

DE INVLOED VAN DE VERDIEPING
VAN DE WESTERSCHELDE OP HET RISICO
VOOR MENS EN MILIEU TEN GEVOLGE VAN
HET TRANSPORT VAN GEVAARLIJKE STOFFEN

door
Ir. J. v.d. Horst
C.M.A. Jansen



postbus 342
7300 AH apeldoorn

bezoekadres
laan van westenenk 501

telex 36395 tnoap
telefoon 055 - 77 33 44

Dossiernr.: 8727-10389

Datum : oktober 1983

„Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar
gemaakt door middel van druk, foto-
copic, microfilm of op welke andere
wijze dan ook, zonder voorafgaande
toestemming van TNO.”

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten
en verplichtingen van opdracht-
gever en opdrachtnemer verwezen
naar de „Algemene Voorwaarden
voor Onderzoeks- en Ontwikke-
lingsopdrachten aan TNO, 1979”
dan wel de desbetreffende terzake
tussen partijen gesloten overeen-
komst.

INHOUDSOPGAVE

Pag.

BEGRIPPENLIJST	4
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING	10
1.1 Probleemstelling	10
1.2 Projectorganisatie	10
1.3 Definiëring van het begrip risico	11
1.4 Aanpak van het onderzoek	13
1.5 Aanpassing van de probleemstelling en aanpak	15
2. NAUWKEURIGHEIDSANALYSE MET BETREKKING TOT RISICOBEREKENINGEN	19
2.1 De beschouwde effecten per stofcategorie	19
2.2 De onzekerheid in de schadeomvang en schadekans	20
2.2.1 De onzekerheid in de schadeomvang	21
2.2.2 De onzekerheid in de kansschatting	22
2.2.2.1 De onzekerheid in de kans op een kritieke aanvaring	23
2.2.2.2 De onzekerheid in de vervolggans	24
2.3 Samenvatting en beschouwing van het resultaat	24
3. BEREKENING VAN HET RISICO PER STOF CATEGORIE	26
3.1 Inleiding	26
3.2 Systeembeschrijving	27
3.2.1 Tot vloeistof verdichte of gekoelde brandbare gassen	27
3.2.2 Tot vloeistof verdichte of gekoelde toxische gassen	32
3.2.3 Brandbare vloeistoffen	35
3.2.4 Milieuverontreinigende stoffen	36
3.3 Risicopresentatie	41
3.3.1 Tot vloeistof verdichte of gekoelde brandbare gassen	41
3.3.2 Tot vloeistof verdichte of gekoelde toxische gassen	46
3.3.3 Brandbare vloeistoffen	49
3.3.4 Milieuverontreinigende stoffen	52
3.4 Bespreking van de resultaten	54

4	CONCLUSIES	56
4.1	Beschikbare gegevens en resultaten	56
4.2	De veiligheid voor de bevolking	57
4.2.1	De definitie van het risico	57
4.2.2	Het maximaal aantal doden	58
4.2.3	De kans op doden	59
4.3	De veiligheid voor het milieu	64
4.3.1	De definitie van het risico	64
4.3.2	Omvang van de milieuschade	64
4.3.3	De kans op milieuschade	65
5	LITERATUUR	67

- bijlagen:
1. Overeenkomst tussen Belgische overheid en TNO
 2. Correspondentie en overleg met Belgische overheid ten behoeve van gegevens over het vervoer van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde
 3. Kwantificering van de onzekerheden in de gebruikte modellen
 4. Toegepaste kanscijfers en berekening van de toxische belasting door NH_3

BEGRIPPENLIJST

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)

Een BLEVE is de fysische explosie van een onder druk aanwezige vloeistof ten gevolge van het bezwijken van een omhulling, waardoor (een gedeelte van) de expanderende vloeistof vrijwel instantaan overgaat in dampvorm. Bij brandbare stoffen gaat dit meestal gepaard met de vorming van een vuurbal. Het bezwijken van de omhulling kan veroorzaakt zijn door een mechanische beschadiging of door verhitting van het vat, waarbij in het laatste geval een stijging van de dampdruk en vaak een verzwakking van het materiaal van de omhulling optreedt.

Dispersie

Dispersie betekent de verspreiding in en de opmenging met het medium van de omgeving waarin de stof is vrijgekomen.

Explosie

Een explosie van een brandbaar gas-luchtmengsel kan zich manifesteren als een deflagratie of een detonatie.

- Deflagratie

In een brandbaar gas-luchtmengsel met een samenstelling tussen bepaalde grenzen (het zgn. explosiegebied) begint bij toevoer van een geringe hoeveelheid energie (bijvoorbeeld een vonk) een reactieproces. De temperatuurverhoging van de reagerende gassen resulteert in een overdruk, die schade kan veroorzaken buiten de gaswolk. De snelheid, waarmee het vlamfront zich verplaatst, is in het algemeen enkele tientallen tot enkele honderden meters per seconde.

- Detonatie

Een vorm van explosie waarbij de reactie in het gas-luchtmengsel wordt gegenereerd door een schokgolf.

Het reactiefront plant zich hierbij met supersone snelheid voort (enige duizenden meters per seconde).

Flash-fire

Hiermede wordt de verbranding van een explosieve gaswolk bedoeld zonder dat daarbij een significante drukgolf wordt gegenereerd.

LC-waarde (Letale Concentratie waarde)

De LC-waarde is gedefinieerd als de concentratie van een bepaalde stof waarbij een zeker percentage mensen of dieren, dat gedurende een zekere tijd aan die stof wordt blootgesteld, zal overlijden. De waarde wordt uitgedrukt in volume per volume-eenheid (ppm) of in massastof per volume-eenheid (mg.m³).

LPG (Liquefied Petroleum Gas)

LPG bestaat voornamelijk uit een mengsel van verzadigde C₃- en C₄-verbindingen. De onderlinge verhouding van de verschillende verbindingen is o.a. afhankelijk van het seizoen.

Neutraal gas

Een neutraal gas is een gas waarvan de dichtheid gelijk is aan die van lucht.

Scheepsschadeklasse [aangegeven waarde van de klasse grenzen zijn benaderend]

De schadeklasse-indeling is als volgt:

- 0 = geen schade;
- 1 = zeer geringe schade, zoals verfkrassen, gebroken trossen en ondiepe deukten met diepte ≤ 5 cm;
- 2 = geringe schade, zoals deuken tussen 5 en 15 cm, gaten met oppervlakte $\leq 0,1$ m² en verder alle schade ≥ 1 m² aan delen welke niet tot scheepsromp of dekhuisen horen zoals roer, schroef, gangway masten zuigpijpen van zandzuigers, etc.;
- 3 = aanzienlijke schade aan scheepsromp, deuken tussen 15 en 40 cm en gaten met oppervlakte tussen 0,1 en 1 m²;
- 4 = grote schade aan scheepsromp, deuken met diepte ≥ 40 cm en gaten met oppervlakte ≥ 1 m² en/of breken van romp;
- 5 = schade waarvan expliciet is vermeld dat de penetratiediepte minstens 2 meter was.

Stabiliteitsklasse

De stabiliteit van de atmosfeer wordt onderverdeeld in een zestal klassen A t/m F. De indeling in deze weerklassen, volgens Pasquill, geschiedt op basis van de windsnelheid (op 10 m hoogte), de mate van bewolking, het seizoen en het tijdstip van de dag.

Bij de stabiliteitsklasse A is de dispersie, dat wil zeggen de verdunning in de atmosfeer, het grootst, terwijl deze bij de stabiliteitsklasse F het kleinst is. Voor die gevallen waarbij er sprake is van dispersie, is uitgegaan van 2 stabiliteitsklassen, t.w.:

- Stabiliteitsklasse D

Deze stabiliteitsklasse wordt ook wel aangeduid als "neutraal".

Deze stabiliteitsklasse komt het meeste voor. De bij deze stabiliteitsklasse karakteristieke windsnelheid bedraagt 5 m/s.

- Stabiliteitsklasse F

Deze stabiliteitsklasse wordt ook wel aangeduid als "zeer stabiel".

Opgemerkt moet worden, dat deze stabiliteitsklasse nagenoeg alléén 's nachts voorkomt, waarbij tevens moet worden gesteld dat de meteorologische nacht afwijkt van de periode die normaliter onder nacht wordt verstaan.

De stabiliteitsklassen A t/m C zullen een grotere dispersie veroorzaken dan D; dat wil zeggen dat de plaatselijke concentraties ten gevolge van de grotere verdunning lager zullen zijn dan bij D berekend, terwijl de stabiliteitsklasse E een beeld te zien zal geven dat tussen de stabiliteitsklassen D en F in ligt.

Zwaar gas

Dit is een gas met een hogere dichtheid dan die van de omgevingslucht.

SAMENVATTING

In opdracht van het Ministerie van Openbare Werken (België) is door TNO, hoofdgroep Maatschappelijke Technologie een studie uitgevoerd naar de invloed van de verdieping van de Westerschelde op het risico voor de mens en het milieu. De studie is begeleid door een commissie bestaande uit vertegenwoordigers van de Belgische en Nederlandse overheid.

De studie heeft bestaan uit:

- * Het uitvoeren van een beperkte risico-analyse van het huidig transport van gevaarlijke stoffen over de Westerschelde.
- * Het analyseren van de nauwkeurigheid waarmee risicoberekeningen uitgevoerd kunnen worden.

Aangezien het onmogelijk is gebleken een betrouwbare prognose op te stellen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen na de verdieping, is een vergelijking van de risico's voor en na de verdieping niet uitvoerbaar gebleken. Het accent van het onderzoek is daarom verschoven naar het analyseren van de invloed van denkbare veranderingen op het berekend risico.

Zonder afbreuk te doen aan het doel van de studie zijn bij het uitvoeren van de nauwkeurighedsanalyse en risico-analyse de volgende beperkingen gesteld:

1. De gevaarlijke stoffen zijn ingedeeld in vijf categorieën; per categorie is een voorbeeldstof gekozen.
 2. Uitsluitend de effecten die tot de grootste gevolgen voor bevolking en milieu aanleiding geven, zijn beschouwd.
 3. Het transport per binnenvaartschip is niet beschouwd. Het transport per zeeschip is beperkt tot het bulktransport in tankschepen.
 4. Alleen letaal (= dodelijk) letsel wordt als schade-criterium gehanteerd voor de vaststelling van het risico voor de bewoners.
- Het kwantificeren van de schade aan het milieu wordt in dit rapport beperkt tot het bepalen van het oppervlak waarover de verontreiniging zich uitstrekt.

De resultaten van het onderzoek kunnen samengevat worden in een viertal conclusies. De conclusies hebben uitsluitend betrekking op het aspect veiligheid. Als uitgangspunt voor de conclusies zijn de resultaten van de risico-

analyse gehanteerd. Het risico is in dit onderzoek gesplitst in twee elementen:

- de berekening van het maximaal aantal doden als gevolg van één ongevalsgebeurtenis,
- de gesommeerde kans op het optreden van doden als gevolg van alle geanalyseerde ongevalsgebeurtenissen op de Westerschelde.

Conclusie 1: Het risico van het transport van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde wordt in hoofdzaak bepaald door de vloeibaargasschepen, waarvoor als voorbeeldstoffen NH_3 (ammoniak) en LPG zijn gekozen.

Conclusie 2: De verdieping van de Westerschelde heeft geen wezenlijke invloed op het maximaal aantal doden ten gevolge van een ongeval.

Dat komt omdat het varen met grotere schepen uit de huidige vloot vloeibaargasschepen niet resulteert in een toename van het maximaal aantal doden, terwijl bovendien de vaarroute voor en na de verdieping dezelfde blijft.

Conclusie 3: Zelfs wanneer na de verdieping van de Westerschelde uitsluitend met de grote vloeibaar-gasschepen zou worden gevaren (125.000 m^3), zal de gesommeerde kans op één of meer doden maximaal met een factor 1,5 toenemen. Uitgangspunt is dat de vervoersomvang vloeibaar gas voor en na de verdieping dezelfde is. De toename van de kans op doden met een factor 1,5 resulteert niet in een significant ander risico. Voor een significante verandering van het risico is als criterium gekozen dat de toename van de kans tenminste gelijk moet zijn aan de factor die de onzekerheid aangeeft waarmee de kans op doden berekend wordt. Voor de vloeibaar-gasschepen bedraagt de onzekerheid een factor 6.

Conclusie 4: Wanneer ten gevolge van de verdieping een toename van het vervoer van vloeibaar gas met een factor 6 of groter zou optreden, zal dit in een significant ander risico - in termen van kans op doden - ten opzichte van de situatie vóór de verdieping resulteren. Uitgangspunt is in dit geval dat de vlootsamenstelling vóór en na de verdieping niet wijzigt. Deze conclusie is gebaseerd op hetzelfde criterium als geformuleerd bij conclusie 3.

Er zijn geen conclusies getrokken ten aanzien van de risico's voor het milieu. Door de Deltadienst van Rijkswaterstaat (afdeling Milieu en Inrichting) wordt een aparte notitie geschreven over de gevolgen van het vrijkomen van milieugevaarlijke stoffen en de mogelijke invloed van de verdieping van de Westerschelde. Een overzicht van de stoffen, alsmede de vaststelling van de uitstromingshoeveelheid en het initieel verspreidingsoppervlak is in het voorliggende rapport opgenomen. Bovendien worden in hoofdstuk 4 enkele beperkte conclusies getrokken ten aanzien van de omvang van de milieuschade alsmede de kans daarop bij vergelijking van de vaarsituatie voor en na de verdieping van de Westerschelde.

1. INLEIDING

1.1 Probleemstelling

Door de Belgische Staat, Ministerie van Openbare Werken, is aan TNO opdracht verleend tot het uitvoeren van een verkennende studie naar de gevolgen van de verdieping van de Westerschelde voor de veiligheid van de bevolking en voor het milieu met betrekking tot het vervoer van gevaarlijke stoffen.

De studie omvat de volgende onderdelen:

- . De bepaling van de mogelijke veranderingen van de omvang van de gevolgen voor bevolking en milieu langs de gehele vaarroute op de Westerschelde als gevolg van:
 - verandering van de vaarroute;
 - bereikbaarheid voor grotere schepen;
 - veranderd ladingaanbod.
- . Het geven van inzicht in de wijze waarop mogelijke veranderingen in vaarroute en scheepvaartgebeuren van invloed zijn op het risico. Aangegeven zal worden op welke wijze de veranderingen ten gevolge van de verdieping van invloed zullen zijn op:
 - de kans op kritieke aanvaring of -stranding;
 - de omvang van de vrijgekomen hoeveelheid gevaarlijke stof.
- . Voorstel voor de wijze waarop het risico gedefinieerd en gepresenteerd wordt, als basis voor een mogelijk uit te voeren risico-analyse.

Voor een uitgebreide beschrijving van de onderscheiden onderdelen van de studie wordt verwezen naar de Overeenkomst (bijlage 1).

1.2 Projectorganisatie

Het project is uitgevoerd door de afdeling Industriële Veiligheid van de Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie van TNO in opdracht van de Belgische Staat, Ministerie van Openbare Werken.

De studie is begeleid door een commissie bestaande uit de volgende leden:

Ir. J.F.S. Abelman (secretaris)	Rijkswaterstaat Dienst Verkeerskunde Hoofdafdeling Scheepvaart
Ir. B. Belmans	Ministerie van Openbare Werken Antwerpse Zeediensten
Ir. E.J. v.d. Kaa (voorzitter)	Rijkswaterstaat Dienst Verkeerskunde Hoofdafdeling Scheepvaart
Hr. J. Koole	DGSM Directie Loodswezen en scheepvaart- verkeer
Ir. H.A. Nuhoff	Rijkswaterstaat Directie Zeeland Hoofdafdeling Waterwegen, Scheepvaart en Havens
Hr. J. Panjer	DGSM District Scheldemond
Ir. P.B.M. Stortelder	Rijkswaterstaat, Deltadienst Hoofdafdeling Milieu en Inrichting

Van de zijde van TNO werd de studie verricht door:

Ir. J. v.d. Horst (projectleider)
Hr. C.M.A. Jansen

In figuur 1 is het organisatieschema gegeven van het gehele verdiepingsproject.

1.3 Definiëring van het begrip risico

In globale termen kan worden gesteld dat risico de mate van onveiligheid aangeeft.

Het risico is samengesteld uit twee componenten namelijk de kans op een ongeval en de omvang van dat ongeval. Onder omvang wordt dan vaak het aantal doden of gewonden verstaan maar ook schade in materiële zin kan deel uitmaken van het risico.

In deze studie worden 2 typen risico's onderscheiden:

1. Risico voor de bevolking.

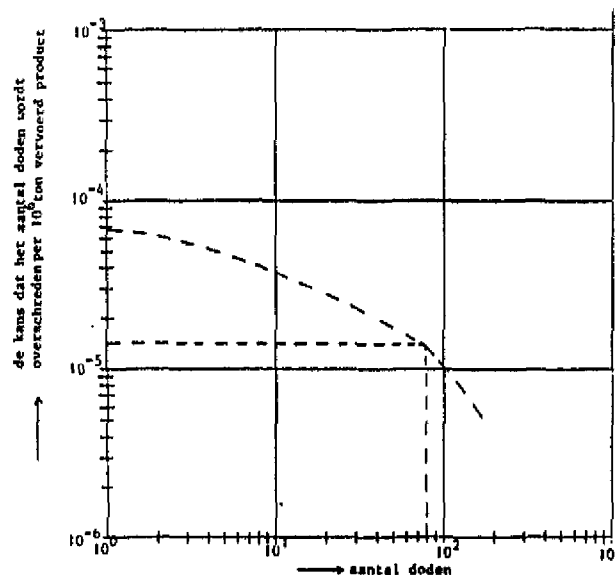
Hieronder wordt verstaan zowel de kans op als de mate waarin letaal (= dodelijk) letsel optreedt.

2. Risico voor het milieu.

Hieronder wordt verstaan de mate waarin vervuiling optreedt, aangegeven in een oppervlakte, alsmede de kans daarop.

Alleen schade waarvan de gevolgen acuut optreden, worden beschouwd. Lange-termijneffecten, alsmede materiële schade (dat wil zeggen schade aan gebouwen, installaties e.d.) worden niet meegenomen.

Zoals gezegd wordt het risico voor de bevolking uitgedrukt in de kans dat een zeker aantal doden wordt overschreden. Presentatie geschiedt in de vorm van een risico-figuur.



Het risico-figuur komt tot stand door langs de gehele route ongevalspunten te kiezen en vervolgens per ongevalspunt alle mogelijke ontwikkelingen te berekenen (effecten, meteorologische condities e.d.). Dit resulteert in vele (duizenden) mogelijke ongevalsscenario's welke, gesommeerd, in bovenstaande figuur resulteren. In [1] is een en ander uitgebreid beschreven.

De risico-figuur dient als volgt te worden gelezen, gegeven een kritieke aanvaring:

- . de kans op 80 doden en meer is $1,5 \cdot 10^{-5}$ per 10^6 ton vervoerd produkt,
- . de kans op tenminste doden (dat wil zeggen 1 dode en meer) bedraagt $7 \cdot 10^{-5}$ per 10^6 ton vervoerd produkt. Dit punt wordt weergegeven door het snijpunt met de verticale as.

Het risico voor het milieu wordt uitgedrukt in een kans op een zekere mate van oppervlakteverontreiniging en van een verontreinigd volume. Schade aan flora en fauna wordt niet op kwantitatieve wijze beschouwd.

1.4 Aanpak van het onderzoek

De werkzaamheden zoals genoemd in de punten 1 t/m 5 artikel 2 van de Overeenkomst (bijlage 1 blz. 3 en 4) hebben betrekking op het kunnen berekenen van de omvang van de gevolgen voor de bevolking en het milieu ten gevolge van het vrijkomen van gevaarlijke stoffen.

De gevolgen worden bijvoorbeeld uitgedrukt in:

- de afstand tot waarop een dodelijke warmtebelasting voor de mens optreedt;
- de afstand tot waarop een zodanige drukbelasting optreedt waarbij zware schade aan bebouwing kan worden toegebracht en dientengevolge dodelijk letsel aan personen;
- het wateroppervlak waarover zich een gevaarlijke stof uitspreidt.

Gezien de aanleiding tot de studie is de belangrijkste vraag "op welke wijze veranderen de gevolgen voor de bevolking en het milieu na realisering van de verdieping".

Variabelen die van invloed zijn op de berekeningen van de optredende belasting ten gevolge van de verdieping zijn:

- het type gevaarlijke stof dat vervoerd wordt;
- de hoeveelheid gevaarlijke stof die vrij kan komen;
- de afstand tussen bevolkingsconcentraties en de vaarroute.

Teneinde bovenstaande variabelen te kunnen vaststellen zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- het verkrijgen van inzicht in het vervoer van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde nu en na de verdieping. Hierbij ligt het accent op:

- . type gevaarlijke stoffen,
- . scheepsgrootte en -type en
- . ladinggrootte.

- Nauwkeurig vaststellen van de vaarroute nu en na verdieping.

Om nu na te gaan in hoeverre benodigde gegevens beschikbaar zijn is door TNO, per brief, gedetailleerd vermeld welke informatie voor de studie noodzakelijk wordt geacht. Deze brief, alsmede de op basis van deze brief ontvangen informatie, is als bijlage 2 bij dit rapport gevoegd. Naar aanleiding van de verkregen informatie heeft bovendien een gesprek plaatsgevonden met de Antwerpse havenautoriteiten. De notulen van dit gesprek zijn eveneens in bijlage 2 opgenomen.

Uit de mondelinge en schriftelijke informatie is geconcludeerd dat:

- a. de beschikbare informatie met betrekking tot de verschillende vervoerde stoftypen, met het oog op de onderhavige studie, niet voldoende gedetailleerd is. Een uitzondering hierop vormen LPG en ruwe olie.
- b. prognose voor de verandering van ladingaanbod, zowel in de vorm van ladinggrootte, vervoersfrequentie als typen vervoerde stoffen, is niet mogelijk gebleken.
- c. de Antwerpse havendeskundigen van mening zijn dat het vervoerspakket gevaarlijke stoffen vrijwel zeker niet zal wijzigen. Als reden voor deze veronderstelling is onder andere het feit dat voor de schepen die op dit moment gevaarlijke stoffen vervoeren geen belemmeringen aanwezig zijn ten aanzien van de bereikbaarheid van de Antwerpse haven. Voorts is gesteld dat de van belang zijnde stoffen een autonome ontwikkeling volgen.
- d. De huidige vaarroute en de toekomstige qua ligging niet verschillen.

Uit de verkregen informatie en na overleg in de begeleidingscommissie is geconcludeerd dat onzekerheid bestaat over de prognose van de ontwikkeling van het ladingaanbod zowel met betrekking tot de verschillende vervoerde stoffen, vervoersomvang als het toegepaste scheepstype voor het vervoer.

Gezien deze resultaten en de doelstelling van de studie namelijk het aangeven van een mogelijke invloed van de verdieping voor bevolking en milieu ten gevolge van het vrijkomen van gevaarlijke stoffen is besloten de opzet van de studie enigszins te wijzigen.

1.5 Aanpassing van de probleemstelling en aanpak

Vanwege het ontbreken van het vervoersbeeld voor gevaarlijke stoffen na de verdieping is binnen de begeleidingsgroep "Veiligheid verdieping Westerschelde" besloten de studie enigszins bij te stellen. In plaats van uit te gaan van een gewijzigd vervoersbeeld is besloten een nauwkeurighedsanalyse uit te voeren op de toegepaste berekeningsmodellen teneinde een beeld te krijgen omtrent het waardengebied waarbinnen een berekeningsresultaat (i.c. aantal doden en de kans daarop) kan komen te liggen. Aan de hand van de aldus verkregen inzichten omtrent de nauwkeurigheid van risicoberekeningen kan worden nagegaan welke de mate van verandering dient te zijn alvorens een gewijzigd vervoersbeeld op significante wijze doorwerkt in de schadearomvang of-kans. De aldus verkregen mate van verandering kan dan getoetst worden aan een "reële" toekomstverwachting.

De aangepaste probleemstelling heeft geleid tot de onderstaande aanpak van de studie.

- . Vaststelling van de nauwkeurigheid van de te berekenen schadearomvang.
- . Vaststellen van de nauwkeurigheid van de berekening van de kans op schade.
- . Globale berekening van het risico van het huidige vervoer van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde.

Een volledige beschouwing van het risico van het vervoer van gevaarlijke stoffen over de Westerschelde zal omvangrijk zijn vanwege de grote diversiteit gevaarlijke stoffen, respectievelijk wijze van transport, en vormt geen onderdeel van deze studie. Zonder afbreuk te doen aan de opzet van de studie zijn de volgende beperkingen gesteld.

1. De beschouwde gevaarlijke stoffen worden onderverdeeld in vijf categorieën (van deze vijf categorieën worden er 4 representatief geacht). Per categorie wordt één voorbeeldstof gekozen.

2. Uitsluitend de effecten worden beschouwd die tot de grootste gevolgen aanleiding geven voor bevolking en milieu.
3. Het transport per binnenvaartschip wordt niet in beschouwing genomen. Het transport per zeeschip wordt beperkt tot het bulktransport in tankschepen.
4. Uitsluitend letaal (= dodelijk) letsel wordt als schadecriterium gehanteerd voor de vaststelling van het risico. Het kwantificeren van schade aan het milieu blijft beperkt tot het aangeven van het oppervlak of watervolume waarin de verontreiniging zich oplost. Materiële schade en schade aan flora en fauna wordt dus niet in beschouwing genomen.

De categorieën gevaarlijke stoffen waarvoor het risico berekend wordt zijn:

1. ten aanzien van de veiligheid
 - 1.1 brandbare gassen; zowel tot vloeistof verdicht als tot vloeistof gekoeld (voorbeeldstof: LPG*)¹⁾;
 - 1.2 brandbare vloeistoffen (voorbeeldstof: benzine);
 - 1.3 toxische gassen; zowel tot vloeistof verdicht als tot vloeistof gekoeld (voorbeeldstof: ammoniak);
2. ten aanzien van milieu
 - 2.1 olie-achtige vloeistoffen.
(voorbeeldstof: nafta en ruwe olie);
 - 2.2 overige toxische chemicaliën.
(voorbeeldstof: tetra-ethyllood en trichloor-ethyleen).

De ontplofbare stoffen en de toxische vloeistoffen (met betrekking tot schade aan personen) worden niet nader beschouwd vanwege het feit dat zij slechts in zeer geringe mate bijdragen aan het risico. De overige categorieën vormen de grootste bedreiging voor mens en milieu en worden representatief geacht voor het vervoer van gevaarlijke stoffen.

De tussen () vermelde stoffen worden gezien als belangrijke representant van de betreffende categorie. De mogelijke schadeomvang wordt dan ook bepaald aan de hand van de eigenschappen van deze stoffen.

Indien in het vervolg wordt gesproken over milieuverontreinigende stoffen dan worden hiermee die toxische vloeistoffen bedoeld welke schade aan het milieu kunnen veroorzaken.

¹⁾ De met een * gemerkte begrippen worden verklaard in de begrippenlijst.

Voor de vaststelling van de schadeomvang wordt voor elke stofcategorie uitgegaan van een aantal voorbeeldschepen. Steeds wordt verondersteld dat de inhoud van één ladingtank instantaan vrijkomt en dat deze tank geheel is gevuld. Van elk voorbeeldschip is tevens de vervoersfrequentie vastgesteld. Er ontstaat dan een overzicht zoals in tabel 1.1. is weer-
gegeven. Een gedetailleerdere beschouwing is gegeven in hoofdstuk 3.

Tabel 1.1 Overzicht van de voorbeeldschepen

Stofcategorie	Voorbeeldschip		
	totale lading/lading beschouwde tank [m ³] aantal schepen.jr ⁻¹ DWT		
brandbare gassen	5500/2100 180 6035	53.000/13.000 37 39.900	125.000/27.000 11 61.000
brandbare vloeistoffen	3300/180 2030 3200		
toxische gassen	1600/400 260 1560	30.000/7500 48 28.000	75.000/19.000 6 55.700
olieachtige vloeistoffen	49.000/1900 200 38.000	91.000/6300 20 77.000	195.000/9.600 2 200.000
overige toxische chemicaliën	1200/200 150 1.600	20.000/700 150 17.500	

In hoofdstuk 2 wordt de nauwkeurigheid beschreven van de toegepaste modellen en de berekende schadeoppervlakken terwijl in hoofdstuk 3 de risicoberekening plaatsvindt voor de beschouwde stofcategorieën. In hoofdstuk 4 tenslotte worden de conclusies beschreven.

2. NAUWKEURIGHEIDSANALYSE MET BETREKKING TOT RISICOBEREKENINGEN

2.1 De beschouwde effecten per stofcategorie

In paragraaf 1.4 is beschreven welke stofcategorieën en voorbeeldstoffen worden gehanteerd teneinde de nauwkeurighedsanalyse en risicoberekeningen te kunnen uitvoeren. De effectscenario's voor de verschillende stofcategorieën worden onderstaand uitgewerkt.

Tot vloeistof verdichte brandbare gassen

De mogelijke effecten die optreden bij het vrijkomen van LPG zijn weergegeven in figuur 2.1. Van de mogelijke effecten zal alleen flash-fire* worden beschouwd. De effecten die het gevolg zijn van directe ontsteking resulteren in schade-afstanden die - gelet op de afstand tussen vaarroute en bewoning - beperkt zijn. Deflagratie (zie explosie*) resulteert in schade (in termen van doden) die vergelijkbaar is met flash-fire.

Brandbare vloeistoffen

Figuur 2.2 geeft in schema de mogelijke effecten.

Van de mogelijke effecten bij benzine worden plasbrand en flash-fire nader beschouwd. Evenals hiervoor is opgemerkt resulteert explosie in schade vergelijkbaar met flash-fire.

Tot vloeistof verdichte toxische gassen

Bij het vrijkomen van een toxisch gas is alleen het effect dispersie* in lucht van belang, welke optreedt zodra de stof vrijkomt. Bij dispersie wordt de vrijkomende stof opgemengd met lucht zodat de concentratie van deze stof afneemt. De mate van opmenging wordt onder andere bepaald door windsnelheid, turbulentie van de atmosfeer, topografie van de omgeving (zie voor gedetailleerdere beschouwing van het begrip dispersie het begrip stabiliteitsklasse*).

Milieuverontreinigende stoffen

Bij het vrijkomen van milieuverontreinigende stoffen is alleen het optreden van de verontreiniging van belang.

Er worden 2 categorieën onderscheiden:

- stoffen die bij vrijkomen alleen het wateroppervlak verontreinigen en
- stoffen die bij vrijkomen oplossen in water en zogenaamde oplossingsvervuiling veroorzaken.

Het oppervlak waarover de verontreiniging zich uitstrekt hangt onder andere af van de uitgestroomde hoeveelheid, de viscositeit (met andere woorden filmdikte van de gevormde plas), stroomsnelheid van het water en de weersomstandigheden.

De mate waarin oplossingsvervuiling wordt veroorzaakt hangt af van de uitgestroomde hoeveelheid en de mate van oplosbaarheid van de betrokken stof.

De effectberekeningen voor plasbrand en explosie zijn uitgevoerd met de modellen volgens het "Gele boek" [1], terwijl dispersieberekeningen hebben plaatsgevonden aan de hand van het zwaargasmodel [2].

2.2 De onzekerheid in de schadeomvang en schadekans

Bij beschouwing van onzekerheid dan wordt hieronder zowel de onzekerheid in de invoergegevens, de onzekerheid in de fysische modellen als de onzekerheid in de schadecriteria verstaan.

Bij de keuze van de modellen spelen twee uitgangspunten een rol:

- de modellen moeten de werkelijkheid benaderen,
- de modellen dienen ten opzichte van elkaar een evenwichtig geheel te vormen.

Indien geen realistisch model voorhanden is dan wordt een pessimistische benadering gekozen. Het tweede uitgangspunt is gekozen om onevenredig veel werk te voorkomen. Het heeft bijvoorbeeld geen zin om veel werk te steken in het ene model als de onzekerheid in het eindresultaat bepaald wordt door een ander model.

In bijlage 3 is schematisch weergegeven op welke onderdelen een onzekerheidsbepaling is uitgevoerd. Daarna zal door combineren van de relevante onzekerheden (zie bijlage 3) een uiteindelijke onzekerheid resulteren welke kan worden uitgedrukt in grenswaarden waarbinnen de berekende waarde zal liggen.

Onder het begrip "schade" wordt in deze studie verstaan:

- letaal (= dodelijk) letsel welke kan optreden tengevolge van direct vlamcontact of warmtestraling. Bij direct vlamcontact wordt verondersteld, dat 100% van de geëxponeerden letaal wordt getroffen terwijl in geval van warmtestraling 1% van de geëxponeerden letaal wordt getroffen. Maatgevend hiervoor is bijvoorbeeld een warmtestraling van $32 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ bij 10 seconden blootstellingstijd. De effecten welke deze schade kunnen veroorzaken zijn flash-fire en plasbrand.
- letaal letsel welke optreedt tengevolge van een toxische belasting. Als criterium wordt een bepaalde concentratie, gedurende een zekere tijd gehanteerd waarvoor letaal letsel geldt.
- wateroppervlak of -volume waarover of waarin een milieuverontreinigende stof zich uitstrekt. De wijze waarop schade aan het milieu wordt toegebracht en de gevolgen in termen van lange of korte termijneffecten, wordt niet beschouwd.

Onderstaand worden de beschouwde onzekerheden nader gekwantificeerd. Voor gedetailleerdere beschrijving wordt verwezen naar bijlage 3.

2.2.1 De onzekerheid in de schadeomvang

De onzekerheid in de schadeberekeningen is opgebouwd uit:

- de onzekerheid in de effectafstanden en
- de onzekerheid in de gehanteerde kwetsbaarheidsmodellen.

Afhankelijk van het beschouwde effect worden effectmodellen toegepast. Bij de berekening van de effectafstanden wordt gebruik gemaakt van

schadecriteria die afgeleid zijn met behulp van kwetsbaarheidsmodellen.

De beschouwde modellen zijn gedetailleerd beschreven in bijlage 3 zodat volstaan wordt met de vermelding van de resultaten (zie tabel 2.1.1).

Tabel 2.1.1 Overzicht onzekerheden met betrekking tot grootte van schadeoppervlakken voor letaal letsel respectievelijk milieuschade¹⁾

stofcategorie	plasbrand		flash-fire		toxificatie (dispersie) in de omg.	verontreinigd oppervlak of volume
	vlamc.	straling	vlamc.	straling		
tot vloeistof verdicht	n.v.t.		+1/+2	+1/+3	n.v.t.	n.v.t.
brandbare gassen						
tot vloeistof gekoeld	+1/+2	+1/+3	+4/+4	+4/+5	+5/+5	n.v.t.
brandbare vloeistoffen	+1/+2	+1/+3	+4/+4	+4/+5	n.v.t.	n.v.t.
tot vloeistof verdicht	—	n.v.t.	—	n.v.t.	+2/+3	n.v.t.
toxische gassen						
tot vloeistof gekoeld	—	n.v.t.	—	n.v.t.	+5/+5	n.v.t.
milieuveront- reinigende stoffen	—	n.v.t.	—	—	—	+1/+1

1) De notatie a/b betekent dat de werkelijke waarde ligt tussen 1+a en $\frac{1}{1+b}$ maal de berekende waarde (zie ook toelichting tabel 4.1).

Dus: +4/+4 betekent de werkelijke waarde ligt tussen 5 en 1/5 maal de berekende waarde.

2.2.2 De onzekerheid in de kansschatting

Omdat het begrip risico 2 componenten bevat n.l. de schadeomvang en de shadekans is naast inzicht in de onzekerheid omtrent de schadeomvang kennis omtrent de onzekerheid van de kans op schade onontbeerlijk.

Bij nadere beschouwing van het kansaspect worden voor de onderhavige studie twee aspecten onderscheiden:

- de kans op een kritieke aanvaring en
- de kans op vervolgeffekten.

Onder een kritieke aanvaring wordt een aanvaring verstaan waarbij zodanige schade optreedt dat lading vrijkomt.

