologische omstandigheden

De dispersie van de gaswolken die na uitstroming en verdamping ontstaan is afhankelijk van de meteorologische omstandigheden. Onderscheiden zijn 6 weerklassen, gekarakteriseerd door een Pasquill stabiliteitsklasse en een windsnelheid. De in Bijlage 3 weergegeven meteostatistiek is ontleend aan meteogegevens voor het weerstation Vlissingen. Onderscheiden zijn 12 windrichtingen en de situaties dag en nacht. In de schadeberekeningen is uitgegaan van 50% nacht en 50% dag.

7. Resultaten

7.1 IR contouren

De periode na het operationeel worden van het SRK, is de kans op een grote uitstroming van ammoniak voor de rede van Vlissingen nagenoeg gelijk aan de gebleven met de situatie in de RAWs I studie. Door een reductie op de uitstromingsfrequentie op de Wielingen ligt de contour ten westen van het Roeiershoofd meer richting oever dan in de RAWs I studie. De reductie in de ongevals-frequentie wordt gecompenseerd door een toename in de vervoersintensiteit.. Dit houdt in de 10^{-6} contour bij Vlissingen onveranderd is ten opzichte van de 10^{-6} in de RAWs I studie. Ten oosten van Vlissingen zijn de contouren iets breder.

Kaart 1 is als losse kaart bijgevoegd. Op kaart 2 is een detailweergave bij Vlissingen, Terneuzen en Hansweert gegeven op een schaal van 1:25000.

7.2 Groepsrisico

Ten behoeve van de bepaling van het groepsrisico is de Westerschelde, vaarroutes en ankergebieden, opgedeeld in 135 lokaties. Voor iedere afzonderlijke lokatie is het groepsrisico bepaald.

De bijdrage van de afzonderlijke activiteiten is eveneens in deze figuren vermeld. De toetsing van het groepsrisico per lokatie heeft plaatsgevonden aan vier klassen die zijn voortgekomen uit de grenzen voor groepsrisico's voor stationaire inrichtingen zoals deze in "Omgaan met Risico's" [VROM 1988] zijn gegeven.

Voor de grenzen geldt dat een n maal groter aantal slachtoffers dan 10 moet corresponderen met een n kwadraat maal kleinere kans op dat ongeval. Dus:

$$f \cdot N^2 = C$$

met

f = frequentie

N = aantal slachtoffers

De criteria voor de klassen zijn:

<i>klasse</i>	<i>waarde van C</i>
I	$C < 10^{-5}$
II	$10^{-5} < C \leq 10^{-3}$
III	$10^{-3} < C \leq 10^{-1}$
IV	$C > 10^{-1}$

Tabel 7-1 Tabel S-2: Klasse-indeling groepsrisico

Het groepsrisico tengevolge van het vervoer van gevaarlijke stoffen is gegeven op kaart 3 in de kaartbijlage.

8. Conclusies

8.1 Individueel risico

Het individueel risico komt vrijwel overeen met de binnenste contour van het individueel risico uit de RAWS I studie. Het transport van ammoniak is in de recente onderzoeksperiode 30% toegenomen in vergelijking met RAWS I, terwijl de frequentie met 22% is verminderd.

8.2 Groepsrisico

Het groepsrisico overschrijdt op nagenoeg de gehele Westerschelde de huidige oriënterende waarde. Op een aantal vaarwegdelen wordt het groepsrisico met meer dan een factor 100 overschreden. Om aan de oriënterende waarden te voldoen moet de ongevalsfrequentie worden gereduceerd tot minder dan 1% van de huidige ongevalsfrequentie. Een dergelijke reductie lijkt niet haalbaar.

9. Referenties

1. Griolet, F. ea. 1995 Mitigation of accidental releases of toxic clouds by reactive fluid curtains: A co-operative European research programme
8th Int. Symp. Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, I, blz. 577-588
2. St-Georges, M. 1992 Fundamental multidisciplinary study of liquid sprays for absorption of pollutant or toxic clouds
7th Int. Symp. Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, vol. 2, blz. 65-1 t/m 65-15
3. Stein, A en W. 1991 Wasserscheier zum verdünnen van schwergaswolken
Humann Schwere Gase und Sicherheitsanalyse-IV, blz. 304-320
- 4 AVIV 1994 Risico-analyse Westerschelde vervoer gevaarlijke stoffen
- 5 KO 59 1992 Notitie technisch knelpuntoverleg probitrelatie ammoniak

Bijlage 1 De invloed van (blus)water systemen op ammoniak uitstroombesnoeiing

1.1 Inleiding

In de gascode zijn voor gasschepen watersproeiinstallaties (sprinklers) en brandslangen voorgeschreven. De watersproeiinstallaties kunnen de laad- en losleidingen, de bovenkant van de tanks en de voorkant van de accommodatie besproeien. De installatie is gericht op het bestrijden van vrijkomend gas door fouten tijdens de ladingsbehandeling. Met de sproeiinstallatie kan geen watergordijn over de romp van het schip gelegd worden. Met de brandslangen kan elk deel van het schip bereikt worden en kan ook over de boorden van het schip gespoten worden. De brandspuiten moeten door personen bediend worden.

De vraag is gesteld welke invloed deze twee water systemen kunnen hebben op de veronderstelde ammoniak bronterm in de risico analyse Westerschelde. Hiernavolgend wordt een voorlopige evaluatie gerapporteerd van de mogelijke invloed van de water systemen tijdens uitstroming, plasverdamping en dispersie.

In CPR 15-3 (paragraaf 4.3.4, blz. 27) wordt vermeld over het gebruik van water bij de bestrijding van een ammoniak plas:

Ammoniak lost zeer goed op in water. Hiertoe is echter een zeer grote overmaat water noodzakelijk. Vloeibare ammoniak kookt bij atmosferische druk koud, waarna de verdamping sterk afneemt. Toevoeren van water zal dan heftig opkoken en sterke verdamping veroorzaken. Spuit daarom nooit water rechtstreeks in vloeibare ammoniak, tenzij een honderdvoudige overmaat water momentaan beschikbaar is.

In de brochure Bestrijding van ammoniakongevallen van BiZa wordt hetzelfde uitgangspunt gehanteerd:

- Kleine lekkages besproeien met een overmaat water met behulp van sproeistralen. Spuit daarbij zo min mogelijk op het reservoir zelf.
- Werp een watergordijn op om zo veel mogelijk ammoniakgas op te lossen en te verdunnen. Plaats meerdere kanonnen met sproeikop.
- Dek een eventuele vloeistofplas af met lichtschuim (synthetisch).

Het bovenstaande suggereert dat het spuiten van water in een plas ammoniak alleen leidt tot reductie van het gevaar als er een zeer grote overmaat water wordt gebruikt.

1.2 Uitstroombesnoeiing

De uitstroombesnoeiing zijn samengevat in de risico analyse Westerschelde. Het betreft semi-instantane en continue uitstroming door een gat in de scheepsromp en de tank. De belangrijkste gegevens zijn:

- Semi-instantaan, 25 m³/s, tijdsduur afhankelijk van grootte van de tank (190 tot 560 s), gat diameter 4 m, drijvende vloeistofhoogte 5 m.
- Continu, 0.3 m³/s, 1800 s, gat diameter 0.5 m, drijvende vloeistofhoogte 5 m.

De uitstroming vindt plaats boven de waterspiegel aan de zijkant van het schip. Tijdens de uitstroming zal het tankschip zich bevinden naast de vloeistofplas.

De maximale straal van de vloeistofplas op het water is voor de semi-instantane uitstroming 120 tot 190 m (afhankelijk van de grootte van de tank) en voor continue uitstroming 8 m. Bij deze berekeningen wordt verondersteld dat 50% van de ammoniak oplost in water. Voor de semi-instantane uitstroming zal door spreiding van de uitgestroomde ammoniak het schip waarschijnlijk in de plas komen te liggen.

1.3 Invloed van water op de uitstroming

Bij de ammoniak uitstroombesonderheden leidt het inbrengen van water tot twee tegengestelde effecten. Enerzijds zal ammoniak exotherm met het water reageren, anderzijds wordt door het water warmte toegevoegd zodat er een grotere hoeveelheid ammoniak kan verdampen. AVIV beschikt niet over een model waarmee voor deze situatie een kwantitatieve berekening gemaakt kan worden.

Voor het semi-instantane uitstroombesonderheden vindt uitstroming van een tankcompartiment plaats in een beperkte tijd van maximaal 10 min. Deze tijdsduur is te kort voor de bemanning om de brandslangen te hanteren, mede gelet op de grote mechanische impact tijdens de botsing waardoor de schade ontstaat. Bovendien bevindt het schip zich in of naast de spreidende plas ammoniak, zodat de bemanning zich allereerst om zijn eigen veiligheid zal bekommeren. Het water sproeisysteem werkt automatisch op detectie van ammoniak damp. Uitstroming vindt plaats uit een gat met een diameter van 4 m, die slechts enkele sproeikoppen bereikt wordt. In het gunstigste geval komt de vrijgekomen ammoniak in aanraking met een relatief kleine stroom water. De invloed op de totale hoeveelheid vrijgekomen ammoniak zal daarom gering zijn.

Voor het continue uitstroombesonderheden gelden analoge overwegingen als voor het instantane scenario. Ook hier zal gelden dat het water sproeisysteem slechts in beperkte mate de ammoniak stroom kan bereiken. De situatie kan echter veranderen als de bemanning in staat is een brandslang met straalsoep te richten op de uitstroombesonderheden. Hierdoor kan een hoeveelheid water in intensief contact gebracht worden met de ammoniak, waardoor de ammoniak in water kan oplossen. Aangezien tevens warmte wordt ingebracht en ook bij het oplossen warmte vrijkomt zal ook ammoniak damp gevormd worden. Afhankelijk van de windrichting kan voor de bemanning een gevaarlijke situatie ontstaan.

Bij het continue uitstroombesonderheden is de massastroom ammoniak 231 kg/s. De capaciteit van de brandspuiten aan boord is niet bekend, maar het is niet te verwachten dat een zeer grote overmaat aan water beschikbaar is. Bijvoorbeeld voor een tienvoudige overmaat is een watercapaciteit van 140 m³/min nodig, terwijl in de International Gascarrier Code voor een schip met een dekoppervlak van 400 m² een sproeiinstallatie van ongeveer 45 m³/min voorgeschreven is.

Voor de verdamping van ammoniak op water is aangenomen dat 50% van de ammoniak oplost in water. De overige 50% vormt een zwaar gas wolk. Als tijdens uitstroming een overmaat water wordt gebruikt, dan zal wellicht een groter percentage ammoniak

oplossen. Het gevormde gas kan in deze situatie een hogere temperatuur hebben en zich daardoor voor de verspreiding minder als zwaar gas gedragen.

1.4 Invloed van water op de verdamping

Door de lay out van het sproeisysteem is niet te verwachten dat in ruime mate water op de spreidende plas naast het schip kan belanden. Hierdoor is er geen of een minieme invloed van het sproeisysteem op de spreiding en verdamping van de vrijgekomen ammoniak.

Met een brandspuit zou de bemanning water op de zich uitbreidende plas van kokend ammoniak kunnen spuiten. Voor het semi-instantane uitstroombesenoario is betoogd dat de tijdsduur van uitstroming en verdamping hiervoor te kort is. Voor het continue uitstroombesenoario is deze bestrijdingsmethode in principe mogelijk. Hierbij geldt dat de brandspuit pas na een zekere tijdsperiode operationeel zal zijn. Daarnaast is het niet zeker of er een zeer ruime overmaat water beschikbaar is.

1.5 Invloed van water op de gas wolk

In de literatuur is in ruime mate aandacht besteed aan de invloed van watergordijnen op de dispersie van gaswolken [1 t/m 3]. Hierbij kunnen twee effecten een rol spelen, namelijk verdunning van de gas wolk door de verhoogde turbulentie veroorzaakt door de snelheid van de waterdruppels en absorptie van het gas door de waterdruppels. In [2] is een case studie beschreven betreffende het vrijkomen van 1 m³/s gasvormig HCL, waarbij onder experimentele condities ongeveer 50% van de HCL geabsorbeerd werd door een waterscherp op een afstand van 5 m met 0.016 m³/s water. Het waterscherp bestaat hier uit zeer fijn verdeelde druppels.

Voor de uitstroombesenoario's die in de risico analyse Westerschelde zijn beschouwd is niet te verwachten dat de water systemen van het schip invloed hebben op de verspreiding van de ammoniak gas wolk. Alleen in de specifieke situatie dat het schip zich ten opzichte van de spreidende plas in de windrichting bevindt is enige invloed mogelijk. In deze situatie is het onwaarschijnlijk dat de bemanning de brandspuiten gaat opereren, aangezien het ammoniak gas zich rond het schip verspreidt. Het sproeisysteem is ontworpen voor relatief geringe emissies van gasvormig ammoniak. Het is niet waarschijnlijk dat het sproeisysteem leidt tot een efficiënt waterscherp voor de hier beschouwde grootschalige emissies. Daarnaast zal een groot deel van het zware ammoniak gas zich dicht bij het wateroppervlakte langs het schip verspreiden en daardoor nagenoeg niet in aanraking komen met het water van het sproeisysteem.

1.6 Schuim

Het gebruik van schuim is het mogelijk om de bronsterkte te reduceren. De voorwaarde is dat een groot gedeelte van de plas afgedekt moet worden door de schuimlaag en dat er nagenoeg geen wind mag zijn. Deze laatste beperking maakt dat de kans op een effectief schuimdeken gering is.

1.7 Conclusie

Een significante invloed van het watersproeisysteem op de uitstroombesonderheden is niet te verwachten, aangezien door de lay out van het sproeisysteem slechts geringe hoeveelheden water in aanraking zullen komen met de uitstromende en spreidende ammoniak.

Voor het gebruik van de brandspuit gelden de volgende beperkingen:

- De brandspuit moet door de bemanning bediend worden. Het gevormde ammoniak gas kan operatie van de brandspuit verhinderen.
- De brandspuit kan pas een zekere tijdsperiode na ontstaan van het incident ingezet worden.

Voor het semi-instantane uitstroombesonderheden is, gelet op de maximale uitstroomduur en de vorming van de plas ammoniak die waarschijnlijk om het schip heen ligt, niet te verwachten dat de bemanning in staat is een brandspuit te opereren.