Onder vervolgeffekten worden, uitgegaan van het feit dat lading vrijkomt, optreden van effecten verstaan bijvoorbeeld brand, flash-fire en dergelijke.

Omdat verwacht wordt dat het risico voornamelijk bepaald wordt door calamiteiten tussen zeeschepen wordt de kwantificering van de onzekerheid beperkt tot deze categorie.

Er bestaat een relatie tussen scheepstype en de vervoerde stofcategorie. Zo worden tot vloeistof verdichte gassen vervoerd in drukschepen waarbij ruimte is tussen tank en scheepswand terwijl de overige stofcategorieën veelal in enkelwandige schepen worden vervoerd. Ook dit aspect zal bij de kwantificering van de onzekerheid in beschouwing worden genomen.

Onderstaand worden de resultaten kort samengevat. Voor details wordt verwezen naar bijlage 3.

2.2.2.1 De onzekerheid in de kans op een kritieke aanvaring

Op basis van casuïstiek is afgeleid dat de kans op een kritieke aanvaring, voor (dubbelwandige) drukschepen, een factor 6 kan afwijken ten aanzien van de bovengrens en een factor 9 ten aanzien van de ondergrens.

De onzekerheid is dus +5/+8.

Ten aanzien van enkelwandige schepen is, eveneens uit casuïstiek, afgeleid dat de onzekerheid in de kans op een kritieke aanvaring, gevolgd door instantaan vrijkomen van lading, +3/+5 bedraagt.

2.2.2.2 De onzekerheid in de vervolggkans

Onder vervolggkans wordt in deze studie, de kans op flash-fire en de kans op plasbrand verstaan. Dispersie van een toxisch gas of water-verontreiniging treden altijd op indien deze stoffen vrijkomen zodat het (vervolg) kansaspect voor deze stoffen niet van toepassing is.

De onzekerheid in de kans op een flash-fire

Met het oog op de krachten waarmee calamiteiten waarbij tot vloeistof verdichte gassen kunnen vrijkomen gepaard gaan mag worden aangenomen dat de kans op directe ontsteking groot is, minimaal 0,9. De kans op vertraagde ontsteking (betreft flash-fire) zal dus maximaal 0,1 bedragen. De onzekerheid van de ondergrens wordt geschat op een factor 10 terwijl 0,1 mag worden beschouwd als een bovengrens. De onzekerheid is dus +0/+9.

De onzekerheid in de kans op een plasbrand

Zoals hierboven reeds is gesteld is de zekerheid op directe ontsteking, dus op plasbrand, groot. De onzekerheid wordt daarom geschat op +0/+0.

2.3 Samenvatting van de onzekerheden en beschouwing van het resultaat

In tabel 2.3.1 zijn de beschouwde onzekerheden samengevat.

Tabel 2.3.1

Stofcategorie	Onzekerheden ten aanzien van de kans				Onzekerheden ten aanzien van schadeoppervlak				
	kritieke aanvaring	flash-fire	plasbrand	disp. in lucht (toxicificatie)	flash-fire vlamc. straling	plasbrand vlamc. straling	dispersie (toxicificatie)	verontreinig. opp. of volume	
tot vloeistof verdicht brandbare gassen		+5/+12	n.v.t.	+5/+8	+1/+2	+1/+3	-n.v.t.-	-n.v.t.-	n.v.t.
tot vloeistof gekoeld		+5/+12	+5/+8	n.v.t.	+4/+4	+4/+5	+1/+2	+1/+3	
brandbare vloeistoffen		+3/+10	+3/+5	n.v.t.	+4/+4	+4/+5	+1/+2	+1/+3	n.v.t.
tot vloeistof verdicht toxische gassen		n.v.t.	n.v.t.	+5/+8	-n.v.t.-	-n.v.t.-	+2/+3		n.v.t.
tot vloeistof gekoeld		n.v.t.	n.v.t.	+5/+8	-n.v.t.-	-n.v.t.-	+5/+5		n.v.t.
milieuverontreinigde stoffen	+3/+5 ¹⁾			n.v.t.					+1/+1

¹⁾ aanvaringskans = effectkans

Uit tabel 2.3.1 kan worden afgeleid dat ten aanzien van

- tot vloeistof verdichte brandbare gassen voor het effect flash-fire voor wat betreft vlamcontact (de belangrijkste schadeoorzaak) geldt dat het schadeoppervlak kan liggen tussen 2 en 0,3 maal de berekende waarde voor de tot vloeistof gekoelde brandbare gassen geldt dat het schadeoppervlak kan liggen tussen 5 en 0,2 maal de berekende waarde en de kans op dit effect kan liggen tussen 6 en 0,1 maal de berekende kans.
- tot vloeistof verdichte toxische gassen voor het effect dispersie, dat wil zeggen toxificatie, geldt dat de schadeafstand kan liggen tussen 3 en 0,3 maal de berekende waarde voor de tot vloeistof gekoelde toxische gassen geldt dat het schadeoppervlak kan liggen tussen 5,5 en 0,2 maal de berekende waarde terwijl de kans kan variëren tussen 6 en 0,1 maal de berekende kans.
- brandbare vloeistoffen geldt dat:
 - . voor plasbrand voor wat betreft vlamcontact de schadeafstand kan liggen tussen 2 en 0,3 maal de berekende afstand en de kans kan variëren tussen 4 en 0,2 maal de berekende kans.
 - . voor flash-fire voor wat betreft vlamcontact de schadeafstand kan liggen tussen 5 en 0,2 maal de berekende afstand en de kans tussen 4 en 0,1 maal de berekende kans kan liggen.
- waterverontreinigende stoffen het verontreinigd oppervlak of volume kan liggen tussen 2 en 0,5 maal de berekende waarde terwijl de kans op vrijkomen kan liggen tussen 4 en 0,2 maal de berekende kans.

3. BEREKENING VAN HET RISICO PER STOF-CATEGORIE

3.1 Inleiding

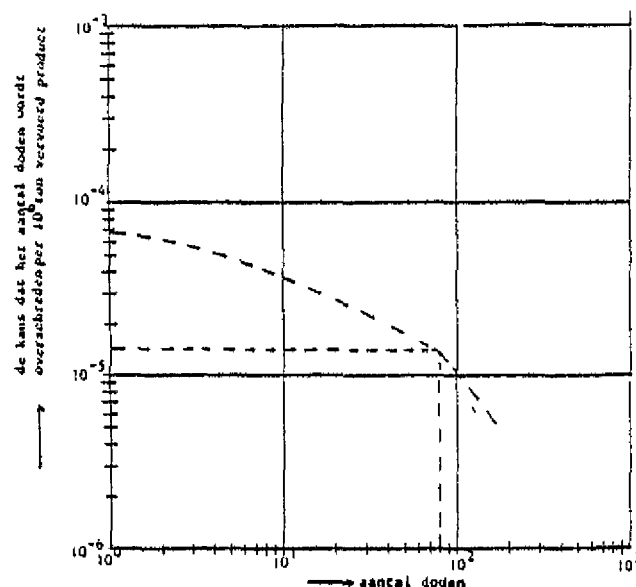
De risicoberekeningen worden uitgevoerd per stofcategorie. Per stofcategorie zijn enkele voorbeeldschepen gekozen, en is het huidige niveau van de vervoersomvang geschat. Dit heeft geresulteerd in een aantal scheepspassages/jaar over de Westerschelde voor elk van de voorbeeldschepen. Ofschoon in het algemeen de schepen ten dele beladen zijn, is voor de risicoberekeningen de pessimistische veronderstelling gemaakt dat bij een aanvaring een volle tank wordt geraakt. Als gevolg hiervan stroomt de gehele inhoud in korte tijd (dit is instantaan) uit de tank. Voor de stofcategorie brandbare gassen is in het kader van de zogenaamde Aanlandingsstudie [3] een gedetailleerde studie uitgevoerd naar het risico voor de bevolking ten gevolge van het vervoer van LPG. De resultaten van deze studie worden ook in onderhavige studie gebruikt terwijl zij tevens als basis dienen voor de overige stofcategorieën. In het kort zal nu worden aangegeven op welke wijze de risicoberekening voor LPG heeft plaatsgevonden. Voor gedetailleerde beschouwing wordt verwezen naar [3].

Voor het gehele traject over de Westerschelde, dus van de Wielingen tot aan de Zandvlietsluizen, is het risico voor de omgeving berekend. Deze risicoberekening is als volgt uitgevoerd:

- voor het gehele project werd per km één ongevalspunt gesimuleerd;
- per ongevalspunt werd bepaald:
 - . de kans op een kritieke aanvaring;
 - . het effectscenario: type effect, stabiliteitsklasse, windrichting;
 - . de ontstekingskans voor vertraagde ontsteking. De grootte van deze kans werd afhankelijk gesteld van de aanwezigheid van bebouwing;
 - . schadeomvang en kans; per gesimuleerde gebeurtenis werd het aantal doden bepaald en de kans daarop.

De risicopresentatie van alle gebeurtenissen te zamen vindt plaats door middel van grafische voorstellingen.

Op de horizontale as staat het aantal doden en op de verticale as de kans dat het aantal doden wordt overschreden. Zo geeft bijvoorbeeld het snijpunt met de verticale as de kans op gebeurtenissen met tenminste 1 dode. Het, denkbeeldige, snijpunt op de horizontale as geeft het maximaal aantal doden (kans op maximale ongeval). In dit geval zal het maximale ongeval op de rede van Vlissingen of Terneuzen liggen. Onderstaande figuur geeft een voorbeeld van deze presentatiewijze.



In de volgende paragrafen wordt eerst, per stofcategorie, een beschrijving gegeven van de beschouwde voorbeeldschepen waarna, eveneens per stofcategorie, de risicoberekening wordt gepresenteerd.

3.2 Systeembeschrijving

3.2.1 Tot_vloeistof_verdichte- of gekoelde brandbare gassen

LPG wordt beschouwd als de belangrijkste representant voor de stofcategorie brandbare gassen.

Afhankelijk van de scheepsgrootte wordt de stof onder druk of (semi)-gekoeld vervoerd.

Als de stof onder druk vervoerd wordt dan is deze opgeslagen bij omgevingstemperatuur en bedraagt de druk maximaal ca. 7 bar. In gekoelde toestand is de druk atmosferisch en bedraagt de temperatuur -48°C.

In semi-gekoelde toestand wordt een zekere mate van koeling toegepast.

Drie voorbeeldschepen worden beschouwd.

- . 5500 m³ ladinginhoud. Dit schip kan de lading zowel onder druk als in gekoelde toestand vervoeren.

Verondersteld wordt dat het vervoer onder druk plaatsvindt.

- . 53.000 m³ ladinginhoud. Lading wordt in gekoelde toestand vervoerd in zelfdragende tanks.
- . 125.000 m³ ladinginhoud. Lading wordt in gekoelde toestand vervoerd in niet zelfdragende tanks.

Aan de hand van gegevens van het NIS (National Instituut voor Statistiek, België) is het vervoer vastgesteld van energiegas, vloeibaar of ge-comprimeerd. Alhoewel deze categorie ook andere stoffen dan LPG kan bevatten wordt verwacht dat het aandeel van deze stoffen zo gering is dat een goed beeld wordt verkregen van de hoeveelheid geloste LPG. Volgens deze gegevens werd in 1981 in de Antwerpse haven 137.552 ton (~ 237.000 m³) LPG door zeeschepen gelost. Ruwweg betekent dit een tonnage van ca. 300.000 BRT.

In 1981 was de samenstelling van de LPG-schepen naar tonnemaatsklasse als volgt. Het betreft zowel zeeschepen als binnenvaartschepen.

<u>BRT</u>	<u>Aantal</u>	<u>%</u>	<u>BRT</u>	<u>%</u>
0 - 499	8	3,8	3992	0,41
500 - 999	12	5,7	8842	0,91
1000 - 1999	75	35,7	11805	11,85
2000 - 2999	56	26,7	130527	13,36
3000 - 3999	21	10	70037	7,17
4000 - 4999	4	1,9	16607	1,70
5000 - 5999	7	1,3	37578	3,64
6000 - 6999	3	1,4	20358	2,08
7000 - 7999	-	-	-	-
8000 - 14999	7	3,3	77955	7,98
15000 - 19999	5	2,4	84831	8,69
20000 - 24999	1	-	24390	2,50
25000 - en meer	11	5,2	385733	39,50
	<u>210</u>		<u>976655</u>	

Bovenstaande tabel kan als volgt worden ingedeeld.

- . < 2000 BRT, deze groep bevat vrijwel uitsluitend binnenvaartschepen;
- . 2000 - 8000 BRT zeevaart, semi-gekoeld vervoer.

Voorbeeldschip ~ 5500 m³;

- . > 8000 BRT zeevaart, gekoeld.

Voorbeeldschip: 8000 - 25.000 → 53.000 m³;

" " > 25.000 → 50% 53.000 m³;

50% 125.000 m³.

In de praktijk blijkt dat schepen vrijwel nooit geheel worden gelost. Dit betekent dat het aantal schepen afgeleid uit de aanvoer (237.000 m^3) moet worden verdubbeld om de vervoersfrequentie vast te stellen. Voor de risicoberekening geldt als pessimistische veronderstelling, dat zowel de in- als uitgaande schepen 100% geladen zijn. Aan de hand van bovenstaande wordt de vervoersfrequentie als volgt:

Voorbeeldschip [Ladinggrootte in m^3 , DWT]	Vervoersomvang [Schepen.jr ⁻¹]
5.500, 6.035	180
53.000 39.900	37
125.000 61.000	11

Schepen met 5000 m^3 ladinginhoud

Algemene gegevens

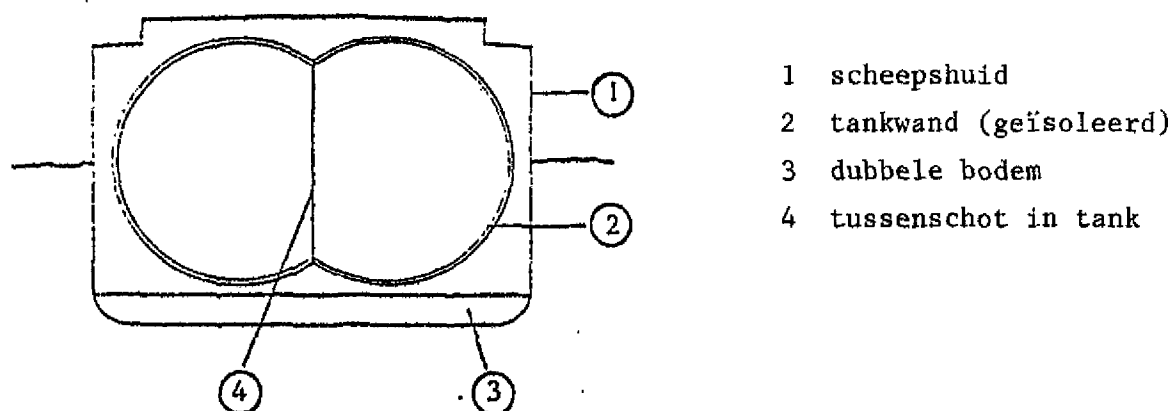
Schepen van deze grootte vervoeren LPG onder druk of (semi)-gekoeld. Enkele karakteristieke gegevens zijn (voorbeeldschip Coral Isis):

- lengte over alles 107 m;
- breedte 15 m;
- diepgang 7 m;
- kruissnelheid 16 knopen;
- totale tankinhoud (100%) 5500 m^3 ;
- maximale ladingdruk 8,5 bar (abs.);
- minimale ladingtemperatuur - 48°C .
- tonnage 6035 DWT

Er zijn 3 ladingtanks, 2 van ca. 2100 m^3 en 1 tank van 1260 m^3 . Elke tank is door middel van een tussenschot verdeeld in 2 compartimenten. Beide compartimenten zijn door middel van een leiding in de gasfase met elkaar verbonden om een eventueel drukverschil tussen de compartimenten te vereffenen.

De afstand tussen scheepshuid en tankwand is gelijk aan de minimaal vereiste afstand namelijk 76 cm. De afstand tussen tankbodem en scheepsvlak bedraagt minimaal 100 cm.

In onderstaande figuur is de dwarsdoorsnede van het schip schematisch weergegeven.



Schepen met ca. 50.000 m³ ladinginhoud

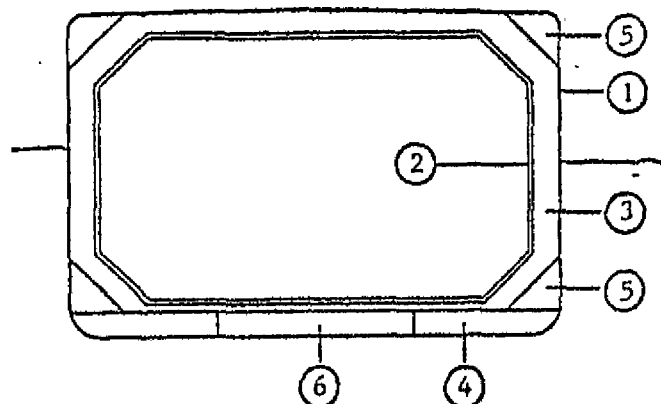
De schepen van deze grootte vervoeren LPG in gekoelde toestand. Enkele karakteristieke gegevens zijn (voorbeeldschip Antilla Bay):

- lengte over alles	216 m;
- breedte	32 m;
- diepgang	11 m;
- kruissnelheid	17 knopen;
- totale tankinhoud (100%)	53.000 m ³ ;
- maximale ladingdruk	3,3 bar (abs.);
- minimale ladingtemperatuur	-48°C.
- tonnage	39.900 DWT

Het opslagsysteem bevat 4 ladingtanks. De capaciteit van de ladingtanks is nagenoeg gelijk namelijk ca. 13.000 m³. Het zijn vrijstaande, zelfdragende tanks. Twee tanks zijn voorzien van een middenschot zodanig dat de dampruimte van beide compartimenten met elkaar zijn verbonden.

De afstand tussen scheepshuid en tankwand, welke minimaal 76 cm moet bedragen, bedraagt om constructieve redenen minimaal 110 cm. De afstand tussen tankbodem en scheepsvlak bedraagt minimaal 160 cm.

In onderstaande figuur is de dwarsdoorsnede van het schip schematisch weergegeven.



- 1 scheepshuid (tevens secondary barrier)
- 2 tankwand (primary barrier)
- 3 hold space (tevens inter-barrier space, bevat aan tankzijde isolatie)
- 4 dubbele bodem
- 5 ballastwatertanks
- 6 brandstoftanks

Schepen met ca. 125.000 m³ ladinginhoud

Schepen van deze grootte vervoeren LPG in gekoelde toestand onder atmosferische druk. De schepen zijn feitelijk gebouwd voor het transport van LNG, maar zijn eveneens geschikt (gemaakt) voor het transport van LPG.

Enkele karakteristieke gegevens zijn (voorbeeldschip Gastor):

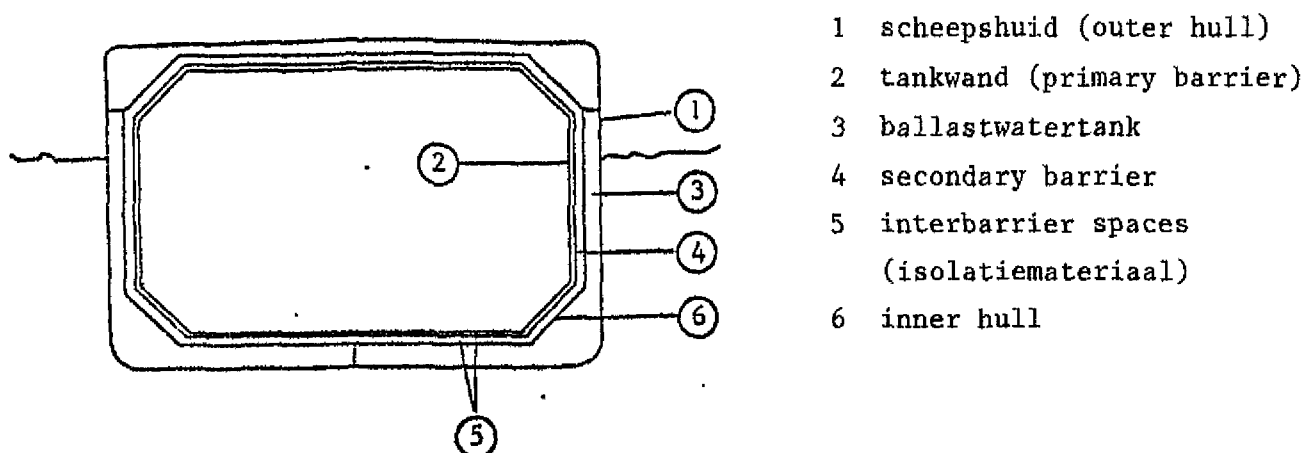
- lengte over alles 275 m;
- breedte 42 m;
- diepgang 13 m;
- kruissnelheid 19 knopen;
- totale tankinhoud 122.000 m³;
- minimale temperatuur -162°C.
- tonnage 61.000 DWT

Het opslagsysteem bestaat uit 6 ladingtanks met de volgende inhoud:

Tanknr.	Inhoud [m ³]	
1	12.000	De vullingsgraad voor de tanks 1 t/m 5 moet hoger dan 90% of lager dan 5% zijn. Voor tank 6 is elke vullingsgraad toegestaan.
2 t/m 5	27.000	
6	1.700	

De ladingtanks zijn niet zelfdragend, maar ontleen de sterkte aan de naastliggende constructie (scheepsconstructie).

In onderstaande figuur is de dwarsdoorsnede van het schip schematisch weergegeven.



3.2.2 Tot vloeistof verdichte- of gekoelde toxische gassen

Als representatieve stof voor toxische gassen wordt NH_3 beschouwd. NH_3 kan zowel onder druk als (semi)-gekoeld worden vervoerd. Wordt de stof onder druk vervoerd dan is deze opgeslagen bij omgevingstemperatuur en is de druk ca. 8 bar. In gekoelde toestand is de temperatuur -33°C en is de druk atmosferisch. In semi-gekoelde toestand ligt de ladingtemperatuur tussen -33°C en omgevingstemperatuur. Drie voorbeeldschepen worden beschouwd:

- . 1600 m³ ladinginhoud. Bij een dergelijke ladinginhoud kan de lading zowel onder druk als (semi)-gekoeld worden vervoerd. Verondersteld wordt dat de lading gekoeld vervoerd wordt;
- . 30.000 m³ ladinginhoud. In dit geval wordt de lading in gekoelde toestand vervoerd;
- . 75.000 m³ ladinginhoud. Lading wordt gekoeld vervoerd.

Aan de hand van gegevens van de Antwerpse Zeediensten wordt geschat dat voor het 30.000 m³ schip aanvoer 2 x per maand plaatsvindt, terwijl voor het 75.000 m³ schip aanvoer plaatsvindt alleen in het hoogseizoen en wel totaal ca. 3 maal.

Gegevens met betrekking tot de vervoersfrequentie van het 1600 m³ schip zijn niet beschikbaar. Aangenomen is dat per werkdagen één transport plaatsvindt. Ook nu wordt verondersteld dat de schepen niet geheel worden gelost. De vervoersfrequenties kunnen als volgt worden samengevat.

Ladinggrootte [m ³ , DWT]	Frequentie [jr. ⁻¹]
1.600, 1.560	260
30.000, 28.000	48
75.000, 55.700	6

Schepen geschikt voor het vervoer van NH₃

. Schepen met ca. 1600 m³ ladinginhoud.

Schepen met een ladinggrootte van ca. 1600 m³ vervoeren NH₃ onder druk of semi-gekoeld.

Het voorbeeldschip is een (semi-)gekoeld schip.

Enkele karakteristieke gegevens zijn (voorbeeldschip Brigitta Montanari):

- lengte over alles 69 m;
- breedte 12 m;
- diepgang 5,2 m;
- kruissnelheid 12 knopen;
- totale tankinhoud 1526 m³;
- maximale ladingdruk 8 bar;
- minimale ladingtemperatuur -48 °C
- tonnage 1560 DWT

Het opslagsysteem bestaat uit 4 cilindrische tanks welke horizontaal staan opgesteld.

Elke tank heeft een inhoud van ca. 400 m³.

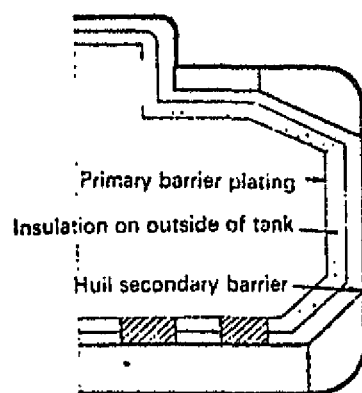
. Schepen met ca. 30.000 m³ ladinginhoud.

Schepen met een dergelijke ladinggrootte vervoeren de lading in gekoelde toestand. Dit houdt in dat de druk in de tanks nagenoeg atmosferisch is. Enkele karakteristieke gegevens zijn (voorbeeldschip Luigi Lagrange):

- lengte over alles 186 m;
- breedte 26 m;
- diepgang 11 m;
- kruissnelheid 18 knopen;
- totale tankinhoud 31.000 m³;
- minimale ladingtemperatuur -48°C.
- tonnage 28.000 DWT

Het opslagsysteem bestaat uit 4 prismatische opslag tanks van elk ca. 7500 m³.

Een gedeelte van zo'n prismatische tank is onderstaand weergegeven.



. Schepen met ca. 75.000 m³ ladinginhoud.

Evenals de vorige categorie vervoeren ook deze schepen de lading gekoeld.

Enkele karakteristieke gegevens zijn (voorbeeldschip Mossovet):

- lengte over alles 230 m;
- breedte 35 m;
- diepgang 12 m;
- kruissnelheid 17 knopen;
- totale tankinhoud 75.000 m³;
- minimale ladingtemperatuur -48°C.
- tonnage 55.700 DWT

Het opslagsysteem bestaat uit 4 prismatische opslag tanks van elk ca. 19.000 m³.

3.2.3 Brandbare vloeistoffen

Voor de categorie brandbare vloeistoffen wordt benzine als representatieve stof beschouwd. Benzine wordt alleen vervoerd in het kleinere zeeschip (coaster). Grotere schepen vervoeren bijvoorbeeld nafta en crude oil, welke ten gevolge van de geringe dampvorm, brand noch flash-fire kunnen veroorzaken. Deze grotere schepen zullen nader worden beschouwd bij de categorie waterverontreinigende stoffen. Als voorbeeldschip wordt een schip beschouwd met een ladinggrootte van ca. 3300 m³.

In totaal bereikt $2,5 \cdot 10^6$ ton ($\approx 3,4 \cdot 10^6$ m³) per jaar de haven van Antwerpen.

Uit deze hoeveelheid en de ladinggrootte van het voorbeeldschip kan de vervoersfrequentie worden afgeleid. De op deze wijze verkregen frequentie moet nog met een factor 2 worden verhoogd omdat een schip meestal niet de gehele lading lost.

Uit bovenstaande volgt een frequentie van 2030 schepen per jaar.

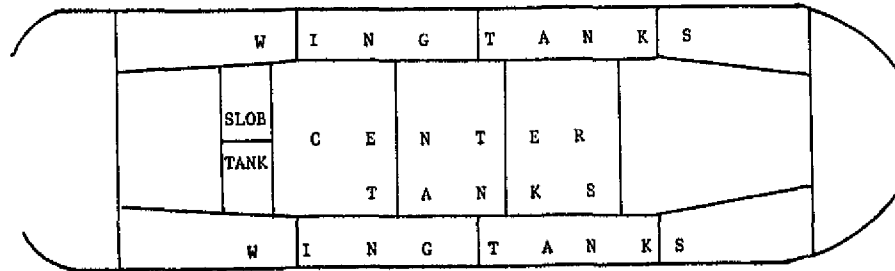
. Schepen met ca. 3300 m³ ladinginhoud.

Schepen van deze grootte zijn uitgerust met ca. 9 ladingtanks. De kleinste ladingtanks (≈ 180 m³) liggen aan de zijkant van het schip; dit zijn de zogenaamde wingtanks. De grote ladingtanks (≈ 350 m³) liggen in het centrum; dit zijn de zogenaamde centertanks.

Enkele karakteristieke gegevens zijn (voorbeeldschip Mare Novum):

- lengte over alles	83 m;
- breedte	14 m;
- diepgang	5,9 m;
- kruissnelheid	13 knopen;
- totale ladinginhoud	3290 m ³ .
- tonnage	3200 DWT

Onderstaand is de situering van de verschillende ladingtanks aangegeven.



3.2.4 Milieuverontreinigende stoffen

Met betrekking tot de milieuverontreinigende stoffen wordt onderscheid gemaakt tussen olieachtige vloeistoffen en overige toxische chemicaliën.

Voor de olieachtige vloeistoffen worden ruwe olie en nafta als representatieve stoffen beschouwd, terwijl voor wat betreft de chemicaliën tetra-ethyllood en trichloorethyleen als representatief gelden.

Olieachtige vloeistoffen

Nafta en ruwe olie worden voornamelijk in de grotere schepen vervoerd. Als voorbeeldschip wordt beschouwd:

- 49.000 m³ ladinginhoud;
- 91.000 m³ ladinginhoud;
- 195.000 m³ ladinginhoud.

Aan de hand van statistische gegevens is de vervoersomvang van nafta, en daarmee gelijkgestelde stoffen, vastgesteld op:

$10,8 \cdot 10^6$ ton $\equiv 12,0 \cdot 10^6$ m³ per jaar.

De vervoersomvang van ruwe olie bedraagt $2,7 \cdot 10^6$ ton $\equiv 3 \cdot 10^6$ m³ per jaar.

Indien wordt verondersteld dat het vervoer van nafta voor 90% plaatsvindt met 49.000 m³ schepen, voor 9% met 91.000 m³ schepen en voor 1% met 195.000 m³ schepen en dat deze schepen volledig worden gelost dan wordt de vervoersfrequentie voor:

. 49.000 m ³ schepen	199 schepen jr. ⁻¹ voor
. 91.000 m ³ schepen	20 schepen jr. ⁻¹ en voor
. 195.000 m ³ schepen	2 schepen jr. ⁻¹ .

Verder wordt verondersteld dat vervoer van ruwe olie voor 99% plaatsvindt door 91.000 m³ schepen en voor 1% door 195.000 m³ schepen.

Ook nu wordt uitgegaan van volledige lossing. Dit levert de volgende vervoersfrequentie:

. 91.000 m ³ schepen	32 schepen jr. ⁻¹
. 195.000 m ³ schepen	1 schip jr. ⁻¹ .

- . Schepen met ca. 49.000 m³ ladinginhoud.

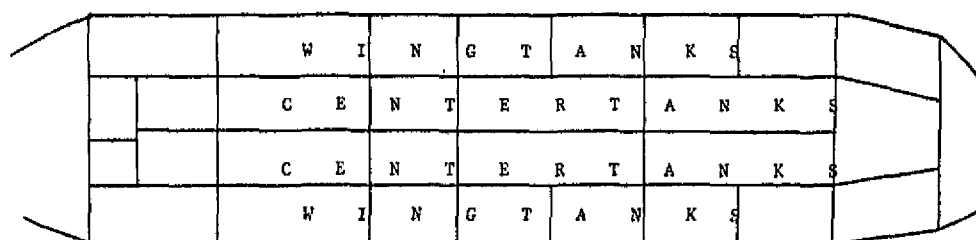
Schepen in deze grootte kunnen zijn uitgerust met ca. 23 ladingtanks, welke in grootte kunnen variëren.

De kleine ladingtanks (≈ 1900 m³) liggen aan de zijkant van het schip (de wingtanks). De grote ladingtanks (2800 - 6000 m³) liggen in het midden van het schip (centertanks).

Enkele karakteristieke gegevens zijn (voorbeeldschip Maasstad):

- lengte over alles	172 m;
- breedte	32 m;
- diepgang	11,6 m;
- kruissnelheid	-
- totale ladinginhoud	48.900 m ³ .
- tonnage	38.000 DWT

Onderstaand is de situering van de ladingtanks aangegeven.



- . Schepen met ca. 90.000 m³ ladinginhoud.

Schepen van deze ladinggrootte kunnen zeer sterk variëren in aantal ladingtanks en dus mogelijke hoeveelheid lading per tank. In deze studie is uitgegaan van een recent tankschip van ca. 77.000 DWT en een totale ladinginhoud van 91.000 m³, waarvan gegevens zijn verkregen via de Shell.

Enkele karakteristieke gegevens zijn:

- lengte over alles 246 m;
- breedte 37 m;
- totale ladinginhoud 91.000 m³;
- aantal ladingtanks 13
- tonnage 77.000 DWT

Evenals bij de voorgaande schepen liggen de kleinste tanks ($\approx 2600 - 6300$ m³) aan de zijkant van het schip en de grootste tanks (5600 - 10.700 m³) in het centrum.

In onderstaande schets is een en ander schematisch weergegeven.

6152	6300	ballasttank	6274	2642
10680	10680	10680	10680	5599
6152	6300	ballasttank	6274	2692

- . Schepen met ca. 195.000 m³ ladinginhoud.

Evenals de vorige categorie schepen is ook hier een sterke variatie in inhoud per ladingtank mogelijk. De gehanteerde tankinhouden zijn geschat. Het aantal tanks is afgeleid uit de voor VLCC (Very Large Cude Carriers) gebruikelijke.

Enkele karakteristieke gegevens zijn:

- lengte over alles 300 m;
- breedte 50 m;
- totale ladinginhoud 195.000 m³;
- aantal ladingtanks 15.
- tonnage 200.000 DWT

Onderstaand zijn ligging en tankinhouden, schematisch, aangegeven.

	9600	9600	9600	b a l l a s t	9600	9600		
	11.000	33.000	33.000	11.000	11.000			
	9600	9600	9600	b a l l a s t	9600	9600		

Chemicaliën

Voor de chemicaliën zijn 2 voorbeeldschepen gekozen:

- . 1.200 m³ ladinginhoud ($\cong$ 1.600 dwt)
- . 20.000 m³ ladinginhoud ($\cong$ 17.500 dwt)

Geschat wordt dat het aantal scheepsbewegingen per jaar per voorbeeldschip 150 bedraagt. Indien verder wordt verondersteld dat de vervoersfrequentie van tetra-ethyllood en trichloorethyleen gelijk is, betekent dit dat per voorbeeldschip en per voorbeeldstof het aantal scheepsbewegingen 75 bedraagt.

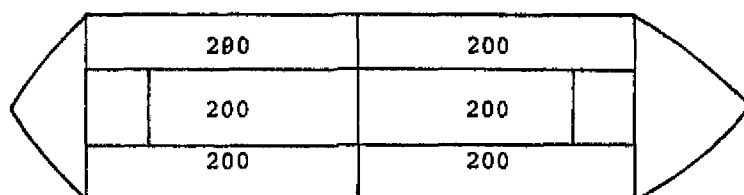
. schepen met een ladinginhoud van 1200 m³.

Schepen van deze grootte zijn uitgerust met circa 6 ladingtanks.
De inhoud van de ladingtanks is nagenoeg gelijk, dus ca. 200 m³.

Enkele gegevens zijn:

- lengte over alles	70 m
- breedte	9,4 m
- totale lading	1200 m ³
- aantal ladingtanks	6
- tonnage	1600 DWT

In onderstaande schets is de ligging van de tanks schematisch weer-
gegeven.



. schepen met een ladinginhoud van ca. 20.000 m³.

Schepen van een dergelijke grootte zijn uitgerust met ca. 10 wingtanks
en ca. 20 centertanks.