Voor het continue uitstroombesonderheden is het opereren van een brandspuit in principe mogelijk. Of voldoende water ingezet kan worden is onbekend. De bronterm wordt pas na een zekere tijdsperiode beïnvloed.

Bijlage 2 Schadeklasse indeling

De schadeklasseindeling is gedefinieerd in de Kodeer-instructie scheepsongevallen (1986, Dienst Verkeerkunde (DVK))

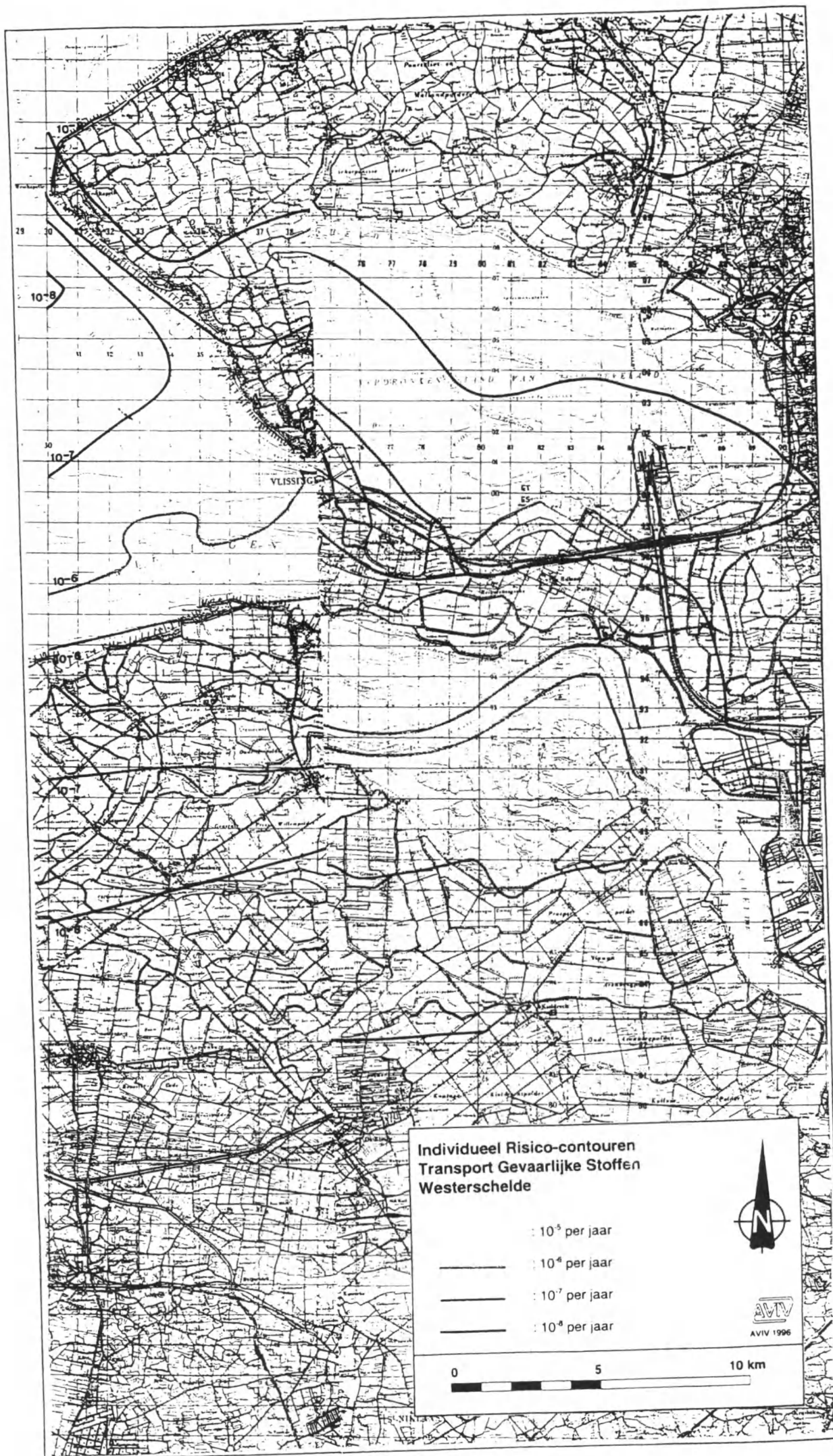
<i>schadeklasse</i>	<i>Omschrijving</i>
0	Geen schade
1	Zeer geringe schade, zoals verkrassen, gebroken trossen en/of deuken tot ca. 5 cm diep
2	Geringe schade zoals ondiepe deuken, tussen ca 5 en 15 cm diep en/of gaten of scheuren met een oppervlak tot ca 15 cm ² en verder alle schades groter dan schadeklasse 1 welke niet aan scheepsromp of opbouw zijn opgelopen, geringe brand- explosieschade.
3	Aanzienlijke schade, deuken met diepten tussen ca 15 en 40 cm en/of gaten of scheuren met een oppervlakte tussen ca 15 cm ² en 100 cm ² , aanzienlijke brand- explosieschade.
4	Grote schade, deuken met een diepte van meer dan 40 cm en/of gaten en scheuren met een oppervlakte van meer dan ca 1000 cm ² , voorts ook breken van de romp, uitgebrand schip.
5	Gezonken of gekapseisd schip.
6	Overige schade waaronder schade aan de opbouw.
9	Gegevens ontbreken.

Bijlage 3 Meteostatistiek

Vlissingen dag						
weersklasse						
Windrichting	B3	D1.5	D5	D9	E5	.F1.5
360	2.097	0.644	2.439	2.797	0	0
30	2.314	0.76	2.155	2.228	0	0
60	1.89	0.583	1.857	2.615	0	0
90	2.275	0.535	1.519	1.492	0	0
120	1.905	0.582	1.412	0.99	0	0
150	1.231	0.504	1.36	1.182	0	0
180	1.188	0.505	2.221	3.992	0	0
210	1.187	0.536	2.595	6.717	0	0
240	1.71	0.662	2.465	9.419	0	0
270	2.842	0.681	3.562	8.419	0	0
300	1.355	0.557	2.024	2.926	0	0
330	1.57	0.628	2.189	2.684	0	0

Vlissingen nacht						
weersklasse						
Windrichting	B3	D1.5	D5	D9	E5	.F1.5
360	0	0.855	1.569	0.855	0.886	1.624
30	0	1.186	2.242	1.473	2.022	2.447
60	0	1.019	2.607	2.045	2.115	1.77
90	0	0.616	1.552	1.494	0.98	1.217
120	0	0.484	1.343	1.091	0.599	0.82
150	0	0.543	2.053	1.678	0.727	0.776
180	0	0.657	3.103	4.995	0.827	0.811
210	0	0.683	3.923	8.58	1.151	1.039
240	0	0.575	2.799	7.944	0.92	0.833
270	0	0.61	1.723	3.897	0.505	0.805
300	0	0.72	1.691	2.626	0.7	1.157
330	0	0.938	1.653	1.114	0.685	1.665

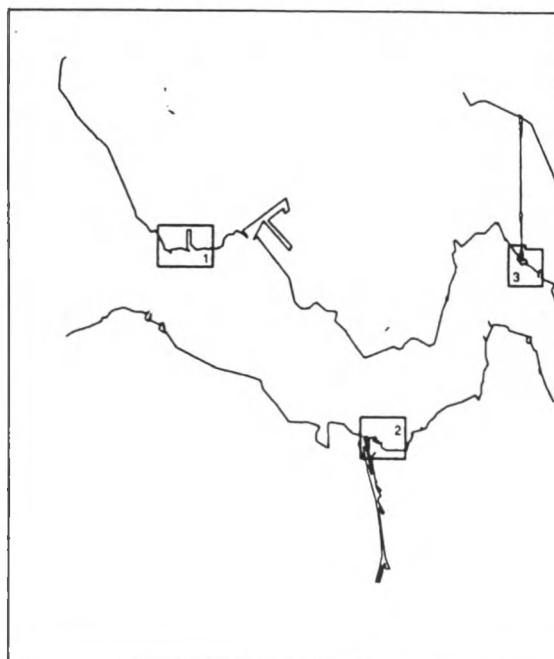
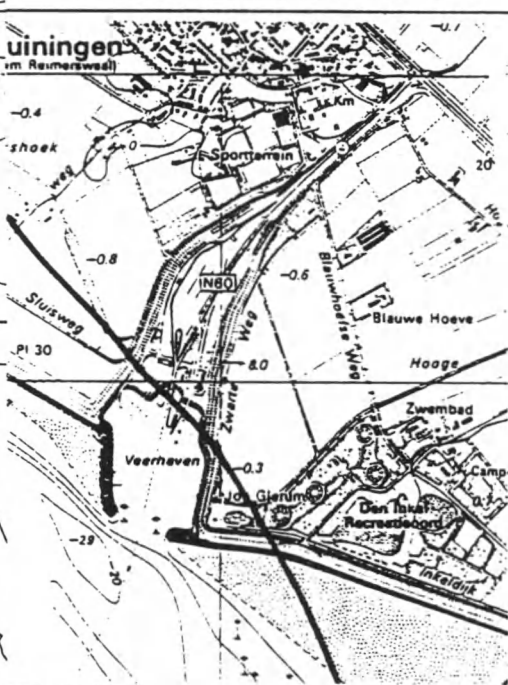
Tabel 1 Kans op weerstabiliteit als functie van weersklasse en windrichting.





kaart 2

ave 10^{-6} individueel risicocontour bij
1), Terneuzen (2) en Hansweert (3)



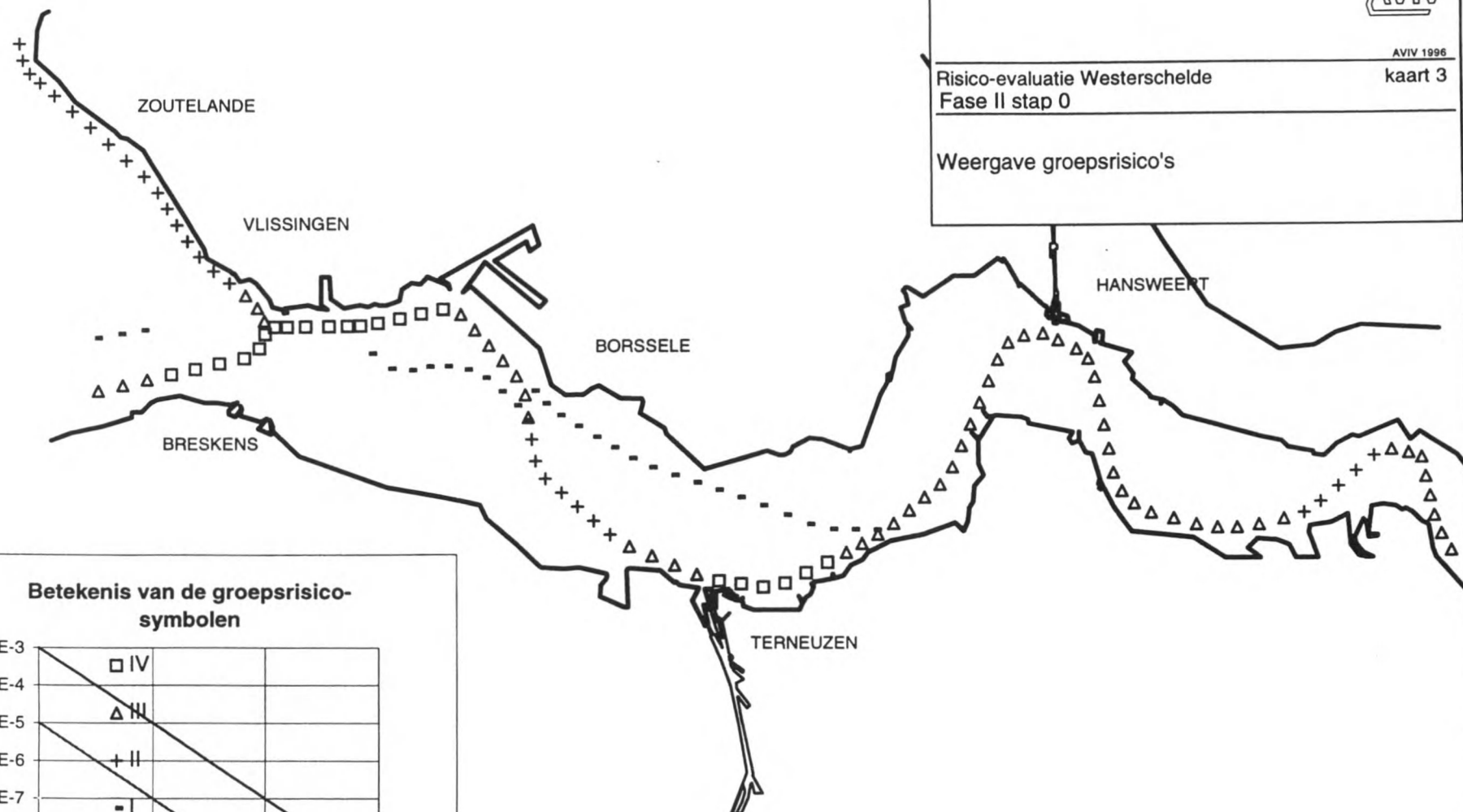


AVIV 1996

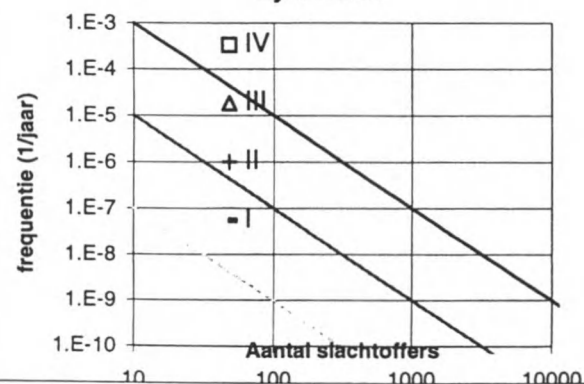
Risico-evaluatie Westerschelde
Fase II stap 0

kaart 3

Weergave groepsrisico's



Betekenis van de groepsrisico-
symbolen



Risicoanalyse Westerschelde,
brongerichte maatregelen
Deelrapport Fase II stap 1

Project : 9515
Datum : 30 oktober 1996
Auteur : H.G. Bos

Projectleider opdrachtgever:

Rijkswaterstaat Directie Zeeland
J.W.P. Prins
Postbus 5014
4330 KA Middelburg

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Samenvatting	3
3. Inleiding	5
4. Onderzoeksopzet	6
4.1. Doel	6
4.2. Uitgangssituatie	6
4.3. Werkwijze	6
5. Karakteristieken van het gewenst risiconiveau	7
5.1. Inleiding	7
5.2. Vlissingen	7
5.2.1. Ligging van de contour	7
5.2.2. Oorzaken	7
5.2.3. Mogelijkheden voor risicoreductie	8
5.3. Terneuzen	11
5.3.1. Ligging van de contour	11
5.3.2. Oorzaken	11
5.3.3. Mogelijkheden voor risicoreductie	11
5.4. Hansweert	12
5.4.1. Ligging van de contour	12
5.4.2. Oorzaken	13
5.4.3. Mogelijkheden voor risicoreductie	13
5.5. Maximaal haalbare veiligheidsniveau	13
6. Karakteristieken van de risico-reducerende maatregelen	14
6.1. Inleiding	14
6.2. Lijst van mogelijke maatregelen	14
6.2.1. Gewijzigde beloodsing	14
6.2.2. Gewijzigd vaarwegbeheer; wijzigingen vaarroutes;	16
6.2.3. Gewijzigd vaarwegbeheer; wijzigingen verkeersmanagement;	17
6.2.4. Gewijzigd vaarwegbeheer; wijzigingen VTS;	18
6.2.5. Herkenbaarheid van gevaarlijke transporten	19
6.2.6. Vermindering van vervoerstroom gevaarlijke stoffen	20
6.2.7. Vergroten van de afstand tussen kwetsbare gebieden en risico-dragende activiteiten	20
6.3. Kwantificeren de risicoreductie van de maatregelen	20
6.4. Resultaat enquête	22
6.4.1. Overzicht	23
6.4.2. Effecten	24
6.4.3. Inspanningen	27
7. Conclusies	30
7.1. Effect van maatregelen op het risicobeeld	30
7.1.1. Vlissingen	30
7.1.2. Terneuzen	30
7.1.3. Hansweert	30
7.2. Efficiëntie van maatregelen	30
7.3. Top tien	31

2. Samenvatting

Uit onderzoek is gebleken dat het transport van gevaarlijke stoffen over de Westerschelde resulteert in omvangrijke individueel risicocontouren. Bij Vlissingen zijn de risico's dermate hoog gebleken, dat er sprake is van een ongewenste situatie. Naar aanleiding hiervan is besloten om maatregelen te genereren die veiligheidsverhogend werken door de kans op een uitstroming te verkleinen dan wel de grootte van de uitstroming bij een ongeval te beperken. Dit worden brongerichte maatregelen genoemd.

Dit onderzoek omvat twee deelgebieden, te weten het vaststellen van brongerichte maatregelen enerzijds en het vaststellen van de risicoreductie tengevolge van deze brongerichte maatregelen anderzijds.

In een brainstormsessie met een brede groep van deskundigen zijn zoveel mogelijk brongerichte maatregelen gegenereerd. De resultaten van de brainstormsessie zijn aangevuld met een opsomming van maatregelen uit [1]. Voor het vaststellen van de effecten van de maatregelen is gebruik gemaakt van een schriftelijke enquête. Na invulling zijn de geënquêteerden geïnterviewd. Bij interviews zijn twee extra maatregelen genoemd. Dit zijn het instellen van een POD en het instellen van de Engelse taal als voertaal.

Volgens de enquête is zonder ingrijpende maatregelen, maar door de realisatie van een betere samenwerking tussen de diverse actoren op de Westerschelde, een reductie van 30% van de ongevallen (niveau '91-'94) op de Westerschelde haalbaar. Door recente activiteiten, zoals het verbeteren van het overleg tussen de verschillende actoren, zal in de toekomst de reeds ingezette verbetering verder doorzetten. Daarnaast wordt getracht het loodswisselen op de Rede van Vlissingen sterk te reduceren door loodsen op te leiden tot omnivalente loodsen. De verdergaande invoering hiervan wordt in 3 tot 5 jaar verwacht. Met deze maatregel wordt naar schatting van de geënquêteerden een ongevalsreductie van ongeveer 40% à 50% gehaald. De maatregel *'snellere loodstenders'* zal eveneens worden gerealiseerd. Onduidelijk is op dit moment hoe en wanneer deze tenders op de rede van Vlissingen worden ingezet, zodat het vaststellen van een reductie van het aantal ongevallen voor deze maatregel op voorhand niet mogelijk is.

Voor de ongevalsreductie bij de Rede van Vlissingen wordt, gelet op bovenstaande, binnen afzienbare termijn een ongevalsreductie van 70% tot 80% ten opzichte van het niveau 1991-1994 te halen. Deze ongevalsreductie is op zich voldoende voor het terugdringen van de 10^e contour tot buiten de dijken bij Vlissingen. Bij Hansweert en Terneuzen zijn extra maatregelen noodzakelijk om de doelstelling te realiseren. Twee maatregelen sorteren effect, te weten het creëren van een verplichte vrije ruimte rondom een schip dat toxische gassen vervoert, en het verlagen van de vaarsnelheid.

Van de maatregelen

'het realiseren van een verplichte vrije ruimte rond ammoniakschepen',

1. *'Grotere bevoegdheden SRK (realiseren van een Schelde-Scheepvaartmanagement systeem)',*
2. *'opheffen ankergebied Rede van Vlissingen',*
3. *'varen met verminderde snelheid',*
4. *'loodsverplichting voor ankerliggers bij zwaar weer',*

5. *'uitbreiden van het verkeersscheidingsstelsel'*

wordt verwacht dat ze tot significante afnamen van het aantal ongevallen leiden.

De maatregel *'het afsluiten van het Oostgat'* werd door de participanten als minst haalbare optie beschouwd.

Door een combinatie van maatregelen wordt op de Rede van Vlissingen een reductie in ongevalsfrequentie van meer dan 80% haalbaar geacht.

De termijn waarop maatregelen kunnen worden gerealiseerd ingevoerd is aanzienlijk. Het invoeren en geaccepteerd krijgen van een maatregel krijgen van een bepaalde maatregel duurt tenminste vijf jaar.

3. Inleiding

In 1994 is een studie afgerond naar de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen voor omwonenden. Hierin is geconcludeerd dat de risico's in Vlissingen en in mindere mate in Terneuzen en Hansweert zo aanzienlijk zijn, dat de overheid het gewenst achtte om maatregelen te nemen teneinde de kans op een ongeval te beperken.

Op basis van recente ongevallen- en transportgegevens is vastgesteld dat de risico's op dit moment, dat wil zeggen na de invoering van het SRK nagenoeg overeenkomen met de risico's zoals die in de eerdere studie, Risico-analyse Westerschelde vervoer gevaarlijke stoffen(1994) zijn berekend. Dit houdt in dat additionele maatregelen die de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen met zeeschepen verlagen, nog steeds gewenst zijn. In dat kader is een enquête naar de effectiviteit van een aantal risico-reducerende maatregelen opgezet.

In een eerder stadium van het onderzoek is een lijst opgesteld van mogelijke maatregelen. De lijst is gebaseerd op Transport van gevaarlijke stoffen in VTS-wateren [1] en een brainstormsessie met nautisch-deskundigen. De maatregelen zullen in effectiviteit, mate van inspanning en kosten verschillen. De enquêtesessie is bedoeld om een indruk te krijgen van de effectiviteit van de maatregelen alsmede een eerste indicatie van de kosten en inspanning die nodig zijn om de maatregel te effectueren.

4. Onderzoeksopzet

4.1. Doel

Het doel van dit deel onderzoek is het opstellen van een lijst van maatregelen welke resulteren in het terugdringen van de individueel risicocontour 10^{-6} /jaar op het water.

4.2. Uitgangssituatie

De uitgangssituatie is geformuleerd in het deel rapport 1. Bij de transportgegevens wordt uitgegaan van de transportintensiteit uit 1994. Deze intensiteit komt voor ammoniak overeen met de gemiddelde transport intensiteit tussen 1987 en 1994.

De hoogte van de ongevalsfrequentie is gebaseerd op de ongevallen tussen 1992 en 1994. De verdeling van de ongevallen over de gehele Westerschelde is gebaseerd over de gemiddelde verdeling tussen 1978 en 1994.

4.3. Werkwijze

Uit het deelrapport Fase II stap 0 blijkt dat het risicobeeld van het vervoer van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde bij Vlissingen, Terneuzen en Hansweert een risicoreductie wenselijk maakt. De mate van de reductie is afhankelijk van de locatie. De grootte van de contouren zal bij elke afzonderlijke locatie door locatie-gebonden oorzaken worden beïnvloed. Bij Vlissingen is één van de belangrijke oorzaken de aanwezigheid van het ankergebied Rede van Vlissingen. Voor ieder locatie zijn de karakteristieken van het gewenste risiconiveau vastgesteld.

Wat voor de oorzaken van de grootte van het risicobeeld geldt, geldt ook voor de mogelijke maatregelen. Voor het verlagen van de risico's voor omwonenden van de Westerschelde zijn een groot aantal maatregelen denkbaar. Onderscheiden kunnen worden:

- maatregelen die de veiligheid op de Westerschelde voor (specifieke) scheepvaart verhogen;
- maatregelen die de omvang van (een specifieke) transportstroom beïnvloeden;
- maatregelen die specifieke gevaarlijke activiteiten naar minder gevoelige locaties verplaatsen.

De maatregelen zullen afhankelijk van plaats een bepaald effect sorteren.

Door de karakteristieken van het gewenste risicobeeld te vergelijken met de karakteristieken van de maatregelen is vastgesteld welke maatregelen het meest in aanmerking komen.

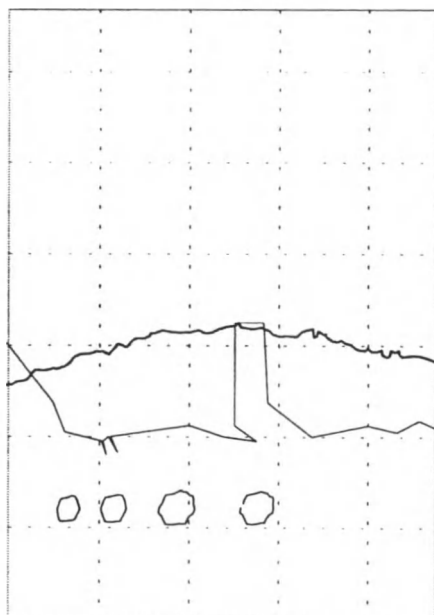
5. Karakteristieken van het gewenst risiconiveau

5.1. Inleiding

In het deel rapport 1 zijn drie locaties geïdentificeerd waar de individueel risicocontour 10⁻⁶/jaar op de oever ligt. Deze locaties zijn Vlissingen, Terneuzen en Hansweert. Het vervoer toxische gassen levert de grootste bijdrage aan de omvang van de contouren. Dit vervoer bestaat hoofdzakelijk uit ammoniak. Daarnaast is de omvang van de contouren gerelateerd aan de kans op ernstig ongeval op het beschouwde vaarwegdeel.

5.2. Vlissingen

5.2.1. Ligging van de contour



Figuur 5-1 Ir-contour 10⁻⁶/jaar bij Vlissingen

5.2.2. Oorzaken

De risico's in de omgeving van Vlissingen zijn relatief hoog door drie basis oorzaken. De kans op ongevallen is hoog, het aantal scheepspassages met toxische gassen is relatief hoog en de vaarweg ligt nagenoeg direct tegen Vlissingen aan.

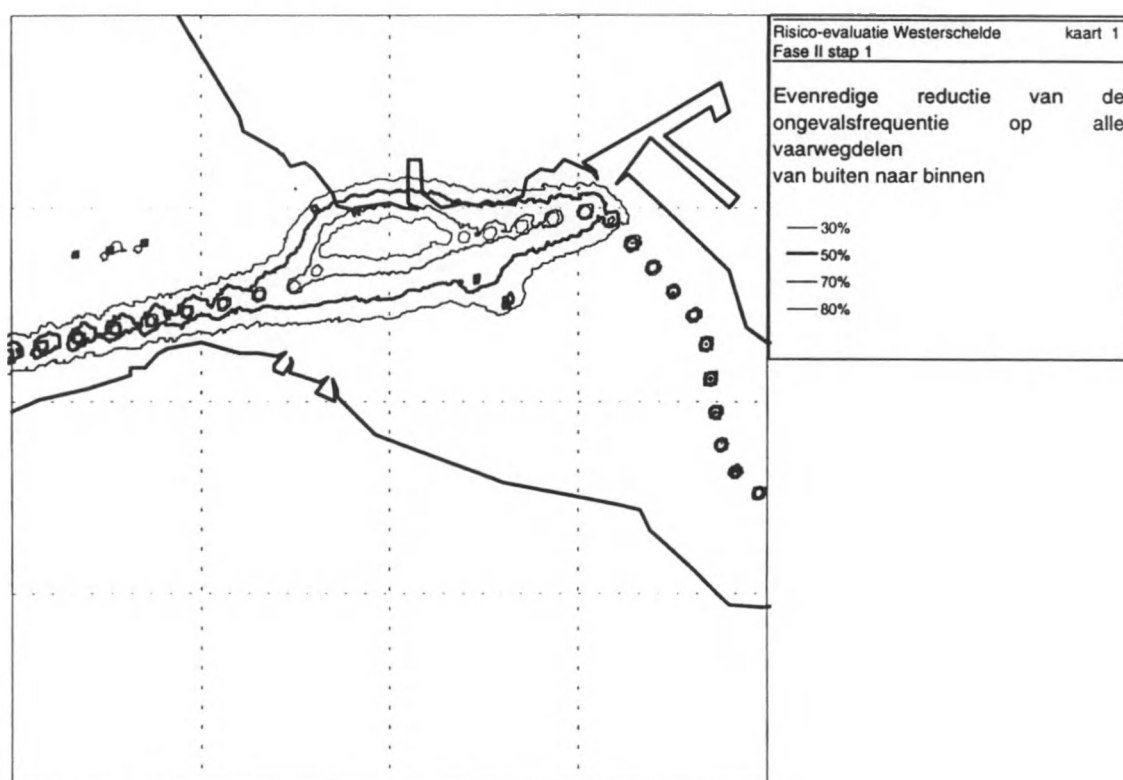
De relatief hoge kans op ongevallen wordt veroorzaakt door een complex verkeersbeeld. Belangrijke aspecten die bijdragen zijn vaart naar de ankergebieden, kruisende vaart vanaf het Oostgat en loodswisselen.

Langs Vlissingen passeert zowel toxische gassen naar Antwerpen (opvaart) en de toxische gassen afkomstig van het kanaal Gent- Terneuzen (afvaart). Het midden van de vaarweg ligt tussen de 500 en 1000 meter vanaf het centrum van Vlissingen.

5.2.3. Mogelijkheden voor risicoreductie

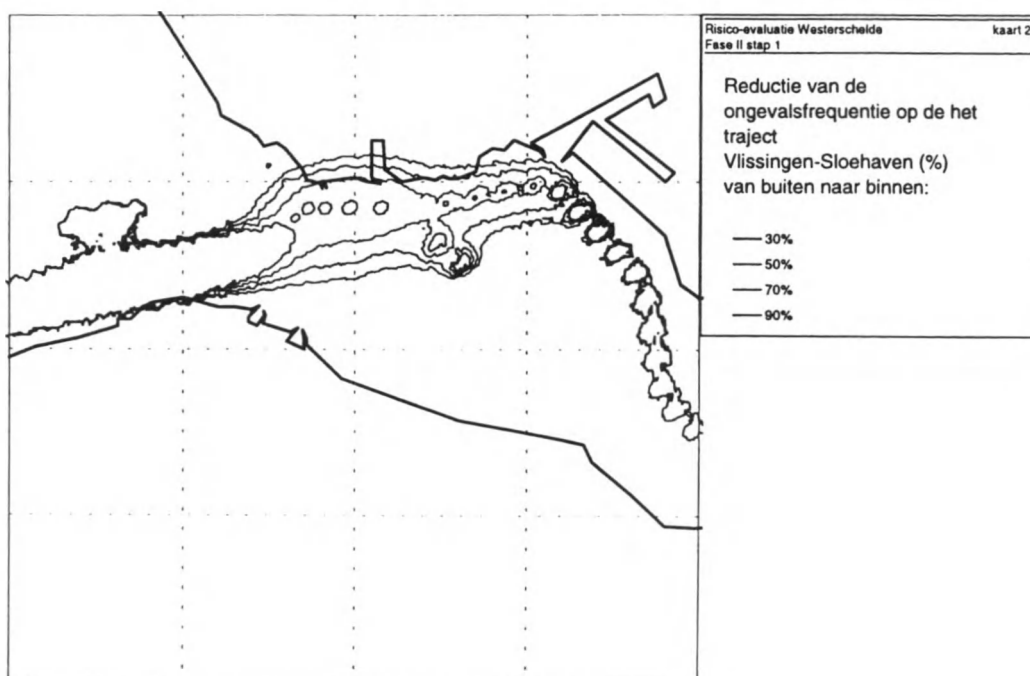
Bij de risicoreductie zijn een drietal typen reductie mogelijk. Allereerst zijn er maatregelen denkbaar zodat de uitstroomfrequentie over de gehele vaarweg wordt gereduceerd. Daarnaast zijn er locatie-specifieke maatregelen denkbaar, die voornamelijk effect hebben op het vaarwegdeel tussen Vlissingen en de Sloehaven en tenslotte zijn er maatregelen denkbaar die alleen invloed hebben op het aantal toxisch-gastransporten. Voor het vaststellen van de *gewenste* risicoreductie is de ligging van de contouren vastgesteld bij ongevalsreducties van 30%, 50%, 70% en 90% voor elk van de type reductie mogelijkheden.

Op kaart 1 zijn de contouren gepresenteerd, waarbij de ongevalsfrequentie over de gehele vaarweg homogeen afneemt.



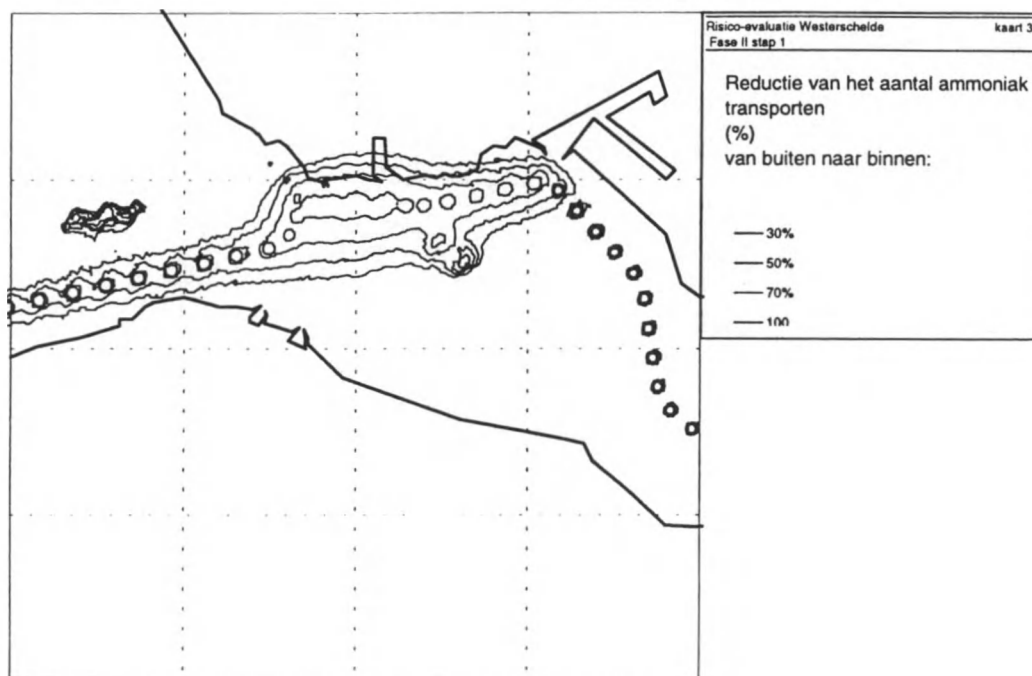
Uit de kaart blijkt dat de uitstroomkans tenminste 70% moet worden gereduceerd teneinde de contour op het water te krijgen.

Op kaart 2 zijn de figuren gepresenteerd, waarbij de genomen maatregelen uitsluitend effect hebben op de Rede van Vlissingen.



Uit bovenstaande blijkt dat ook bij maatregelen die uitsluitend effect bij de Rede van Vlissingen ten minste in 70% reductie van kans op uitstroming moet resulteren om de contour op de vaarweg te krijgen.

Op kaart 3 zijn de figuren gepresenteerd, waarbij de genomen maatregelen uitsluitend effect hebben op de uitstroomkans van toxische gassen.



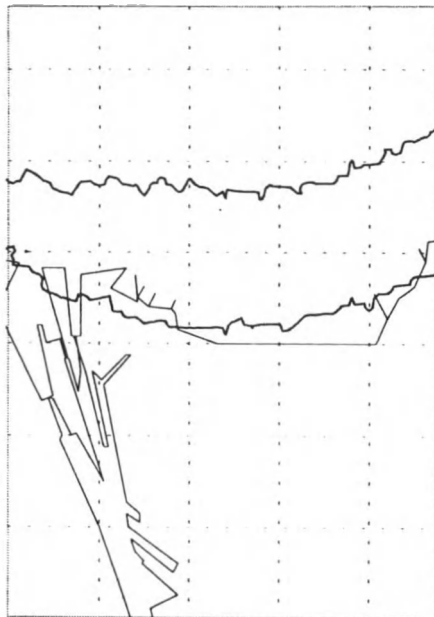
Hieruit blijkt dat ook maatregelen die betrekking hebben het vervoer van toxische gassen moeten resulteren in reductie van 70% van de uitstroomkans.

Uit de bovenstaande kaarten blijkt dat voor het vaststellen van de effectiviteit van maatregelen, alleen die maatregelen van belang zijn welke effect hebben op de reductie van de uitstroomkans van ammoniak. De maatregelen kunnen en zullen in veel gevallen ook effect hebben op het vervoer van de andere gevaarlijke stoffen.

Het verleggen van het hart van de vaarweg verder van de kust af, zal de 10^{-6} per jaar met ongeveer dezelfde afstand verschuiven. Voor de 10^{-6} over Vlissingen zal het hart van de vaarweg ongeveer 1200 m naar het zuiden worden verlegd. Door deze verlegging zal de het risicobeeld in Breskens verslechteren.

5.3. Terneuzen

5.3.1. Ligging van de contour



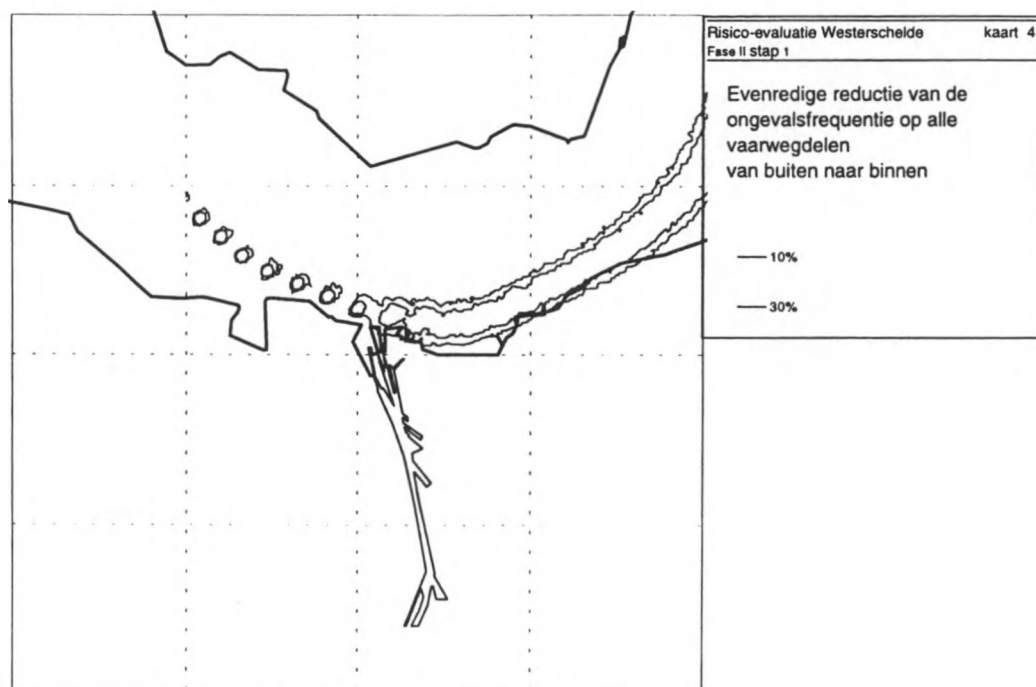
Figuur 5-2 Ir-contour 10^{-6} /jaar bij Terneuzen.

5.3.2. Oorzaken

Het risicobeeld bij Terneuzen wordt in belangrijke mate bepaald door de relatief korte afstand van het vaarwater tot de kust. Het aantal transporten met toxische gassen is relatief laag. De ongevalsfrequentie ligt 30% boven de over de vaarroutes gemiddelde ongevalsfrequentie ($4.12 \cdot 10^{-7}$ /jaar voor het traject Kanaal van Terneuzen naar Gent tot Hansweert, tegen $3.14 \cdot 10^{-7}$ gemiddeld).

5.3.3. Mogelijkheden voor risicoreductie

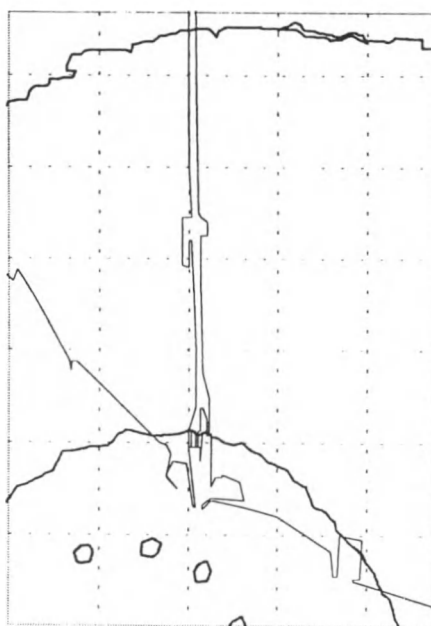
Bij Terneuzen zijn geen locatie-specifieke maatregel opgesteld. Hier wordt uitsluitend een homogene reductie beschouwd. op kaart 4 is het effect van de reductie op de kaart gegeven.



Uit de bovenstaande kaart blijkt dat het effect van de beoogde maatregelen voor de kust bij Terneuzen moet resulteren in een reductie van ongeveer 25 % in de kans op uitstroming van toxische gassen.

5.4. Hansweert

5.4.1. Ligging van de contour



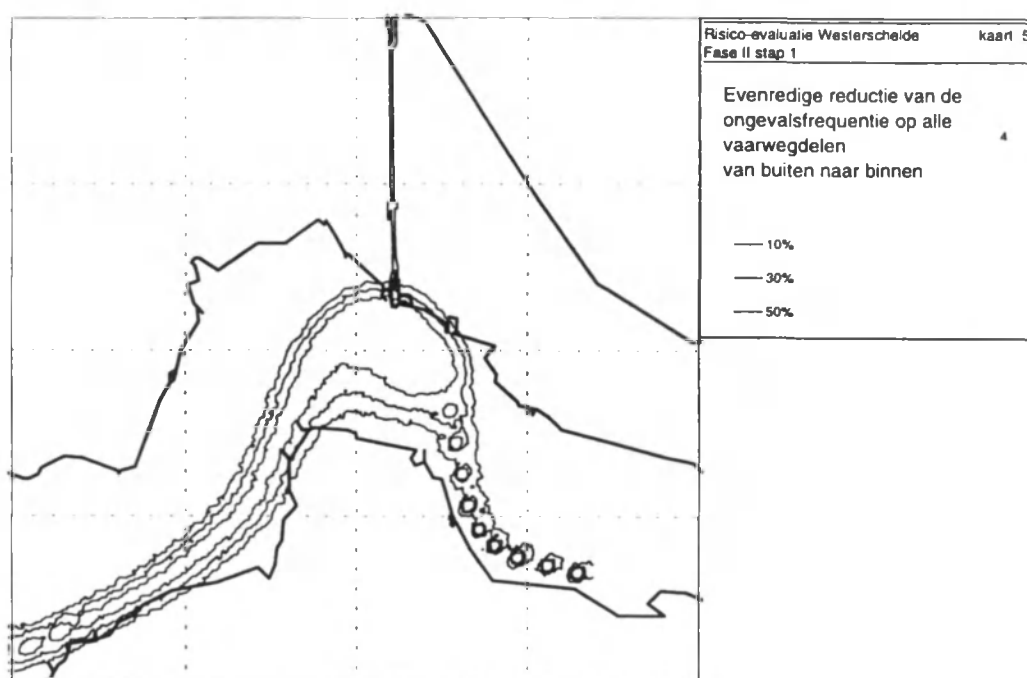
Figuur 5-3 Ir-contour 10-6/jaar bij Hansweert.