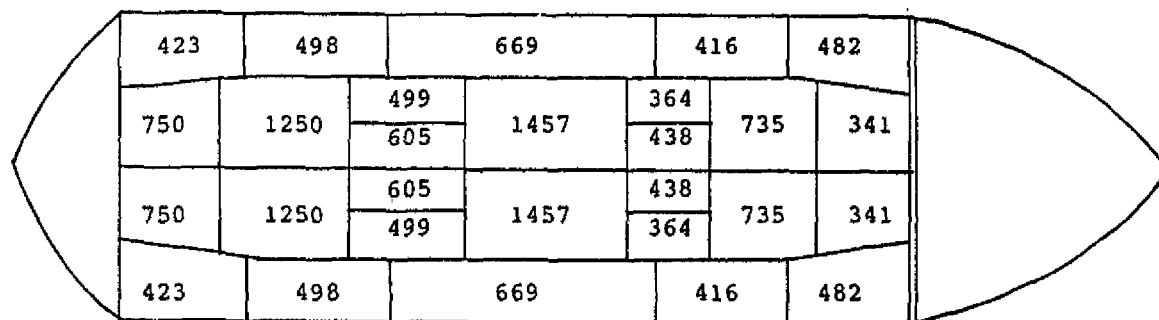
De grootte van de wingtanks varieert van ca. 700 m³ tot ca. 400 m³.

De centertanks variëren van ca. 1500 m³ tot ca. 400 m³

Enkele gegevens zijn (voorbeeldschip: Jo Cypress).

- lengte over alles	149 m
- breedte	22 m
- totale ladinginhoud	20.000 m ³
- aantal ladingtanks	ca. 30
- tonnage	17.500 DWT

De ligging van de tanks is onderstaand weergegeven.



3.3. Risicopresentatie

3.3.1 Tot vloeistof verdichte- en tot vloeistof gekoelde brandbare gassen

Voor het vaststellen van de schadeomvang wordt het instantaan vrijkomen verondersteld van de inhoud van één ladingtank. Er worden drie effecten onderscheiden namelijk plasbrand, flash-fire en explosie. (Onder explosie wordt in deze studie deflagratie verstaan. Zie explosie*).

In onderstaande tabellen wordt per voorbeeldschip aangegeven van welke uitstromingshoeveelheid is uitgegaan alsmede de effectafstanden voor deze hoeveelheden, zowel met betrekking tot plasbrand als voor explosie en flash-fire.

De effectberekeningen voor plasbrand zijn uitgevoerd met de modellen volgens het "Gele boek" [2], terwijl dispersieberekeningen hebben plaatsgevonden aan de hand van het zwaargasmodel. [3]. Voor gedetailleerder gegevens wordt verwezen naar [1].

De kans op een ongewenste gebeurtenis is afgeleid uit [1]. In bijlage 4 worden de toegepaste kanscijfers beschreven.

TABEL 3.1 Overzicht vrijgekomen hoeveelheid en effectafstanden ten gevolge van plasbrand voor de onderscheiden voorbeeldschepen.

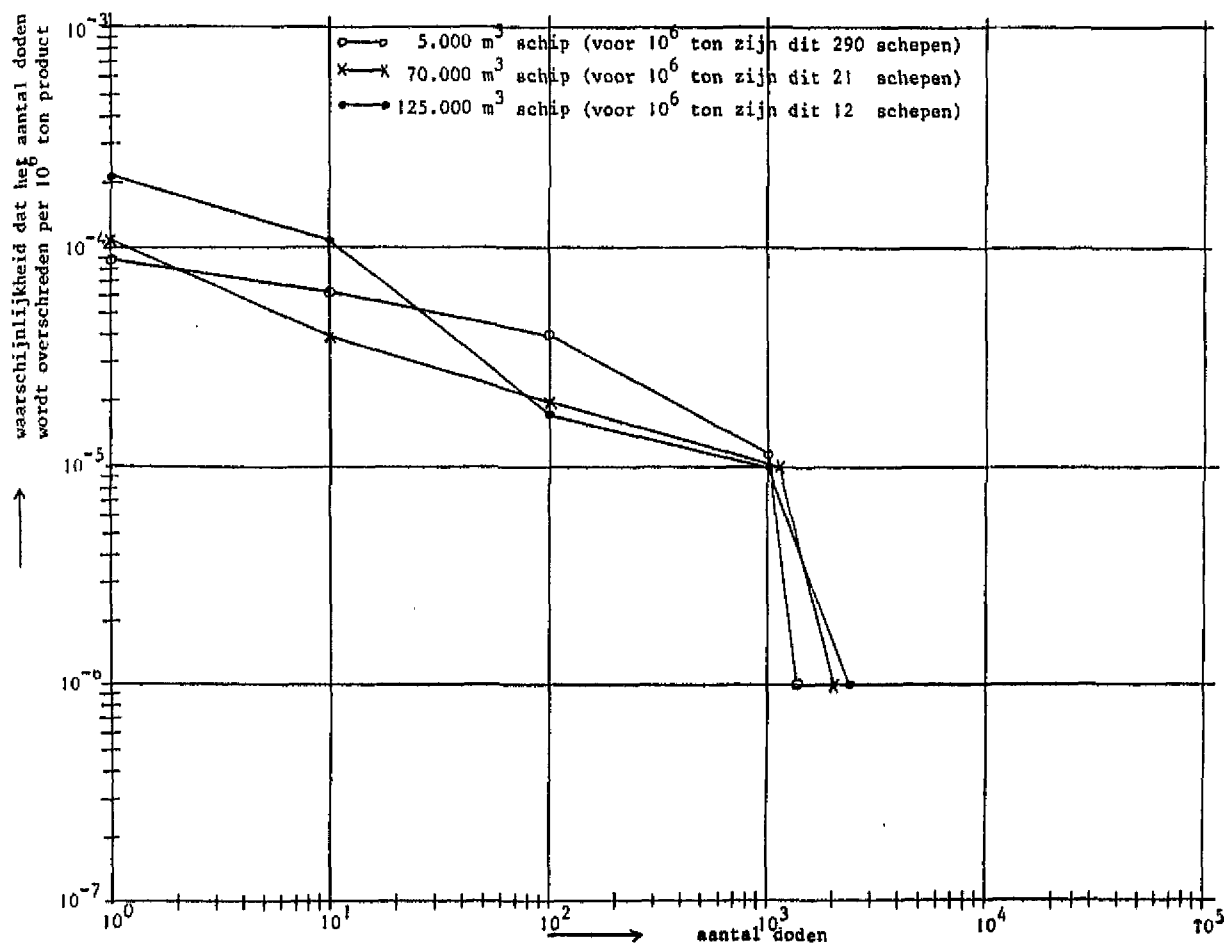
Voorbeeldschip	5.000	70.000	125.000	m ³
<u>Uitstroming</u>				
uitstroomhoeveelheid (instantaan)	2.100	13.500	28.000	m ³
<u>Plasbrand</u>				
gemiddelde diameter v.d. plas	200	450	600	m
vlamhoogte	260	450	550	m
afstand spillcentrum-1% letaal letsel	475	700	1.200	m
afstand spillcentrum-pijngrens niveau	850	1.500	2.000	m
duur van de brand	2,5	5	6	min
<u>Verdamping</u>				
gemiddelde diameter v.d. plas	200	575	750	m
tijdsduur tot volledige verdamping	4	8	10	min

Voorbeeldschip	5.000			70.000			125.000			m ³
Weertype	C	D	F	C	D	F	C	D	F	
Dispersie										
maximale fractie explosief	0,69	0,69	0,81	0,74	0,75	0,81	0,74	0,77	0,81	-
afstand spill-centrum v.d. wolk	400	400	400	870	1.050	500	1.100	1.350	1.250	m
positie van de voorkant v.d.wolk	1.000	1.100	1.200	2.000	2.400	2.100	2.600	2.800	2.800	m
positie van de achterkant v.d.wolk	-200	-200	-250	-850	-750	-500	-550	0	0	m
totale maximale breedte v.d. wolk	950	850	1.100	1.900	1.700	2.400	2.500	2.250	2.800	m
maximale driftafstand	1.200	1.800	3.500	2.500	4.000	8.200	3.200	5.800	11.500	m
Explosie										
straal schadecirkel 0,1 bar overdruk		1.150			2.100			2.700		m
straal schadecirkel 0,04 bar overdruk		2.800			5.200			6.700		m

Opmerking: De gegeven resultaten voor de straal van de schadecirkel gelden alleen bij ontsteking op het moment dat de explosieve fractie maximaal is.

TABEL 3.2 Enkele resultaten van de dispersie- en explosieberekeningen voor het falen van één ladingtank van de beschouwde weerklassen en voorbeeldschepen.

Figuur 3.3.1.A Risico voor de omgeving ten gevolge van transport van LPG voor 3 voorbeeldschepen gebaseerd op een vervoersomvang van 10^6 ton LPG per voorbeeldschip.



Zoals uit de figuur blijkt bedraagt, op basis van gegevens uit [1] het maximaal aantal doden ca. 2000, terwijl de kans op gebeurtenissen waarbij tenminste doden zullen vallen ca. 10^{-4} per miljoen ton LPG bedraagt. Verder blijkt dat de verschillen ten aanzien van het risico tussen de drie voorbeeldschepen, gebaseerd op eenzelfde hoeveelheid vervoerd produkt, gering zijn.

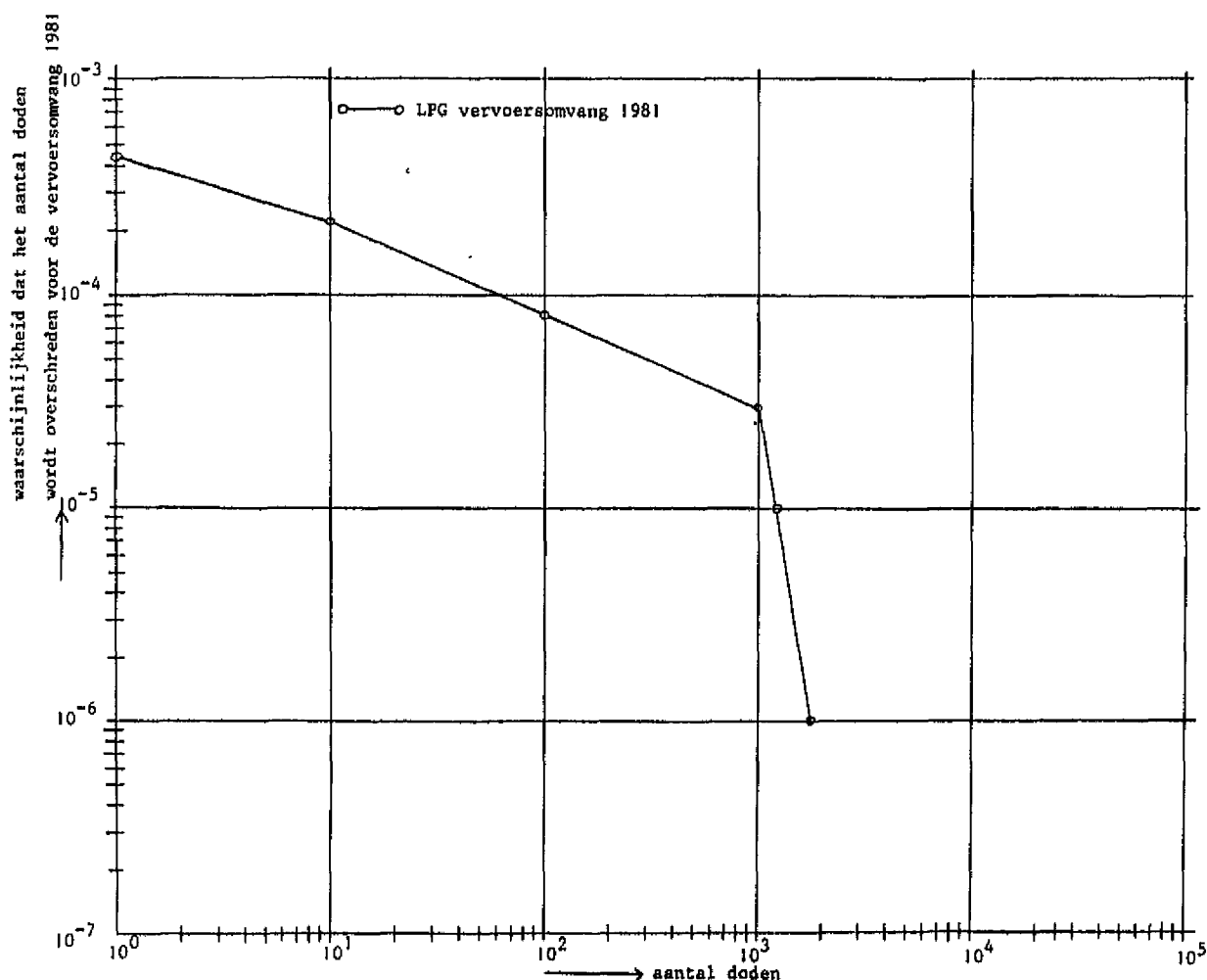
Op basis van bovenstaande resultaten is eenzelfde figuur gemaakt, nu op basis van recente LPG-vervoercijfers naar Antwerpen.

Uit hoofdstuk 2 blijkt dat de lading in 1981, omgerekend naar de drie voorbeeldschepen, als volgt was verdeeld:

- 5.000 m³ schip 180 schepen;
- 70.000 m³ schip 37 schepen;
- 125.000 m³ schip 11 schepen.

Ten aanzien van figuur 3.3.1 verschuiven de punten op de verticale as voor het 5.000 m³ schip een factor $180/290 = 0,6$ ten gevolge van verschil in aantal schepen voor het 70.000 m³ schip een factor $37/21 = 1,8$ en voor het 125.000 schip een factor $11/12 = 0,9$. Gesommeerd en gestileerd levert het, op basis van deze vervoersomvang in 1981 het volgende resultaat op.

Figuur 3.3.1.B Risico's voor de omgeving ten gevolge van transport van LPG voor 3 voorbeeldschepen op basis van de vervoersomvang in 1981.



Voor de maximale schadeomvang is het effect explosie/flash-fire bepalend.

Voor de maximale kans zijn de effecten explosie/flash-fire én plas-brand bepalend.

De onzekerheid in het schadeoppervlak van het effect flash-fire, zoals is vastgesteld in hoofdstuk 2, is ook van toepassing op het effect explosie.

3.3.2 Tot vloeistof verdichte- of gekoelde toxische gassen

Omdat in het kader van de huidige studie het niet mogelijk is eenzelfde gedetailleerde berekeningsmethode voor toxische gassen toe te passen als is gedaan voor brandbare gassen is aan de hand van de resultaten verkregen via de gedetailleerde methode het risico vastgesteld ten gevolge van het vervoer van toxische gassen.

Dit is als volgt gedaan:

1. De maximaal mogelijke schadeomvang is vastgesteld door het ongevalspunt zodanig te kiezen dat de aan het effect blootgestelde aantal personen maximaal is. In de risicofiguur is dit punt het, denkbeeldig, snijpunt met de horizontale as.
2. De kans op tenminste doden, weergegeven door het snijpunt met de verticale as, is vastgesteld door dit punt, zoals vastgesteld voor LPG, te corrigeren. De waarde van de correctiefactor wordt verderop besproken.
3. De ligging van de lijn die de twee bovengenoemde punten verbindt is zodanig gekozen dat de trend zoals deze geldt voor LPG globaal wordt gevolgd, en moet daarmee als zuiver indicatief worden beschouwd.

Ten opzichte van LPG zijn er 3 belangrijke verschillen.

1. Er zijn geen ontwikkelingskansen, immers het vrijkomen van de stof is voldoende voor het tot stand brengen van schade.
2. De schadeomvang (aantal doden) wordt op geheel andere wijze bepaald (zie bijlage 4).
3. De vervoersomvang is voor NH_3 anders dan voor LPG.

Onderstaande tabel geeft voor de onderscheiden voorbeeldschepen de grootte van de toxische belasting afhankelijk van weerklasse en afstand tot ongevalspunt.

TABEL 3.3.2 Toxische belasting ten gevolge van het vrijkomen van tot vloeistof gekoelde ammoniak afhankelijk van weerklasse en afstand tot ontsnappingspunt.

	Toxische belasting en contourbreedte op afstand:							
	Weerklasse D,5				Weerklasse F,2			
Scheepsgrootte	500m	1.000m	2.000m	4.000m	500m	1.000m	2.000m	4.000m
1.600 m ³ (400 m ³ /tank)	7.10 ⁸ *)	2.10 ⁸	3.10 ⁷	4.10 ⁶	5.10 ¹⁰	1.10 ¹⁰	2.10 ⁹	4.10 ⁸
	240	300	420	660	210	240	300	400
31.000 m ³ (7.500 m ³ /tank)	3.10 ¹⁰	1.10 ¹⁰	2.10 ⁹	4.10 ⁸	2.10 ¹²	5.10 ¹¹	2.10 ¹¹	3.10 ¹⁰
	660	680	780	1.000	580	610	660	760
75.000 m ³ (19.000 m ³ /tank)	1.10 ¹¹	4.10 ¹⁰	9.10 ⁹	2.10 ⁹	5.10 ¹²	2.10 ¹²	6.10 ¹¹	1.10 ¹⁰
	840	880	990	1.200	800	820	860	960

*) eerste getal: toxische belasting in (mg.m³)² min.
tweede getal: breedte gaswolk op de betreffende afstand.

Voor het vaststellen van het maximaal mogelijke aantal slachtoffers is een ongevalspunt gesitueerd op de rede van Vlissingen. Bij een wind uit de richting Zuid-Oost wordt het grootst mogelijke deel van de woonbebouwing van Vlissingen getroffen. In figuur 3 is de vaarroute gegeven. Het berekenen van de schade-omvang (verwacht aantal doden) gebeurt met behulp van een zogeheten kwetsbaarheidsmodel. De principes van dit model worden uiteengezet in bijlage 4.

Voor het bepalen van de kans op doden wordt rekening gehouden met de onderstaande verschillen ten opzichte van het LPG-transport:

- voor de kans op ontsteking.

Bij LPG wordt de schade-omvang bepaald door zowel vertraagde ontsteking als directe ontsteking. De totale som van deze kansen is 1, derhalve bedraagt de correctiefactor 1;

- voor de vervoersomvang.

Het aantal schepen met betrekking tot NH_3 vervoer wordt geschat op:

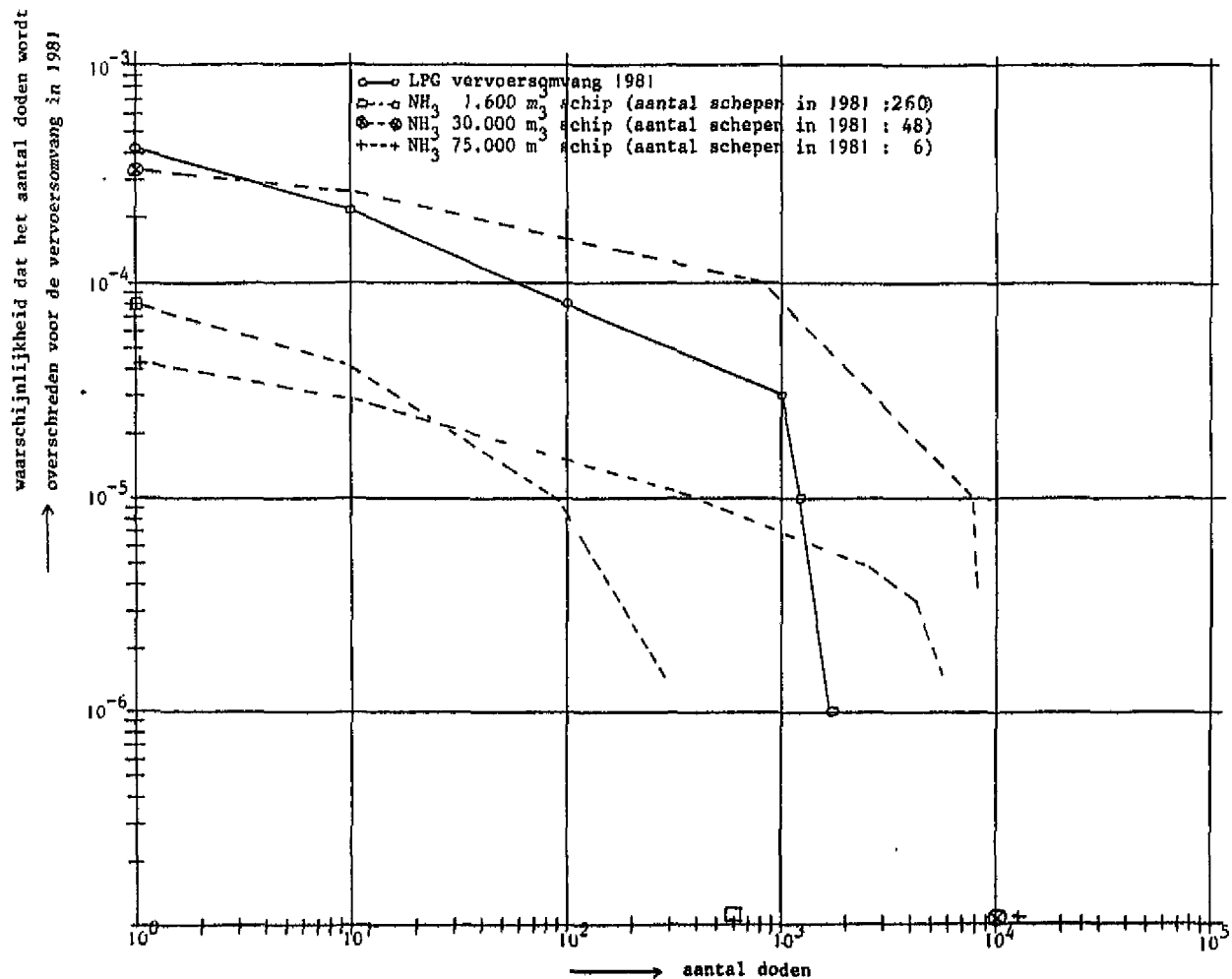
. voor het 1600 m ³ schip	260 schepen .jr ⁻¹ ;
. voor het 30.000 m ³ schip	48 schepen .jr ⁻¹ ;
. voor het 75.000 m ³ schip	6 schepen .jr ⁻¹ .

Op basis van bovenstaande bedraagt de correctie ten opzichte van LPG-vervoer, op basis van het feit dat het 1600 m³ schip wordt vergeleken met het 5000 m³ LPG-schip en zowel het 30.000 m³-schip als het 75.000 m³-schip met het 70.000 m³ LPG-schip, respectievelijk 0,9 2,3 en 0,3.

De schade-omvang is bepaald door de toxische belasting te berekenen van het gebied dat door de toxische gaswolk wordt getroffen. Hierbij is de pessimistische veronderstelling gedaan dat alle mogelijke aanwezigen worden blootgesteld. Evacuatie en mogelijkheden van bescherming door verblijf binnenshuis zijn niet verondersteld.

Bovenstaande resulteert in figuur 3.3.2 (volgende blz.). Het verloop van het risico is op kwalitatieve wijze in de figuur weergegeven.

Figuur 3.3.2 Risico's voor de omgeving ten gevolge van transport van NH_3 voor de 3 voorbeeldschepen gebaseerd op de vervoersomvang van 1981.



3.3.3 Brandbare vloeistoffen

Evenals bij de toxische gassen wordt ook nu uitgegaan van de voor LPG berekende risico's. Ook nu worden twee punten vastgesteld: het snijpunt met de horizontale as en met de verticale as. De lijn die deze punten verbindt wordt qua ligging afgeleid van LPG. De noodzakelijke correcties ten aanzien van de LPG-lijn worden onderstaand besproken.

Ten gevolge van het vrijkomen van brandbare vloeistoffen kunnen 2 effecten optreden namelijk plasbrand en flash-fire.

Deze effecten treden alleen op bij vrijkomen van benzine of, qua kookpunt, vergelijkbare stoffen. Stoffen als nafta en crude oil liggen voor wat betreft hun kookpunten dermate hoog, dat dampontwikkeling zo gering is, dat brand en flash-fire dientengevolge uitgesloten kunnen worden geacht.

Bovenstaande houdt in dat wat betreft het veiligheidsaspect uitsluitend benzine beschouwd wordt. Benzine wordt vervoerd in kleinere zeeschepen (coasters) en binnenvaartschepen. In deze schepen is de lading zodanig verdeeld dat door een kritieke aanvaring één compartiment met een inhoud van ca. 200 m³ instantaan vrijkomt. De grotere tanks liggen in het centrum van het schip en worden zelfs bij een schadeklasse 5 aanvaring niet bereikt (zie ook systeembeschrijving par. 3.2).

Uitgaande van het vrijkomen van 200 m³ benzine kan aan de hand van LPG-integraal [4] worden vastgesteld dat:

- . letaal letsel ten gevolge van plasbrand mogelijk is tot maximaal 240 m afstand vanaf de plasbrand;
- . letaal letsel ten gevolge van flash-fire mogelijk is tot op ca. 400 m afstand vanaf het ongevalspunt.

Op basis van deze geringe afstanden is schade van enige omvang nauwelijks te verwachten. Geschat wordt dat maximaal enkele tientallen personen letaal zullen worden getroffen als gevolg van blootstelling aan flash fire.

In vergelijking met de voor LPG gehanteerde kansen geldt voor benzine dat:

- . de aanvaringskans een factor 4 hoger ligt;
- . de kans op vertraagde ontsteking, flash-fire, een factor 2,5 lager.

De vervoersomvang voor benzine bedraagt 2030 schepen.jr⁻¹.

De correcties worden bepaald ten opzichte van het 5000 m³ LPG-schip.

De correctie voor de vervoersomvang bedraagt dus een factor $2030/290 = 7$.

Met betrekking tot de kans op ongevallen waarop tenminste letaal letsel optreedt is, met het oog op de relatief geringe afstand waarop

benzine nog letaal letsel kan veroorzaken, nagegaan welk percentage van de vaarroute op een afstand ligt > 400 m en op een afstand > 1200 m vanaf de wal. Benzine geeft n.l. een maximale schade-afstand te zien van 400 m en LPG van 1200 m (5.000 m^3 schip).

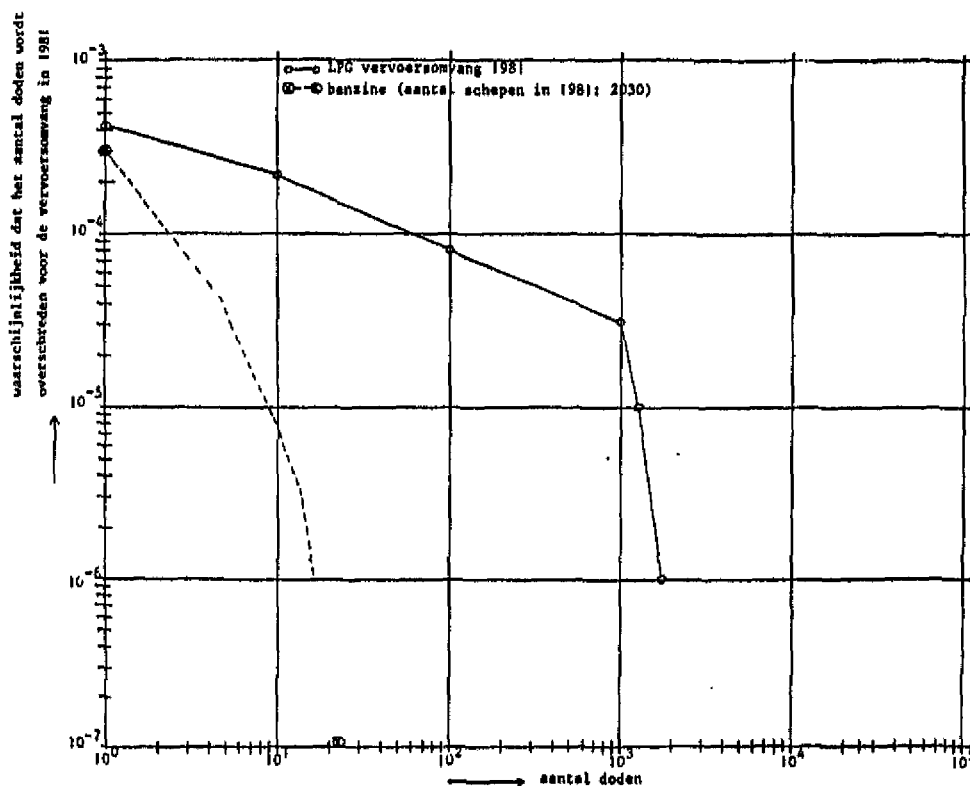
Indien nu de afstand vaarroute-wal > 400 m en < 1200 m bedraagt, dan zal alléén schade kunnen ontstaan ten gevolge van LPG.

Voor de gehele route is nu de afstand vaarroute-wal nagegaan.

Hieruit bleek dat in 25% van de ongevalspunten de afstand < 400 m bedroeg. Hieruit volgt dat de correctie voor het uiterst linkse punt in de figuur 1/4 bedraagt.

Bovenstaande leidt dan tot figuur 3.3.3.

Figuur 3.3.3 Risico's voor de omvang ten gevolge van transport van benzine voor één voorbeeldschip op basis van de vervoersomvang in 1981.



3.3.4 Milieuverontreinigende stoffen

In tegenstelling tot de voorgaande stofcategorieën, uitgezonderd NH_3 , is er bij de milieuverontreinigende stoffen alleen kans op water- en bodemverontreiniging. Letaal letsel voor omwonenden zal niet optreden.

In dit rapport wordt volstaan met het aangeven van de initiële verontreiniging. Hieronder wordt verstaan de ontstane situatie tot enkele uren na het ongeval.

Voor langere termijneffecten wordt verwezen naar een separaat te verschijnen notitie van de Deltadienst (Hoofdafdeling Milieu en Inrichting).

Als verontreinigende stof wordt uitgegaan van

- a) Nafta-achtige stoffen waarvoor een vloeistofplas met een laagdikte van 0,1 cm wordt verondersteld.
- b) Ruwe olie waarvan een laagdikte van 0,5 cm wordt verondersteld.
- c) Tetra-ethyllood
- d) Trichloorethyleen

Stoffen genoemd onder c) en d) zijn respectievelijk zeer toxisch en toxisch (volgens een indeling overeengekomen op de IMCO-conventie van 1973) en mogen beide in de wingtanks vervoerd worden. Sommige stoffen mogen niet in wingtanks worden vervoerd, zodat deze, op basis van de veronderstellingen in deze studie niet vrij kunnen komen.

Aangenomen wordt dat nafta met alle voorbeeldschepen wordt vervoerd en ruwe olie met de 91.000 m³ en 195.000 m³ schepen.

Verondersteld wordt dat de chemicaliën tetra-ethyllood en trichloorethyleen worden vervoerd zowel het 1200 m³ schip als het 20.000 m² schip (resp. 1500 dwt en 17500 dwt).

Bij berekening van het plasoppervlak wordt bij nafta uitgegaan van een laagdikte van ca. 0,1 cm. Tijdens uitstromen en verspreiden zal, afhankelijk van o.a. temperatuur en windsnelheid, een zekere hoeveelheid verdampen. Geschat wordt dat 90% van de uitgestroomde vloeistof aan de plasvorming deelneemt.

Ten aanzien van ruwe olie wordt uitgegaan van een laagdikte van 0,5 cm. De laagdikte kan variëren van 0,1 - 0,8 cm afhankelijk van de herkomst. Tevens kan stolling en emulsievorming optreden, alsmede het vormen van plakkaten van enkele centimeters. Aangenomen wordt dat 75% van de uitgebouwde vloeistof aan de plasvorming deelneemt.

Voor tetra-ethyllood en trichloorethyleen wordt uitgegaan van uitstroming van 200 m³ of 700 m³, afhankelijk van de scheepsgrootte.

Beide stoffen bezitten een soortelijke massa groter dan water waardoor de uitgestroomde stof zal zinken.

Alleen tetra-ethyllood is enigszins oplosbaar in water. Trichloorethyleen is niet oplosbaar.

Voor deze stoffen zal worden volstaan met het aangeven van de hoeveelheid die mogelijk vrij kan komen alsmede de kans hierop.

De gemiddelde ongevalskans voor de gehele Westerschelde bedraagt $5 \cdot 10^{-6}$ kritieke aanvaringen/scheepsbeweging.

Bovenstaande resulteert dan in tabel 3.3.4.

Bij $\approx 10^{-5}$ scheepsbeweging per jaar $\rightarrow$ kritieke aanvaringen in 2 jaar.

TABEL 3.3.4. Risico's ten gevolge van het transport van nafta en ruwe olie met 3 voorbeeldschepen op basis van de vervoersomvang in 1981.

Voorbeeldschip	Aantal schepen	Verwacht plasopp. bij falen van één tank [km ²]	kans van optreden [jr ⁻¹]
<u>Nafta</u>			
49.000 m ³ (1900 m ³ /tnk)	199	2	1.10 ⁻³
91.000 m ³ (6300 m ³ /tnk)	20	6	1.10 ⁻⁴
195.000 m ³ (9600 m ³ /tnk)	2	9	1.10 ⁻⁵
<u>Ruwe olie</u>			
91.000 m ³ (6300 m ³ /tnk)	32	0,9	2.10 ⁻⁴
195.000 m ³ (9600 m ³ /tnk)	1	① ?	5.10 ⁻⁶
<u>Tetra ethyllood</u>			
1.200 m ³ (200 m ³ /tnk)	75	stoffen bezitten	4.10 ⁻⁴
20.000 m ³ (700 m ³ tnk)	75	een soortelijke massa groter dan water en zinken	4.10 ⁻⁴
<u>Trichloorethyleen</u>			
1.200 m ³ (200 m ³ /tnk)	75	en zullen daarom deels dispergeren en deels bezinken	4.10 ⁻⁴
20.000 m ³ (700 m ³ /tnk)	75		4.10 ⁻⁴

T/a

3.4. Bespreken van de resultaten

Aan de hand van de risicopresentaties kan worden geconcludeerd dat, gegeven een kritieke aanvaring:

- Ten aanzien van tot vloeistof verdichte- of gekoelde brandbare gassen:
 - . het maximale aantal te verwachten doden (ca. 2000) scheepsgrootte onafhankelijk is;
 - . de kans op ongevallen waarbij minimaal letaal letsel optreedt tussen de verschillende scheepsgroottes maximaal een factor 2,5 bedraagt (per 10⁶ ton vervoerd LPG).

- Ten aanzien van tot vloeistof verdichte- of gekoelde toxische gassen:
 - . het maximale aantal te verwachten doden bedraagt voor het kleinste schip ca. 600 en voor het grootste schip maximaal ca. 11.000 doden;
 - . de kans op ongevallen waarbij minimaal sprake is van letaal letsel is voor toxische gassen ca. een factor 10 hoger dan voor LPG (voor de vervoersomvang in 1981).
- Ten aanzien van de brandbare vloeistoffen:
 - . het maximale aantal te verwachten doden bedraagt ca. enkele tientallen;
 - . de kans op ongevallen waarbij minimaal sprake is van letaal letsel ligt, op basis van schattingen, minimaal een factor 6 lager dan voor LPG is berekend.

4. CONCLUSIES

4.1 Beschikbare gegevens en resultaten

In de projectomschrijving van de studie is beschreven welke gegevens nodig zijn voor het uitvoeren van de verkennende studie naar de gevolgen van de verdieping van de Westerschelde met betrekking tot de risico's voor de omwonenden en voor het milieu. De gegevens hebben in hoofdzaak betrekking op:

- de vaarroute voor en na de verdieping;
- het vervoersbeeld van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde voor en na de verdieping.

Het vaststellen van de vaarroute leidt niet tot problemen. Uit de opgave van de Dienst Verkeerskunde blijkt dat de vaarroute ten gevolge van de verdieping in het geheel niet zal wijzigen.

Het vaststellen van het vervoersbeeld voor de gevaarlijke stoffen op de Westerschelde heeft tot grote problemen geleid. Het vervoersbeeld omvat zowel een gedetailleerd kwantitatief inzicht in de vervoersomvang als in de vlootsamenstelling met betrekking tot de gevaarlijke stoffen. Met enige moeite is het mogelijk gebleken een beperkt inzicht te krijgen in het huidig vervoersbeeld van de gevaarlijke stoffen over de Westerschelde. Het is echter onmogelijk gebleken om op basis van de beschikbare gegevens in samenwerking met de begeleidingscommissie een prognose vast te stellen. Het gevolg is dat op basis van de uitgevoerde werkzaamheden als resultaat van de studie een "prognose" is geformuleerd die tenminste gerealiseerd dient te worden om te kunnen spreken van een significante toename van het risico met betrekking tot veiligheid en/of milieu. De betrokken overheidsinstanties zullen de vraag moeten beantwoorden in hoeverre de berekende prognose als realistisch kan worden beschouwd.

De werkzaamheden die zijn uitgevoerd, vallen uiteen in twee onderwerpen:

- een nauwkeurighedsanalyse met betrekking tot risicoberekeningen;
- een globale risico-analyse gebaseerd op het huidig vervoer van gevaarlijke stoffen over de Westerschelde.

Om de werkzaamheden ten behoeve van beide analyses te beperken zijn een vijftal representatieve stofcategorieën geformuleerd. Per stof-

categorie zijn één of twee voorbeeldstoffen gekozen, die representatief geacht mogen worden voor de stofcategorie. De werkzaamheden zijn uitgevoerd voor deze stoffen. Het bijkomend voordeel is dat de resultaten overzichtelijk blijven en de hoofdzaken beschrijven. In hoofdstuk 1.5 is een volledige opsomming gegeven van de uitgangspunten die bij het uitvoeren van de werkzaamheden gehanteerd zijn. In de volgende paragrafen zal nader worden ingegaan op de resultaten van de beide analyses.

4.2 De veiligheid voor de bevolking

4.2.1 De definitie van het risico

Het risico is gedefinieerd als kans dat een zeker aantal doden onder de bevolking wordt overschreden. De beide aspecten van het risico - de kans en de omvang (aantal doden) - zijn zowel bij de nauwkeurigheidsanalyse als bij de risicoberekening apart beschouwd. Materiële schade of gewonden zijn niet in de beschouwing opgenomen.

Als uitgangspunt voor de conclusies worden de resultaten van de risicoberekeningen gehanteerd. Ten behoeve van een globaal inzicht in de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen over de Westerschelde zijn de onderstaande elementen van het risico berekend:

- het maximaal aantal doden ten gevolge van één ongevalsgebeurtenis;
- de gesommeerde kans op het optreden van ongevalsgebeurtenissen op de Westerschelde waarbij één of meer doden zijn te verwachten.

Het maximaal aantal doden wordt bepaald door het ernstigste effect dat bij een stofcategorie kan optreden, en door de ongevalsplaats met de grootste nabijgelegen bevolkingsconcentratie (Vlissingen).

Uit de risicoberekening is geconcludeerd dat de stofcategorieën "tot vloeistof verdichte- of gekoelde gassen: brandbaar (LPG) of toxisch (NH_3)" bepalend zijn voor de mate van bedreiging van de veiligheid van de bewoners langs de Westerschelde. Voor beide stoffen wordt in de volgende paragrafen geëvalueerd in hoeverre de beschouwde elementen van het risico zullen wijzigen ten gevolge van de verdieping van de Westerschelde, en welke conclusies hieraan verbonden kunnen worden.

4.2.2 Het maximaal aantal doden

De verdieping van de Westerschelde kan het maximaal aantal doden ten gevolge van een ongeval met een vloeibaar-gas tanker mogelijk op twee manieren beïnvloeden:

- de vaarroute van de schepen over de Westerschelde wijzigt, waardoor meer inwoners bedreigd worden;
- er wordt gevaren met schepen met een grotere tankinhoud, waardoor meer vloeibaar gas kan vrijkomen.

In een vroegtijdig stadium van de studie is al vastgesteld dat de verdieping van de Westerschelde nauwelijks invloed op de vaarroute zal hebben voor de thans bekende schepen. Dus de (maximale) schade-omvang zal ten gevolge van de vaarroute niet wijzigen.

Uit de berekening van het risico van LPG blijkt dat het maximaal aantal doden praktisch onafhankelijk is van het schip waarmee LPG vervoerd wordt. Het maximaal aantal doden is voor het 5500 m³, 53.000 m³ en 125.000 m³ schip gelijk en bedraagt ca. 2000. Bovendien wordt schaalvergroting naar schepen groter dan 125.000 m³ thans niet verwacht [5].

In grote lijnen geldt hetzelfde voor het transport van NH₃. De aanvoer van ammoniak gebeurt met schepen met een maximale capaciteit van 75.000 m³, het doorsnee schip heeft een capaciteit van 30.000 m³. Grotere schepen worden niet verwacht. Bovendien blijkt dat het maximaal aantal doden voor schepen groter dan 30.000 m³ nauwelijks toeneemt en ca. 10.000 bedraagt.

Conclusies: De verdieping van de Westerschelde heeft geen wezenlijke invloed op het maximaal aantal doden dat per ongeval verwacht mag worden. Dat komt omdat het varen met grotere schepen uit de huidige vloot vloeibaar-gas schepen niet resulteert in een toename van het maximaal aantal doden.

Aangezien de vaarroute op de Westerschelde na de verdieping niet wijzigt zullen bovendien dezelfde gebieden (bewoners) door het vervoer van gevaarlijke stoffen bedreigd worden als voor de verdieping.

Het risico wordt bepaald door het vervoer van tot vloeistof verdichte of gekoelde gassen, als belangrijke stoffen zijn LPG en NH_3 beschouwd. Het maximaal aantal doden per ongeval bedraagt voor LPG 2000 en voor NH_3 10.000.

N.B.: De berekening van het aantal doden houdt op geen enkele wijze rekening met vluchten, evacuatie, bestrijding enz. en zal dus feitelijk een pessimistische schatting zijn.

4.2.3 De kans op doden

De verdieping van de Westerschelde kan de gesommeerde kans op het optreden van doden als gevolg van alle mogelijke ongevalsscenario's op een drietal manieren beïnvloeden:

- De verdieping wijzigt de nautische omstandigheden als gevolg waarvan de aanvaringskans alsmede de kans op schade voor de schepen wijzigt;
- De verdieping heeft invloed op de samenstelling van de vloot (bijvoorbeeld grotere schepen). Als gevolg daarvan wijzigen de aanvaringskansen en kansen op mogelijke effect-/schadeontwikkelingen. Varen met grotere schepen betekent bij gelijkblijvend ladingaanbod bovendien minder schepen met gevaarlijke lading op de Westerschelde. Deze factoren beïnvloeden allemaal de uiteindelijke kans op doden, gerelateerd aan een gegeven vervoersaanbod voor een gevaarlijke stof.
- De verdieping van de Westerschelde heeft een gunstige invloed op de concurrentiepositie van de haven van Antwerpen waardoor het ladingaanbod stijgt en meer schepen met gevaarlijke lading de Westerschelde bevaren.

Een belangrijk uitgangspunt bij de plannen met betrekking tot de verdieping van de Westerschelde is dat de nautische omstandigheden niet slechter worden. In tegendeel, er wordt mede naar gestreefd dat door de verdieping bestaande nautische knelpunten worden weggenomen of verbeterd. Om dit zo goed mogelijk te kunnen garanderen wordt door TNO-IWECO en de DVK een onderzoek uitgevoerd waarbij de huidige en toekomstige vaarsituatie vergeleken worden. Aangezien een gevolg van de verdieping van de Westerschelde kan zijn dat meer met grotere schepen

en hogere snelheid gevaren zal worden, zal de kans op ernstige scheepsschade gegeven een aanvaring toenemen. Meer aanvaringen zullen dan mogelijk resulteren in het vrijkomen van gevaarlijke stoffen. Indien ervan uitgegaan wordt dat het risico ten gevolge van nautische omstandigheden niet toeneemt na de verdieping van de Westerschelde, zal de aanvaringskans na de verdieping dus moeten afnemen. Het uitgangspunt voor dit onderzoek is dan ook dat de verkeersstudie van TNO-IWECO en de DVK een vaargeulontwerp zal opleveren en daarbij zodanige nautische beheersmaatregelen zullen worden genomen dat het aantal aanvaringen na de verdieping zal afnemen bij een gelijkblijvend vervoersbeeld.

De invloed van de verschuiving van de scheepsgrootte op de gesommeerde kans op doden blijkt zowel voor LPG als NH_3 beperkt te zijn. Op dit moment vindt het transport plaats met schepen van verschillende capaciteit.

In fig. 3.3.1.B van § 3.3.1 wordt voor LPG getoond dat de kans op één of meer doden $4,5 \cdot 10^{-4}$ per jaar bedraagt, gebaseerd op een totale vervoerscapaciteit van alle schepen van ongeveer $3 \cdot 10^6$ ton per jaar. Per miljoen ton vervoerd LPG over de Westerschelde bedraagt de kans dus $\sim 1,5 \cdot 10^{-4}$. Vergelijken we deze waarde met de kansen die berekend zijn voor het transport van 10^6 ton met schepen van gelijke ladinginhoud, dan blijkt dat een verschuiving van de scheepsgrootte naar bijvoorbeeld 100% transport met 125.000 m^3 schepen de gesommeerde kans op doden doet toenemen met een factor 1,5 (zie figuur 3.3.1.A). Met andere woorden een verschuiving van de scheepsgrootte zal maximaal de kans op doden met een factor 1,5 vergroten, waarbij vanzelfsprekend het totale ladingaanbod gelijk blijft.

Bij de beoordeling van de toename van de kans op doden moeten twee aspecten in beschouwing worden genomen:

1. In hoeverre bestaat zekerheid over de toename met een factor 1,5?
2. Is er sprake van een significant ander risico bij een toename met een factor 1,5?

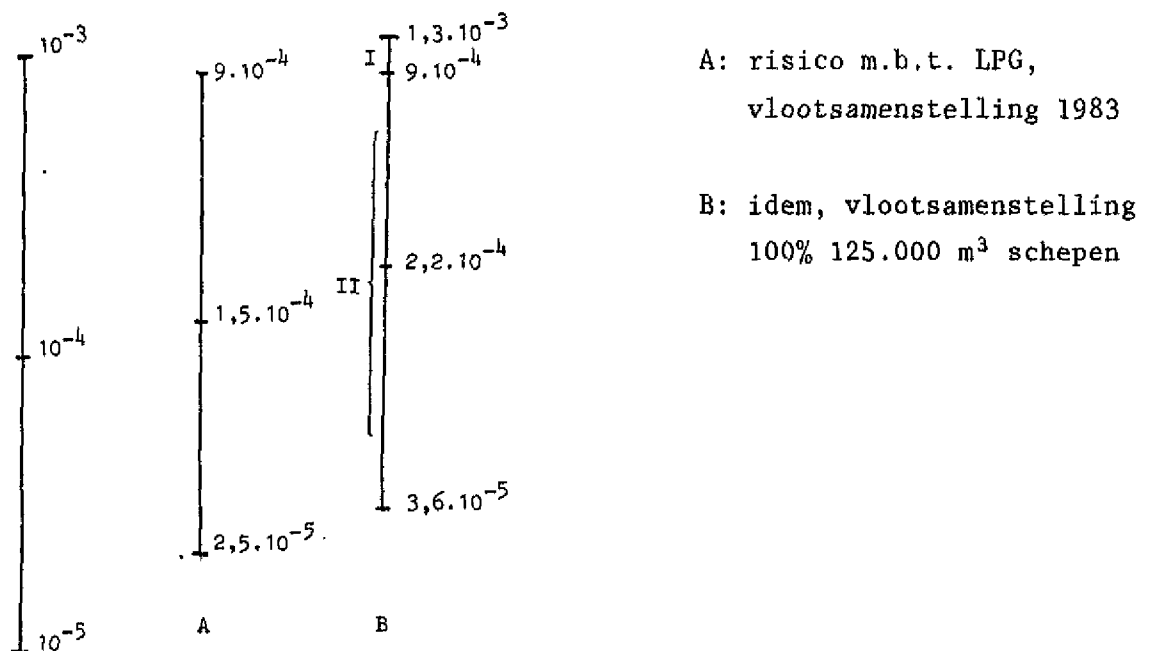
Bij beide aspecten speelt de nauwkeurighedsanalyse voor risicoberekeningen een belangrijke rol.

Het berekenen van de kans op doden wordt o.a. gebaseerd op:

- ongevalgegevens ten behoeve van het berekenen van de kans op uitstroming van vloeibaar gas,
- effectmodellen waarmee berekent wordt welke effectontwikkelingen tot doden kunnen leiden,
- kwetsbaarheidsmodellen die de relatie geven tussen een belasting in de omgeving (b.v. explosie) en het percentage doden dat ten gevolge van de ondergane belasting verwacht wordt.

In hoofdstuk 2 wordt uitvoerig ingegaan op de nauwkeurigheid van de kansberekening voor de onderscheiden stappen. Ingeval de kans op doden wordt berekend voor twee LPG-schepen van verschillende grootte is gebruik gemaakt van dezelfde set ongevalgegevens, dezelfde modellen, etc. Dit betekent dat verschillen in de berekende kans op doden tussen LPG-schepen van verschillende grootte ~ uitgedrukt in een factor - hard zijn ondanks de onnauwkeurigheid bij het berekenen van de kansen. Met andere woorden met grote zekerheid is de berekende kans op doden ingeval uitsluitend met 125.000 m³ LPG-schepen wordt gevaren een factor 1,5 groter dan ingeval wordt gevaren met de LPG-vloot anno 1983.

Resulteert een toename van de kans op doden met een factor 1,5 in een andere beoordeling van het risico van het vervoer van LPG over de Westerschelde? Bij de beantwoording van deze vraag speelt de nauwkeurigheid waarmee de kansberekening wordt uitgevoerd een belangrijke rol. Uit de nauwkeurighedsanalyse blijkt dat de berekende kans op doden voor LPG-transport een onzekerheid heeft van tenminste een factor 6. Grafisch kan dit op onderstaande wijze worden weergegeven:



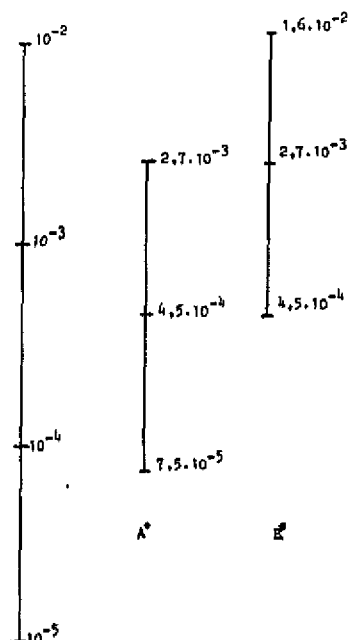
Kans op één of meer doden per miljoen ton LPG die over de W.Schelde vervoerd wordt.

Gebaseerd op een vervoersomvang van 1 miljoen ton LPG over de Westerschelde is de berekende kans op doden voor de vlootsamenstelling anno 1983 gelijk aan $1,5 \cdot 10^{-4}$. Wordt rekening gehouden met de onzekerheid dan zal de feitelijke waarde voor de kans op doden liggen tussen $2,5 \cdot 10^{-5}$ en $9 \cdot 10^{-4}$. Ingeval uitsluitend met het 125.000 m^3 schip LPG vervoerd wordt, dan is zeker dat de kans op doden 1,5 maal hoger ligt dan de kans bij de vlootsamenstelling anno 1983. De feitelijke kans zal liggen tussen $3,6 \cdot 10^{-5}$ en $1,3 \cdot 10^{-3}$. Vergelijken we de twee waardegebieden ten opzichte van elkaar, dan kan geconcludeerd worden dat het waarschijnlijk is dan na de verdieping de feitelijke kans op doden kleiner is dan $9 \cdot 10^{-4}$. Dit is de maximale waarde voor de kans op doden voor de verdieping van de Westerschelde.

De feitelijke waarde voor de kans op doden zal met een waarschijnlijkheid van 10 à 15% in gebied I liggen en met een waarschijnlijkheid van 85 à 90% in gebied II. Hieruit kan geconcludeerd worden dat ten gevolge van het varen met grotere schepen niet gesproken kan worden van een significant ander risico.

Wanneer is dan wel sprake van een significant ander risico? Gekozen is voor het criterium dat de toename van de kans op doden tenminste gelijk moet zijn aan de factor die de onzekerheid van de kansberekening aangeeft. In dit geval wordt met een waarschijnlijkheid van 50% in de nieuwe situatie de maximale kans op doden overschreden.

Passen we dit criterium toe bij de beoordeling van een eventuele toename van het vervoer van gevaarlijke stoffen na de verdieping van de Westerschelde, dan ontstaat onderstaand grafisch resultaat:



*
A: risico m.b.t. LPG, vervoersomvang vóór verdieping van de Westerschelde (1981: $3 \cdot 10^6$ ton)

*
B: risico m.b.t. LPG, vervoersomvang na verdieping ($1,8 \cdot 10^7$ ton)

$B^* \text{ is } 6 \times A^*$

Aangezien de kans op doden gedurende een tijdsperiode recht evenredig is met het aantal LPG-schepen, zal de vervoersomvang met een factor 6 moeten toenemen bij gelijkblijvende vlootsamenstelling, om te kunnen spreken van een significant ander risico. Overigens geldt deze conclusie evenzeer voor het NH_3 -transport. Indien men de mening is toegedaan dat bij een waarschijnlijkheid van minder dan 50% met betrekking tot de overschrijdingskans voor de kans op doden na de verdieping ten opzichte van de maximale kans op doden voor de verdieping, reeds sprake is van een significant ander risico, dan neemt de factor voor de toename van de vervoersomvang vanzelfsprekend af.

Conclusies:

Uitgangspunt van deze studie is dat zodanige beheersmaatregelen na de verdieping van de Westerschelde worden genomen dat het aantal aanvaringen bij gelijkblijvend vervoersbeeld zal afnemen. Hiertoe worden studies uitgevoerd door TNO-IWECO en de DVK.

Ten gevolge van de verdieping van de Westerschelde kan de kans op doden wijzigen door een andere vlootsamenstelling (bij gelijkblijvende vervoersomvang) of door meer transport. Verandering van de vlootsamenstelling (grotere schepen) of meer transport van gevaarlijke stoffen na de verdieping van de Westerschelde resulteert in een toename van de berekende kans op doden met een factor die niet onderhevig is aan een spreiding.

In hoeverre de toename van de kans op doden resulteert in een significant ander risico, hangt af van de spreiding die van toepassing is voor de berekende kans op doden.

Gekozen is voor het criterium dat toename van de kans op doden tenminste gelijk moet zijn aan de factor die de onzekerheid aangeeft waarmee de kans op doden berekend is.

Bepalend voor het risico op de Westerschelde is het transport van vloeibaar gas (LPG en NH_3). Voor dit transport is vastgesteld dat de spreiding in de berekende kans op doden tenminste een factor 6 bedraagt.

Aangezien een andere vlootsamenstelling voor het transport van vloeibaar gas maximaal resulteert in een toename van de kans op doden met een factor 1,5 kan in dit geval niet gesproken worden van een significant ander risico.

Daarnaast kan geconcludeerd worden dat het transport van vloeibaar gas met een factor 6 moet toenemen bij gelijkblijvende vlootsamenstelling, om te resulteren in een significant ander risico. Een tweede scenario dat tot een significant ander risico leidt is het varen met uitsluitend grote gastankers (125.000 m³) en een toename van het transport van vloeibaar gas met tenminste een factor 4.

Opmerking: Ingeval er sprake is van een significant ander risico na de verdieping van de Westerschelde mag dit niet gelijkgesteld worden aan een onacceptabel risico. Het is uitsluitend een maat om aan te geven in hoeverre een discussie over risico-acceptatie met betrekking tot de situatie voor en na de verdieping noodzakelijk is.

4.3 De veiligheid voor het milieu

4.3.1 De definitie van het risico

Met betrekking tot schade aan het milieu wordt onder risico de kans op het optreden van waterverontreiniging verstaan.

In deze studie is de vaststelling van de schadeomvang beperkt gebleven tot het aangeven van het mogelijk verontreinigd wateroppervlak.

Uit de risicoberekening is geconcludeerd dat de stoffen nafta en crude-oil bepalend zijn voor de schade en dat van de beschouwde chemicaliën is vastgesteld dat de waterverontreiniging gering zal zijn enerzijds ten gevolge van de relatief snelle verdamping en anderzijds door de geringe oplosbaarheid in water.

In de volgende paragrafen wordt geëvalueerd in hoeverre zowel de kans op als de omvang van de schade zullen wijzigen ten gevolge van de verdieping van de Westerschelde en welke conclusies hieraan verbonden kunnen worden.

4.3.2 Omvang van de milieuschade

De verdieping van de Westerschelde kan de omvang van de schade op één manier beïnvloeden.

- er wordt gevaren met schepen met een grotere tankinhoud waardoor mogelijk meer lading kan vrijkomen.

Bij de schadeberekeningen is verondersteld dat het verontreinigd oppervlak recht evenredig is met de vrijgekomen hoeveelheid lading. Verondersteld mag worden dat de mogelijke schadeomvang aan een zeker plafond gebonden is.

De vaststelling van dit schadeplafond valt buiten het kader van onderhavige studie. Voorgesteld wordt daarom de feitelijke relatie uitgestroomde hoeveelheid-schadeomvang vast te stellen in de aparte notitie met betrekking tot de gevolgen voor het milieu bij vrijkomen van milieugevaarlijke stoffen die wordt samengesteld door de Deltadienst van Rijkswaterstaat (afd. Milieu en Inrichting).

4.3.3 De kans op milieuschade

De verdieping van de Westerschelde kan de kans op milieu schade op drie manieren beïnvloeden.

- de verdieping wijzigt de nautische omstandigheden als gevolg waarvan de aanvaringskans wijzigt
- de verdieping heeft invloed op de samenstelling van de vloot als gevolg waarvan aanvaringskansen wijzigen. Bij varen met grotere schepen, bij gelijkblijvend ladingaanbod, zal het aantal scheepsbewegingen afnemen.
- de verdieping heeft mogelijk een gunstig effect op de concurrentiepositie van Antwerpen waardoor het ladingaanbod milieugevaarlijke stoffen stijgt.

Het varen met grotere schepen heeft een tweetal elkaar tegenwerkende gevolgen voor de kans op aanvaring.

In het algemeen geldt dat grotere schepen een hogere aanvaringskans hebben dan kleinere schepen (tot maximaal een factor 10). Bij gelijkblijvend ladingaanbod zullen grotere schepen resulteren in minder scheepsbewegingen als gevolg waarvan de aanvaringskans per eenheid vervoerd produkt weer afneemt. Het uiteindelijk resultaat is sterk afhankelijk van het van toepassing zijnde vervoersbeeld voor en na de verdieping van de Westerschelde.

De onzekerheid waarmee de kans op milieuschade kan worden berekend is onbekend vanwege het ontbreken van de evaluatie van schademodelen in dit rapport. In dit rapport is de kans op een uitgestroomde hoeveelheid of op een initieel verontreinigd oppervlak berekend.

Aan deze kansberekening is een onzekerheid toegekend van een factor 4. De onzekerheid in de berekening van de kans op milieuschade zal dus groter zijn dan een factor 4.

Analoog aan par. 4.2.3 zal de toename van de vervoersomvang van milieugevaarlijke stoffen dus groter moeten zijn dan een factor 4, wil er sprake zijn van een significant ander risico. Hoeveel groter hangt af van de onzekerheid in de schademodellen, waarvoor verwezen wordt naar de notitie van de Deltadienst van Rijkswaterstaat.

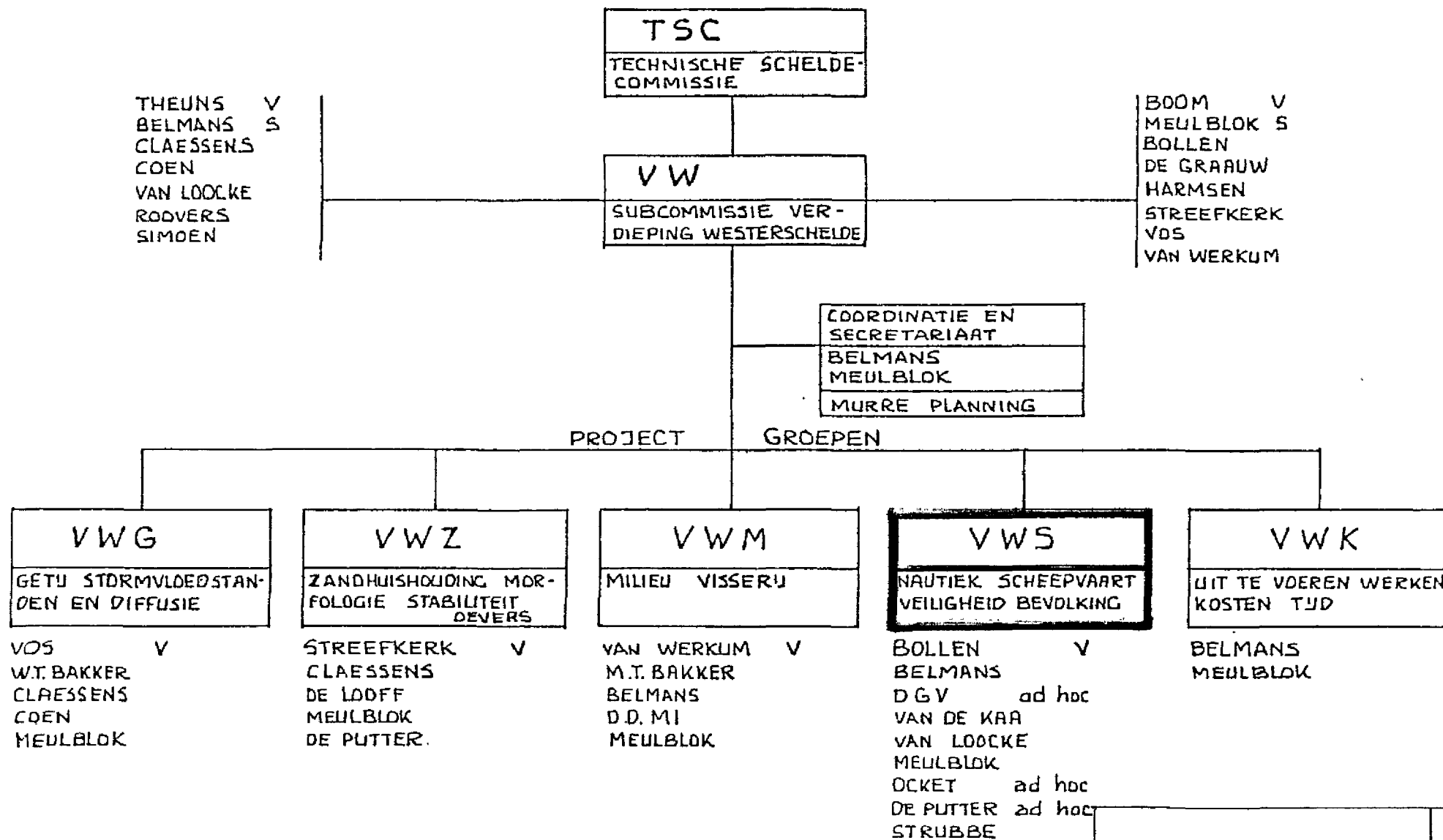
5. LITERATUUR

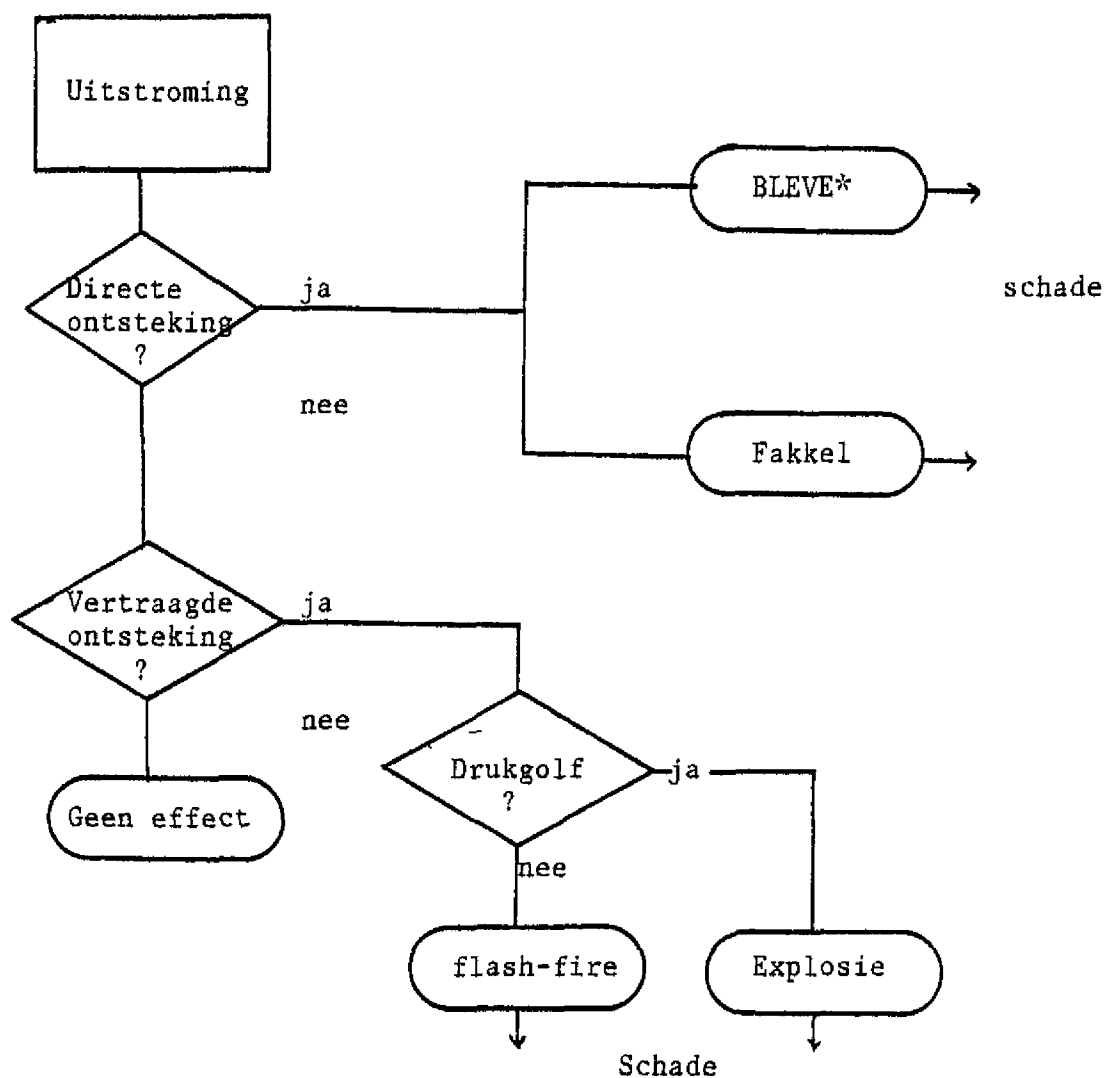
- [1] Risico-analyse van de grootschalige aanlanding van LPG op
4 verschillende lokaties in Nederland
oktober 1980

- [2] Methoden voor het berekenen van fysische effecten van het
incidenteel vrijkomen van gevaarlijke stoffen (vloeistoffen
en gassen)
Directoraat Generaal van de Arbeid, maart 1979

- [3] Van de Berg, A.C.
Berekeningen betreffende de explosieve inhoud van gaswolken
met een grotere dichtheid dan lucht
maart 1978

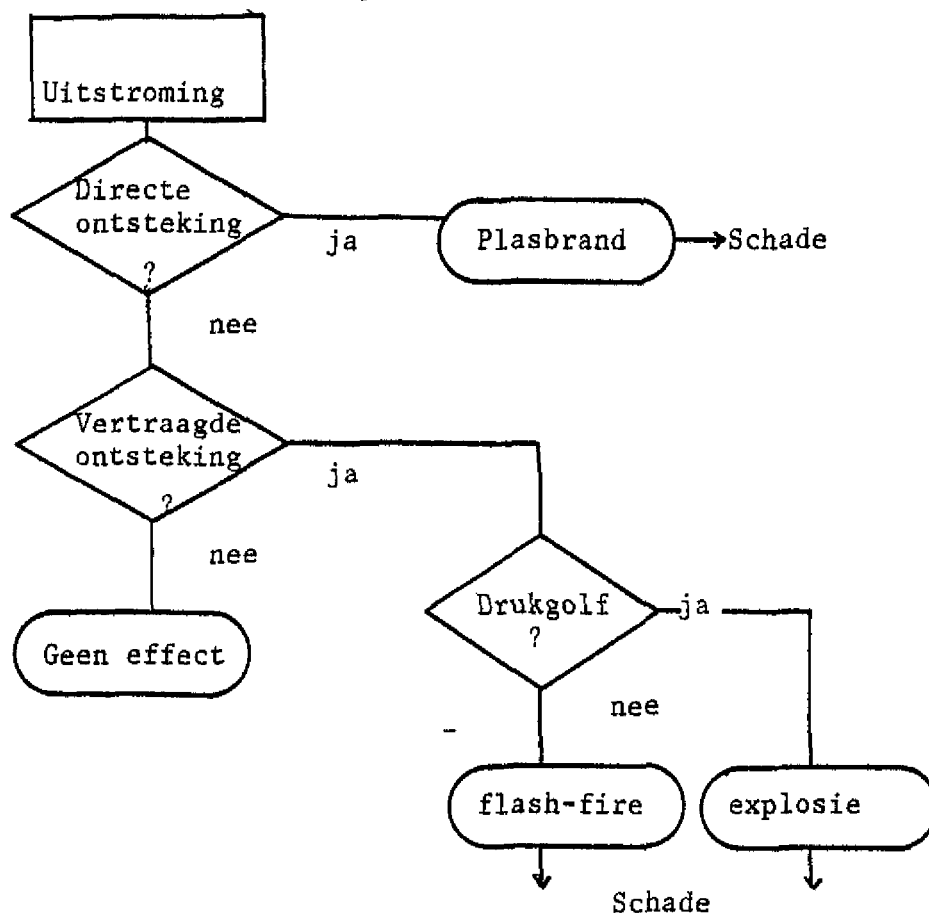
- [4] LPG-integraal studie
Vergelijkende risico-analyse van de opslag, de overslag, het
vervoer en het gebruik van LPG en benzine
Apeldoorn, mei 1983.