5.4.2. Oorzaken

De ongevalsfrequentie bij Hansweert is ongeveer drie keer zo hoog als de gemiddelde ongevalsfrequentie. Hierdoor wordt de contour ter plaats van Hansweert extra breed. De hoge ongevalsfrequentie wordt veroorzaakt door de relatief scherpe bocht en de opvaart vanuit het kanaal door Zuid Beveland.

5.4.3. Mogelijkheden voor risicoreductie

De ligging van de IR-contouren wordt voornamelijk bepaald door de ongevalsfrequentie direct voor Hansweert. De vaarwegdelen die verder van Hansweert afliggen dragen niet significant bij. Derhalve is één type risicoreductie beschouwd: de homogene reductie van de uitstroombrequentie. Deze is in kaart 5 gegeven.



Uit de kaart blijkt dat er een reductie van de uitstroombrequentie noodzakelijk is van tenminste 50%.

5.5. Maximaal haalbare veiligheidsniveau

Het hoogst haalbare veiligheidsniveau is het niveau waarbij de 10^{-6} per jaar contour net op het water ligt. Op deze afstanden wordt het effect van andere stoffen dan gassen relevant. Het transport van brandbare vloeistoffen zal op de vaarweg dominant zijn. Het scenario plasbrand heeft een relatief hoge ontstaanskans. De effecten van plasbrand blijven beperkt tot ongeveer 20-30 meter buiten de plas. Zodat op plaatsen waar de vaarweg dicht langs de oever loopt, de 10^{-6} contour tenminste op de oever ligt.

6. Karakteristieken van de risico-reducerende maatregelen

6.1. Inleiding

De verhoging van de externe veiligheid kan worden gerealiseerd een aantal verschillen de methodes. Een voor de hand liggende methode is het verhogen van veiligheid voor de scheepvaart in het algemeen zoals het opstellen van procedures waardoor de kans op ernstige ongevallen wordt verkleind. Een tweede methode is het verminderen van het aantal gevaarlijke transporten, door bijvoorbeeld het instellen van 'risicobudget' of het optimaliseren (naar externe veiligheid) van de transportstromen van gevaarlijke stoffen.

De maatregelen leiden in meer of mindere mate tot risicoreductie effect. Daarnaast zal de invoering van maatregelen gepaard gaan met een bepaalde inspanning. Met inspanning wordt niet alleen de financiële inspanning bedoeld, maar ook inspanningen die nodig zijn om voor het realiseren van afspraken op internationaal niveau, het realiseren van een draagvlak bij beheerders en gebruikers als ook de inspanning die nodig zijn om de betreffende maatregel te handhaven.

6.2. Lijst van mogelijke maatregelen

De maatregelen zijn onderverdeeld in zeven groepen te weten :

1. Gewijzigde beloodsing;
2. Gewijzigd vaarwegbeheer; wijzigingen vaarroutes;
3. Gewijzigd vaarwegbeheer; wijzigingen verkeersmanagement;
4. Gewijzigd vaarwegbeheer; wijzigingen VTS;
5. Herkenbaarheid van gevaarlijke transporten.
6. Vermindering van vervoerstroom gevaarlijke stoffen
7. Vergroten van de afstand tussen kwetsbare gebieden en risico-dragende activiteiten

De effecten van de laatste twee groepen zijn relatief eenvoudig te kwantificeren. De eerste vijf groepen betreffen maatregelen die de veiligheid voor (specifieke) scheepvaart verhogen. De effecten van deze maatregelen zijn moeilijk te kwantificeren.

6.2.1. Gewijzigde beloodsing

De Westerschelde varen op jaarbasis ongeveer 70000 vaarbewegingen van zee- en binnenvaart. schepen. Het merendeel van de zeevaart heeft Antwerpen als bestemming. Voor de vaart naar Antwerpen geldt een betalingsverplichting, het geen wil zeggen dat schepen van en naar Antwerpen verplicht zijn loodsgelden te betalen maar niet verplicht worden om ook daadwerkelijk een loods aan boord te nemen. Voor schepen met een Nederlandse bestemming geldt wel een zogenaamde loodsplicht. Een belangrijk deel van de zeescheepvaart wordt door loodsen over het als moeilijk bevaarbaar ervaren vaarwater geloodst. Er zijn ongeveer 600 loodsen actief op de Westerschelde. Van oudsher zijn loodsen gespecialiseerd als kanaal-, rivier en zee- loodsen. De zeeloodsen loodsen het schip ten westen Vlissingen, terwijl rivierloodsen ten oosten van Vlissingen schepen loodsen. Hierdoor wordt in veel gevallen op de Rede van Vlissingen van loods gewisseld. Een loods adviseert de gezagvoerder De gezagvoerder is eindverantwoordelijk. Afhankelijk van de ervaring mag een loods schepen uit een bepaalde lengtecategorie loodsen. Veel

loodsen zijn begonnen in een periode waarin de begeleiding van de scheepvaart minimaal was.

In deze groep van maatregelen zijn vijf maatregelen opgesteld. Deze maatregelen zijn:

Maatregel 1.1: Opvaart vanuit de Scheur/Wielingen beloodsen vanuit Breskens;

Het westgaand scheepvaartverkeer wordt specifiek beloodst vanuit Vlissingen in de noordelijke helft van het verkeersscheidingssysteem en oostgaand verkeer wordt beloodst vanuit Breskens in de zuidelijke helft van het verkeersscheidingssysteem.

Door het beloodsen van opvarende schepen vanuit een zuidpost in plaats van vanuit Vlissingen wordt het effect van het bestaande verkeersscheidingssysteem vergroot. Daarnaast vindt er een afname plaats van het aantal kruisende schepen. De complexiteit van de vaarweg neemt hierdoor af.

Maatregel 1.2: Opheffen loodswisselen rede van Vlissingen;

Op de rede van Vlissingen vindt een wisseling van rivierloods naar zeeloods en omgekeerd plaats. Bij het wisselen van de loods moet snelheid worden verminderd. In veel gevallen zal ook lij moeten worden gemaakt. Hierdoor is het gedrag van het schip voor de omgeving minder voorspelbaar, wordt de afstand tussen op- en afvaart verkleind en ontstaan er grote snelheidsverschillen tussen schepen onderling en snelheidswisselingen van het individuele schip. Het opheffen van de loodspost zal resulteren in een homogener verkeersbeeld.

Het opheffen van de loodswisseling voor de rede van Vlissingen is mogelijk door het aan boord brengen van de rivier en de zeeloods tegelijkertijd of door het opleiden en inzetten van één omnivalente loods die zowel over zee alsook over de rivier loodst. De recente ontwikkelingen blijken in die richting te tenderen.

Maatregel 1.3: Geselecteerde loodsen voor schepen met gevaarlijke stoffen;

De maatregel beoogt dat schepen met gevaarlijke stoffen, c.q. schepen die ammoniak transporteren worden beloodst door geselecteerde loodsen. De geselecteerde loodsen kunnen loodsen zijn die zich kwalitatief in positieve zin onderscheiden van de overige loodsen of bijvoorbeeld loodsen die een gedetailleerde ervaring hebben met de betreffende scheepstypes. (specialisatie op manoeuvre-eigenschappen).

Simulator-ervaringen met de binnenvaartschippers en ferry kapiteins tonen aan dat gedetailleerdere ervaring met een scheepstype tot veiligere manoeuvres leidt.

Maatregel 1.4: Snellere loodstenders;

Door de inzet van snellere tenders is het mogelijk dat zeevaart geen vaart hoeft te verminderen bij het aan en van boord gaan en minder vaak lij hoeft te maken.

Maatregel 1.5: Loodsverplichting voor ankerliggers bij slecht weer.

Onder bepaalde weersomstandigheden (ondermeer verwachting van harde wind) het verplichten om tijdens het voor anker liggen een loods aan boord te hebben, teneinde adequaat te kunnen handelen bij krabbende ankers.

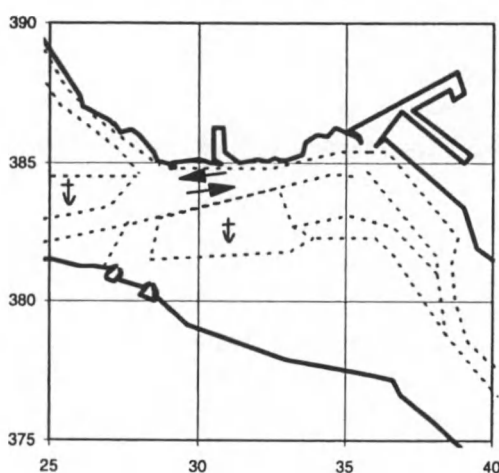
6.2.2. Gewijzigd vaarwegbeheer; wijzigingen vaarroutes;

De Westerschelde geldt als moeilijk bevaarbare rivier. Uit de ongevalsgegevens is gebleken dat voor Vlissingen de kans op een ongeval groter is dan elders op de vaarweg. De verhoogde kans wordt mede veroorzaakt door de complexe verkeerssituatie. Ten westen van de Rede van Vlissingen splits de vaarroute zich in het Oostgat en de Wielingen. Ten oosten van Vlissingen is er een scheiding in het hoofdvaarwater de Honte en het nevenvaarwater Schaar Spijkerplaat. Op dit onoverzichtelijke en druk bevaren traject zijn drie ankerplaatsen gelokaliseerd: Wielingen Zuid, Wielingen Noord en de Ankerplaats Rede van Vlissingen. Om het op- en afvarend verkeer zoveel mogelijk te scheiden is een beperkt verkeersscheidingsstelsel ingesteld. Door dit scheidingsstelsel moet de afvarende scheepvaart in de huidige situatie in plaats van een rechte koers twee keer een belangrijke koerswijziging varen. De voorgestelde maatregelen zijn er met name op gericht de complexiteit op de Rede van Vlissingen te verminderen.

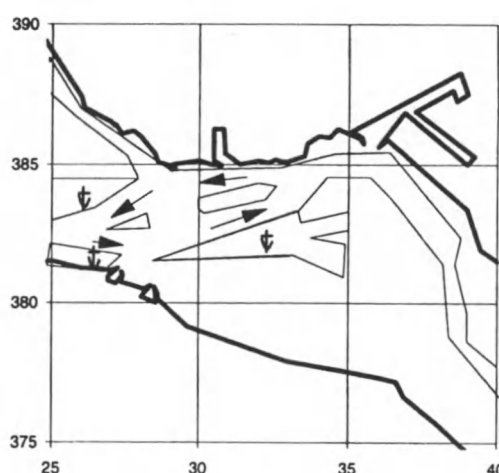
In deze groep zijn vier maatregelen beschouwd. Dit zijn:

Maatregel 2.1: Uitbreiden verkeersscheidingsstelsel

Het bestaande verkeersscheidingsstelsel wordt uitgebreid door een deel van het ankergebied Rede Vlissingen en Wielingen-Zuid aan te passen. Hierbij moeten eveneens enige wrakken worden geruimd. In figuur 6.1 is de huidige situatie gegeven. In figuur 6.2 is het verruimde verkeersscheidingsstelsel gegeven.



Figuur 6-1 Oude situatie



Figuur 6-2 Situatie met een verruimd verkeersscheidingsstelsel

Voor deze maatregel is het noodzakelijk het ankergebied Rede van Vlissingen en het ankergebied Wielingen Zuid te verkleinen.

Maatregel 2.2: Aanpassing betonning en in/uitvaarseinen

Onder deze ene noemer ressorteren drie sub-maatregelen:

1. Het voorzien van betonning in de binnenbocht van de overloop van Hansweert met radarantwoord apparatuur (RACON) om verwarring met andere echo's (echo's van recreatie vaart e.a. kleine schepen) te voorkomen. Hierdoor ontstaat een duidelijk herkenbare vaarweg.

2. Uitvaartseinen op de koppen van de havenhoofden te Hansweert Walsoorden, de veerhaven in Terneuzen en de buitenhavens van de sluizen. (aangeven wanneer opvaart op veilige wijze kan plaatsvinden)
3. Wijzigen van de betonning waarbij de boeien in "zig-zag" patronen met wisselende lichtkarakters worden gewijzigd in een betonning die paarsgewijs tegenover elkaar liggen met gelijke lichtkarakters en eventueel ongelijke kleur (vergelijk de betonning in wat voorheen het Straatje van Willem werd genoemd) Door het "poort-karakter" wordt de positie op de vaarroute duidelijker; zodat de noodzaak van een koerswijziging dan wel een gevaarlijke afwijking van de te lopen koers eerder wordt onderkend

Maatregel 2.3: Opheffen ankergebied Vlissingen Rede

Het ankergebied Rede van Vlissingen wordt op jaarbasis door ongeveer 3000 schepen bezocht. Veel ongelukken vinden plaats tussen de normale doorgaande vaart en schepen die naar de anker plaats toegaan, dan wel de ankerplaats verlaten. Vanwege de slechte ankergrond is het mogelijk dat schepen het hoofdvaarwater op driften.

Er zitten drie belangrijke aspecten aan de maatregel dit zijn

- De vaarweg wordt overzichtelijker;
- Aantal manoeuvres neemt af voor de rede van Vlissingen;
- De mogelijkheid van schepen die het vaarwater op driften wordt uitgesloten.

Maatregel 2.4: Afsluiten Oostgat voor alle zeevaart

Het afsluiten van het Oostgat reduceert het aantal kruisende bewegingen direct voor Vlissingen. De maatregel was voor een aantal respondenten niet bespreekbaar.