Van belangzijnde grootheden voor een flash-fire:

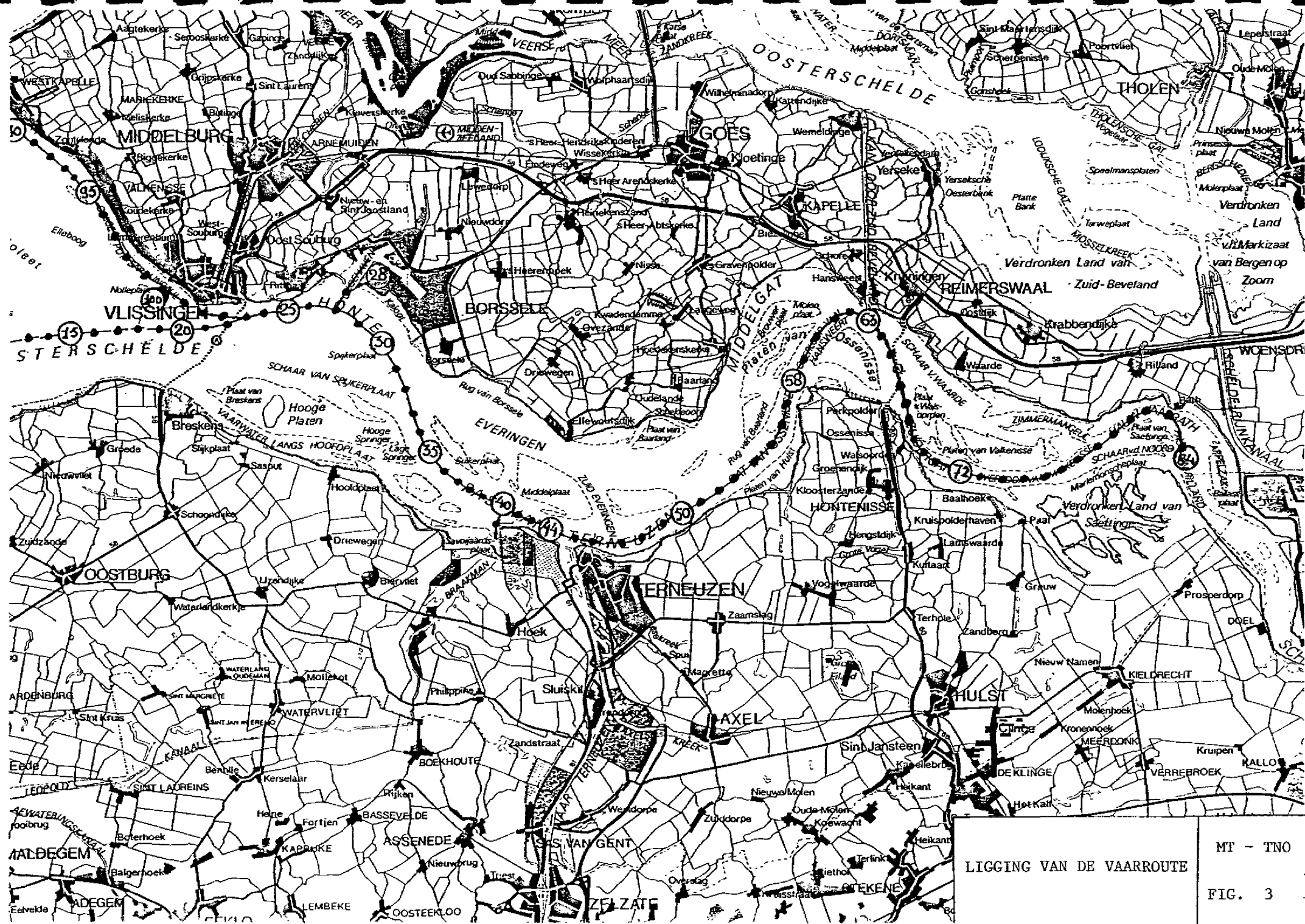
- maximale reisafstand van de gaswolk in de windrichting, "dat wil zeggen met de wind mee", voor wat betreft de afstand waarop nog schade mogelijk is,
- afstand van het centrum van de wolk tot ontsnappingspunt,
- maximale hoeveelheid in het explosieve gebied,
- oppervlakte van het bedreigde gebied.



Van belangzijnde grootheden voor een plasbrand:

- afmetingen van de plas,
- afstand van het centrum van de plas en de afstand waarop nog letaal letsel kan optreden.

Zie voor flash-fire figuur 2.1



MT - TNO

LIGGING VAN DE VAARROUTE

FIG. 3

BIJLAGE 1

OVEREENKOMST TUSSEN DE
BELGISCHE OVERHEID EN TNO

OVEREENKOMST

voor het uitvoeren van een verkennende studie naar de gevolgen van de verdieping van de Westerschelde voor de veiligheid van de bevolking en voor het milieu.

Tussen

De Belgische Staat, Ministerie van Openbare Werken, gevestigd te Brussel, Wetstraat 155, vertegenwoordigd door de Directeur-Generaal der Waterwegen.

hierna genoemd het Bestuur,

en

De Nederlandse Centrale Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek, Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie, gevestigd te Den Haag, Juliana Van Stolberglaan 148, vertegenwoordigd door Prof. ir. W.A. de Jong, voorzitter van de Raad van Bestuur, en H.W.H. Slag, secretaris,

hierna genoemd "TNO",

wordt,

gelet op art. 17 § 2, 4° van de wet van 14 juli 1976 betreffende de overheidsopdrachten voor aannemingen van werken, leveringen en diensten

overeengekomen wat volgt :

Artikel 1 - Bostek.

Op deze opdracht zijn van toepassing :

- 1) de voorschriften van onderhavige overeenkomst;
- 2) de wet van 14/7/76 (B.S. van 28/3/76), gewijzigd bij art.72 van de wet van 4/8/78 tot economische heroriëntering betreffende de overheidsopdrachten voor aanneming van werken, leveringen en diensten;
- 3) het K.B. van 22/4/77 (B.S. van 26/7/77) betreffende de overheidsopdrachten voor aanneming van werken, leveringen en diensten en gewijzigd bij het K.B. van 28/5/79 (B.S. van 31/5/79) en gewijzigd bij het K.B. van 4/2/80 (B.S. van 7/2/80) en gewijzigd bij het K.B. van 20/8/81 (B.S. van 4/9/81);

./.

- 4) het M.B. van 10/8/77 (B.S. van 8/9/77) houdende vaststelling van de algemene aannemingsvoorwaarden van de overheidsopdrachten van werken, leveringen en diensten, gewijzigd bij M.B. van 16/12/80 (B.S. van 19/12/80), voor zover dit betrekking heeft op opdrachten van diensten.

Artikel 2 - Opdracht.

Onderhavige opdracht is een opdracht van diensten. TNO werkt ten behoeve van het Bestuur een verkennende studie uit naar de gevolgen van de verdieping van de Westerschelde voor de veiligheid en voor het milieu.

Ingeval het onmogelijk blijkt uit de bepaling van de verandering van de gevolgen (belastingen) (cfr. punt 1 hierna) conclusies te trekken met betrekking tot de risico's voor de bevolking of voor het milieu zal zowel de kans als het gevolg in de beschouwing worden betrokken. Tijdens de verkennende studie zullen hiervoor de activiteiten, genoemd onder punt 2 en 3 hierna, worden uitgevoerd; deze activiteiten moeten toelaten een eventuele risico-analyse uit te voeren.

De verkennende studie omvat de volgende onderdelen :

1. De bepaling van de mogelijke veranderingen van de omvang van de gevolgen voor de bevolking en het milieu langs de gehele vaarroute op de Westerschelde, als gevolg van de volgende aspecten :
 - veranderingen in de vaarroute, d.w.z. wijzigingen in de afstand tussen vaarroute en bedreigd bevolkingsgebied;
 - bereikbaarheid voor grotere schepen, d.w.z. het vrijkomen van een mogelijk grotere hoeveelheid gevaarlijke stof;
 - een veranderd ladingaanbod, d.w.z. mogelijke anderssoortige belastingen tengevolge van het vervoer van andere typen gevaarlijke stoffen.

De gevolgen zullen uitgedrukt worden in een maximaal oppervlak en maximale afstand waarover een onderscheiden belasting zich uitstrekt.

2. Het geven van inzicht in de wijze waarop mogelijke veranderingen in de vaarroute en het scheepvaartgebeuren van invloed zijn op het risico. Daartoe zal allereerst een inventarisatie gemaakt worden van de wijzigingen die kunnen optreden tengevolge van de verdieping. Aan de hand van het door TNO toegepaste onderzoeksmodel voor de bepaling van het nautisch risico zal geanalyseerd worden op welke wijze de veranderingen van invloed zijn op onderstaande aspecten van het risico :

- de kans op een aanvaring of stranding;
- de kans op gedefinieerde scheepsschade, gegeven aanvaring of stranding;
- de (maximale) omvang van de vrijgekomen hoeveelheid gevaarlijke stof.

Tijdens de uitvoering van dit deel van het onderzoek dient rekening gehouden met de resultaten van het onderzoek dat TNO-IWECC (Instituut voor Werktuigkundige Constructies) uitvoert in het kader van het project "Verdieping Westerschelde", onderzoek dat het voorwerp uitmaakt van een afzonderlijke overeenkomst tussen het Bestuur en TNO.

Het is noodzakelijk in de onderzoeksmethodiek voor het nautisch risico rekening te houden met verwachte knelpunten en voorgenomen operationele maatregelen.

3. Voorstellen op welke wijze het risico gedefinieerd en gepresenteerd wordt, als basis voor de interpretatie van de resultaten van een mogelijk uit te voeren risico-analyse.

Voor het verwezenlijken van de hierboven omschreven opdracht zal TNO volgende werkzaamheden uitvoeren.

1. Inventarisatie van het vervoer van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde in de huidige en toekomstige situatie. Onderscheid moet worden gemaakt naar : - gevaarlijke stoffen

- scheepsgrootte, -type
- ladingopslag, -verpakking,

2. Indeling van de geïdentificeerde stoffen in groepen. De samenstelling van de groepen is afhankelijk van onder andere de stoffeigenschappen, en de indeling naar type belastingen voor bevolking en milieu.

Bij belastingen voor de bevolking moet gedacht worden aan warmtebelasting (kW/m^2), drukbelasting (bar) of concentraties. Bij milieubelasting worden alleen de directe belastingen beschouwd, uitgedrukt in een hoeveelheid of concentratie verontreiniging.

3. Nauwkeurige vaststelling van de vaarroute en de huidige en de toekomstige verkeerssituatie in de Westerschelde voor en na de verdieping van de vaargeul.

./.

4. Vaststellen van de effectmodellen voor het berekenen van de omvang van de onderscheiden belastingen voor bevolking en milieu. TNO zal hiervoor gebruik maken van de effectmodellen zoals deze gebruikt voor het berekenen van de fysische effecten van het incidenteel vrijkomen van gevaarlijke stoffen (vloeistoffen en gassen), de ontwikkelde programmatuur voor de berekening van schade aan de omgeving, eventueel aangevuld met andere bij TNO direct beschikbare modellen.
5. Uitvoeren van effectberekeningen voorzover duidelijke verschillen te verwachten zijn tussen de huidige en toekomstige vaarsituatie.
6. Opstellen van een beschrijving van het onderzoekmodel dat TNO toepast voor de bepaling van het nautisch risico. Het onderzoekmodel is gebaseerd op de analyse van ongevallen die in het Westerscheldegebied hebben plaatsgevonden, en maakt eveneens gebruik van resultaten van scheepsschadeberekeningen/-experimenten. Van de benodigde gegevens, alsmede van de factoren die van invloed zijn op de invulling van de kwantitatieve waarden in het model, wordt een overzicht opgesteld.
7. Opstellen van een overzicht van alle veranderingen die het gevolg zijn of kunnen zijn van de verdieping van de Westerschelde. De veranderingen hebben onder andere betrekking op de vaarroute, nautische knelpunten, scheepvaartaanbod.
8. Opstellen van een relationschema tussen de verzameling van invoergegevens en factoren uit het onderzoekmodel en de geïdentificeerde veranderingen tengevolge van de verdieping.
9. Overleg over de wijze waarop de resultaten van de nautische knelpuntenanalyse met behulp van het simulatiemodel van TWECCO ingepast kunnen worden in het onderzoekmodel voor de bepaling van het nautisch risico.
10. Opstellen van een notitie over risico-definities en risicopresentatie. ~~4x20xxxxxxplaxxx~~

Voor de werkzaamheden omschreven onder de punten 1, 3 en 7 zal het Bestuur de nodige gegevens verstrekken.

--/

TNO zal zich voor het uitvoeren van de opdracht schikken naar de richtlijnen opgenomen onder artikel 3 "Bevoegdheden".

--/ Het onderzoek wordt met een rapport afgerond dat in 20 exemplaren aan het Bestuur wordt toegezonden.

./.

Artikel 3 - Bevoegdheden.

Voor het uitvoeren van deze opdracht wordt het Bestuur vertegenwoordigd door de heer Inspecteur-Generaal van Bruggen en Wegen, Administrateur van de Antwerpse Zeediensten, gevestigd Loodsgebouw te 2000 Antwerpen.

Alle briefwisseling over deze opdracht, inbegrepen rapporten en facturen, dient gericht aan voornoemde, die als enige de bevoegdheid heeft te oordelen over eventuele wijzigingen, aanpassingen e.d. van de opdracht.

De dagelijkse opvolging van de studie wordt namens en in overleg met het Bestuur waargenomen door de Hoofdafdeling Scheepvaart van de Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat (DVK), gevestigd te Dordrecht en vertegenwoordigd door ir. E.J. van de Kaa.

DVK ontvangt rechtstreeks afschrift van alle briefwisseling, inbegrepen rapporten en facturen, die naar aanleiding van de uitvoering van de opdracht wordt gevoerd tussen het Bestuur en TNO.

Het Bestuur heeft het recht, na overleg met de projectgroep "Nautiek, Scheepvaart en Veiligheid Bevolking" van de Subcommissie Verdieping Westerschelde, noodzakelijk geachte belangrijke inhoudelijke wijzigingen in het programma aan te brengen.

Eventueel hieruit voortvloeiende financiële consequenties worden door middel van een bijakte tussen het Bestuur en TNO geregeld.

Artikel 4 - Uitvoering.

De termijn voor het uitvoeren van de opdracht bedraagt 6 kalendermaanden en gaat in op de eerste werkdag van de maand volgend op deze waarin de ondertekening van onderhavige overeenkomst door het Bestuur aan TNO wordt betekend.

Artikel 5 - Financiële voorwaarden.

Er wordt geen borgtocht geëist.

Artikel 22 § 1 van het K.B. van 22/4/77 betreffende de overheidsopdrachten is niet van toepassing.

14/-

De opdracht wordt uitgevoerd tegen de eenheidsprijzen van de in bijlage gevoegde prijslijst. De opgenomen eenheidsprijzen zijn niet herzienbaar.

De betalingen geschieden maandelijks tegen voorlegging van een factuur, in drievoud, door TNO voorzien van de formule "Waar en echt verklaard voor de som van(bedrag in letterschrift)", gevolgd door de handtekening van een gevolmachtigde.

De factuur omvat de prestaties die tijdens de in beschouwing genomen termijn werden verricht.

Bij verzending van de factuur voor vereffening aan het adres onder artikel 3 - eerste alinea, wordt tegelijkertijd een afschrift voor visum en kennisgeving toegezonden aan DVK, die de in rekening gebrachte prestaties zal verifiëren.

Ten aanzien van de betalingsformaliteiten, vermeld in het artikel 15 van het M.B. van 10/8/1977, houdende vaststelling van de algemene aannemingsvoorwaarden, wordt onderhavige opdracht aanzien als een levering.

Artikel 42 van hetzelfde besluit is niet van toepassing, hoe groot ook de over- of onderschrijding van de vermoedelijke hoeveelheden weze.

De betalingen geschieden door overschrijving op rekening nr. 53.10.43.762 van de Algemene Bank Nederland, Apeldoorn, Deventerstraat 15-11.

Artikel 6 - Aansprakelijkheid.

6.1. Behoudens het bepaalde in art. 6.2 is TNO aansprakelijk voor de schade die het Bestuur lijdt door wanprestatie van TNO, doch ten hoogste tot het bedrag van de prijs die het Bestuur volgens onderhavige overeenkomst verschuldigd is voor die opdracht.

6.2. Voor schade, die het Bestuur bij toepassing of gebruik van het resultaat van de werkzaamheden van TNO lijdt, is/zijn TNO en/of door TNO bij de uitvoering van de opdracht gebruikte en/of ingeschakelde personen niet aansprakelijk, tenzij er sprake is van opzet of grove schuld aan de zijde van TNO en/of aan de zijde van door TNO bij de uitvoering van de opdracht gebruikte en/of ingeschakelde personen.

6.3. Het Bestuur vrijwaart TNO en/of door TNO bij de uitvoering van de opdracht gebruikte en/of ingeschakelde personen voor alle aanspraken van derden uit hoofde van door deze derden geleden schade voortvloeiende uit de toepassing of het gebruik van het resultaat van de werkzaamheden van TNO door het Bestuur of door een ander aan wie het Bestuur dat resultaat ter beschikking heeft gesteld, tenzij er sprake is van opzet of grove schuld aan de zijde van TNO en/of aan de zijde van door TNO bij de uitvoering van de opdracht gebruikte en/of ingeschakelde personen.

Artikel 7 - Eigendomsrecht.

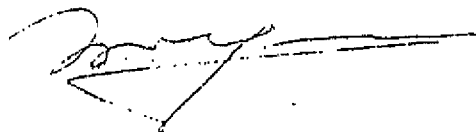
De resultaten van onderhavige opdracht zijn eigendom van het Bestuur dat hierover, onder voorbehoud van het gestelde in de volgende alinea's, vrij en volledig kan beschikken ten behoeve van enige andere studie of uitvoering, om ze mede te delen aan derden of voor eventuele publicatie.

Ten opzichte van TNO verbindt het Bestuur er zich toe in voorkomend geval de rapporten en/of de resultaten woordelijk en in hun geheel te publiceren of aan derden mede te delen. Voor elke andere vorm van publiceren of mededelen dient de instemming van TNO gevraagd.

Het gebruik van het resultaat van de opdracht ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures en voor reclame, benevens het gebruik van de naam van TNO in welke verbinding dan ook, is ook in het geval van publicatie van rapporten als bedoeld in voorgaande alinea, slechts toegestaan na afzonderlijke schriftelijke toestemming van TNO.

Opgemaakt in tweevoud, te Brussel, 7 september 1982.

VOOR TNO,



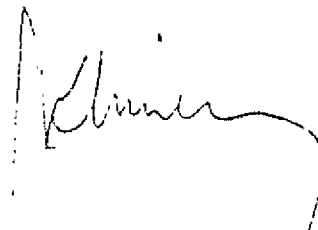
Prof. Ir. W.A. de Jong
Voorzitter



M.W.H. Slag
Secretaris

VOOR DE MINISTER,

De Directeur-generaal der Waterwegen,



Mr. J. DIJKSTERHUIS

FRIJSLIJST

gevoegd bij de onderhandse overeenkomst dd. 7/9/1982
tussen de Belgische Staat en TNO, Hoofdgroep
Maatschappelijke Technologie.

Post	Omschrijving	Hoeveelheid	Eenheidsprijs in gulden	Sommen in gulden
Prestaties te verrichten door :				
1	Academicus fcs 8*			
	a) V.H. uren te verstrekken in 1982	12	152	1.824
	b) V.H. " " " 1983	8	160	1.280
2	Academicus fcs 7*			
	a) V.H. uren te verstrekken in 1982	180	122	21.960
	b) V.H. " " " 1983	120	130	15.600
3	Medewerker fcs 5*			
	a) V.H. uren te verstrekken in 1982	30	102	3.060
	b) V.H. " " " 1983	220	108	2.160
4	Assistent fcs 3*			
	a) V.H. uren te verstrekken in 1982	24	84	2.016
	b) V.H. " " " 1983	16	90	1.440
5	Reis-, reproductie- en diverse kosten verm.bedrag			1.140
Totaal gulden :				51.500

* fcs = functieclassificatiesysteem

Gezien om gevoegd te worden bij de onderhandse
overeenkomst dd. 7/9/1982.

Brussel, 7/9/1982.

Voor TNO,

Voor de Minister,

De Directeur-generaal der Waterwegen.

Prof. Ir. W.A. de Jong
Voorzitter

Ir. J. DEMOEN.

M.W.H. Slag

BIJLAGE 2

CORRESPONDENTIE EN OVERLEG MET BELGISCHE OVERHEID
TEN BEHOEVE VAN GEGEVENS OVER HET VERVOER VAN
GEVAARLIJKE STOFFEN OVER DE WESTERSCHELDE

rijkswaterstaat

dienst verkeerskunde

hoofdafdeling Scheepvaart

besprekingsverslag nr.

plaats: Antwerpen

opgemaakt door: Abelman

datum: 4 maart 1983

bijlagen:

afschrift aan: v.d. Kaa }
Oudshoorn } DVSX
Abelman }

Jansen }
v.d. Horst } TNO Apeldoorn

deelnemers: de heren Suijkens }
Belmans } Antwerpen
Naulaers }
la Benneé - havenkapitein v.d. Horst } TNO Apeldoorn
van Antwerpen Jansen }
Abelman - DVK

Het doel van de vergadering was tweeledig.

1. Kunnen de onderzoekers (TNO-MT) voldoende geschikte gegevens verwachten om hun studie naar behoren te verrichten?

Het antwoord luidt: op de korte termijn die er voor de studie beschikbaar is kan dat niet! De gegevens zijn niet in zodanige vorm voorhanden dat aan deze wens voldaan kan worden.

De gegevens zijn wel in basis vorm beschikbaar, maar verwerking tot de gewenste vorm zou te veel inspanning vergen.

2. Hoe is de visie van de Antwerpse havendeskundigen op het vervoer van gevaarlijke stoffen per zeeschip resp. vóór en na verdieping van de Westerschelde?

Gesteld wordt dat door de verdieping van de Westerschelde het gevaarlijke ladingaanbod vrijwel zeker niet zal veranderen. Gesproken wordt over een autonome ontwikkeling van dit ladingpakket.

Antwerpen voorziet voorshands alleen dat verschuiving zal optreden in het varen van maatgevende schepen uit de kolen en ertssektor. Voor olie en gewone vracht verwacht men geen wijziging.

Wat de aanvoer van LPG betreft meldt men dat er sprake is van een instabiele markt.

De prognose voor LPG loopt van ca. 120.000 m³/jaar thans tot maximaal 400.000 m³/jaar indien de ontwikkelingen op de linkerschelde oever mee beschouwd worden.

behoort bij: bespreekverslag

nr.

datum: 3-3-1983

bladnr: 2

Het grootste LPG schip dat voor aanvoer verwacht mag worden zal in de ogen van kunstwerpen niet groter zijn dan 35.000 ton deadweight (75.000 m³?). In ieder geval zullen de gevaarlijke stoffen schepen niet tot de maatgevende schepen behoren!

Gewag wordt gemaakt van een studie van UNIDO (Wenen) waarin zaken over de maximale scheepsmaat staan beschreven waarmee overzee gevaarlijke stoffen zullen worden vervoerd (wordt opgevraagd).

Algemeen is de konklusie: geen direkt effect te verwachten op de veiligheid van het vervoer van gevaarlijke stoffen. Op zijn hoogst zijn er parasitaire effecten te verwachten door het varen met grote erts- en kolenschepen op binnenschepen die gevaarlijke lading vervoeren. Het TNO-IWECO onderzoek zou hierover wellicht enige helderheid kunnen geven.

Tenslotte is de vraag of TNO-MT nog überhaupt berekeningen naar de risico aspecten moet maken.

De begeleidingsgroep zal hierover een uitspraak moeten doen op de eerstvolgende vergadering.

Dhr. Belmans vraagt zich af of dit nog kontraktuele konsekwenties zal hebben. Dit zal worden nagegaan.

CONCEPT

TNO

Aan de heer Inspecteur-Generaal
van Bruggen en Wegen,
Administrateur van de
Antwerpse Zeediensten
Loodsgebouw
2000 ANTWERPEN
België

bezoekadres
laan van westenenk 501
apeldoorn

postadres
postbus 342
7300 AH apeldoorn

teleex 36395 tnoap nl
telefoon 055 - 77 33 44

datum 31 januari 1983

uw brief

nummer 12213/8727-10389/HOT/MRK

ilagen

onderwerp

Geacht bestuur,

In uw opdracht voert TNO op dit moment een studie uit naar de mogelijk gewijzigde risico's voor bevolking en milieu als gevolg van de verdieping van de Westerschelde. In het kader van deze studie is het noodzakelijk dat inzicht wordt verkregen in de omvang en samenstelling van de goederenstroom naar Antwerpen en Gent, voor wat betreft het vervoer van gevaarlijke stoffen. Aangezien de studie een vergelijking tussen de huidige en toekomstige vaarwegsituatie op de Westerschelde moet zijn, is het noodzakelijk eveneens een prognose te maken van het vervoer van gevaarlijke stoffen na realisatie van het project "Verdieping Westerschelde". De prognose behoort uitsluitend de wijzigingen in goederenstroom aan te geven die het directe gevolg zijn van de gewijzigde vaarwegsituatie (b.v. de aanvoer door grotere schepen).

De inventarisatie en de prognose van het vervoer van gevaarlijke stoffen dient uit te gaan van:

1. De categorie-indeling van gevaarlijke stoffen volgens de IMDG-code.
2. Per categorie gevaarlijke stoffen de categorie-indeling van de schepen waarbij rekening gehouden wordt met scheepstype, scheepsgrootte en wijze van opslag.

De gedetailleerde uitwerking van bovengenoemde categorie-indeling is opgenomen in de bijlage welke aan deze brief is toegevoegd. Aangezien de studie uiterlijk 1 juli 1983 volledig afgerond dient te zijn (streefdatum 1 mei), is het van het grootste belang dat de gegevens op korte termijn aan TNO beschikbaar worden gesteld. Indien de gevraagde gegevens TNO ná 21 februari bereiken, kan de genoemde opleverdatum voor het rapport niet langer gegarandeerd worden. Mocht u nadere toelichting wensen op de gevraagde gegevens, dan kunt u telefonisch contact opnemen met de onderstaande medewerkers.

Met vriendelijke groeten,

Ir. J. van der Horst
Afdeling Industriële Veiligheid

J. van der Horst (055 - 773344)
C.M.A. Jansen (" ")

BIJLAGE

Vraag: Overzicht van alle inkomende en uitgaande zeeschepen voor de havens Gent en Antwerpen, waarbij melding wordt gemaakt van:

- haven (Gent, resp. Antwerpen)
- inkomend, uitgaand
- type gevaarlijke stoffen vlgs. IMCO klasse-indeling (1)
- scheepstype (2)
- scheepsgrootte (3)

Een zo recent mogelijk jaar-overzicht biedt voldoende informatie; de prognose voor het scheepvaartverkeer dient de belangrijkste verschuivingen aan te geven ten gevolge van de verdieping gebaseerd op het gepresenteerde jaaroverzicht.

(1) Indeling gevaarlijke stoffen volgens IMDG-code

1. Ontploffingsgevaarlijke stoffen.
2. Gassen, waarbij onderscheid gemaakt moet worden naar:
 - tot vloeistof verdichte gassen, brandbaar
 - tot vloeistof verdichte gassen, toxisch
 - tot vloeistof gekoelde gassen, brandbaar
 - tot vloeistof gekoelde gassen, toxisch

Opmerking: De indeling is niet compleet, geen informatie is nodig over onder druk opgeslagen gassen, opgeloste gassen en niet-brandbare gassen.

3. Brandbare vloeistoffen:
 - 3.1. brandbare vloeistoffen met vlampunt $< -18^{\circ}\text{C}$
 - 3.2. brandbare vloeistoffen met vlampunt $\geq -18^{\circ}\text{C}$, maar $< 23^{\circ}\text{C}$
 - 3.3. brandbare vloeistoffen met vlampunt $\geq 23^{\circ}\text{C}$, maar $\geq 61^{\circ}\text{C}$

4. Brandbare vaste stoffen
5. Oxiderende stoffen en organische peroxiden:
 - 5.1. oxiderende stoffen
 - 5.2. organische peroxiden
6. Toxische- en infectieuze stoffen
7. Radio-actieve stoffen
8. Corrosieve stoffen

Opmerking: De nummering is overeenkomstig de IMDG-code, de detaillering van de nummering/indeling is afgestemd op het belang van de verschillende klassen voor de studie.

(2) Zeeschepen, type-indeling

1. Vrachtschip voor stukgoed.
2. Containerschip (ro-ro vrachtschip, lash schip)
3. Bulkcarrier
4. Tanker

(3) Scheepsgrootte, gemeten naar Bruto Register Ton (BRT)

1. Schepen ≤ 5000 BRT
2. 5000 - 10.000 BRT
3. 10.000 - 20.000 BRT
4. 20.000 - 50.000 BRT
5. 50.000 - 100.000 BRT
6. ≥ 100.000 BRT

00.20



ANTWERPSE SCHEEPVAARTVERENIGING

VERENIGING ZONDER WINSTBEJAG

KORTE GASTHUISSTRAAT, 18

2000 ANTWERPEN

Dienst Verkeerskunde					
Nr. 831019					
11 FEB. 1983					
PARAAF GEZIEN					

ONZE REF. KN/IP. 3a611 I
te vermelden in het antwoord SDC

Antwerpen, 8 februari 1983.

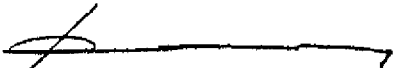
De Heer E.J. van de Kaa,
Rijkswaterstaat,
Dienst verkeerskunde,
Hoofdafd. scheepvaart,
Spuiweg 5,
Dordrecht.

Geachte Heer van de Kaa,

Haven van Antwerpen - trafiek van gevaarlijke produkten - 1981.

Zoals afgesproken laat ik U bijgevoegd statistisch materiaal
geworden waarin o.m. de rubrieken zijn aangestreept waar gevaarlijke
produkten kunnen zijn in opgenomen.

Ik hoop U hiermee van dienst te zijn geweest en bied U, Geachte
Heer van de Kaa, de verzekering mijner gevoelens van hoogachting.


K. NAULAERS,
Direkteur.

bijs.

afschrift aan: dhr F. Suykens,
dhr H. Belmans.

TAB. 1 : RANGSCHIKKING DER GOEDEREN VOLGENS
DE NAAMLIJST N.V.S.
(BRUTO GEWICHT IN TON)

PERIODE : 12 MAANDEN 1981
HAVEN : ANTWERPEN
LOSSINGEN

AARD DER GOEDEREN	INVOER				ENTREPOT				INGAANDE DOORVOER			
	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG
TOT. 18	577910	55043	234	8075					146054	12038	3806	38974
TOT. 1	484625	117648	47468	208792	36298	3679	1774	17037	770686	863869	267396	861976
211.0	4999211	62143	34763	23518					639493	4891	769	1798
213.0			2667	8401					318	48		18
TOT. 21	4999211	62143	37670	28916					640206	4938	769	1816
221.0		706							3090	35		
223.0			21						1258			6
224.0	32	425		862					677	28		236
TOT. 22	32	1131	21	862					5028	63		242
231.0	26282		3						39305	298	264	282
232.0									42			
TOT. 23	26282		3						39348	298	264	282
TOT. 2	5028626	63274	37694	23778					684881	8297	1033	2310
310.0	2506322	333993							97905		43	1356
TOT. 31	2506322	333993							97905		43	1356
321.0	584472	78759		2328	38397	851			180607	1727	283	5405
323.0	23000	2740		1480					590	1802		171
326.0	1036431	62964		677	328123	80068			1780341	102538	22	29829
327.0	2232492	152347		72	88091				85277	8742		1789
TOT. 32	2860398	286800		4864	466611	80819			2046615	114807	278	37294
330.0	130086	38307		38	7069	18			397	238	491	142
TOT. 33	130086	38307		38	7069	18			397	238	491	142
341.0	77185	7998	33	16190	11968			180	16924	2997	368	13236
343.0	235		62	891	7			3	374	2	280	546
346.0	11617		1	1712					20941	1668	889	4291
TOT. 34	88907	7998	96	18793	11975			193	38239	4667	2028	18193
TOT. 3	6606710	678086	97	23388	478668	80837		193	2183386	119712	2837	56996
410.0	7229731	8670							329253	140		1183
TOT. 41	7229731	8670							329253	140		1183
451.0	84640	1819	7881	7300					58216	2804	1171	3720
452.0	16886			482					2213		79	199
453.0				3					3640	1680	38	149
458.0	11308			26					1320			2604
459.1	731								4777	82		18
459.2	392149								736295	476		160
459.9	202892	1046	3232	3890					327446	267	508	1940
TOT. 45	707618	2468	11213	11713					1144107	5688	1781	5627
462.0	3250		51	531					3591		18	773
463.0				1					9298	17		1706
466.0			293	18					2935			75
468.0									88			
469.0		5123							863	611		118
TOT. 46	3350	5123	344	547					16782	628	18	2671
TOT. 4	7840697	14688	11587	12460					1480122	6497	1798	12461
512.0	4308		24	102					7326	18726	4327	11303
513.0	2069		51	2766				8	18015	1182	3109	7172
515.0									72993	46592	22672	14848
TOT. 51	6364		105	2868				8	94944	64501	30108	33020
522.0	51358	16872	2183	331					53854	289730	6476	23275
523.0	113								6355	3480	2081	1228
TOT. 52	51471	16872	2183	331					60219	283140	8529	24603
532.0	18085	2689	1694	6678	397				113535	284639	88224	55537
533.0	343		70	1790					42072	51871	53442	29088
535.0	28835	1682	6463	1923					17809	123772	37209	42864
536.0	89		18	499					27732	56824	48956	62470
537.0			10	70					8213	67629	38520	11624
TOT. 53	45022	4341	8245	10958	397				210381	584335	266370	231408
542.0	38803	31378	32	8222					768877	1914627	647166	313580
543.0	1845	23	261	298					14175	70842	2832	20948
546.0	894	362	61	1084					69774	206978	60416	80468
546.0	452	51		189				1	986	9586	462	7018
TOT. 54	38634	31812	344	9804				1	833893	2204033	710679	422011
551.0	7258	14	2608	14292	402			397	68347	323186	376786	147296
552.0	1873		2	3759	186				11514	7160	3306	8292
TOT. 55	9129	14	2607	18081	588			397	69861	330306	380103	175590
561.0	294379	866	272	851					36123	1714	177	2426
562.0	37309	2060	960	334					21908	2401	4436	24029
563.0	11452		277	50					54419	5612	15	10092
564.0	9167			27					31247	34489	284	22123
565.0	12401	112	171	854	12			8	36412	1818	3394	3640
566.0	1685		58	4956	148		18	72	87383	9686	10186	52183
TOT. 56	386252	3139	1728	7072	157		18	80	238292	86690	17435	116493
TOT. 5	506272	58178	15222	49084	1142		18	486	1507270	3485048	1413424	1002125
511.0	3460	10083		80					570	310	20	4026
512.0	34104	28368		2504					2161	1178	108	1185

TAB. 1 : RANGSCHIKKING DER GOEDEREN VOLGENS
DE NAAMLIJST N.V.S.
(BRUTO GEWICHT IN TON)

PERIODE : 12 MAANDEN 1981
HAVEN : ANTWERPEN
LOSSINGEN

AARD DER GOEDEREN	INVOER				ENTREPOT				INGAANDE DOORVOER			
	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG
813.0	100	747	20						528			39
814.0	48734	4863	188	9901					220247	6078	189	4188
815.0				348					44	887		597
TOT. 61	88418	42781	208	12851					223647	8128	294	12038
821.0	11098	178790	588	631					2000	1843	373	2107
822.0	196708	3480							5			100
823.0	123781	9419	10	200					320847	300		1997
TOT. 62	331582	184689	598	631					322856	2143	373	4204
831.0	19421	1844	187	49					3824	18	1884	1472
832.0	13819	3881	289	3229					30156	2408	1448	892
833.0		286	184	121					55		45	201
834.0				6					1063	43	36064	8411
839.0	94334	9308	800	11161					123333	41887	2307	6277
TOT. 63	127774	14798	1142	14689					187821	44027	43422	14282
841.0	149		1	148					14486	38248	3989	10779
842.0	4			1291					296	16089	286	702
TOT. 64	157		1	1439					14782	64307	4275	11481
840.0	72		28	10					2489	18	1827	410
TOT. 65	72		28	10					2489	18	1827	410
891.0	7238	288	2446	3328				14	27012	1823	4387	12744
892.0	9416	99	472	3229	62				17241	10758	4815	41121
TOT. 68	16651	384	2918	6554	62			14	44254	12841	8972	53885
TOT. 6	862624	243600	4868	36344	62			19	768228	121214	89212	98248
711.0	17883								5188	478	18	470
712.0	1030978	9010							824892	1402	387	1982
713.0		17813							508	889		6
719.0	1648		18						37823	2392	3	1318
TOT. 71	1080499	28623	18						867878	4868	418	3764
721.0									3724	4		
722.0	19501			14					42088	3643	158	3781
723.0	220288	83768							58417	89189	348	3436
724.0	34604	4061	5	643					89440	98097	3337	39120
729.0	84670	28227	178	104		260			71143	110236	2276	14883
TOT. 72	363030	83053	180	761		260			282812	303069	8112	60860
TOT. 7	1413529	109678	188	761		260			830680	307837	6820	64644
811.0	28828	87801	3	2732					8073	23788	2720	4323
812.0	4281	38612		8828		20177			12160	49314	61885	82779
813.0	12060		1868	237				3	17117	37140	130811	88432
814.0				140					280	822	1890	1938
819.0	327840	180287	82347	188818	89822		192	10304	647423	276907	63328	378448
TOT. 81	373379	304400	84218	184470	89823	20177	192	10307	603233	287734	280401	800889
820.0	188		20	841					287	3728	2	1821
TOT. 82	188		20	841					287	3728	2	1821
831.0	2127								17		327	18
839.0	22174	2	87	1313				12	2778	2218	89	3783
TOT. 83	24301	2	87	1312				12	2796	2218	306	3801
841.0	260179	7162	343	1048					836801	2188	488	8098
842.0	1470	22		423					8130	29	23	380
TOT. 84	261649	7184	343	1468					842731	2184	918	8448
891.0	14870	402	1086	40312	39880	103	400	12880	102837	28797	6787	184893
892.0	3280	17	371	6962				289	7080	10408	2399	38448
893.1	619	8	113	1062		2		111	4956	202	1291	4526
893.2	1768	8	89	4337				397	18939	737	1712	30047
894.0	170		3	88					1150	109	3	348
895.0	32	200	5	788					1779	4887	1893	20828
896.0	28411	1347	23884	40648	18398	34	839	8028	309118	241080	80293	393190
TOT. 89	84667	1979	28486	94175	84734	139	939	19472	448539	383187	44308	688414
TOT. 9	714181	313868	110121	282267	118881	20318	1121	28791	1894808	779080	328938	1184763
910.1	821		318	333					1781	847	4416	4070
910.2	83478	243	285148	170078	90888	740	3260	4184	112837	37013	28432	182162
910.3	1179	809	114	1038		31		11	1508	84	871	3338
910.4	577		17	690		38		8	1347	846	461	4102
910.8	187			23		13			671	4997	8	384
910.8	44088	4813	11	66		17		2	13479	649	103	889
TOT. 91	109991	6788	286406	172228	91788	791	2262	4196	132620	44208	32708	186418
920.0	3948		61	1181	436			12	32381	32798	11402	28682
TOT. 92	3948		61	1181	436			12	32381	32798	11402	28682
931.0	14436	203	1587	9184	6413	6	13	637	47040	9537	8494	44374
939.0	63898	2081	3088	21820	74861	14	781	1463	108861	33686	22641	181840
TOT. 93	80430	2294	4648	30978	81274	24	804	2000	163021	43623	39358	228216
941.0	267		273	5708		27		18	8833	12038	17008	84129
949.0	12020	254	1747	21794	8478		48	90	32358	44348	34328	89212
TOT. 94	12287	284	2020	27502	8505		48	108	42001	56327	51334	128341
981.0	890	23	239	1288		33		81	8787	1880	8548	30686
983.0	4128	188	2747	9398	6281	2	2	53	13361	1089	10808	68842
TOT. 98	4818	181	2988	6683	688	2	53	89	19148	2889	17278	98428

TAB. 1 : RANGSCHIKKING DER GOEDEREN VOLGENS
DE NAAMLIJST N.V.S.
(BRUTO GEWICHT IN TON)

PERIODE : 12 MAANDEN 1981
HAVEN : ANTWERPEN
LADINGEN

AARD DER GOEDEREN	UITVOER				RECHTSTREEKSE DOORVOER				DOORVOER VIA ENTREPOT			
	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG
TOT 18	82403	19732	11	38139	83747	101682	3234	12027	3			27
TOT 1	1611091	108894	48882	207641	2408825	182976	77437	178888	8840	18	824	7044
211.0	79488	8088	378	223	427880	199148	16908	3337				
213.0	881			76	63		14	301				
TOT 21	80339	8088	378	398	428023	199148	16920	3638				
221.0					2961		99	65				
223.0	1				5		43	1216				
224.0	14			270	424		14	803				
TOT 22	19			270	3291		186	1783				
231.0	16328	4607		4840	1866	39109	1250	311				
233.0					43							
TOT 23	16328	4607		4840	1909	39109	1250	311				
TOT 2	95688	12862	378	8409	433223	228267	18326	8732				
310.0	88882				87617	10983	50	864				48
TOT 31	88882				87617	10983	50	864				48
321.0	1282738	1848974	213886	28910	36080	168972	86	22929	13143	4980		
323.0	811193	504204	51898	28013	334	810		1419	321			20
328.0	843739	1840236	16809	677	470008	484731	448961	28231	18702	8200	18328	
327.0	3926197	1992928		1128	8882	89629	28339	2344	23841	9292		
TOT 32	6832867	8207342	280893	85728	816004	1124082	474388	58927	54007	22472	18328	20
330.0	83404	97408	8404	66978	370	8	591	322				
TOT 33	83404	97408	8404	66978	370	8	591	322				
341.0	128642	3874	3349	73777	22084	2419	1338	7874	1158	201	568	227
343.0	21104	184458	1	72140	487		17	328				
348.0	1082	28		228	1504	17428	9708	8792	1		23	61
TOT 34	146628	188080	3280	146148	32488	18844	11060	13982	1158	201	592	288
TOT 3	8823881	6493007	282747	268848	828486	1184887	484087	70906	88163	22473	18817	288
410.0	3		3164	23	306	171633	183882	8110		2637		
TOT 41	3		3164	23	306	171633	183882	8110		2637		
461.0	12473	398	2418	2888	12288	27920	13103	12843			37	
462.0			30	828	503	1285	37	1123				
463.0					1851	3218	2	493				
468.0					486	1143	32	17				
469.1					442	3625	81	924				
469.2	4100	27094	8850	47	82088	420757	241730	12088				
469.8	229		163	2831	26416	281288	49824	12268				
TOT 46	16802	27493	11288	6288	106221	709398	304808	60824			37	8
482.0	14318	2883	2607	3608	3817		288	308				
483.0					4806	4173	481	1887				
488.0	2678	27884	19	20	184	2721		121				
488.0						18	18	28				
487.0		1981			118	883		611				
TOT 48	17193	32392	2828	3829	8408	7792	787	2880				
TOT 4	33898	88888	17048	9811	118138	888820	489116	48284		2637	37	8
512.0	3889			849	32046	4084	344	1489		22221		
513.0	1892		184	823	10788	13282	187	2306	2058	4774		181
518.0	1				97237	25091	21088	12239	20159	103306		
TOT 51	5882		184	1372	140088	44421	21896	16144	22214	130301		181
522.0	249918	14706	321	2437	286742	44039	382	3212	63	2700		1
523.0				301	7808	2703	824	1981		1742		1
TOT 52	249918	14706	321	2738	303348	46742	1216	8263	83	4442		2
532.0	942939	26001	718	1824	472621	88320	1321	20337	3021	4923		
533.0	7828	43		118	144944	16884	912	13674	41	21		
538.0	102716	11228	888	1722	2113431	8684		1561				
538.0	149011		1667	1482	170740	8284	6819	10048	704	32867		1
537.0	29853			179	123087	1643	2984	284	19	226		
TOT 53	1232038	37309	3263	8293	1122786	80791	11836	46231	3788	37727		1
542.0	1243883	44301	1239	13123	2980839	889048	30227	81038	10210	8481	101	
543.0	24384		14	88	98077	10878	1140	1113				1
548.0	33880		80	81	392842	13132	809	2338	48			
548.0	8040		50	1047	17324		18	608				
TOT 54	1310087	44301	1363	14337	3487182	882788	31894	88094	10288	8481	101	1
561.0	118348	7	387	3439	902811	8870	3084	11877	12288	18024		8
562.0	31483		11	217	26999	2211	184	878	44			
TOT 56	180830	7	388	3886	929910	10781	3240	12788	12332	18024		8
581.0	86294	1861	3239	1478	6386	24324	6081	3964				
582.0	398	8737		3837	37373	2498	2886	9766	4			
583.0	6898	103	307	49	84308	14342		1364	3			
584.0	41772	100	146	791	72277	10377	1811	3610				
588.0	819		36	212	9287	7387	6487	21818	393	3321		
588.0	74814	2	302	3778	81880	14108	9238	18494	383	2846		40
TOT 58	182090	8803	4130	10261	278388	73010	28483	88708	793	6279		40
TOT 8	3130813	108126	9889	37687	6286882	888801	88238	191182	49442	208284	101	200
611.0	1030012	18971	1283	38880	3888	648	114	887				
612.0	200	19798		840	3104	818	192	718				

TAB. 1 : RANGSCHIKKING DER GOEDEREN VOLGENS
DE NAAMLIJST N.V.S.
(BRUTO GEWICHT IN TON)

PERIODE : 12 MAANDEN 1981
HAVEN : ANTWERPEN
LADINGEN

AARD DER GOEDEREN	UITVOER				RECHTSTREEKSE DOORVOER				DOORVOER VIA ENTREPOT			
	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG
613.0	2				48	120	282	117				
614.0	1181				27413	179019	10770	18889				
615.0	838	24	118	2427	877	522		44				
TOT. 61	1032232	36397	1371	3887	36047	180932	11388	17022				
621.0	846				8940	30	27	318				
622.0	9				108							
623.0	1208	10	57	6864	242486	40670	8938	32327				
TOT. 62	1863	10	59	6909	242534	40700	8963	32842				
631.0	2867	8708			3484	21	412	3099				23
632.0	219	3097			3606	4289	8800	12296			106	
633.0	8660	24358	17	1470	238		18	48				
634.0	32438	88	877	112	42770	427	489	138				
635.0	8536	6688	680	1850	52849	47728	49971	21946	88	280		886
TOT. 63	50216	43607	1484	3304	109923	84664	87690	37481	94	280	106	879
641.0	499976	7182		14	64286	2901	787	7323		1600		1486
642.0	5387			626	17372		18	44				
TOT. 64	505363	7182		640	71638	2901	806	7368		1600		1486
650.0	267			678	2812	140	74	718				
TOT. 65	267			678	2812	140	74	718				
661.0	61648	7812	681	12272	15971	613	1081	23860	18	573		16
662.0	8702		188	734	61243	3896	1784	8780	27			80
TOT. 66	67360	7812	688	13006	61214	4709	2835	30710	62	573		78
TOT. 6	1687291	84078	3400	64308	580168	243846	81728	128912	187	2433	106	2128
711.0	117		273	8884	4330	36	1266	286				
712.0	877	3818			8418	818489	244	4123	88			8
713.0				949	808	304						
718.0	14			10	39782	303	855	412				2
TOT. 71	1008	2816	273	10832	82513	819538	2468	4821	88			10
721.0	2088			329	4	3499		25				
722.0	16831	10279	1200	1001	48422	4403	610	490				
723.0	418814	3284		1900	97244	50279	186	181	2			
724.0	813889	100027	28222	36078	223181	8640	44	149	8			
725.0	488128	199218	140860	84340	188211	8114	1403	2204	20			
TOT. 72	1406287	312878	167382	123848	588243	74138	2211	3048	31			
TOT. 7	1407268	316796	167688	124378	608856	823671	4676	7970	69			10
811.0	47218	8388	1	3416	31972	4798	18	51				
812.0	117424	78677	53883	26937	178884	4208	840	4988	421			8783
813.0	1102		203	7914	228241	1047	328	13372	40			24
814.0					4871	28	3	101	1			8
819.0	278651	284820	108827	324188	810861	122684	60852	288648	22782	868	7774	27802
TOT. 81	841382	378862	188614	362437	1248633	132780	62064	302161	23214	868	7774	33316
820.0	71		12		8266	101	85	68				
TOT. 82	71		12		8266	101	85	68				
831.0	1022				288			17				
839.0	17193	30733	2768	26280	8999	168	192	1698	25			2
TOT. 83	18216	30733	2768	26280	7254	168	192	1718	25			2
841.0		824		9	84787	848479	36896	189466	41	83		2
842.0	2877		42	2269	484	1216	3061	1610				6
TOT. 84	2877	824	42	2278	49211	849685	38787	201076	41	83		7
851.0	282881	13287	38342	368297	238602	10777	8730	88281	8319	368	772	28678
852.0	28868		308	8224	48618	487	1385	3883	208			348
853.1	16488		1718	1718	18301	148	1877	2481	1842	4		10
853.2	19971	2	811	1912	37171	522	8421	7128	792			188
854.0	212		2	3	574	288		788	1			1486
855.0	98			1	28237	329	101	423	238			2
856.0	74786	428	81693	77026	884842	47300	40318	126890	14879	2872	870	7932
TOT. 85	419779	12718	91637	476178	1211334	40029	58633	207014	22979	2844	1879	38606
TOT. 8	882134	423826	283971	868173	2637688	782783	160881	712032	46289	2868	9682	68622
910.1	8210	9	216	74	8206		1761	163	1	61		
910.2	116876	1	83371	187876	248437	887	24087	59931	27087	2	8640	161071
910.3	1308		4	1433	4841	94	137	702	46			
910.4	3688			249	8722		53	890	41			
910.5	137			2	8479		29	518	11			8
910.6	24246	3602	13	4886	7986		606	1290	2622			27
TOT. 91	163462	3612	88884	189747	278780	8977	26473	63271	29420	63	8640	161106
920.0	18888	11	2078	8891	86948	788	896	14949	84			233
TOT. 92	18888	11	2078	8891	86948	788	896	14949	84			233
931.0	40908	801	1098	17288	48963	8699	10064	20084	22084	383	171	3832
939.0	138956	1209	1722	18243	286152	5633	18396	46064	48431	4994	262	9832
TOT. 93	179860	1810	2818	38508	384115	14232	28457	86138	71515	8347	433	13184
941.0	74212		303	9828	91878	1116	302	742	14	2016		2
949.0	82498	782	1087	38681	160390	4256	3843	12002	8898	88287	28	52
TOT. 94	166700	782	1360	48107	251988	5372	4268	12748	5911	90273	28	64
951.0	73431		6071	2386	39228	688	1286	3207	328	4		18
952.0	121531	22	817	1840	81435	467	2798	8870	380			28
TOT. 95	87024	22	8588	4226	120863	1422	4066	8777	678	4		46

EENVORMIGE GOEDERENNOMENCLATUUR VOOR DE VERVOERSTATISTIEKEN (N.V.S) (*)

HOOFDSTUK 0 : LANDBOUWPRODUKTEN EN LEVENDE DIEREN

GROEP 00 : LEVENDE DIEREN

00.0 LEVENDE DIEREN

GROEP 01 : GRANEN

- 01.0 TARWE, SPELT EN MENGKOREN
- 011.0 GERST
- 013.0 ROGGE
- 014.0 HAVER
- 015.0 MAÏS
- 016.0 RIJST
- 017.0 OVERIGE GRANEN

GROEP 02 : AARDAPPELEN

02.0 AARDAPPELEN

GROEP 03 : ANDERE VERSE GROENTEN EN VRUCHTEN

- 03.0 GEFRUITENDE VRUCHTEN
- 031.0 SIJDEGROENTEN EN MANDARIJNEN
- 032.0 GEFRUITENDE GEFRUITENDE
- 033.0 ANDER FRUIT EN NOTEN, VERS
- 034.0 BANANEN
- 035.0 APPELS EN PEREN
- 036.0 ANDER VERS FRUIT, NOTEN
- 037.0 VERSE EN BEVROREN GROENTEN

GROEP 04 : NATUURLIJKE EN SYNTHETISCHE

04.0 TEXTIELSTOFFEN EN AFVAL

- 04.0 WOL EN HAAR VAN DIEREN
- 041.0 KATOEN
- 042.0 KUNSTMATIGE EN SYNTHETISCHE TEXTIELVEZELS
- 043.0 ZIJDE, VLAS, JUTE, HENNEP E.A. PLANTAARDIGE, TEXTIELVEZELS
- 044.0 JUTE EN AFVAL VAN JUTE
- 045.0 ANDERE PLANTAARDIGE TEXTIELVEZELS
- 046.0 LOMPEN EN AFVAL VAN TEXTIEL

GROEP 05 : HOUT EN KURK

- 05.0 PAPIERHOUT, PULPHOUT
- 051.0 MEUNHOUT
- 052.0 ANDER PONDHOUT
- 053.0 HOUTEN DRAAPSLIGGERS E.A. VIERKANT GEHAKT EN GEZAAGD HOUT
- 057.0 SPANHOUT, HOUTSKOOL, HOUTAFVAL, RUWE KURK EN AFVAL

GROEP 06 : SUIKERBIETEN

06.0 SUIKERBIETEN

09.0 : ANDERE RUWE PRODUKTEN VAN DIERLIJKE OF PLANTAARDIGE OORSPRONG

- 09.0 RUWE HUIDEN EN RUWE PELTERIJEN
- 091.0 NATUURLIJKE OF SYNTHETISCHE RUBBER RUW OF GEPUIT
- 092.0 NIET VERWERSTE GRONDSTOFFEN E.A. RUWE PRODUKTEN VAN DIERLIJKE OF PLANTAARDIGE OORSPRONG N.A.G.
- 093.0 BLOED, OLIE
- 094.0 ANDERE RUWE PRODUKTEN VAN PLANTAARDIGE OF DIERLIJKE OORSPRONG

HOOFDSTUK 1 : VOEDINGSPRODUKTEN EN VEEVOEDER

GROEP 11 : SUIKER

- 11.0 RUWE SUIKER
- 111.0 GERAFFINEERDE SUIKER
- 112.0 MELASSE

GROEP 12 : DRANKEN

- 12.0 WIJN EN DRUIVENMOST
- 121.0 BIER
- 122.0 ANDERE ALCOHOLISCHE DRANKEN
- 123.0 NIET ALCOHOLISCHE DRANKEN

GROEP 13 : DIVERSE VOEDINGS- EN GENOTMIDDELEN

- 13.0 KOFFIE
- 131.0 CACAO EN CHOCOLADE
- 132.0 CACAOBONEN
- 133.0 CACAO- EN CHOCOLADE PRODUCTEN
- 134.0 THEE, MATÉ EN SPECERIJEN
- 135.0 THEE EN MATÉ
- 136.0 SPECERIJEN
- 137.0 RUWE TABAK EN AFVAL
- 138.0 TABAKSFABRIKATEN
- 139.0 GLUCOSE, TEXTROSE, ANDERE SUIKER, SUIKERWERK, HONIG
- 140.0 BEREIDE VOEDINGSMIDDELEN N.A.G.

GROEP 14 : AAN BEDERF ONDERHEVIGE VOEDINGSMIDDELEN, BEREIDINGEN EN CONSERVEN VAN VLEES EN VIS

- 14.0 VLEES, GEKOELD OF BEVROREN
- 141.0 VIS, SCHAAL-, SCHELF- EN WEEKDIEREN, VERS, BEVROREN, GEKOELD, GEZOUTEN, GEROOKT
- 142.0 VERSE MELK EN ROOM
- 143.0 BOTAAR, KAAS E.A. MELKPRODUCTEN
- 144.0 MARGARINE, PEUZEL, ANDERE SPIJSVETTEN
- 145.0 BIER
- 146.0 VLEES GEKOELD, GEZOUTEN, GEROOKT, BEREIDINGEN EN CONSERVEN VAN VLEES
- 147.0 VLEES GEKOELD, GEZOUTEN, GEROOKT
- 148.0 BEREIDINGEN EN CONSERVEN VAN VLEES
- 149.0 BEREIDINGEN EN CONSERVEN VAN VIS, SCHAAL-, SCHELF- OF WEEKDIEREN

GROEP 16 : NIET AAN BEDERF ONDERHEVIGE VOEDINGSMIDDELEN EN HOP

- 16.0 MEEL, BLOEM EN GRUTTEN VAN GRANEN
- 161.0 MOET
- 162.0 ANDERE PRODUKTEN EN BEREIDINGEN VAN GRANEN
- 163.0 FRUIT, GEKOELD, GEZOUTEN, BEREIDINGEN EN CONSERVEN VAN FRUIT
- 164.0 GEKOELDE VRUCHTEN
- 165.0 VRUCHTEN, VERPOURZAAMD EN BEREIDINGEN VAN VRUCHTEN
- 166.0 GEKOELDE ZADEN EN PEULVRUCHTEN
- 167.0 BEREIDINGEN EN CONSERVEN VAN GROENTEN
- 168.0 HOP

GROEP 17 : VEEVOEDER EN AFVAL VAN VOEDINGSMIDDELEN

- 17.0 STRO, HOOI EN KAF VAN GRAANGEWASSEN
- 171.0 PERSKOEKEN EN AFVALLEN VAN DE WINNING VAN PLANTAARDIGE OLIE
- 172.0 ZEMEL EN ANDER VOEDSEL BESTEMD VOOR DIEREN, AFVAL VAN DE VOEDINGSINDUSTRIE

GROEP 18 : OLIEHOUDENDE ZADEN EN VRUCHTEN EN VETTEN

- 18.0 OLIEHOUDENDE ZADEN EN VRUCHTEN
- 181.0 KOPRA
- 182.0 SOYABONEN
- 183.0 GRONDNOTEN
- 184.0 OVERIGE OLIEHOUDENDE ZADEN
- 185.0 DIERLIJKE EN PLANTAARDIGE OLIE EN VETTEN EN OPAFVALLEN AFGELEIDE PRODUCTEN
- 186.0 DIERLIJKE OLIE EN VETTEN
- 187.0 LIJNOLIE
- 188.0 OVERIGE PLANTAARDIGE OLIE EN VETTEN

HOOFDSTUK 2 : VASTE BRANDSTOFFEN

GROEP 21 : STEENKOOI

- 21.0 STEENKOOI
- 211.0 STEENKOOI
- 212.0 STEENKOOIBRIKETTEN

GROEP 22 : BRUINKOOI EN TURF

- 22.0 BRUINKOOI
- 221.0 BRUINKOOI
- 222.0 BRUINKOOIBRIKETTEN
- 223.0 TURF

GROEP 23 : COKES

- 23.0 COKES EN HALFCOKES VAN STEENKOOI
- 231.0 COKES EN HALFCOKES VAN BRUINKOOI

HOOFDSTUK 3 : AARDOLIE EN DISTILLATIEPRODUKTEN DAARVAN

GROEP 31 : RUWE PETROLEUM

(*) DE "EENVORMIGE GOEDERENNOMENCLATUUR VOOR DE VERVOERSTATISTIEKEN" IS EEN NAAMLIJST OP DRIE CODECIJFERS, DIE TOEGEPAST WORDEN IN DE VERSCHILLENDE LANDEN VAN DE EUROPESE ECONOMISCHE GEMEENSCHAP, MET HET DOEL MEER GEDETAILLIEERDE UITSPLITSINGEN MOGELIJK TE MAKEN. DE BENELUXLANDEN NA ONDERLING OVERLEG EEN VIERDE CIJFER AAN DEZE CODE TOEGEVOEGD. (DE GROEP 00).

0.0 RUWE PETROLEUM

GROEP 32 : AARDOLIEDERIVATEN (BRANDSTOFFEN)

0.0 BENZINE

323.0 KEPOSINE, INCL. VOOR REACTIEMOTOREN,
WHITE SPIRIT

324.0 GAS- EN DIESELOLIE, LICHTE HUISBRANDOLIE

327.0 ZWARE STOOKOLIE

GROEP 33 : ENERGIEGAS, VLOEISAAR OF GECOMPRIEERD

330.0 ENERGIEGAS, VLOEISAAR OF GECOMPRIEERD

GROEP 34 : OVERIGE AARDOLIE DERIVATEN (GEEN BRANDSTOFFEN)

341.0 SMEEFOLIEN EN SMEEFVETTEN

341.1 ANDERE DAN BUNKERMATERIAAL

342.0 PETROLEUMBITUMEN EN BITUMINEUZE MENGSELS

343.0 OVERIGE PETROLEUMDERIVATEN, NIET BESTEMD VOOR
ENERGIE

HOOFDSTUK 4 : ERSTEN EN METAALRESIDUEN

GROEP 41 : IJZERERTS

410.0 IJZERERTS BEHALVE IJZERKIES

GROEP 45 : ANDERE ERTSEN VAN NON-FERRO-METALEN EN

AFVALLEN DAARVAN

451.0 AFVAL VAN NON-FERROMETALEN

452.0 KOPERERTS EN -CONCENTRATEN, KOPERMATTE

453.0 ALUMINIUMERTS EN -CONCENTRATEN

454.0 MANGANEERTS EN -CONCENTRATEN

459.0 ANDERE ERTSEN EN CONCENTRATEN VAN NON-FERROMETALEN

1 TINKERTS EN -CONCENTRATEN

2 ZINKERTS EN -CONCENTRATEN

3 OVERIGE ERTSEN EN CONCENTRATEN VAN NON-FERROMETALEN

GROEP 46 : SCHROOT EN HOOGOVENSTOF

462.0 SCHROOT VOOR IJZER- OF STAALWINNING (EGKS)

463.0 AFVAL VAN IJZER EN STAAL, NIET VOOR METAALWINNING

464.0 IJZERSLAKKEN VOOR METAALWINNING

465.0 HOOGOVENSTOF (EGKS)

467.0 GEROOST IJZERKIES

HOOFDSTUK 5 : PRODUCTEN VAN DE METAALINDUSTRIE

GROEP 51 : RUW IJZER EN RUW STAAL, FERROLEGERINGEN

511.0 RUW GIETIJZER, SPIEGELIJZER EN KOOLSTOFRIJK FERRO-
MANGAAN (EGKS)

513.0 FERROLEGERINGEN M.U.V. KOOLSTOFRIJK FERROMANGAAN

515.0 RUW STAAL (EGKS)

GROEP 52 : GEWALSTE HALFFABRIKATEN VAN IJZER EN STAAL

521.0 GEWALSTE HALFFABRIKATEN VAN IJZER EN STAAL (BLOOMS,
BILLETTS, SPIJLEN, LAPSETS, COILES) (EGKS)

523.0 ANDERE HALFFABRIKATEN VAN IJZER EN STAAL

(NIET EGKS)

GROEP 53 : STAVEN, PROFIELEN, WALSDRAAD, BESTANDDELEN

VOOR SPOORBANEN VAN IJZER OF STAAL

532.0 STAAL WARM GEWALST OF GEPROFIELEERD (EGKS)

533.0 STAAL IN STAVEN, KOUD GEWALST, KOUD GEPROFIELEERD

(NIET EGKS)

535.0 WALSDRAAD

537.0 IJZER OF STAALDRAAD

537.0 SPOORSTAVEN (RAILS) EN BESTANDDELEN VOOR SPOORWEGEN

GROEP 54 : PLATEN, STRIPPEN EN BAND VAN STAAL

541.0 PLAATSTAAL, GEWALST IN PLATEN OF OP HASPELS OF IN

ROLLEN, UNIVERZAALPLATEN (EGKS)

543.0 ANDER PLAATSTAAL (NIET EGKS)

545.0 BANDSTAAL, STRIPSTAAL, BLIK (EGKS)

546.0 OVERIG BANDSTAAL, STRIPSTAAL (NIET EGKS)

GROEP 55 : BUIZEN, PIJPEN, RUWE GIET- EN SMEEDSTUKKEN

VAN IJZER OF STAAL

551.0 BUIZEN, PIJPEN EN VERBINDINGSTUKKEN

552.0 RUWE GIET- EN SMEEDSTUKKEN VAN IJZER OF STAAL

GROEP 56 : NON-FERROMETALEN

561.0 KOPER EN LEGERINGEN, RUW

562.0 ALUMINIUM EN LEGERINGEN, RUW

563.0 LOOD EN LEGERINGEN, RUW

564.0 ZINK EN LEGERINGEN, RUW

565.0 ANDERE NON-FERROMETALEN EN LEGERINGEN

566.0 BINNPRODUKTEN EN HALFFABRIKATEN VAN NON-FERROMETALEN,
BEHALVE ARTIKELN

HOOFDSTUK 6 : RUWE MINERALEN EN FABRIKATEN DAARVAN.

BOUWMATERIALEN

GROEP 61 : ZAND, GRINT, KLEI EN SLAKKEN

611.0 INDUSTRIEZAND (KWARTSZAND, ZILVERZAND, E.A.)

612.0 GEWOON ZAND EN GRINT

613.0 PUINSTEN, INCL. ZAND EN GRINT VAN PUINSTEN

614.0 KLEI EN KLEIAARDE

615.0 SLAKKEN NIET VOOR METAALWINNING, ASSEN

GROEP 62 : ZOUT, IJZERKIES, ZWAVEL

621.0 ZOUT, RUW OF GERAFFINEERD

622.0 ONGEPOOST IJZERKIES

623.0 ZWAVEL

GROEP 63 : ANDERE STEEN, AARDE EN OERGELIJKE MINERALEN

631.0 STEENSLAG, KLEISTENEN, MACADAM EN TEERMACADAM

632.0 NATUURSTEEN VOOR DE STEENHOUWERIJ OF

VOOR HET BOUWBEDRIJF, RUW

633.0 KALKSTEEN VOOR DE INDUSTRIE

634.0 KRIJST

639.0 ANDERE RUWE MINERALEN

GROEP 64 : CEMENT, KALK

641.0 CEMENT

642.0 KALK

GROEP 65 : GIPS

650.0 GIPS

GROEP 69 : ANDERE SEWERKTE BOUWMATERIALEN

691.0 GEFABRICEEPOE BOUWMATERIALEN, BEHALVE VAN

GLAS OF VAN KLEI

692.0 BAKSTENEN, DAKPANNEN EN ANDERE KERAMISCHE

BOUWMATERIALEN

HOOFDSTUK 7 : MESTSTOFFEN

GROEP 71 : NATUURLIJKE MESTSTOFFEN

711.0 NATUURLIJK NATRIUMNITRAAT

712.0 NATUURLIJKE RUWE FOSFATEN

713.0 RUWE KALIZOUTEN

719.0 ANDERE NATUURLIJKE MESTSTOFFEN

GROEP 72 : KUNSTMESTSTOFFEN

721.0 FOSFAATSLAKKEN (THOMASSLAKKEN)

722.0 ANDERE FOSFAATMESTSTOFFEN

723.0 KALIMESTSTOFFEN

724.0 STIKSTOFHoudende MESTSTOFFEN

729.0 MENGEMESTSTOFFEN EN OVERIGE GEFABRICEEDE MESTSTOFFEN

HOOFDSTUK 8 : CHEMISCHE PRODUCTEN

GROEP 81 : CHEMISCHE BASISPRODUCTEN

811.0 ZWAVELZUUR, OLEUM

812.0 NATRIUMHYDROXYDE EN NATRONLOOG

813.0 NATRIUMCARBONAAT

814.0 CALCIUMCARBIDEN

819.0 ANDERE CHEMISCHE BASISPRODUCTEN

GROEP 82 : ALUMINIUMOXIDE EN -HYDROXYDE

820.0 ALUMINIUMOXIDE EN -HYDROXYDE

GROEP 83 : PRODUCTEN VAN DE STEENKOOI-CHEMIE

831.0 BENZOL

839.0 PEK, TEER EN ANDER RUWE CHEMISCHE DERIVATEN VAN
STEENKOOI EN NATUURLIJKE GASSEN

GROUP 54 : CELLULOSE EN PAPIERAFVAL

841.0 PAPIERSTOF, CELLULOSE
842.0 AFVAL VAN PAPIER, OUD PAPIER

GPC 89 : ANDERE CHEMISCHE PRODUKTEN

[illegible]

HOOFDSTUK 9 : MACHINES, VOERTUIGEN, DIVERSE FABRIKATEN

N.E.G. EN SPECIALE TRANSACTIES

GROEP 91 : VERVOERMATERIAAL

[illegible]

GR 92 : LANDBOUWTRACTORS EN LANDBOUWMACHINES

920.0 LANDBOULTRACTORS EN LANDBOULWMACHINES. INCL.
GEDEMONTEERD EN DEELN

GRUP 93 : ANDERE MACHINES, APPARATEN, MOTOREN EN DELEN
DAARVAN

931.0 ELEKTRISCHE MACHINES, APPARATEN EN MOTOREN
ALSGESCHIEDEN DAARVAN
931.0 NIET-ELEKTRISCHE MACHINES, APPARATEN EN MOTOREN
ALSGESCHIEDEN DAARVAN

GRCEP 94 : METAALWAREN

9 0 AFGEWERKTE DELEN VAN CONSTRUCTIEWERKEN EN
CONSTRUCTIEWERKEN UIT METAAL
9 0 ANDERE GEFABRICIEERDE ARTIKELEN VAN METAAL

GROEP 95 : GLAS, GLASWERK, KERAMISCHE PRODUCTEN

951.0 GLAS
952.0 GLASWERK, AARDWERK E.A., ARTIKELN VAN
MINERALE STOFFEN

GROEP 96 : LEDER, TEXTIEL EN KLEDING

```

961.0 LEDER, ARTIKELEN VAN LEDER EN BEREIDDE PELTEDEJEN
962. GARDENS, WEEFSELS, ARTIKELEN VAN TEXTIELSTOFFEN
      (BEHALVE KLEDING EN SCHOEISEL)
1  GARDENS
2  WEEFSELS, ARTIKELEN VAN TEXTIELSTOFFEN
      (BEHALVE KLEDING EN SCHOEISEL)
963.0 REISARTIKELEN, KLEDING, SAKKES EN SCHOEISEL

```

GROEP 97 : OVERIGE FABRIKATEN N.E.G.

971.0 HALFFABRIKATEN EN ARTIKELEN VAN RUBBER
972.0 PAPIER EN KARTON, ONBEWERKT
973.0 ARTIKELEN VAN PAPIER EN KARTON
974.0 DRUKWERK
975.0 MEUBELLEN, NIEUW
976.0 ARTIKELEN VAN HOUT OF VAN KURK,
M.U.V. MEUBELLEN
1 RINNEB, LONGHOUT E.A. BEWERKT HOUT N.E.G.
2 BEWERKT VAN HOUT, N.E.G.
3 BEWERKT VAN KURK
979.0 OVERIGE GEFABRICIEERDE ARTIKELEN, N.E.G.

GROEP 98 : BUNKERMATERIAAL EN BOORPROVISIE

981. SUNKERMATERIAAL
1 VOOR VREEMDE SCHEPEN
2 VOOR SCHEPEN VAN DE B.I.E.U.
982. BOORDOPPROVISIE
1 VOOR VREEMDE SCHEPEN
2 VOOR SCHEPEN VAN DE B.I.E.U.