6.2.3. Gewijzigd vaarwegbeheer; wijzigingen verkeersmanagement;

Naast de maatregelen uit groep 2, die er op gericht zijn de veiligheid te verhogen door verhoging van de veiligheid door aanpassing van vaarroutes, zijn er maatregelen die meer in de sfeer van het management liggen. De maatregelen hebben over het algemeen een werkingsgebied over de gehele Westerschelde.

In deze groep zijn zes maatregelen beschouwd. Dit zijn

Maatregel 3.1: Scheiden verkeerssoorten en instellen vaarroutes;

Schepen met een gevaarlijke lading worden verplicht over de hoofdvaargeul te varen. Waar mogelijk voor recreatievaart verplichte routes ("fietspaden"); Binnenvaart en kleine zeevaart over nevenvaargeulen tenzij de hoofdvaargeul hiervoor onevenredig vaak wordt gekruist. (bijvoorbeeld binnenvaart langs Middelgat en zeevaart over de Overloop van Hansweert).

Hierdoor wordt de scheepvaartintensiteit op de hoofdvaargeulen verlaagd. Anderzijds wordt de kans op een ongeval verhoogd door dat het aantal kruisende schepen toeneemt.

Maatregel 3.2: Verplichte vrije ruimte rondom schip/oploopverbod;

Het voorschrijven van een vrije ruimte rondom een schip dat geladen is met vloeibare toxische gassen (schepen die leeg maar niet gasvrij zijn vallen

dus niet onder deze maatregel), waarbij afhankelijk van de positie op de rivier een oploopverbod dan wel oploop en verbod op kruisen; dan wel zelfs een verbod om dergelijk schip te ontmoeten wordt ingesteld.

Een kans op een aanvaring van een ammoniak schip wordt geminimaliseerd. Een dergelijke maatregel is door de Belgische overheid ingesteld bij de LNG aanlanding in Zeebrugge. Doordat de maatregel betrekking heeft op volle ammoniakschepen blijft de regulering van de scheepvaart tot één à twee keer per week beperkt. Dit betreft de regulering van het traject Noordzee-Terneuzen. Voor de helft de ammoniak transporten moet bovendien het traject Terneuzen Antwerpen/ Belgische grens worden gereguleerd.

Maatregel 3.3: Varen met verminderde snelheid;

Het instellen van een snelheidslimiet op (een deel van) de Westerschelde. Door de lagere snelheid neemt de remweg af. De kans op een effectieve koerscorrectie is groter. Daarnaast neemt de tijd toe om op adequate wijze maatregelen te nemen; en, zeker niet op de laatste plaats, zal doordat de snelheidsverschillen kleiner zijn het aantal oploop manoeuvres afnemen. Tenslotte zal de vaarweg voor binnenvaart veiliger worden omdat de hoogte van de hekgolven afneemt.

Maatregel 3.4: Tijpoort gevaarlijke stoffen instellen;

Deze maatregel is aanvankelijk opgenomen in de enquête. Bij nadere analyse bleek dat deze maatregel niet realiseerbaar is.

Maatregel 3.5: Specifieke begeleiding gasschepen;

Schepen met gevaarlijke lading worden voorgevaren door een dienstvaartuig met blauw zwaailicht. Hierdoor is er een betere identificatie van deze schepen met gevaarlijke lading.. Vanuit het dienstvaartuig kan scheepvaartverkeer in situ worden geregeld. Een dergelijke maatregel is op Belgische traject van de Westerschelde van kracht voor alle artikel 25 schepen.

Maatregel 3.6: Optimalisering SRK (relay-tracer systeem).

Het labelen van schepen met vloeibare gassen zodat deze op het radarbeeld identificeerbaar zijn. Dit is voor een beperkt aantal schepen mogelijk omdat hiervoor een geavanceerde radar installatie noodzakelijk is. Naar verwachting zal pas over tien jaar een belangrijk deel van de vloot daarmee uitgerust zijn.

6.2.4. Gewijzigd vaarwegbeheer; wijzigingen VTS;

■ **Ontwikkeling van het VTS**

Vanaf de beginjaren '70 is er op de Westerschelde een systeem voor verkeersbegeleiding in ontwikkeling. In 1993 heeft dat geleid tot de realisatie van de huidige Schelde Radarketen, met posten in Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Zandvliet. De SRK is opgesteld vanuit de Belgische filosofie van veilige en vlotte doorvaart naar de Antwerpse havens. In het begin ontbrak het aan een Nederlandse filosofie.

De SRK wordt grotendeels door de Belgische overheden gefinancierd.

De ontwikkeling van de SRK heeft plaatsgevonden zonder dat in voldoende mate rekening is gehouden met de gebruikers van het systeem. Een belangrijke groep gebruikers betreffen Nederlandse en Belgische loodsen. Hierdoor is er een spanningsveld ontstaan tussen de verkeersbegeleiding enerzijds en loodsen anderzijds. Op dit moment wordt getracht om een zo breed mogelijk overleg te creëren tussen de diverse actoren op de Westerschelde. Dit heeft ondermeer geleid tot de oprichting van het SNO, de stuurgroep nautisch overleg. Hier worden ondermeer problemen tussen de actoren besproken.

■ Omschrijving

Via marifoonkanalen kan informatie worden verstrekt aan de scheepvaart op de Westerschelde. Indien voor de veiligheid op de Westerschelde noodzakelijk, is het elke VTS-functionaris mogelijk dwingende bepalingen door te geven aan de scheepvaart. De verkeersbegeleiders informeren scheepvaart. De afspraak is dat dit gebeurt op verzoek van loodsen. De voertaal is Nederlands.

Ongeveer 600 Belgische en Nederlandse loodsen zorgen op de Westerschelde voor een veilige vaart.

Er zijn vijf posten. Zeebrugge, Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Zandvliet. Ieder post heeft een eigen stijl ontwikkeld in de mate waarin de scheepvaart wordt geïnformeerd. Tussen de posten onderling bestaan relatief grote verschillen. De verkeerspost in Vlissingen is het meest terughoudend in het informeren.

In deze groep zijn twee maatregelen beschouwd. Dit zijn

Maatregel 4.1: Actievere verstrekking van informatie door de SRK

Er is een afspraak tussen loodsen en het VTS dat het initiatief voor informatie bij de loodsen ligt. De maatregel omvat het informeren van scheepvaart over de activiteiten van andere schepen (als anker-op en anker-af gaan), bevestigen van afspraken tussen schepen onderling en het aangeven dat een schip een gevaarlijke koers vaart.

Maatregel 4.2: Management door SRK.

Het SRK kan gebruikt worden voor een vergaand verkeersmanagement-systeem dat vergelijkbaar is met een Air Traffic Control. Schepen worden in een bepaald "slot" in gepland. Reserveringen van loodsen, sluizen en havenplaatsen zijn gekoppeld aan een "slot". Als het schip een bepaalde slottijd haalt, dan kan dit schip zonder verdere wachttijden direct naar de ligplaats worden gevaren. Deze wijze van werken verhoogd de efficiëntie door een 'op maat gesneden' capaciteitsplanning en beperkt de vaarsnelheden. De ScheldeRadarketen is zeer geschikt voor regulerende en coördinerende taken. Het SRK heeft overzicht van de gehele scheepvaart op de Westerschelde en is, idealiter op de hoogte van de voorgenomen acties. Door optimale planning kan congestie op de vaarweg in veel gevallen worden voorkomen.

6.2.5. Herkenbaarheid van gevaarlijke transporten.

Het vergroten van de herkenbaarheid van schepen met gevaarlijke stoffen, bijvoorbeeld door vaartuigen van een opvallende kleur te voorzien. Hierdoor zal het overige scheepvaartverkeer in meer of mindere mate zijn vaargedrag aanpassen.

In deze groep is één maatregel beschouwd,

Maatregel 5.1: Het visueel herkenbaar maken van schepen met gevaarlijke stoffen.

6.2.6. Vermindering van vervoerstroom gevaarlijke stoffen

Vermindering van de vervoerstroom op de Westerschelde kan plaatsvinden door rationalisering van de vervoersstroom. Uit de jaarbalans bij de monding van de blijkt dat voor een aantal stoffen de 'invoer' als ook 'uitvoer' significant bijdragen aan de totale transportstroom. Dit betekent dat het aantal transporten groter is dan strikt op basis van vraag en aanbod noodzakelijk is. Door, uit het oogpunt van de externe veiligheid, optimale afspraken tussen aanbieders en afnemers kan bij Vlissingen voor een aantal gevaarlijke stoffen het aantal transporten met maximaal 50% gereduceerd worden.

Bij deze groep is één maatregel beschouwd. Dit is:

Maatregel 6.1: Reductie van het aantal ammoniak transporten.

De omvangrijke risicocontouren worden in belangrijke mate door het transport van ammoniak veroorzaakt. Uit de jaarbalans van ammoniak blijkt dat het aantal geladen ammoniakschepen die de Westerschelde opvaren ongeveer gelijk is aan het aantal afvarende schepen die geladen zijn met ammoniak.

6.2.7. Vergroten van de afstand tussen kwetsbare gebieden en risico-dragende activiteiten

Door activiteiten daar te situeren waar de afstand tot de bevolking maximaal is, zal het individueel risiconiveau ter plaatse van de bebouwing afnemen.

Bij deze groep zijn twee maatregelen beschouwd.

Maatregel 7.1: Verleggen van de vaarroute voor de Rede van Vlissingen

Een belangrijk aspect van de geïdentificeerde knelpunten is dat de vaarweg dicht bij de bebouwing ligt. Bij Vlissingen kan door het verleggen van de as van de vaarweg de gemiddelde afstand van de vaarroutes tot Vlissingen worden vergroot.

Maatregel 7.2: Verleggen van de vaarroute voor de Rede van Vlissingen

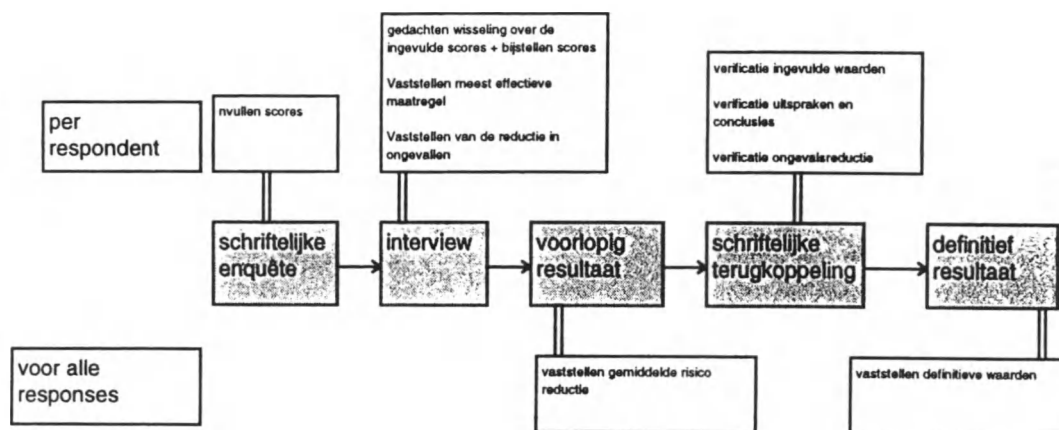
6.3. Kwantificeren de risicoreductie van de maatregelen

De opgestelde lijst met maatregelen zijn geëvalueerd met behulp van een expertmeningen onderzoek. De volgende personen hebben aan dit onderzoek deelgenomen:

G. Dijkstra	kapitein grote handelsvaart, veiligheidsdeskundige SHELL,
C. Glansdorp	scheepvaart deskundige,
P. Kluytenaar	nautisch deskundige,
J. Konink	onderzoeker Scheepvaartinspectie,
H. Prins	beleidsmedewerker RWS Directie Zeeland,
C. De Vrie	loods te Terneuzen, Regionale Loodsencoöperatie Scheldemonden,
R. Vanhuyse	directeur Loodswezen Antwerpen,
M Visser	plv. hfd. Scheepvaartdienst Westerschelde.

De rapportage van dit onderzoek is in bijlage 1 opgenomen.

Het expertmeningen onderzoek is middels vijf onderzoeksstappen gerealiseerd. In figuur 6. 2 zijn deze stappen gegeven



De eerste stap betreft een schriftelijke enquête. De enquête is in bijlage 1 als addendum 1 opgenomen. Hierin zijn de effecten en de inspanningen die nodig zijn om de maatregelen te effectueren onderzocht. Als effecten zijn beschouwd:

- de invloed van de maatregel op de ernst van de ongevallen;
- de invloed van de maatregel het aantal ernstige ongevallen;
- de invloed van de maatregel het aantal minder ernstige ongevallen;
- de invloed van de maatregel het aantal lichte ongevallen.

De respondent kon bij de beantwoording van de vraag kiezen uit vijf opties:

- neemt sterk af,
- neemt merkbaar af,
- geen effect,
- neemt merkbaar toe,
- neemt sterk toe.

Als inspanning zijn beschouwd:

- de financiële gevolgen voor de vaarwegbeheerder;
Hiermee worden de kosten bedoeld die de vaarwegbeheerder moet investeren om de maatregel te kunnen realiseren. Het loodswezen wordt in deze enquête als onderdeel van het vaarwegbeheer beschouwd.
- de financiële gevolgen voor de vaarweggebruiker;
Hiermee worden de kosten bedoeld die de vaarweggebruiker (scheepvaart) moet investeren om te voldoen aan de nieuwe eisen.
- de inspanningen die nodig zijn om een draagvlak bij vaarwegbeheerder /gebruiker te creëren;
- de inspanningen die nodig zijn voor de handhaving van de maatregel.
- de inspanningen die nodig is voor internationale afspraken.
Hiermee worden de inspanningen bedoeld die nodig zijn om de maatregel internationaal geaccepteerd te krijgen, bijvoorbeeld overleg met de Belgisch/ Vlaamse overheden en IMO.

De respondent kon bij de beantwoording van de vraag kiezen uit vijf opties:

- amper,

- redelijk,
- aanzienlijk,
- zeer aanzienlijk,
- niet realiseerbaar.

Na de schriftelijke enquête zijn de participanten geïnterviewd. De interviews hebben plaatsgevonden in een vast stramien. gerangschikt in vijf hoofdstukken:

- Informatie over de geënquêteerde,
- De bevindingen van de geënquêteerde betreffende de duidelijkheid en volledigheid van de enquête;
- hoofdstuksgewijze bespreking van de maatregelen met
 - bespreking van de maatregelen;
 - de maatregelen in volgorde van effectiviteit;
 - risicoreductie tengevolge van de meest effectieve maatregelen
- bespreking van het effect van de maatregelen op de selecteerde ongevallen.