GROEP 99 : SPECIALE TRANSACTIES

```

991.0 GEBRUIKTE EMBALLAGE
992.0 MATERIEEL VAN SOUW- en BOUW-ondernemingen, Wagens en
MATERIEEL VAN KERMISSEN, GEBRUIKT
993.0 VERHUURGOEDEREL
994.0 GOUD, MUNTEN, GEDENKPENNINGEN
999.0 GOEDEREN, DIE NAAR HUN AARD NIET GERANGSCHIKT
KUNNEN WORDEN
999.1 ANDERE DAN BOODPROVISIE
999.9 BOODPROVISIE VOOR VREEMDE SCHEPEN

```

TAB. 1 : RANGSCHIKKING DER GOEDEREN VOLGENS
DE NAAMLIJST N.V.S.
(BRUTO GEWICHT IN TON)

PERIODE : 12 MAANDEN 1981
HAVEN : ANTWERPEN
LOSSINGEN

AARD DER GOEDEREN	INVOER				ENTREPOT				INGAANDE OORVOER			
	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG
TOT. 14	577510	58023	254	8078					146064	12038	3804	38974
TOT. 1	894628	117648	47685	208743	24296	3479	1778	17037	770895	868889	367398	841974
211.0	8999311	62143	34743	23818					829493	4831	788	1794
212.0			2467	5401					318	46		14
TOT. 21	8999311	62143	37670	28916					440208	4935	788	1816
221.0		704							2090	35		5
222.0			21	842					1254			
224.0	32	428							177	28		236
TOT. 22	32	1131	21	842					9028	63		242
231.0	26283		3						39305	296	264	252
232.0									43			
TOT. 23	26283		3						39348	298	264	252
TOT. 2	8025628	63274	37694	28778					644561	5287	1033	2310
310.0	2504322	333993							97908		43	1356
TOT. 31	2504322	333993							97908		43	1356
321.0	5884721	78759		2328	39387	451			180607	1727	283	5408
322.0	200001	27401		1480					180	1802		171
323.0	10384311	62954		677	328123	80064			1780341	102328	22	28929
327.0	2232482	1623471		72	49951				88277	8742		1789
TOT. 32	3880396	284800		4654	464611	80919			2046318	114807	278	37294
330.0	130086	34307		38	7069	18			397	238	491	142
TOT. 33	130086	34307		38	7069	18			397	238	491	142
341.0	77159	7994	33	15190	11864			180	14924	2987	489	12326
342.0	335		62	891	7			2	274	2	240	144
349.0	11217		1	1712					20941	1648	499	4291
TOT. 34	88907	7994	96	16793	11978			193	34239	4667	2024	18193
TOT. 3	6605710	576088	97	33389	478685	80937		193	2183366	119712	2837	66996
410.0	7229731	4670							329253	140		1143
TOT. 41	7229731	4670							329253	140		1143
451.0	58540	1819	7981	7300					64218	2404	1171	2720
452.0	16894			492					2213		77	199
453.0				5					3640	1680	25	149
455.0	11308			26					1225			2604
459.1	121								4977			16
459.2	392149								736296	82		160
459.3	2028321	1046	3232	3890					337446	267	398	1980
TOT. 45	707616	2868	11213	11712					1144107	5889	1781	8427
462.0	3380		51	921					3891		18	772
463.0				1					2355	17		1705
466.0			283	18					2935			78
467.0		8123							841			
TOT. 46	3380	8123	284	947					443	411		118
TOT. 4	7940897	16854	11887	12660					16782	628	18	2871
512.0	4305		24	107					1480122	6457	1794	12481
513.0	2059		41	2746					7335	14724	4327	11303
515.0									15016	1183	3109	7172
TOT. 51	6344		105	2859					72592	46892	22673	14848
522.0	51384	18872	2183	321					94944	64501	20104	33020
523.0	113								83844	289730	6478	25278
TOT. 52	514711	18872	2183	321					83881	2460	2081	1228
522.0	18058	2889	1894	6474	397				60218	262180	4529	24603
523.0	3431		70	1740					113535	284538	89224	68537
525.0	26935	1662	6453	1923					42072	51871	82442	29086
526.0		89	18	499					17809	123772	37209	42688
527.0			10	70					27732	64524	46868	62470
TOT. 53	48022	4247	6246	10888	397				9213	47829	39920	11628
542.0	38603	21374	32	8223					210361	564328	264370	231408
543.0	1548	231	281	258					758877	1914627	647146	312580
545.0	944	343	51	1094					14176	70642	2623	20946
546.0	482			189					59774	204978	60418	30484
TOT. 54	38434	21812	344	9804					888	7546	662	7018
551.0	7254	14	2808	14282	402				423693	2204033	710879	422011
552.0	1873		2	3758	186			397	84347	322144	376798	147296
TOT. 55	5123	14	2807	18081	588			397	11514	71601	3304	8292
561.0	234379	984	272	451					59661	320306	340103	175990
562.0	37309	2060	960	334					28122	1714	177	2425
563.0	11452		277	50					21904	2401	4438	24039
564.0	8167			27					54819	8612	18	10082
565.0	1230	112	171	484	12				31267	34489	2541	22122
566.0	1445	11	58	4966	145				34612	1818	2394	3440
TOT. 56	281252	2129	1738	7072	157			72	57343	9686	10156	83163
TOT. 5	105472	85174	16222	49084	1142			486	238292	58690	17435	116493
611.0	3440	10082		30					1807370	3486045	1413428	1002125
612.0	34104	28288		2804					6701	3101	20	4024
									21611	1178	108	1188

TAB. 1 : RANGSCHIKKING DER GOEDEREN VOLGENS
DE NAAMLIJST N.V.S.
(BRUTO GEWICHT IN TON)

PERIODE : 12 MAANDEN 1981
HAVEN : ANTWERPEN
LOSSINGEN

AARD DER GOEDEREN	INVOER				ENTREPOT				INGAANDE DOORVOER			
	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG
612.0	100	747	20						128			39
614.0	48734	4663	189	9901					220247	8078	189	8188
616.0				366					44	867		597
TOT 61	48414	43781	208	12461					223847	8138	294	12035
621.0	11096	17579	658	631					2000	1643	273	2107
622.0	194706	3480							8			100
623.0	123751	5619	10	200					320647	300		1997
TOT 62	321562	184649	668	831					322954	2142	273	4204
631.0	19621	1844	197	48					3924	19	1894	1472
632.0	13619	3491	289	322					20166	2409	1448	892
633.0		254	184	121					53		45	201
634.0				6					1043	42	34064	5411
635.0	94334	9306	600	11161					122323	41667	2207	6277
TOT 63	127774	14796	1162	14699					167621	44037	43422	14253
641.0	149			144					14484	24248	2889	10779
642.0	31			1291					294	18059	384	702
TOT 64	180			1439					14782	84307	4228	11481
650.0	77		28	10					2448	14	1827	410
TOT 65	72		28	10					2489	14	1827	410
661.0	7229	288	2444	3328					27012	1422	4357	12744
662.0	9416	99	472	2229	62				17241	10758	4418	41121
TOT 66	16645	286	2916	4894	62				44264	12861	8972	53668
TOT 6	562624	243800	4468	26344	62				19	766228	121214	96248
711.0	17893								3158	475	18	470
712.0	1030978	9010							124592	1402	397	1692
713.0		17813							504	569		4
714.0	1668		18						37422	2292	3	1216
TOT 71	1060499	26623	18						567878	4466	414	3784
721.0									3724	4		
722.0	19501			14					42088	3643	158	2751
723.0	220258	62766	5	442					56417	89189	348	3426
724.0	24604	4081		104					89440	88097	3237	38120
725.0	444704	28227	178			280			71143	110236	2278	14663
TOT 72	2520209	62053	180	761		280			282872	307089	5712	40480
TOT 7	1412629	109676	198	761		280			430890	307937	4520	64644
811.0	25828	67501	3	2732					1073	22758	2720	4323
812.0	4261	36612		5426	20177				12160	49314	61885	62779
813.0	12090		1866	237					17117	37140	120611	58223
814.0				140					260	422	1390	1998
815.0	327640	180287	82347	188815	88623		192	10304	667623	276907	63325	376449
TOT 81	373379	364400	84213	184470	88623	20177	192	10307	603233	287734	280401	800668
820.0	186		20	341					287	3726	2	1621
TOT 82	186		20	341					287	3726	2	1621
831.0	2127								17		227	18
832.0	22174	2	87	1313				12	2778	2216	49	3783
TOT 83	24301	2	87	1313				12	2798	2216	306	3801
841.0	280179	7162	343	1046					436801	2185	586	9088
842.0	1470	22		423					8820	29	22	260
TOT 84	281649	7184	343	1468					442731	2164	918	9448
891.0	14570	402	1086	40312	38860	103	400	12680	102637	25797	6787	184693
892.0	2280	17	211	6942					7060	10408	2319	28446
893.0	4151	51	113	1042			2		4964	202	1251	4526
894.0	1764	41	68	4237				297	18939	737	1712	30667
895.0	170		8	84					1150	109	3	364
896.0	63	700	6	788					1779	4687	1893	20625
897.0	28411	1347	23844	40648	15396	24	539	6025	309114	341060	80293	393190
TOT 89	54867	1979	25486	94175	54764	129	539	19472	445559	343187	64308	669414
TOT 8	714161	31368	150121	262267	118881	20316	1131	26791	1894405	779060	328035	1184763
910.1	621		318	333					1781	947	4416	4070
910.2	83478	243	286148	170078	80894	740	3240	4144	113437	27013	26822	182162
910.3	1179	109	114	1038					1808	54	871	3324
910.4	177		17	680					1347	945	481	4102
910.5	181			23					471	4997	8	364
910.6	44085	4813	11	84					13478	549	103	689
TOT 91	109991	5785	286606	172226	81784	791	2262	4196	122620	44209	32709	164618
920.0	3946		51	1191				12	32381	32796	11402	26882
TOT 92	3946		51	1191				12	32381	32796	11402	26882
931.0	14435	203	1557	9168	8413	4			47080	9337	5494	44378
932.0	63895	20911	3088	21620	74561	18	791	1463	106861	33466	32841	161860
TOT 93	80430	2294	4645	30878	81374	24	804	2000	163021	43423	38286	228218
941.0	267		272	8708					8623	12038	17006	16129
942.0	12020	254	1747	21794	6476				33368	44349	34329	69212
TOT 94	12287	254	2020	27502	1806				42001	56387	51334	125341
951.0	690	23	239	1238	33				2787	1640	1664	30646
952.0	4129	158	2747	5295	425	2		53	13341	10489	10408	68462
TOT 95	4819	181	2984	6483	664	2	53	68	19144	2649	17370	96428

TAB. 1 RANGSCHIKKING DER GOEDEREN VOLGENS
DE NAAMLIJST N.V.S.
(BRUTO GEWICHT IN TON)

PERIODE : 12 MAANDEN 1981
HAVEN : ANTWERPEN
LADINGEN

AARD DER GOEDEREN	UITVOER				RECHTSTREEKSE DOORVOER				DOORVOER VIA ENTREPOT			
	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG
TOT 18	52403	19722	11	38139	83747	101662	3234	12027	3			27
TOT 1	1611091	108994	45552	207541	2408425	182976	77437	178448	6940	14	824	7044
211.0	79458	6085	379	223	427960	199148	16904	3337				
213.0	851			75	53		14	301				
TOT 21	80328	6085	379	299	428023	199148	16920	1634				
221.0					2961		95	65				
223.0	1				6		43	1215				
224.0	18			270	424		14	303				
TOT 23	19			270	3391		186	1783				
231.0	16328	4507		4840	1888	39109	1250	311				
233.0					43							
TOT 23	16328	4507		4840	1909	39109	1250	311				
TOT 2	95468	12562	379	5409	433223	238257	18328	6732				
310.0	58552				67617	10983	50	664				48
TOT 21	58552				67617	10983	50	664				48
321.0	1352738	1649974	213546	38110	360401	148972	56	22929	13143	4960		
323.0	511193	304204	31698	23013	334	410		1419	321			
325.0	842739	1860238	15509	577	470008	894731	442951	29231	16702	8200	18325	20
327.0	2925197	1992924		1125	5532	59829	25339	2248	23441	9292		
TOT 32	6632657	6207342	280993	55725	515004	1124052	474356	58927	54007	22472	18325	20
330.0	63404	17605	3404	66975	370	8	591	323				
TOT 33	63404	17605	3404	66975	370	8	591	323				
341.0	126442	3874	3349	73777	22094	2419	1325	7674	1185	201	169	227
343.0	21104	184458	1	72140	697	17		325				
345.0	1082	28		228	9504	17425	1704	5792			23	51
TOT 34	148628	188040	3350	146145	32495	15644	11080	13982	1186	201	592	288
TOT 2	6923581	6493007	292747	268646	638446	1184467	486087	70906	56143	22472	18917	286
410.0			3144	23	304	171633	163582	5110		2637		
TOT 41			3144	23	304	171633	163582	5110		2637		
451.0	12472	399	2415	2885	12285	27920	13103	13643			37	
452.0			30	528	503	1295	27	1133				
453.0					1851	3315	2	493				
455.0				1	464	1143	32	17				
459.1					442	3639	91	924				
459.2	6100	27094	8850	47	62088	420757	241730	13058				
459.3	229		143	2821	28414	291289	49624	12268				
TOT 45	16402	27493	11258	6255	104221	709395	304609	40624			37	8
462.0	14315	2553	2607	3509	38171		228	306				
463.0					8486	4173	851	1817				
465.0	2878	27888	19	20	188	2721		121				
466.0						18	18	23				
467.0		1941			113	883		611				
TOT 46	17183	32392	2626	3529	8609	7792	757	2680				
TOT 4	23998	59648	17048	9811	115136	488620	489116	46284		2637	27	8
512.0	3989		548	32046	5084	344	1499	22221				
513.0	1892		154	10786	13282	157	2206	3055	22221	4774		
515.0				97237	25061	21096	12339	20189	103304			151
TOT 51	5942		154	1372	140089	44421	21896	16144	22216	130301		151
522.0	249918	14709	321	2437	295742	44039	392	3312	63	2700		1
523.0				301	7406	2703	624	1951		1742		1
TOT 52	249918	14709	321	2738	303348	46742	1216	5263	63	4442		2
532.0	942929	36001	716	1824	472521	58320	1321	20337	3021	4923		
533.0	5221	43		118	144184	16458	912	13974	41	31		
535.0	102716	11225	886	1722	211343	3686		1551				
538.0	149011		1557	1662	170740	5284	5619	10089	704	32567		1
537.0	29853			179	123097	1643	2964	234	19	226		
TOT 53	1232036	37309	3263	8292	1122785	90791	11836	46231	3766	37727		1
542.0	124383	44301	1229	13123	2180831	569044	30227	51035	10210	8481	101	1
543.0	24394		14	66	96077	10675	1140	1112				
545.0	33690		60	41	39242	13132	509	2334	45			1
546.0	8040		50	1047	17324		18	408				
TOT 54	1310057	44301	1363	14337	3487182	592754	31854	56094	10255	8481	101	1
551.0	119348		7	357	102911	1570	2064	11477	12288	18024		6
552.0	31482		13	217	26999	2211	186	878	44			
TOT 55	150830		7	368	129910	10781	3240	12755	12332	18024		6
561.0	54294	1851	3239	1474	6356	24324	6051	2954				
562.0	395	6737		3937	37373	2495	2885	9766	4			
563.0	4894	103	307	69	58305	14342		1264	3			
564.0	41772	100	148	791	72277	10277	1811	3810				
565.0	519		38	212	9287	7367	6467	21815	293	3321		
566.0	74614	2	302	3775	91660	14106	9231	15495	293	2944		40
TOT 56	182090	8803	4130	10261	278288	73010	26463	86706	793	6279		40
TOT 5	2130913	108126	9899	37457	6284682	868501	16239	181192	48442	208264	101	200
611.0	1020012	16571	1253	36880	3864	545	114	657				
612.0	700	19794		840	3104	516	192	715				

TAB. 1 : RANGSCHIKKING DER GOEDEREN VOLGENS
DE NAAMLIJST N.V.S.
(BRUTO GEWICHT IN TON)

PERIODE : 12 MAANDEN 1981
HAVEN : ANTWERPEN
LADINGEN

AARD DER GOEDEREN	UITVOER				RECHTSTREEKSE DOORVOER				DOORVOER VIA ENTREPOT			
	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG	ZEE	KANALEN RIVIE- REN	SPOOR- WEG	WEG
613.0	3				45	120	282	117				
614.0	1181		118	2427	27413	179019	10770	18489				
615.0	836	24			897	532		44				
TOT 61	1032232	26397	1371	39667	35047	160932	11288	17022				
621.0	644		2	52	8940	30	27	318				
622.0	9				1081							
623.0	1204	10	17	5856	242446	40670	8938	32327				
TOT 62	1483	10	19	6909	248634	40700	8963	32662				
631.0	2867	8706		86	3458	211	412	3099				
632.0	279	9087		84	1608	4238	5400	12306				
633.0	3640	24386	17	1470	228		18	49			106	23
634.0	2285	85	877	112	42770	427	469	135				
639.0	5534	4446	890	1650	52849	47728	49971	21966	89	280		586
TOT 63	50216	43607	1444	2304	108923	54464	57690	37481	94	260	106	579
641.0	496976	7182		14	58266	2901	787	7322				
642.0	6367			626	17372		18	46		1600		1486
TOT 64	106243	7182		640	71638	2901	806	7369		1600		1486
650.0	267			679	3812	140	74	718				
TOT 65	267			679	3812	140	74	718				
661.0	61648	7812	491	12272	19971	813	1087	23980	16	573		16
662.0	5702		188	734	61243	2896	1764	6760	37			60
TOT 66	67360	7812	286	13006	81214	4709	2835	30710	53	573		76
TOT 6	168729	94978	3800	64308	550164	283846	61726	125912	147	2432	106	2129
711.0	117		273	9884	4330	361	1364	386				
712.0	877	2914			8615	618689	244	4123	54			
713.0				989	4081	504						
719.0	141			10	29783	303	256	412				
TOT 71	1008	2914	273	10823	53313	519536	2686	4921	54			
721.0	2099			229		3699		25				
722.0	14931	10279	1200	1001	48423	4403	610	490				
723.0	415514	3384		1900	97344	50279	154	181				
724.0	512669	100027	3222	36075	223151	64401	64	149	2			
729.0	486124	189218	140940	64340	166211	5114	1401	2204	9			
TOT 72	1406257	312878	167362	122546	558263	74136	2711	3049	31			
TOT 7	1407265	316796	167866	134378	408566	592671	4678	7970	48			
811.0	47215	8366		3416	31972	4796	18	81				
812.0	17624	76477	53643	28937	175888	4206	360	4989	431			5743
813.0	1102		203	7914	22624	1047	323	12372	40			24
814.0					4671	28	24	101	1			
819.0	27866	294820	108827	324168	610861	122684	50852	256644	22782	268	7774	27502
TOT 81	841292	375862	189614	362437	1244633	132760	42044	302161	23214	268	7774	32316
820.0	71		12		5266	101	46	66				
TOT 82	71		12		5266	101	46	66				
831.0	1022				289			17				
839.0	17182	30732	2786	26260	899	168	192	1684	25			
TOT 83	18216	30732	2786	26280	7254	168	192	1715	25			
841.0		524		9	84757	848479	36594	189466	41	53		
842.0	2677		62	2259	464	1216	3061	1610				
QT 84	2677	524	42	2274	63211	848895	39757	201076	41	53		
891.0	292551	13287	38342	346297	233402	10777	8720	68281	5319	388	773	28678
892.0	29965		104	6224	49418	687	1285	3883	208			346
893.0	4496		103	1715	4590	149	1577	248	1845	4		158
894.0	17671	2	591	7912	27171	522	6421	7128	792			1468
895.0	213		2	3	574	295	1	758				
896.0	74786	429	91683	77026	29237	329	101	422	236			
897.0					484842	67300	40318	126890	14679	2873	970	7932
TOT 89	419779	13714	91637	475178	1211334	80029	58633	307014	22979	2944	1879	36606
TOT 8	982134	423826	283971	646172	2827498	762763	160491	712032	48289	3868	1982	68932
910.1	6210		218	78	3304		1751	143				
910.2	116476		6827	16787	248437	887	34067	89931	1			
910.3	1306		4	1432	4341	94	137	702	27097	61		
910.4	2848			349	5732		53	690	41			
910.5	27			2	8479		29	515	11			
910.6	24346	3602	13		4969	7996	806	1290	2622			
TOT 91	163462	3612	16696	189747	276780	8977	36673	63271	29420	62	9840	161108
920.0	18664	11	2076	5481	88945	786	856	14989	44			
TOT 92	15583		2076	5481	88945	786	856	14989	44			
931.0	40905	5011	1095	17265	48962	4899	10041	20074				
939.0	138955	1309	1723	16243	285152	6632	14396	46064	22084	383	171	3532
TOT 93	179860	1810	2816	33508	364158	14332	28487	66138	71515	5347	433	13164
941.0	74212		303	1525	91575	1116	302	742	18	2016		2
949.0	42495	752	1057	35541	160390	4266	3963	13003	6498	84287	28	52
TOT 94	164707	752	1360	46107	251986	5372	4266	13745	5911	90273	28	54
961.0	73421		8071	2348	39228	588	1269	3207	228			
962.0	13193	22	817	1840	21435	667	2799	5870	380			
TOT 95	17024	22	8888	4266	120663	1422	4068	4777	476			

80.20

MINISTERIE
VAN OPENBARE WERKEN

BESTUUR DER WATERWEGEN

ANTWERPSE ZEEDIENSTEN

LOODSGEBOUW

2000 Antwerpen, 9.2.1983
Tavernierskaai
Tel. 32.01.89 / 31.57.74 (4 lijnen)
Toestel

Dienst Verkeerskunde

Nr. 831020

11 FEB. 1983

PARAAF GEZIEN

Aan de Heer ir. E.J. van der Kaa
RIJKSWATERSTAAT
Dienst Verkeerskunde
Spuiweg 5 postbus 494
3300 AL DORDRECHT

NEDERLAND

Uw brief van

Uw kenmerk

Ons kenmerk

Bijlagen

TSC/VWS/100

Betreft : Elementen voor het TNO onderzoek

Geachte Heer van der Kaa,

Aansluitend bij ons gesprek van 4.2.1983 op het Stadhuis te Antwerpen heb ik enkele elementen kunnen verzamelen over het LPG verkeer naar Antwerpen.

1. Het verkeer van LPG-tankers

Volgens de mechanografische tabellen van de Havenkapiteinsdienst verliep het verkeer met LPG-tankers als volgt :

LPG-tankers

<u>Jaar</u>	<u>Aantal</u>	<u>BNT</u>	<u>BRT</u>
1972	186	317.926	
1973	217	295.446	
1974	235	303.689	
1975	256	333.907	
1976	192	252.026	
1977	184	277.618	
1978	183		432.485
1979	240		709.351
1980	224		979.119
1981	210		976.655

./..

Samenstelling 1981 naar tonnenmaatsklasse

<u>BRT</u>	<u>Aantal</u>	<u>%</u>	<u>BRT</u>	<u>%</u>
0 - 499	8	3,8	3992	0,41
500 - 999	12	5,7	8842	0,91
1000 - 1999	75	35,7	11805	11,85
2000 - 2999	56	26,7	130527	13,36
3000 - 3999	21	10	70037	7,17
4000 - 4999	4	1,9	16607	1,70
5000 - 5999	7	1,3	37578	3,64
6000 - 6999	3	1,4	20358	2,08
7000 - 7999	-		-	
8000 - 14999	7	3,3	77955	7,98
15000 - 19999	5	2,4	84831	8,69
20000 - 24999	1		24390	2,50
25000 - en meer	11	5,2	385733	39,50
	<u>210</u>		<u>976655</u>	

2. Wat betreft het goederenverkeer beschikken wij over cijfers van het NIS. Deze cijfers zijn gebaseerd op douanegegevens waarbij een post voorkomt getiteld "energiegas vloeibaar of gecomprimeerd". Deze rubriek kan wellicht ook kleinere hoeveelheden andere gassen omvatten dan LPG, maar geeft toch een vrij betrouwbaar beeld van de ontwikkeling van het verkeer.

Hieruit blijkt dat de lossingen van LPG als volgt evolueerden:

Lossingen

1980 39.294 t zee (vooral United Kingdom)
44.020 t binnenvaart (vooral Duitsland)

1981 137.552 t zee (vooral United Kingdom) maar ook Saoedi Arabië,
36.533 t binnenvaart (vooral Saoedi Arabië - beperkte hoeveelheden Duitsland)

1982 61.824 t zee (1/2 Saoedi Arabië)
3 md 6.687 t binnenvaart (Saoedi Arabië)

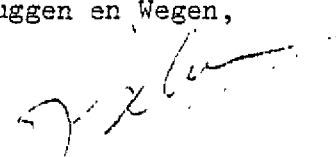
Aan de hand van deze gegevens wil het me voorkomen dat een toename van het LPG verkeer per schip dat in de verwachting ligt zelfs als een risico-verlagende factor kan gelden t.o.v. het vervoer per meer kwetsbaar binnenschip.

Verder lijkt het mij dat de wijziging in de goederenstroom die een direct gevolg zal zijn van de verdieping niet van ingrijpende aard kan zijn.

Ik hoop dat deze inlichtingen kunnen bijdragen tot deze studie.

Met vriendelijke groeten,

De Hoofdingenieur-directeur van
Bruggen en Wegen,


ir. H. BELMANS

BIJLAGE 3

KWANTIFICERING VAN DE ONZEKERHEDEN IN DE GEBRUIKTE MODELLEN

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	2
2.	COMBINATIE VAN ONZEKERHEDEN	3
3.	ONZEKERHEID IN DE EFFECTMODELLEN	4
3.1	Model initiële verdamping	4
3.2	Model plasafmetingen	4
3.3	Model plasverdamping	5
4.	ONZEKERHEID IN DE SCHADEMODELLEN	6
4.1	Model plasbrand	6
4.2	Model dispersie	6
4.3	Samenvatting van de onzekerheden in de effectmodellen	8
5.	ONZEKERHEDEN IN DE KWETSBAARHEIDSMODELLEN	11
6.	ONZEKERHEID IN HET KANSASPECT	14
6.1	Inleiding	14
6.2	Onzekerheid in de kans op een kritieke aanvaring	14
6.3	Onzekerheid in de vervolggkans	15
6.3.1	Flash-fire	16
6.3.2	Plasbrand	16
6.3.3	Waterverontreiniging en dispersie van toxische gassen	16
7.	SAMENVATTING VAN DE ONZEKERHEDEN	17
8.	LITERATUUR	18

1. INLEIDING

In deze bijlage worden de belangrijkste aspecten welke van invloed zijn op de uiteindelijke schade-omvang gekwantificeerd. Tevens wordt ingegaan op de onzekerheid in de kans van optreden.

In fig. 1 is een overzicht gegeven van de van toepassing zijnde modellen.

2. COMBINATIE VAN ONZEKERHEDEN

In de volgende hoofdstukken wordt per onderdeel aangegeven welke de mate van onzekerheid is van een aantal deelaspecten. Deze verschillende onzekerheden vormen te zamen een totale spreiding S . De spreiding S rond een berekende waarde kan worden berekend volgens:

$$S = \sum_i S_i^2$$

waarin

S = totale spreiding

S_i = onzekerheden van de deelaspecten
(S_i^2 is dan de variantie)

Bovenstaande berekeningswijze kan in principe alleen worden toegepast als:

- de onzekerheden lineair doorwerken in het eindresultaat;
- de onzekerheden onafhankelijk zijn;
- de afgeleide onzekerheden beschouwd kunnen worden als spreiding S_i van een stochastische variabele.

Bij de berekening van de totale onzekerheidsfactoren is verondersteld dat aan deze voorwaarden wordt voldaan.

3. ONZEKERHEID IN DE EFFECTMODELLEN

3.1 Model initiële verdamping

Het model initiële verdamping is alleen van toepassing op tot vloeistof verdichte (brandbare - en toxische) gassen.

Indien een dergelijke stof vrijkomt dan zal, ten gevolge van het oververhit zijn, een bepaald gedeelte van de vrijgekomen stof direct in dampvorm overgaan. De berekening van deze direct in dampvorm overgaande hoeveelheid vindt plaats op basis van de veronderstelling dat het proces op adiabatistische wijze verloopt (dat wil zeggen de voor de warmte benodigde verdamping wordt aan de vloeistof zelf onttrokken). In werkelijkheid wordt ook warmte uit de omringende lucht ten gevolge van opmenging en/of warmte uit de ondergrond opgenomen.

Dit betekent dat de werkelijke bronsterkte ligt tussen ca. 30% van de vrijgekomen hoeveelheid en de totale hoeveelheid en geldt alleen indien géén directe ontsteking plaatsvindt. Bij directe ontsteking is de betrokken hoeveelheid gelijk aan de beschouwde hoeveelheid. Onzekerheid +0/+2.

3.2 Model plasafmetingen

Zoals uit figuur 1 blijkt, is plasvorming alleen van toepassing op tot vloeistof gekoelde gassen (zowel brandbare als toxische gassen) en op niet-kokende vloeistoffen, omdat bij vrijkomen van tot vloeistof verdichte (brandbare - of toxische) gassen niet wordt verondersteld dat een plasoppervlak wordt gevormd.

Het model voor het vaststellen van het plasoppervlak bezit een grote onzekerheid. Deze onzekerheid wordt voornamelijk bepaald door de ondergrond: het wateroppervlak. Ten gevolge van golven, stroming, wisselende afstand tot de oever en dergelijke is het aangeven van een spreiding van het plasoppervlak alleen op basis van schattingen mogelijk. Daarnaast geldt met betrekking tot in water oplosbare stoffen (zoals b.v. NH_3) dat ook de mate van oplosbaarheid van NH_3 een rol speelt. Met het oog op bovenstaande wordt geschat dat het plasoppervlak een factor 2 naar weerszijden kan variëren.

De onzekerheid is dus +1/+1.

3.3 Model plasverdamping

Bij het model plasverdamping wordt als functie van de tijd zowel de plasafmetingen als de verdampte hoeveelheid stof vastgesteld. Zoals in de vorige paragraaf opgemerkt is het model plasverdamping alleen van belang voor de categorie brandbare vloeistoffen en de tot vloeistof gekoelde gassen (zowel brandbare als toxische gassen). De mate van verdamping vanuit de gevormde plas wordt in hoofdzaak bepaald door afmetingen en vorm van de plas. In de vorige paragraaf is reeds de onzekerheid aangegeven van de afmetingen van de plas. Ten aanzien van de verdampte hoeveelheid vanuit de plas, wordt geschat dat de onzekerheid minimaal een factor 2 à 3 zal kunnen bedragen. Gezien de genoemde onzekerheid van de plasafmetingen kan deze onzekerheidsfactor in werkelijkheid groter zijn. Als schatting van de totale onzekerheid in de berekende verdampte hoeveelheid als functie van de tijd zal een factor 3, in beide richtingen worden gehanteerd. Onzekerheid +2/+2.

4. ONZEKERHEID IN DE SCHADEMODELLEN

De van toepassing zijnde schademodellen bestaan voor een deel uit modellen waarmee de effecten worden berekend en voor een deel uit modellen waarmee op basis van zogenaamde kwetsbaarheidsmodellen de schade-omvang wordt vastgesteld.

In eerste instantie worden de schademodellen met betrekking tot de effecten beschreven. Hierbij worden 2 onzekerheidsaspecten beschouwd namelijk onzekerheden ten gevolge van de bronsterkte en onzekerheden als gevolg van het model.

De aparte behandeling van de bronsterkte vindt zijn oorzaak in het feit dat de relatie bronsterkte - schade-afstand niet lineair is.

4.1 Model plasbrand

De onzekerheid van dit model wordt voornamelijk veroorzaakt door de onzekerheid in vlamhoogte. Geschat wordt dat hierdoor de warmtestraling in een bepaald punt minder dan 50% kan afwijken. Uitgegaan wordt van een onzekerheid van 50% in beide richtingen.

Onzekerheid $\pm 0,5/+1$.

4.2 Model dispersie

De toegepaste dispersiemodellen (met betrekking tot dispersie in lucht) zullen afwijken van de in werkelijkheid optredende situatie. Twee belangrijke oorzaken hiervan zijn:

- er wordt uitgegaan van geïdealiseerde omstandigheden, geen obstakels en één type omgeving;
- ervaring met proefnemingen op grote schaal zijn in onvoldoende mate aanwezig zodat modellen onvoldoende getoetst kunnen worden.

Vaak zal de specifieke situatie de dispersie in grote mate beïnvloeden. Op basis van gepubliceerde vergelijkingen tussen modelberekeningen en windtunnelproeven moet rekening worden gehouden met verschillen van een factor 2 in beide richtingen voor wat betreft de maximale driftafstanden.

In het algemeen worden dispersieberekeningen uitgevoerd voor 3 weertypen:

- windstil weer;
- zeer stabiel weer; windsnelheid 2 m.s^{-1} ;
- neutraal weer; windsnelheid 5 m.s^{-1} .

Uit de schaarse literatuurbronnen blijkt dat voor wat betreft zwaar gasdispersie de dispersie slechts in 2e orde van de windsnelheid afhangt. Bij neutraal gasdispersie bepaalt de windsnelheid uitsluitend de snelheid waarmee het verschijnsel zich voltrekt (althans voor instantane bronnen). Voor zwaar gasdispersie geldt:

- de onzekerheid ten gevolge van de weerklasse-indeling bedraagt voor de maximale driftafstand ca. 30-40% en voor het schade-oppervlak ca. 60%, in beide richtingen;

Onzekerheid $0,6/+0,7$.

- voor de explosieve inhoud geldt een onzekerheid van 75% ten opzichte van de berekende waarde met zeer stabiel weer als maximum;

Onzekerheid $0,8/+0,3$.

- het oppervlak van de dispergerende wolk hangt ongeveer met een $2/3$ macht af van de bronsterkte. Daarbij geldt dat de lengte in de windrichting wordt onderschat en de breedte wordt overschat.

Onzekerheid in het effectoppervlak ten gevolge van het model: $+1/+1$.

Onzekerheid in het effectoppervlak ten gevolge van bronsterkte:

$+0,7 / +0,7$.

Voor het neutraal gasdispersiemodel geldt:

- de onzekerheid ten gevolge van de weerklasse-indeling bedraagt voor de maximale driftafstand ca. een factor 2 in beide richtingen en voor het schade-oppervlak ca. een factor 4 in beide richtingen;
- voor de explosieve inhoud geldt eveneens een onzekerheid van maximaal factor 4 in beide richtingen;
- de onzekerheid omtrent de maximale driftafstand ten gevolge van de bronsterkte bedraagt ca. 70%.

Onzekerheid in het effectoppervlak ten gevolge van het model: $+4/+4$.

Onzekerheid in het effectoppervlak ten gevolge van de bronsterkte:

$+0,7/+0,3$ (wordt verder verwaarloosd).

4.3 Samenvatting van de onzekerheden in de effectmodellen

In eerste instantie zal worden samengevat hoe groot de onzekerheid is met betrekking tot de mogelijk optredende bronsterkte, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen vloeistoffen en tot vloeistof verdichte gassen (zowel toxische - als brandbare gassen). Tevens zal daarbij worden aangegeven welke de van toepassing zijnde schade-modellen, waarvan de bronsterkte een invoergegeven is, van toepassing zijn.

De onzekerheid wordt in hoofdzaak bepaald door het model.

Tabel A Overzicht van de onzekerheden met betrekking tot bronsterktebepaling

Stofcategorie	onzekerheid met betrekking tot			bronsterkte invoergegeven voor:			
	vrijgekomen hoeveelheid	initiële verdamping	totale on- onzekerheid ²⁾ in de bron- sterkte	plasbrand + plasvorming	flash-fire (dispersie)	toxificatie (dispersie) in lucht	verontrei- nigd water- oppervlak en -volume
tot vloeistof verdicht	+0/+0 ¹⁾	+0/+2	+0/+2		x		
brandbare gassen tot vloeistof gekoeld	+0/+0	+0/+0	+1/+3 ³⁾ (+2/+2) ⁴⁾	x	x		
brandbare vloeistoffen	+0/+0	+0/+0	+1/+3 ³⁾ (+2/+2) ⁴⁾	x	x		
tot vloeistof verdicht	+0/+0	+0/+2	+0/+2			x	
toxische gassen tot vloeistof gekoeld	+0/+0	+0/+0	+1/+3 ³⁾ (+2/+2) ⁴⁾	x		x	
milieuveront- reinigende stof- fen	+0/+0	n.v.t.	n.v.t.				x

1) De notatie a/b betekent dat de werkelijke waarde ligt tussen a + 1 en $\frac{1}{b+1}$ maal de berekende waarde bijvoorbeeld in de onzekerheid +1/+1 dan ligt de werkelijke waarde tussen 2 en $\frac{1}{2}$ maal de berekende waarde.

2) In hoofdstuk 2 is beschreven op welke wijze de onzekerheden kunnen worden gecombineerd.

3) Betreft onzekerheid omtrent plasoppervlak.

4) Betreft onzekerheid met betrekking tot verdamping vanuit de gevormde plas.

Naast de onzekerheid in de bronsterkte kunnen de voor de schade-modellen geldende onzekerheden worden gekwantificeerd.

Op basis van onzekerheden in de bronsterkte en de onzekerheden beschreven in par. 4.1 t/m 4.4 kan Tabel B worden samengesteld.

TABEL B Overzicht van de onzekerheden in de effectoppervlakken

Stofcategorie	Effectmodel						verontreinigd water-oppervlak en -volume
	plasbrand			dispersie			
	bronst.	model	totaal	bronst.	model	totaal	
tot vloeistof verdicht	n.v.t.			+0/+1,3	+1/+1	+1/+1,7	n.v.t.
brandbare gassen							
tot vloeistof gekoeld	+1/+1 ¹⁾	+0,5/+1	+1/+1,4	+2/+2	+4/+4	+4/+4	n.v.t.
brandbare vloeistoffen	+1/+1 ¹⁾	+0,5/+1	+1/+1,4	+2/+2	+4/+4	+4/+4	n.v.t.
tot vloeistof verdicht	n.v.t.			+0/+1,3	+1/+1	+1/+1,7	n.v.t.
toxische gassen							
tot vloeistof gekoeld	n.v.t.			+2/+2	+4/+4	+4/+4	n.v.t.
milieuverontreinigde stoffen	n.v.t.						+1/+1

1) Onzekerheid met betrekking tot plasafmetingen.

5. ONZEKERHEDEN IN DE KWETSBAARHEIDSMODELLEN

Er worden drie criteria gehanteerd voor de relatie tussen de optredende effecten en gevolgen bij het vrijkomen van brandbare stoffen (a) en één criterium ten aanzien van het vrijkomen van toxische stoffen (b).

- a.1 Voor het gebied dat bedekt wordt door een brandbare gaswolk wordt 100% letaliteit onder de geëxponeerden verondersteld.
- a.2 In het gebied waar de warmtestraling ten gevolge van brand tenminste gelijk is aan een zekere grenswaarde bijvoorbeeld 32 kW.m^{-2} bij een expositietijd van 10 seconden geldt een letaliteitspercentage van 1%.
- a.3 Indien explosie optreedt dan is binnen het gebied waarvoor een piekoverdruk geldt van 0,1 bar, voor wat betreft personen binnenshuis, het letaliteitspercentage 1,25%.

- b. In het gebied dat bedekt wordt door een toxische gaswolk geldt binnen het gebied waar een zekere concentratie, gekoppeld aan een blootstellingsduur heerst, een letaliteitspercentage van bijvoorbeeld 50%.

Bovenstaande criteria zullen ten aanzien van de optredende onzekerheid nader worden beschouwd.

- ad a.1 De veronderstelling 100% letaliteit is per definitie pessimistisch. In hoeverre de in werkelijkheid optredende percentage letaliteit afwijkt van deze waarde hangt voornamelijk af van toevallige omstandigheden. Geschat wordt dat de afwijking ligt binnen 50% van de berekende waarde (werkelijk percentage tussen 50% en 100%).
- ad a.2 Het schadecriterium met betrekking tot straling geldt in feite voor onbeschermden personen (onbeschermdde huid, licht gekleed). Afhankelijk van het seizoen geldt dit slechts voor een deel van de blootgestelden. Tevens vormt het verblijf binnenshuis of verblijven in de "schaduw" van gebouwen een reducerende factor.

Tegenover deze overschatting staat een onderschatting doordat het uitgangspunt is dat voor het gehele gebied buiten de eigenlijke brand tot aan de afstand waarop de grenswaarde geldt eenzelfde overlijdenskans geldt van 1%. In werkelijkheid neemt deze kans af van 100% tot 1%.

Deze, elkaar tegenwerkende effecten resulteren in een overschatting, welke geschat wordt op maximaal een factor 4.

Naast bovenvermelde onzekerheid introduceert ook het gebrek aan informatie omtrent toe te passen schadecriteria een onzekerheid. Het gehanteerde criterium is afgeleid uit gegevens gebaseerd op effecten ten opzichte van straling in het Ultra Violet-gebied, terwijl benzinebranden straling afgeven in het infrarood gebied. Op basis van het kwetsbaarheidsmodel kan worden afgeleid dat een overschatting van een factor 2 mogelijk is.

- ad a.3 Explosie resulteert zowel in een snelle verbranding van de gaswolk (flash-fire) als in het optreden van overdruk (deflagratie).

De schade-omvang ten gevolge van optredende overdruk is nage-
noeg te verwaarlozen ten opzichte van de schade veroorzaakt door de brandende gaswolk zelf.

Onzekerheid in de omvang van de explosieschade is derhalve nauwelijks relevant en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

- ad b. Toxiciteitscriteria worden in het algemeen bepaald aan de hand van dierexperimenten. Voordat dergelijke criteria kunnen worden gebruikt om schadegebieden te bepalen, moeten zij een conversie ondergaan waardoor zij geschikt worden om als schadecriteria voor de mens te dienen.

De onzekerheid omtrent het juiste schadecriterium wordt in hoofdzaak bepaald door de:

- beschikbaarheid van adequate letaliteitscriteria en
- de onzekerheid in de vertaling van dier naar mens.

Ofschoon de mate van onzekerheid afhangt van stoftype waarop het schadecriterium betrekking heeft wordt geschat dat de onzekerheid, in beide richtingen, circa een factor 3 kan bedragen. Deze onzekerheidsschatting dient als maximum te worden gezien.

Het resultaat wordt samengevat in Tabel C.

TABEL C Overzicht van de onzekerheid in de kwetsbaarheidsmodellen

Kwetsbaarheidsmodel	Onzekerheidsfactor(en)	Totaal
brandschade	+0/+1	+0/+1
warmtestraling	+0/+3 +0/+1 ¹⁾	+0/+3
toxificatie	+2/+2	+2/+2

1) twee effecten namelijk afscherming en modelfout

Uit een combinatie van tabel B en tabel C kan de uiteindelijke onzekerheid worden bepaald van de schadeberekeningen.

In tabel D zijn de combinaties samengevat.

TABEL D Overzicht onzekerheden schadeoppervlakken met betrekking tot letaal letsel en milieuschade

Stofcategorie	plasbrand		flash-fire		toxificatie	verontreinigd opp. en -volume
	vlamcontact	straling	vlamcontact	straling		
tot vloeistof verdicht	n.v.t.		+1/+2	+1/+3	n.v.t.	
brandbare gassen						
tot vloeistof gekoeld	+1/+2	+1/+3	+4/+4	+4/+5	n.v.t.	
brandbare vloeistoffen	+1/+2	+1/+3	+4/+4	+4/+5	n.v.t.	
tot vloeistof verdicht	n.v.t.				+2/+3	n.v.t.
toxische gassen						
tot vloeistof gekoeld		n.v.t.			+5/+5	n.v.t.
milieuverontreinigde stoffen		n.v.t.				+1/+1

6. ONZEKERHEID IN HET KANSASPECT

6.1 Inleiding

Bij beschouwing van het kansaspect bij vervoer van gevaarlijke stoffen per schip kan onderscheid worden gemaakt in:

- de kans op een aanvaring;
 - de kans op vrijkomen van lading;
 - de kans op ontsteken van de ontstane gaswolk (indien van toepassing).
- } te zamen de kans op kritieke
} aanvaring vormend.

Daarnaast kan onderscheid worden gemaakt in aanvaringen tussen:

- zeeschepen onderling;
- zeeschip en binnenvaartschip en
- binnenvaartschepen onderling.

In deze studie zal alleen de eerste categorie aanvaringen in beschouwing worden genomen. Verondersteld mag worden dat risico voor mens en milieu in hoofdzaak wordt gevormd door calamiteiten met grote schepen omdat als gevolg hiervan een grotere ladinghoeveelheid kan vrijkomen dan bij calamiteiten met binnenvaartschepen.

Met het oog op het feit dat calamiteiten met zeeschepen, gevolgd door vrijkomen van lading, alleen kunnen voorkomen in aanvaringen tussen zeeschepen zal alleen de onzekerheid in de kans op dit soort aanvaringen worden beschouwd.

6.2 Onzekerheid in de kans op een kritieke aanvaring

Op basis van casuïstiek gegevens van het MARIN (voormalig NMI), welke betrekking hebben op koopvaardischepen, is nagegaan welke de onzekerheid is in de kans op een kritieke aanvaring.

Vanwege de afstand tank - scheepswand, is met het oog op het vervoer van onder druk gecondenseerde gassen, de ongevalsdefiniëring zodanig gekozen dat hiermee rekening wordt gehouden (namelijk schadeklasse *5). Voornoemde casuïstiek is geanalyseerd in de zogenaamde LPG-aanlandingsstudie [1].

Geconcludeerd wordt dat de kans op een kritieke aanvaring een factor 6 kan afwijken ten opzichte van de bovengrens en een factor 9 ten opzichte van de ondergrens.

Onzekerheid is dus +5/+8 (voor drukschepen).

Opgemerkt wordt dat bovenstaande onzekerheden zijn vastgesteld in de veronderstelling dat de tank zelf geen sterkte bezit.

Recentelijk is aangetoond dat de tank een aanzienlijke sterkte bezit hetgeen inhoudt dat de kans op een kritieke aanvaring geringer wordt. Dit betekent dat naast de kans op een kritieke aanvaring ook de kans op instantaan vrijkomen een rol zal spelen, zodat de totale onzekerheid groter zal zijn dan bovenstaand aangegeven.

Ten aanzien van het vervoer van brandbare vloeistoffen is gebruik gemaakt van dezelfde casuïstiek als hiervoor genoemd met dien verstande dat nu de casuïstiek uitgebreider is doordat nu schadeklasse 4 in plaats van 5 een rol speelt. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat bij schepen welke vloeistoffen vervoeren geen ruimte tussen tank en scheepshuid aanwezig is. Op basis van deze casuïstiek wordt geschat dat de onzekerheid van de kans op minimaal schadeklasse 4 +3/+5 bedraagt. Bij deze schadeklasse kan nog onderscheid worden gemaakt met het oog op de grootte van de uitstroomopening. Omdat bij de onderhavige studie alleen instantaan vrijkomen wordt beschouwd, wordt de onzekerheid in de kans hierop geschat op +0,5/+0,5. De totale onzekerheid is nu +3/+5.

6.3 De onzekerheid in de vervolgcans

Bij beschouwing van de risico's voor milieu en omwonenden spelen 4 effecten een rol:

- flash-fire dat wil zeggen vertraagde ontsteking van een ontstane gaswolk, waardoor letaal letsel kan optreden;
- plasbrand dat wil zeggen directe ontsteking van brandbare vloeistof;
- waterverontreiniging ten gevolge van vrijkomen van, meestal vloeibare stoffen;
- dispersie van toxische gassen.

6.3.1 Flash-fire

Een flash-fire ontstaat indien een gaswolk vertraagd wordt ontstoken. De ontsteking vindt in het algemeen plaats in of aan de rand van bebouwing.

De kans op een flash-fire is, gezien de kracht die gepaard gaat met de beschouwde ongevallen, vrij klein namelijk ca. 0,1. Aan de hand hiervan kan worden gesteld dat deze kans sterk kan variëren. Geschat wordt dat de onzekerheid van de ondergrens ca. een factor 10 kan bedragen. Onzekerheid +0/+9.

6.3.2 Plasbrand

Een plasbrand treedt op indien de vrijgekomen lading direct wordt ontstoken. De krachten welke gepaard gaat met de beschouwde calamiteit zijn dermate groot dat met grote zekerheid de kans op directe ontsteking kan worden bepaald.

De onzekerheid van deze kans op plasbrand wordt geschat op +0/+0.

6.3.3 Waterverontreiniging en dispersie van toxische gassen

Waterverontreiniging en dispersie van toxische gassen treedt altijd op indien betreffende stoffen vrijkomen.

De onzekerheid in het optreden van deze effecten is dus geheel gelegen in de onzekerheid van de ongevalskans.

7. SAMENVATTING VAN DE ONZEKERHEDEN

In onderstaande tabel zijn alle vastgestelde onzekerheden samengevat.

Stofcategorie	Onzekerheden ten aanzien van de kans				Onzekerheden ten aanzien van schadeoppervlak					
	kritieke ¹⁾ aanvaring	flash-fire	plasbrand	dispersie ²⁾ (toxificatie)	flash-fire vlamc.straling		plasbrand vlamc.straling		dispersie ²⁾ (toxificatie)	verontreinigd opp. of -volume
tot vloeistof verdicht		+5/+12	n.v.t.	n.v.t.	+1/+2	+1/+3	-n.v.t.-		-n.v.t.-	n.v.t.
brandbare gassen										
tot vloeistof gekoeld		+5/+12	+5/+8	n.v.t.	+4/+4	+4/+5	+1/+2	+1/+3		
brandbare vloeistoffen		+3/+10	+3/+5	n.v.t.	+4/+4	+4/+5	+1/+2	+1/+3	n.v.t.	n.v.t.
tot vloeistof verdicht		n.v.t.	n.v.t.	+5/+8	-n.v.t.-		-n.v.t.-		+2/+3	n.v.t.
toxische gassen										
tot vloeistof gekoeld		n.v.t.	n.v.t.	+5/+8	-n.v.t.-		-n.v.t.-		+5/+5	n.v.t.
milieuverontreinigde stoffen	+3/+5 ¹⁾	n.v.t.								+1/+1

1) aanvaringskans = effectkans

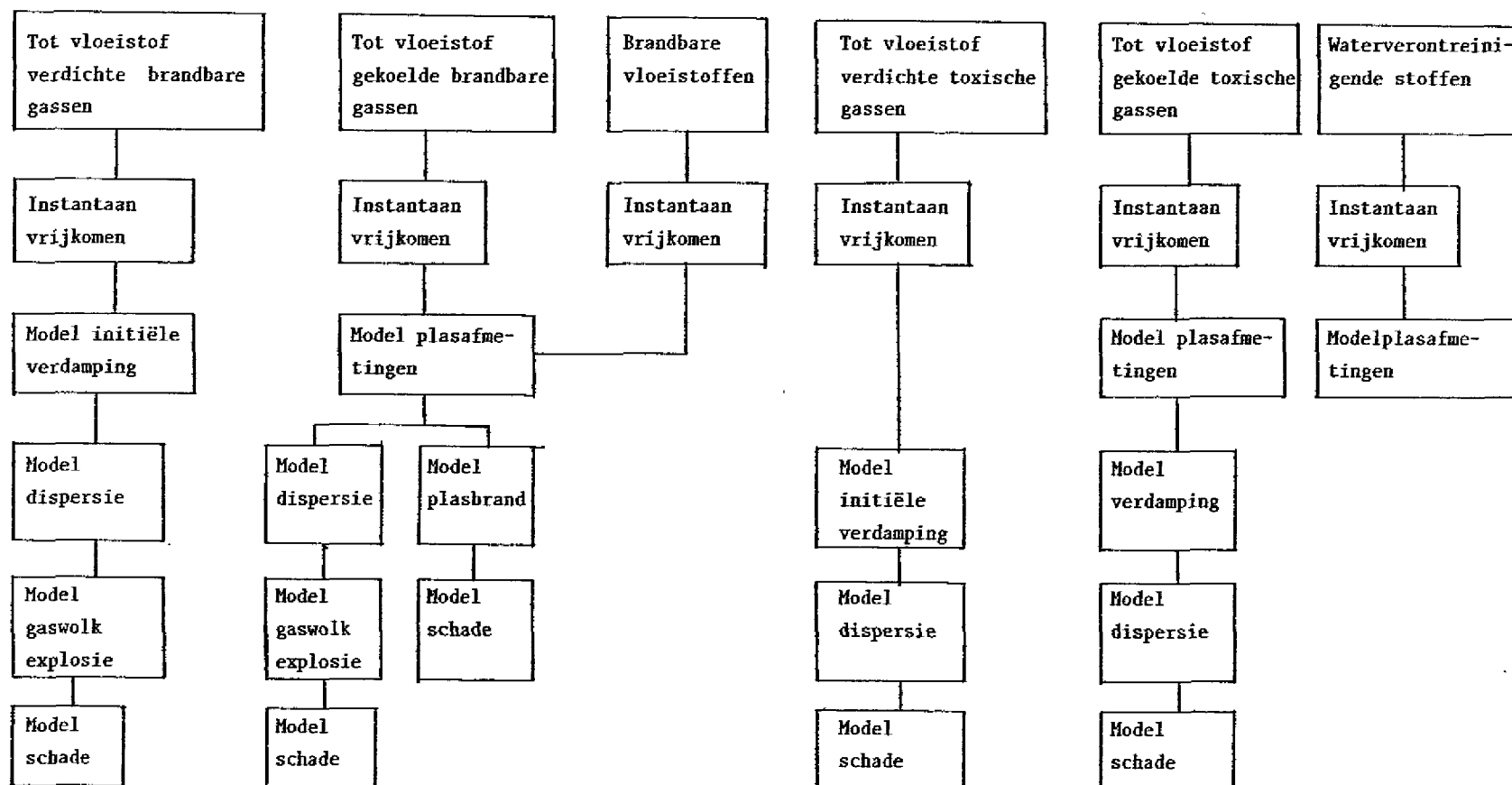
2) dispersie in de atmosfeer

8. LITERATUUR

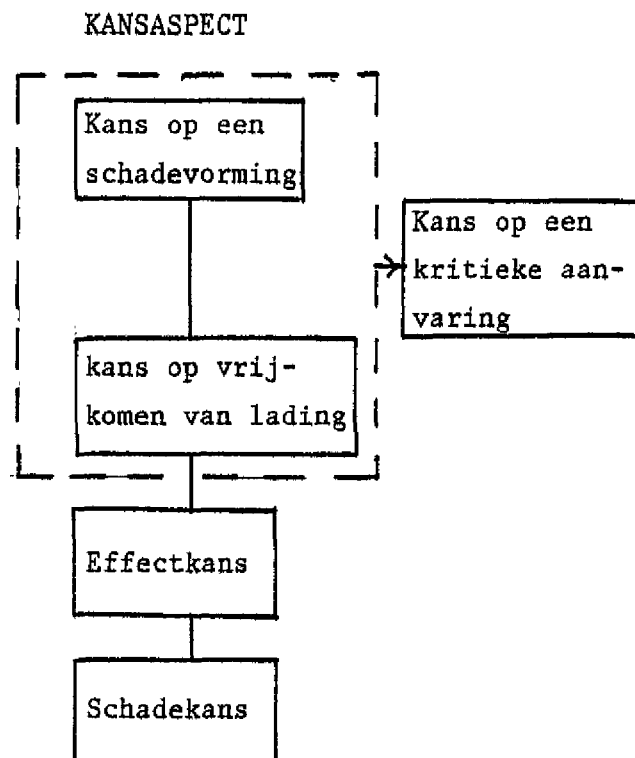
- [1] Risico analyse van de grootschalige aanlanding van LPG op
4 verschillende lokaties in Nederland, oktober 1980.

FIGUUR 1

Overzicht van de beschouwde effect- en schademodellen



Vervolg Fig. 1



BIJLAGE 4

TOEGEPASTE KANSCLIFFERS EN BEREKENING
VAN DE TOXISCHE BELASTING DOOR NH_3

1. Overzicht van de toegepaste kanscijfers

Voor de berekening van de kans op schade wordt gebruik gemaakt van

- . de vervoersomvang
- . de kans op een kritieke aanvaring (= kans op vrijkomen lading)
- . de kans op een effect-ontwikkeling (ontwikkelingskans)
- . de kans op een bepaalde windrichting
- . de kans op een bepaalde stabiliteitsklasse *

Onderstaand zullen deze aspecten worden beschouwd. De vervoersomvang is beschouwd bij de systeembeschrijving.

1.2 Kans op een kritieke aanvaring

Voor de vaststelling van de kans op een kritieke aanvaring is gebruik gemaakt van [1] en wel die gegevens welke betrekking hebben op de Westerschelde. Bij een kritieke aanvaring wordt zodanig schade aangericht dat lading kan vrijkomen.

In [1] is voor het gehele Westerscheldegebied het risico voor de omgeving bepaald voor LPG, zodat hier kanscijfers voor het gehele Westerschelde-traject zijn gebruikt. Tabel 4.1 en 4.2 geven een aantal kanscijfers weer.

Ten aanzien van LPG (onder druk of gekoeld) wordt een zodanige aanvaring verstaan dat schade optreedt overeenkomstig met schadeklasse 5. *

De constructie van schepen die tot vloeistof verdichte of tot vloeistof gekoelde gassen vervoeren is zodanig dat lading alleen instantaan kan vrijkomen indien een dergelijke schade optreedt.

Voor schepen die vloeistoffen vervoeren geldt dat instantaan vrijkomen van lading plaatsvindt vanaf schadeklasse 3/4 en hoger.

Uit de casuïstiek van binnenvaartschepen blijkt dat de frequentie van een kritieke aanvaring voor deze schepen een factor 8 hoger ligt dan voor drukschepen. Uit casuïstiek van zeeschepen op de Westerschelde blijkt het verschil een factor 2 à 4 te zijn. In deze studie zal een factor 4 worden gehanteerd.

1.3 De kansverdeling van de windrichting en stabiliteitsklasse

Voor het vaststellen van de windrichtingverdeling en stabiliteitsklasse is gebruik gemaakt van meteorologische gegevens van kuststations.

In tabel A en B zijn deze gegevens samengevat.

Tabel A Kansverdeling van de toegepaste stabiliteitsklasse en windsnelheid.

Stabiliteitsklasse	Type	Windsnelheid	Kans
onstabiel	C	4.5 m/s	0.13
neutraal	D	7.3 m/s	0.76
zeer stabiel	F	3.0 m/s	0.11

Tabel B Kansverdeling van de windrichting voor de gebruikte stabiliteitsklasse.

<u>Windrichting</u>		Stabiliteitsklasse %		
		C	D	F
(Zuid → Noord)	1	4	8	11
	2	8	11	5
	3	12	13	4
(West → Oost)	4	10	10	4
	5	9	8	3
	6	11	8	3
(Noord → Zuid)	7	6	6	5
	8	5	5	12
	9	8	8	10
(Oost → West)	10	14	11	21
	11	7	5	8
	12	6	6	14

1.4 De ontstekingskans

De ontstekingskans speelt alleen een rol bij het vrijkomen van brandbare vloeistoffen en de tot vloeistof verdichte of tot vloeistof gekoelde brandbare gassen.

Onderscheid wordt gemaakt tussen direkte ontsteking en vertraagde ontsteking.

Direkte ontsteking veroorzaakt brand en veroorzaakt schade in een relatief beperkt gebied. Vertraagde ontsteking veroorzaakt flashfire en kan ten gevolge van het mobiele karakter een groter gebied bestrijken.

In [1] is aan de hand van casuïstiek afgeleid dat de

- . kans op direkte ontsteking 0,9 is en
- . de kans op vertraagde ontsteking 0,1.

Voor benzine is, eveneens aan de hand van casuïstiek, vastgesteld dat

- . de kans op direkte ontsteking 0,96 en
- . de kans op vertraagde ontsteking 0,04 bedraagt.

2. Bepaling van de toxische belasting door NH_3 .

Vaststelling van de mate van toxische belasting vindt plaats aan de hand van zogenaamde kwetsbaarheidsmodellen. Deze kwetsbaarheidsmodellen worden opgesteld aan de hand van een groot aantal experimenten waarbij 2 belangrijke parameters zijn:

- de toxische belasting waarbij proefdieren overlijden.

Deze waarde wordt naar beste inzichten vertaald naar de letale concentratie voor de mens;

- de toxische belasting waaraan mensen worden blootgesteld en waarbij wordt vastgesteld bij welke concentratie en blootstellingstijd deze belasting ondragelijk wordt. Dit wordt lichte irritatie genoemd.

Aan de hand van dierexperimenten is vast komen te staan dat

$$C^2 \times t_{\text{ex}} = \text{constant}$$

waarin C = concentratie mg. m^{-3}

t_{ex} = blootstellingstijd min.

Op basis van de verkregen letale concentraties volgt nu het volgende overzicht.

Volgens het kwetsbaarheidsmodel komt:

50% letaliteit voor de rat [1] overeen met: $8 \cdot 10^9 (\text{mg.m}^{-3})^2 \cdot \text{min.}$

Afgeleid voor de mens: 50% letaliteit : $2 \cdot 10^9 (\text{mg.m}^{-3})^2 \cdot \text{min.}$

In NIOSH [1] uit experimenten: 50% letaliteit muis $0,7 \cdot 10^9 (\text{mg.m}^{-3})^2 \cdot \text{min.}$

letaliteit rat $0,5 \cdot 10^9$ "

letaliteit kat $0,5 \cdot 10^9$ "

letaliteit konijn $1,5 \cdot 10^9$ "

In NIOSH [1] uit casuïstiek letaliteit mens $2,1 \cdot 10^9$ "

Gegeven de verwachte nauwkeurigheid van dit soort gegevens zijn deze bij NH_3 in goede overeenstemming met elkaar.

Naast letale schade en lichte irritatie kunnen drie tussenliggende letsel-gradaties worden onderscheiden:

- . irreversibele schade aan de gezondheid. Hiermee wordt lichamelijk letsel bedoeld, waarvan men niet meer volledig kan herstellen;
- . reversibele schade aan de gezondheid. Hiermee wordt lichamelijk letsel bedoeld, waarvan men geheel hersteld;
- . ernstige irritatie. Dit betekent een ondragelijke irritatie, die echter onmiddellijk ophoudt bij onderbreking van de expositie.

In figuur 4.1 is het kwetsbaarheidsmodel voor NH_3 geschetst.

Figuur 4.1 kan ook in formulevorm worden weergegeven. Met behulp van zogenaamde probit-waarden kan dan voor elk effect het percentage getroffen worden uitgerekend.

$$\text{Pr} = a + b \ln C^n \cdot t_{\text{ex}}$$

Hierin is: $C^n \cdot t_{\text{ex}}$ = toxische belasting.

Voor NH_3 geldt voor de verschillende vormen van letsel:

Letsel	a	b
sterfte	-35,9	1,91
irreversibele effecten	-31,4	1,91
reversibele effecten	-26,9	1,91
ernstige irritatie	-22,4	1,91
lichte irritatie	-17,9	1,91

$$n = 2$$

t_{ex} is expositietijd in minuten.

Tabel C Probit functies

% effect	probit-waarde									
%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
-	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Een waarde van Pr van 5,00 betekent dus dat 50% van de blootgestelden het betreffende letsel oploopt.

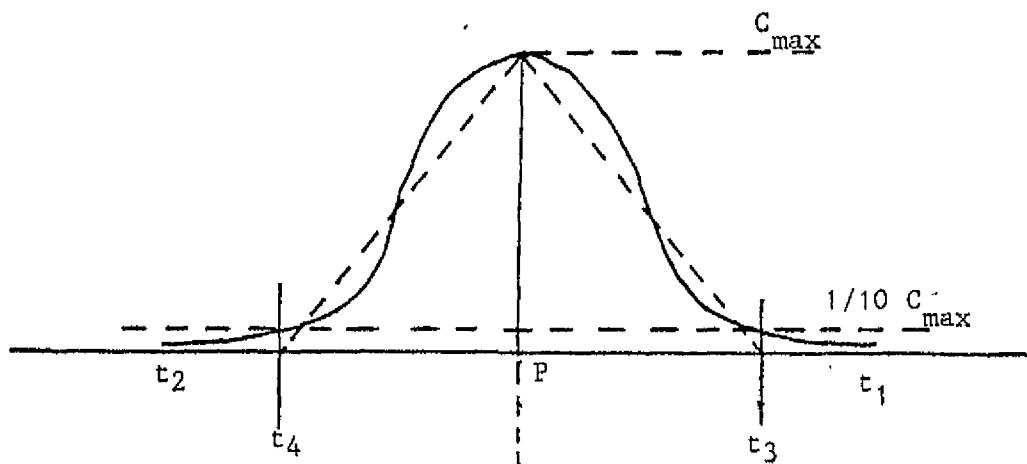
In deze studie wordt het kwetsbaarheidsmodel als volgt toegepast.

Bij de gehanteerde scenario's wordt steeds het instantaan vrijkomen van de inhoud van één ladingtank verondersteld.

Bij een instantaan vrijkomen verdampt in relatief korte tijd een grote hoeveelheid vloeistof. Deze gaswolk verplaatst zich door de wind in een bepaalde richting. Tijdens deze verplaatsing wordt de concentratie over de afstand gezien steeds lager. De basis van de wolk verbreedt zich echter waardoor de passagetijd toeneemt.

De totale hoeveelheid stof waaraan personen op een bepaalde plaats worden blootgesteld volgt dan uit de integraal van het concentratieverloop over de tijd waarbinnen de wolk passeert.

In de rekenmodellen wordt uitgegaan van een geïdealiseerd Gaussisch concentratieverloop. Gegeven alle veronderstellingen met betrekking tot de vorm van de wolk laat de dosis zich als volgt berekenen. Ter vereenvoudiging wordt uitgegaan van een concentratieverloop in de vorm van een driehoek.



Als basis van de driehoek geldt nu de passagetijd, waarbij een concentratie behoort van ca. 10% van de maximaal mogelijke concentratie.

De belasting B wordt nu berekend uit

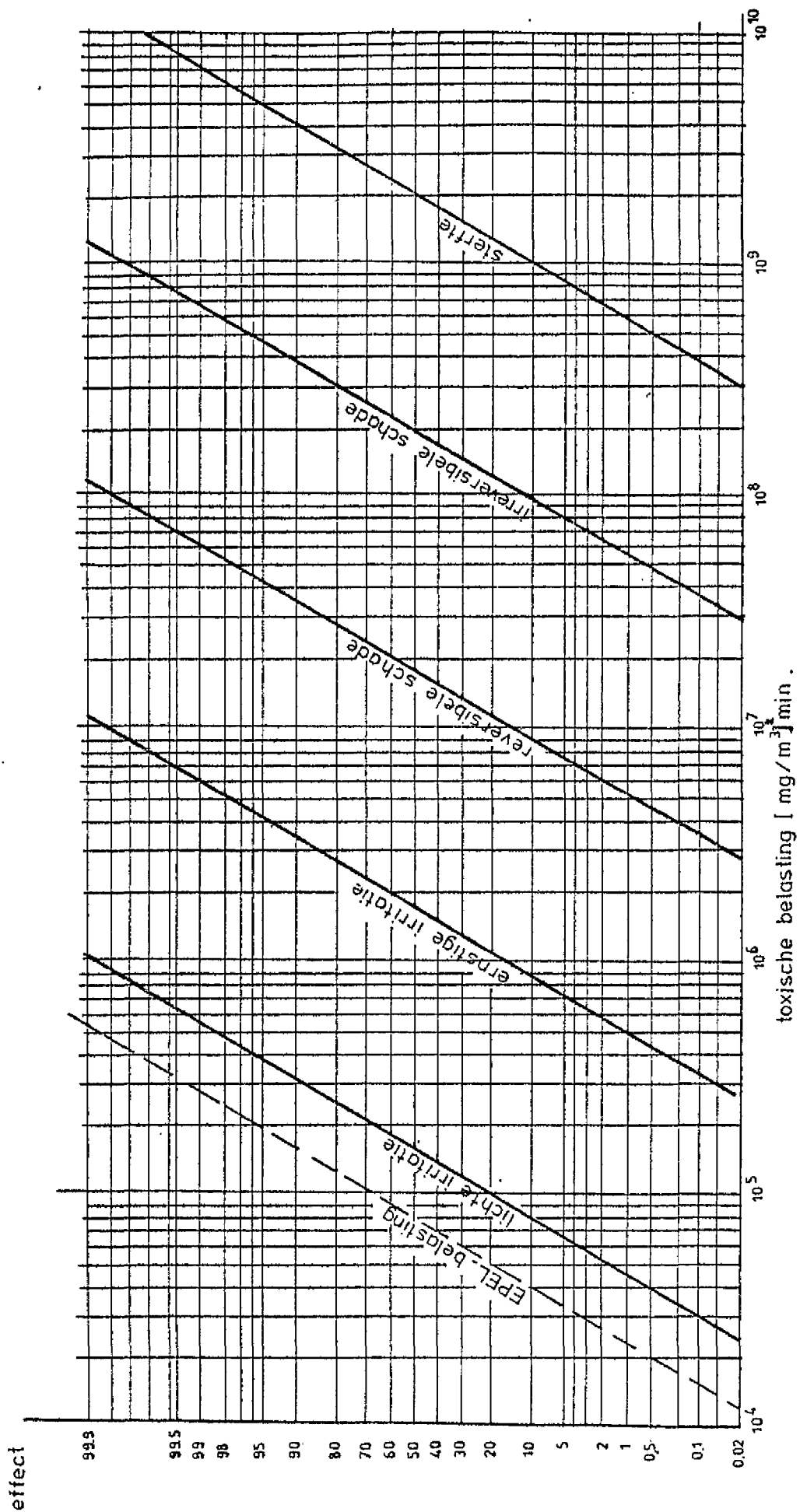
$$B = \frac{1}{n+1} \times C_{max}^n \times (t_3 - t_4)$$

Voor ammoniak is, zoals gezegd, $n = 2$.

Bijlage 4 blad 8

Literatuur

- (1) Registry of Toxic Effects of Chemical Substances. NIOSH vol. 1 and 2.
U.S. Department of Health and Human Services, 1979.



Expositie - effectendiagram

FIG.4.1

WESTERSCHELDE
Overzicht kansen kritieke ongevallen per scheepsbeweging

Tabel 4.1

1. - aanvaringen
 - goed zicht
 - windkracht $\leq$ BF 6 (¹)
 - beloodste schepen

Gebied	m ³ schip	gem.aanvaring- verhouding	tonnagefaktor	aanvarings- schadeverh.	kans kritieke aan- varing
1) Oostgat	5.500	1/53.000	1	1/12.6	1/668.000
2) Sardijngeul	5.500	1/18.000	1	1/12.6	1/227.000
3) Wielingen	5.500	1/19.000	1	1/12.6	1/239.400
	70.000	1/19.000	2/1	1/12.6	1/120.000
	122.000				
4) Rede v. Vlissingen	5.500	1/13.000	1	1/12.6	1/164.000
	70.000	1/13.000	2/1	1/12.6	1/ 82.000
	122.000				
5) Aanloop Sloe	5.500	1/25.000	1	1/12.6	1/315.000
	70.000	1/25.000	2/1	1/12.6	1/158.000
	122.000				
6) Honte en Pas van Ter- neuzen tot boei 16	5.500	1/206.000	1	1/12.6	1/2.596.000
	70.000	1/206.000	2/1	1/12.6	1/1.298.000
	122.000				
7) Rede van Terneuzen verk. naar Braakmanhaven	zie 6				
8) verk. naar overige havens Terneuzen	5.500	1/103.000	1	1/12.6	1/1.298.000
	70.000	1/103.000	2/1	1/12.6	1/ 649.000
	122.000				

Vervolg tabel 4.1

9) Verk. naar Antwerpen	5.500	1/26.000	1	1/12.6	1/ 328.000
	70.000	1/ 26.000	2/1	1/12.6	1/ 164.000
	122.000				
10) Pas van Terneuzen	5.500	1/179.000	1	1/12.6	1/2.255.000
t/m overloop Hansweert	70.000	1/179.000	2/1	1/12.6	1/1.128.000
	122.000				

(1)

In het algemeen wordt voor koopvaardij schepen in het Westerscheldegebied voor wind BF 7 of meer geen verhoogd aanvaringsrisico gevonden. Uit het hydronautisch knelpuntenonderzoek blijkt echter dat onder deze omstandigheden met LPG-tankers van het type van de referentieschepen bezwaarlijk gevaren kan worden. Om deze reden wordt verondersteld dat de kans op een kritieke aanvaring voor LPG-tankers bij wind BF 7 of meer minstens zo hoog is als bij slecht zicht.

Kans op kritieke aanvaring bij afwijkende weersomstandigheden

Tabel 4.2

- slecht zicht
- geen onderscheid scheepsgrootte
- geen onderscheid beloodst/onbeloodst

Gebied	Aanvarings- verh. sl.zicht	Aanvarings- schadeverh.	Weers.omst. Slecht zicht	Kans kritieke aanvaring
a) Oostgat	1/ 1.000	1/12.6	"	1/ 12.600
b) Sardijngeul	1/ 2.000	1/12.6	"	1/ 25.200
c) Wielingen	1/ 1.300	1/12.6	"	1/ 16.400
d) Rede v. Vlissingen	1/ 1.500	1/12.6	"	1/ 18.900
e) Aanloop Sloe	1/ 1.200	1/12.6	"	1/ 15.100
g) Honte, P.v.Terneuzen tot Boei 16	1/20.000	1/12.6	"	1/252.000
h) Rede v. Terneuzen	-	-	-	-
(i) Verk. naar Braakmanh				zie g)
(ii) Overige havens Terneuzen	1/10.000	1/12.6		1/126.000
(iii) Verk. naar Antwerpen	1/ 1.200	1/12.6		1/ 15.100
i) P.v. Terneuzen Oost	1/ 3.800	1/12.6		1/47.900

aanvaringen

- goed zicht
 - wind BF 7 of meer
 - geen onderscheid scheepsgrootte
 - geen onderscheid beloodst/onbeloodst
- zie opmerking bij aanvaringen goed zicht en wind BF 0 t/m 6.