De gemiddelde tijdsduur van een interview bedraagt 7 uur.

De bevindingen van de respondenten zijn in een verslag samengevat. Dit verslag en de door de respondent ingevulde enquête is, ter verificatie naar de respondenten toegestuurd. Wijzigingen in de beantwoording van de vragen en aanmerkingen op de vastgestelde reductiefactoren konden in een apart daartoe bijgevoegd vragenformulier worden ingevuld.

De doorgegeven wijzigingen hadden slechts een beperkte invloed op het uiteindelijk resultaat.

6.4. Resultaat enquête

De experts zijn nagenoeg unaniem van mening dat een aantal maatregelen niet of relatief weinig bijdragen aan de verbetering van het externe risico-beeld. Deze maatregelen zijn:

- 1.3 Maatregel: Speciale loodsen voor gevaarlijk verkeer
- 2.2 Maatregel: Aanpassing van betonning en in- /uitvaarseinen
- 3.1 Maatregel: Scheiden verkeerssoorten en instellen vaarroutes
- 3.5 Maatregel: Specifieke begeleiding gasschepen
- 3.6 Maatregel: Optimalisering SRK (relay-tracer systeem)
- 5.1 Maatregel: Herkenbaarheid van gevaarlijke transporten d.m.v. seinen, lichten, aanduiding lading op schip

De maatregel "2.4 Maatregel: Afsluiten Oostgat voor alle zeevaart" is niet nader beschouwd omdat een aantal respondenten dit geen reële optie vonden.

De volgende maatregelen dragen wel bij aan het verbeteren van het risicobeeld:

- 1.1 Maatregel: Loodswisselen (Noord-/Zuidloodsstation)
- 1.2 Maatregel: Opheffing loodswisselen rede van Vlissingen
- 1.4 Maatregel: Snellere loodstenders
- 1.5 Maatregel: Loodsverplichting voor ankerliggers tijdens slecht weer
- 2.1 Maatregel: Uitbreiden verkeersscheidingsstelsel Vlissingen
- 2.3 Maatregel: Opheffen ankergebied Vlissingen Rede
- 3.2 Maatregel: Verplichte vrije ruimte rondom schip/ oploopverbod

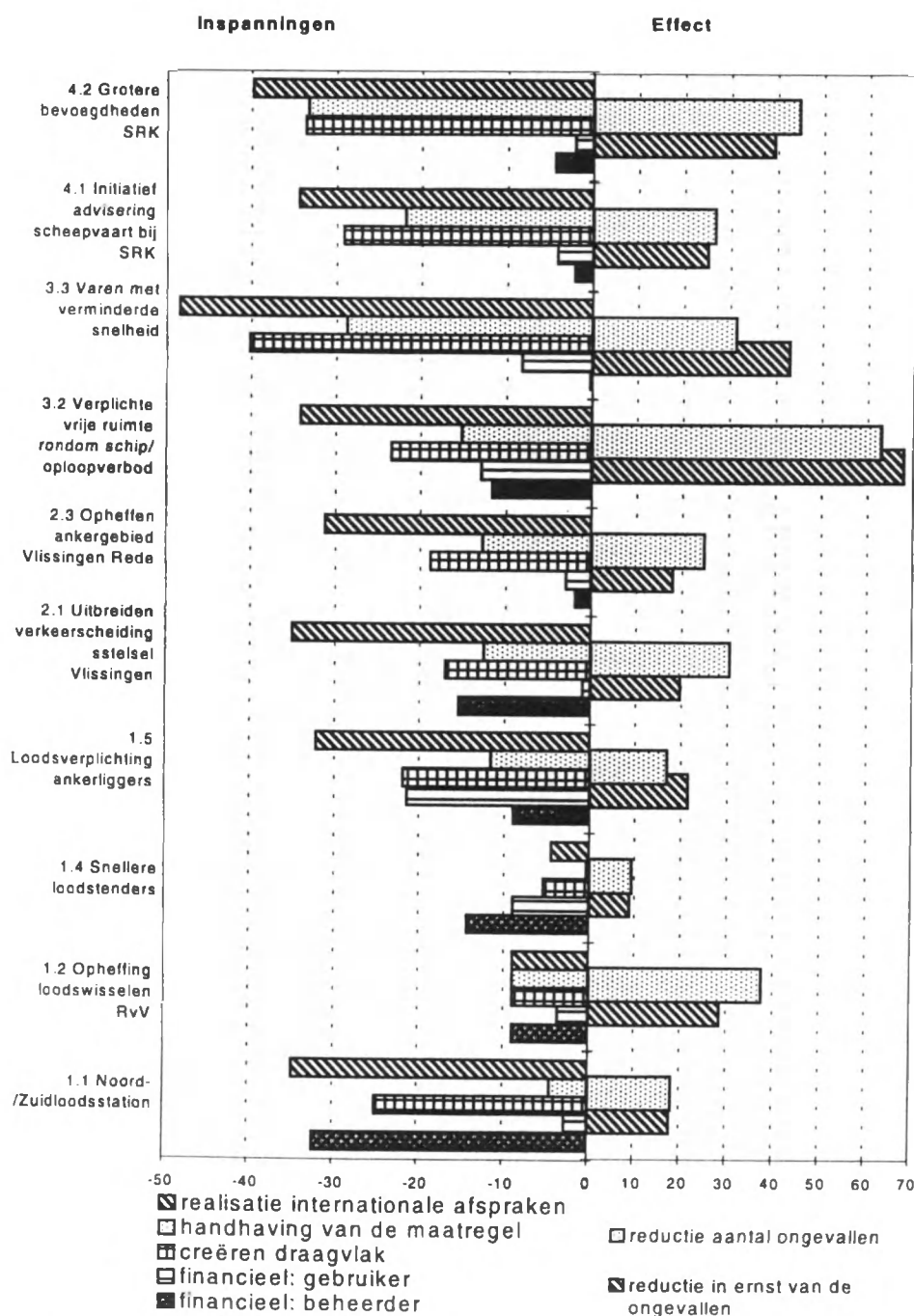
3.3 Maatregel: Varen met verminderde snelheid

4.1 Maatregel: Initiatief advisering scheepvaart bij SRK

4.2 Maatregel: Grotere bevoegdheden SRK

6.4.1. Overzicht

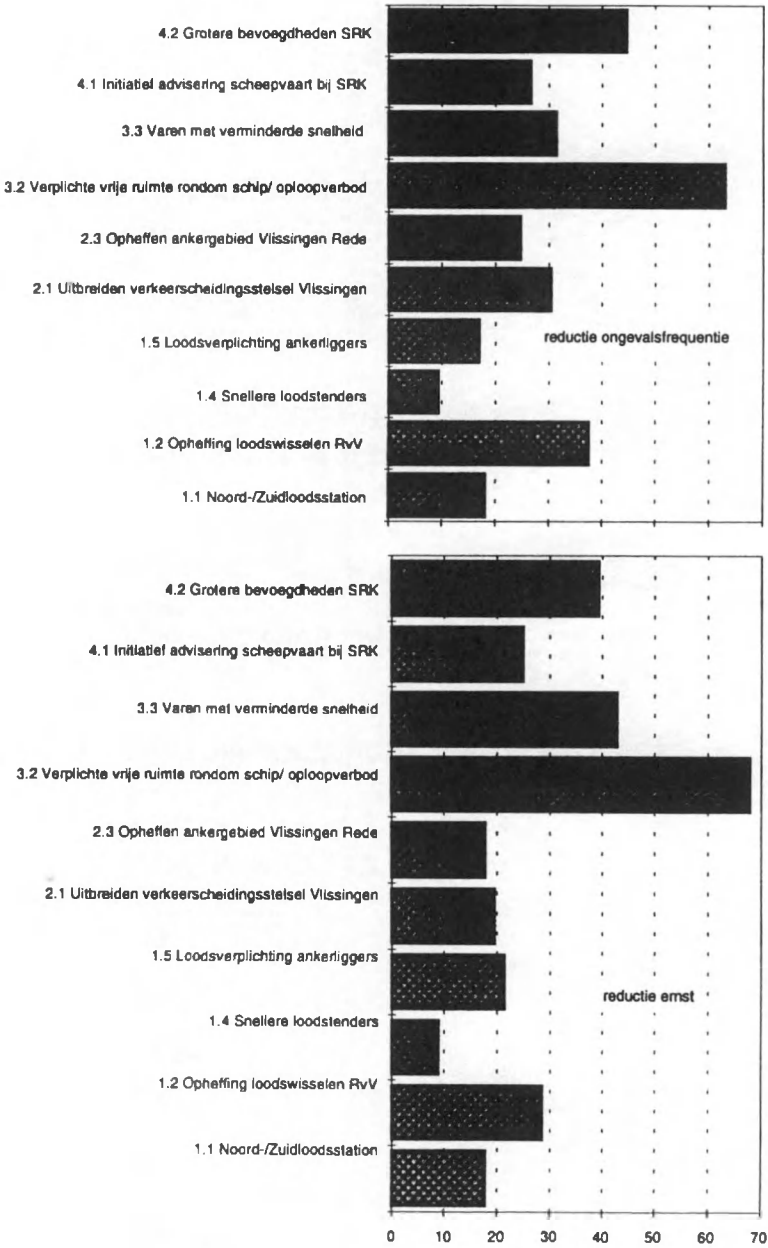
In figuur 6.3 zijn de resultaten van de enquête gegeven.



Figuur 6.3 Samenvattend resultaat van het expertmeningen onderzoek

6.4.2. Effecten

Verticaal zijn per maatregel effecten en inspanningen uitgezet tegen het percentage van de maximaal haalbare score. Aan de linker kant, negatief gewaardeerd, zijn de kosten weergegeven. Aan de rechterkant, positief gewaardeerd, is het effect van de maatregel op de reductie van het aantal ongevallen en de ernst van de ongevallen weergegeven.



Figuur 6.4 Effecten van maatregelen.

■ Reductie ongevalsfrequentie

In figuur 6.4 zijn de effecten van de maatregelen weergegeven. Verticaal zijn per maatregel effecten uitgezet tegen het percentage van de maximaal haalbare score. Op de horizontale

as is het effect van de maatregel op de reductie van het aantal ongevallen (bovenste grafiek) en de ernst van de ongevallen weergegeven (onderste grafiek).

Maatregel 3.2 "Verplichte vrije ruimte rondom een ammoniak schip" blijkt de meest effectieve maatregel te zijn. De risicoreductie bedraagt 60% en heeft uitsluitend betrekking op het vervoer van toxische gassen. Deze maatregel wordt gevolgd door maatregel 4.2, "Grotere bevoegdheden van het SRK" en maatregel 1.2 "Opheffen loodswisselen rede van Vlissingen". De risicoreductie bedraagt ongeveer 40%.

De maatregelen 1.1(Noord-Zuid loodsstation), 1.4 (snellere loodstenders) en 1.5 (loodsverplichting ankerliggers) hebben relatief geringe risicoreductie. Deze risicoreductie van deze maatregelen bedraagt tussen de 10% en de 20%. De overige maatregelen resulteren in een risicoreductie van ongeveer 30%.

De maatregel 2.3 Opheffen ankergebied Vlissingen Rede en de maatregel Opheffen loodswisselen zijn aan de hand van het ongevallenbestand nader geanalyseerd. Tussen 1990 en 1994 zijn bij het loodswisselen de volgende ongevallen gerapporteerd:

Ongevallen die gerelateerd zijn aan het loodswisselen Vlissingen rede				
code	jaar	maand	tijdstip	omschrijving
900056	1990	jan	00:50	vr.1 op weg naar Antwerpen kreeg bewesten d e wrakboeien 138 een rivierloods aan boord. toen deze op de brug kwam kon hij de boeien niet meer reglementair passeren ,door de sterke vloedstroom werd hij naar de oost weggezet, na enig gemanooeuvreer weigerde de motor en raakte hij vr.2
921055	1992	nov	0430	Vtg (1) ging b.b. rond om de loods van boord te laten, dus lij te maken. Het afvarende Vtg (2) lag een W. koers voor en wilde, lij makende Vtg (1) bezuiden passeren(groen op groen).Toen de loods van de Vtg (1) van boord was gehaald, was de Vtg (2) Vtg (1). reeds dicht genaderd. Vtg 1. lag inmiddels al een Z.O. koers voor in zijn rondtorn. Echter begon Vtg (1) weer naar s.b. te boorden en kwam kort daarop in aanvaring met zijn b.b. voorschip tegen de s.b. flank van de Vtg (2)
940050	1994	jan	0300	De Vtg(2) lag ten anker op de rede van Vlissingen. Vtg(1) kwam, onder loodsaanwijzing met een aanzienlijke snelheid vanuit het Oostgat de rede van Vlissingen opvaren, hier werd van loods gewisseld, tijdens dit wisselen ontstond er gevaar voor aanvaring en gaf de kapitein orders een anker te presenteren, hierdoor zwaaide 1 onder invloed van wind en stroom, tegen de kop van 2, beide schepen liepen schade op.

Deze ongevallen resulteerden in 4 schepen met schade in de schadeklasse 2 en 2 schepen met schade in de schadeklasse 4. In deze periode zijn er in totaal 12 schepen met schadeklasse 2 of meer op de Rede van Vlissingen geregistreerd. Dus 50% van het aantal schepen met schadeklasse 2 of meer is gerelateerd aan het loodswisselen.

Op basis van deze gegevens kan een risicoreductie van 40% reëel geacht worden.

In de volgende tabel zijn over dezelfde periode de volgende ongevallen met ankerliggers op de Rede van Vlissingen geregistreerd.

Ongevallen die gerelateerd zijn aan ankeren op de Rede van Vlissingen				
code	jaar	maand	tijdstip	omschrijving
900018	1990	jan	18:30	Vtg.1 onderweg van Antwerpen naar Zweden moest door het slechte weer ten anker komen op de Rede van Vlissingen in pos.147,5 graden afstand 1,07 M vanaf het Roeiershoofd maar raakte op drift en strandde aan de biutenzyde van het groene 131 havenlicht na eerst de ton VR6 geraakt te hebben.
900175	1990	feb	13:55	van de Vtg(1) is vermoedelyk het anker gaan krabben en is vervolgens met de sterke, als gevolg van het springty, vloedstroom tegen Vtg(2) aangedreven
900634	1990	aug	11:25	De Vtg(2) lag geankerd op de Rede van Vlissingen. De Vtg(1) had douane personeel afgezet aan boord van 2 en had zich weer van 2 verwijderd om op veilige afstand te wachten. Schipper van de 1 ging vervolgens zijn administratie bijwerken in de veronderstelling dat de koppeling vrij stond. Dat was niet het geval. 1 kwam in aanvaring met de 2.
900820	1990	feb	11:00	de Vtg lag geankerd op de rede van vlissingen, tijdens een zware storm drafte dit schip ondanks gebruik van 2 ankers. en strandde op de zandbak spijkerplaat, de kapitein wilde op eigen kracht vlot komen, dit lukte niet, en verspeelde daarbij een anker en een anketlier brandde door waaardoor het bakboorsanker niet thuisgehaald kon worden,na wat om zwervingen waarbij vermoedelijk het ponton de zeekat werd aangevaren, kwam het schip weer vlot en voer vervolgens richting zee en voer vermoedelijk, met zijn krabbende anker 4 over de glasvezelkabel t.h.v. boei W6, waarbij deze glasvezelkabel is vernield.
910491	1991	juni	0012	tijdens het ankerdraaien op de rede van Vlissingen werd er door de Vtg1 aan b.b. lei gemaakt om de loods aan boord te nemen de redeboot 12 kwam bij deze manoeuvre echter met zo'n klap opzij dat er schade ontstond aan de gangway van de Vtg, deze schade werd echter in de sluis van Terneuzen geconstateerd en gemeld.
910980	1991	dec	0135	de Vtg 1 en de Vtg2 komen nagenoeg tegelijkertijd ankerop in het ankergebied Vlissingen Rede met bestemming Antwerpen de Vtg 2 vertrekt vanuit een meer W. gelgen positie. Er liggen veel ankerliggers Vtg 2 laat schip voorgaan en daait vervolgens noord van, de boei H/ss de Honte in.de Vtg1 komt vanuit de Zuid het ankergebied uit, de H-ss b.b. houdend en komt in aanvaring met de Vtg 2 in het vaarwater de Honte.de Vtg 2 heeft kopschad,de Vtg 1 heeft schade aan b.b. in de zij t.h. v. het dekhuis tussen ruim 3 en 4.
920177	1992	jan	1530	de Vtg 1 lag tenanker op de Rede van Vlissingen en voerde de seinvoering van een ankerligger,het schip had juist de zeeloods aan boord gekregen en was

Ongevallen die gerelateerd zijn aan ankeren op de Rede van Vlissingen

code	jaar	maand	tijdstip	omschrijving
				bazig met klaarmaken voor vertrek, er liep een vloedstroom van 5 km. de inkomende Vtg 2 was bemand met een ned. loods, thv. boei VR6. de loods gaf opdracht om 131 graden te sturen en beide motoren op vol vooruit om vervolgens via het nevenvaarwater Schaar van de Spijkerplaat richting Antwerpen te varen, hierbij werd hij door de vloedstroom richting Vtg 1 weggezet., de loods wilde toch nog voorlangs de Vtg 1 passeren ,maar raakte hem toch nog. de Vtg1 moest eerst repareren ,voor hij naar zee mocht vertrekken.
930580	1993	okt	1110	De Vtg (1) lag ten anker op NB 51-23-36 en OL 03-44-36. Kort voor de kentering ging het schip driften, Tengevolge hiervan liep 1 aan de grond.
940050	1994	jan	0300	De Vtg(2) lag ten anker op de rede van Vlissingen. De Vtg(1) kwam, onder loodsaanwijzing met een aanzienlijke snelheid vanuit het Oostgat de rede van Vlissingen opvaren, hier werd van loods gewisseld, tijdens dit wisselen ontstond er gevaar voor aanvaring en gaf de kapitein orders een anker te presenteren, hierdoor zwaaide 1 onder invloed van wind en stroom, tegen d kop van 2, beide schepen liepen schade op.

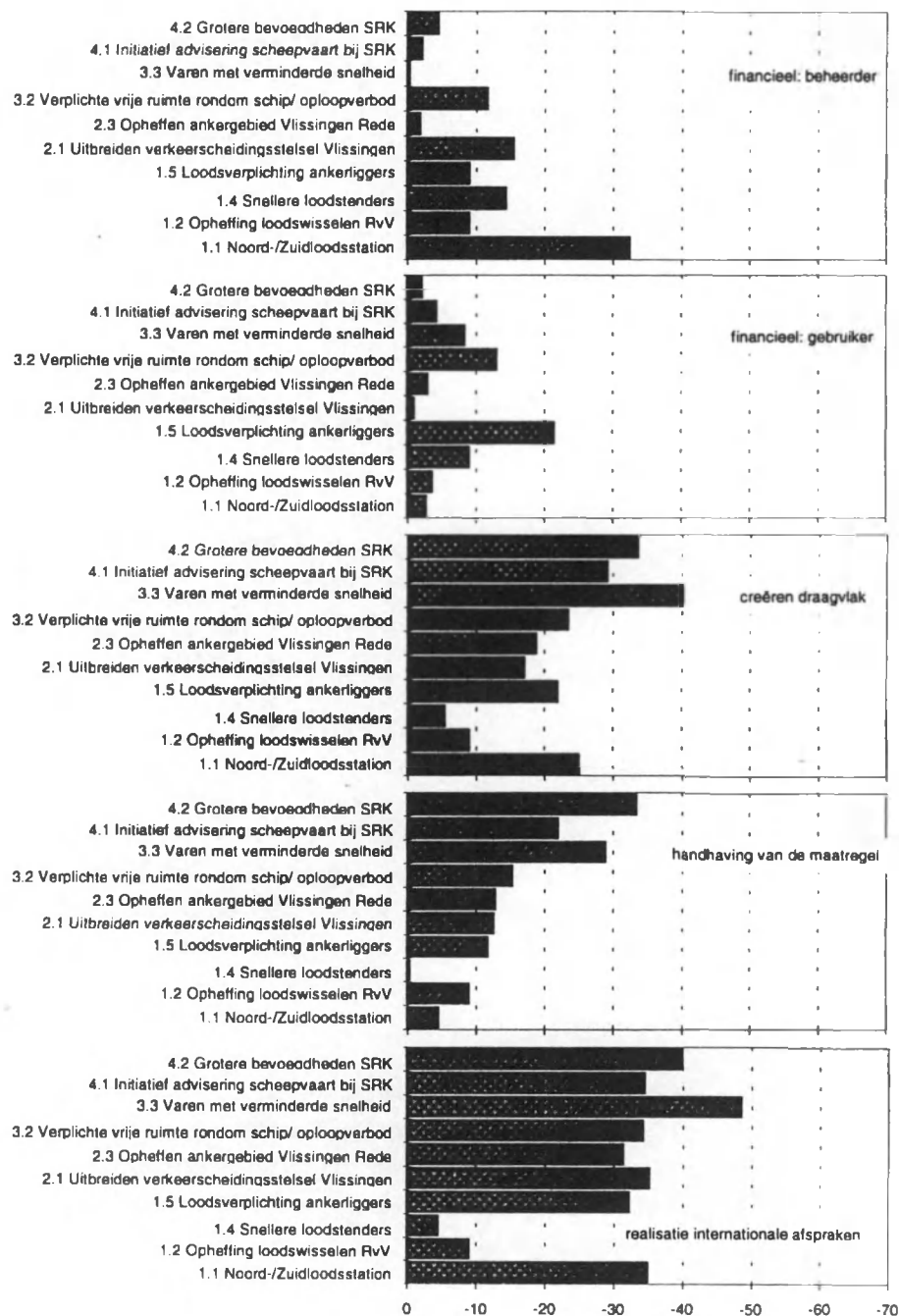
In totaal zijn in het ongevallenbestand 22 scheepschade gemeld waarbij ankerliggers betrokken zijn. Hierbij zijn geen ongevallen gerapporteerd met een schade in de schadeklasse 4. In de periode 1990 tot 1994 zijn in totaal 29 schepen op de ankerplaats en vaarweg betrokken geweest bij ongevallen. Dus 76% van schepen met schade is direct of indirect toe te kennen aan ankerliggers op de Rede van Vlissingen. e schatting van de experts (25 %) is op dit onderwerp pessimistisch.

■ Reductie ernst van ongevallen

Maatregel 3.2, Verplichte vrije ruimte rondom schip, leidt eveneens tot de grootste reductie van de ernst van ongevallen. Deze maatregel scoort bijna 70% van de maximale score. De maatregel varen met verminderde snelheid en grotere bevoegdheid SRK scoren met 40% van de maximale score eveneens goed. De overige maatregelen scoren tussen 10 en 30%.

6.4.3. Inspanningen

De spreiding in de beantwoording van de *inspanningen* is veel groter dan die bij de *effecten*. Bij de interviews bleek dat de inzichten hierover ook sterk uiteenliep. De gemiddelde beantwoording is in de volgende grafieken gegeven.



Verticaal zijn per maatregel effecten uitgezet tegen het percentage van de maximaal haalbare score. Op de horizontale as is het effect van de maatregel op de inspanning als percentage van de maximale (negatieve) score.

Voor bijna elke maatregel worden grote inspanningen verwacht voor internationale afspraken. Voor de handhaving van de maatregel worden grote inspanningen verwacht bij maatregel 42, 41 en 3.3. Voor deze maatregelen is er blijkbaar ook geen groot draagvlak.

7. Conclusies

7.1. Effect van maatregelen op het risicobeeld

7.1.1. Vlissingen

Bij Vlissingen zijn een groot aantal maatregelen mogelijk. Volgens de enquête is zonder ingrijpende maatregelen, maar door de realisatie van een betere samenwerking tussen de diverse actoren op de Westerschelde, een reductie van 30% van de ongevallen op de Westerschelde haalbaar. Door recente activiteiten, zoals het verbeteren van het overleg tussen de verschillende actoren, zal in de toekomst de reeds ingezette verbetering verder doorzetten. Daarnaast wordt getracht het loodswisselen op de Rede van Vlissingen sterk te reduceren door loodsen op te leiden tot omnivalente loodsen. De verdergaande invoering hiervan wordt in 3 tot 5 jaar verwacht. Met deze maatregel wordt naar schatting van de geënquêteerden een ongevalsreductie van 20% à 50% gehaald. Dit wordt bevestigd door resultaten uit het onderzoek van het databestand. Uit de casuïstiek blijkt dat bij 50% van het aantal schepen dat bij een ongeval ernstige tot zeer ernstige schade heeft opgelopen sprake was van loodswisselen. De reductie die plaatsvindt zonder dat extra maatregel van kracht worden bedraagt daarmee tussen de 70% en 80%. Uit de ongevallencasuïstiek blijkt tevens dat het 75% van het aantal schepen met enige schade ontstaat door ongevallen met ankerliggers. Dit betekent niet alleen dat de maatregel opheffen ankergebied Rede Vlissingen een grote impact heeft op de ongevalsfrequentie in de buurt van Vlissingen, maar ook dat andere maatregelen met betrekking tot ankerliggers, (bijvoorbeeld strikte procedures voor op- en afvaart bij het ankergebied) een grote invloed kan hebben op de ongevalsfrequentie.

7.1.2. Terneuzen

Bij Terneuzen kan een positief effect verwacht worden voor de verbeteren van de interactie tussen SRK en scheepvaart. Verwacht wordt dat, gelet op de relatief actieve houding van de post Terneuzen de verbetering niet zo sterk zal zijn als bij Vlissingen. Een globale schatting 10%. Dit betekent dat bij Terneuzen de contouren net over de oever lopen. De maatregel 3.2, "Vrije ruimte rondom de schepen met toxische gassen" en maatregel 3.3 "Varen met verminderde snelheid", zijn de enige maatregelen, welke een effect sorteren op de ligging van de 10^{-6} /jaar individueel risicocontour.

7.1.3. Hansweert

Bij Hansweert geldt nagenoeg hetzelfde als bij Terneuzen, alleen is hier tenminste een reductie van 50% noodzakelijk om de contouren op het water te krijgen. De enige maatregelen die hier effectief kunnen zijn maatregel 3.2 "Verplichte vrije ruimte" en maatregel 3.3 "Varen met verminderde snelheid".

7.2. Efficiëntie van maatregelen

De meest efficiënte maatregel is die maatregel die voor weinig inspanning het grootste (positieve) effect sorteert. Bij de inspanning staan een aantal onderwerpen die niet onderling vergelijkbaar zijn. Uit de vergelijking tussen de baten en kosten zijn maatregel 3.2 (Vrije ruimte) en maatregel 1.2 (opheffen loodswisselen) relatief efficiënt. Het opheffen van het ankergebied Vlissingen Rede kost volgens de experts minder inspanning dan maatregel

3.2. Dit betekent, gelet op de pessimistische schatting van de experts voor het rendement van het opheffen van het ankergebied Vlissingen rede, dat deze maatregel ook relatief efficiënt is.

Als wordt gekeken naar de scenario's die leiden tot de omvangrijke risicocontouren, dan zijn daar zeer lage frequenties aan verbonden. Maatregelen die alleen effect hebben op de reductie van deze toch al lage frequenties zijn, omdat deze in bredere zin de veiligheid op de vaarweg niet verhogen, relatief duur ten opzichte van maatregelen die een breder effect sorteren. Derhalve kan gesteld worden dat de efficiëntie van maatregel 3.2 relatief beperkt is.

7.3. Rangorde

Uit het expertmeningen onderzoek blijkt dat maatregel 3.2, "de verplichte vrije ruimte rondom een ammoniak schip" de meest effectieve maatregel is. Deze wordt gevolgd door de maatregel "grotere bevoegdheden SRK" , "het opheffen van het ankergebied Vlissingen Rede" , "opheffen loodswisselen" en "het varen met verminderde snelheid". De eerste twee en de laatst genoemde maatregel hebben effect op de gehele Westerschelde. De andere twee maatregelen hebben uitsluitend effect in de omgeving van Vlissingen.

Meest efficiënte oplossing is het opheffen van de loodswisseling, gevolgd door opheffen ankergebied en verplichte vrije ruimte. Alleen de laatste maatregel heeft effect op de gehele Westerschelde.

