

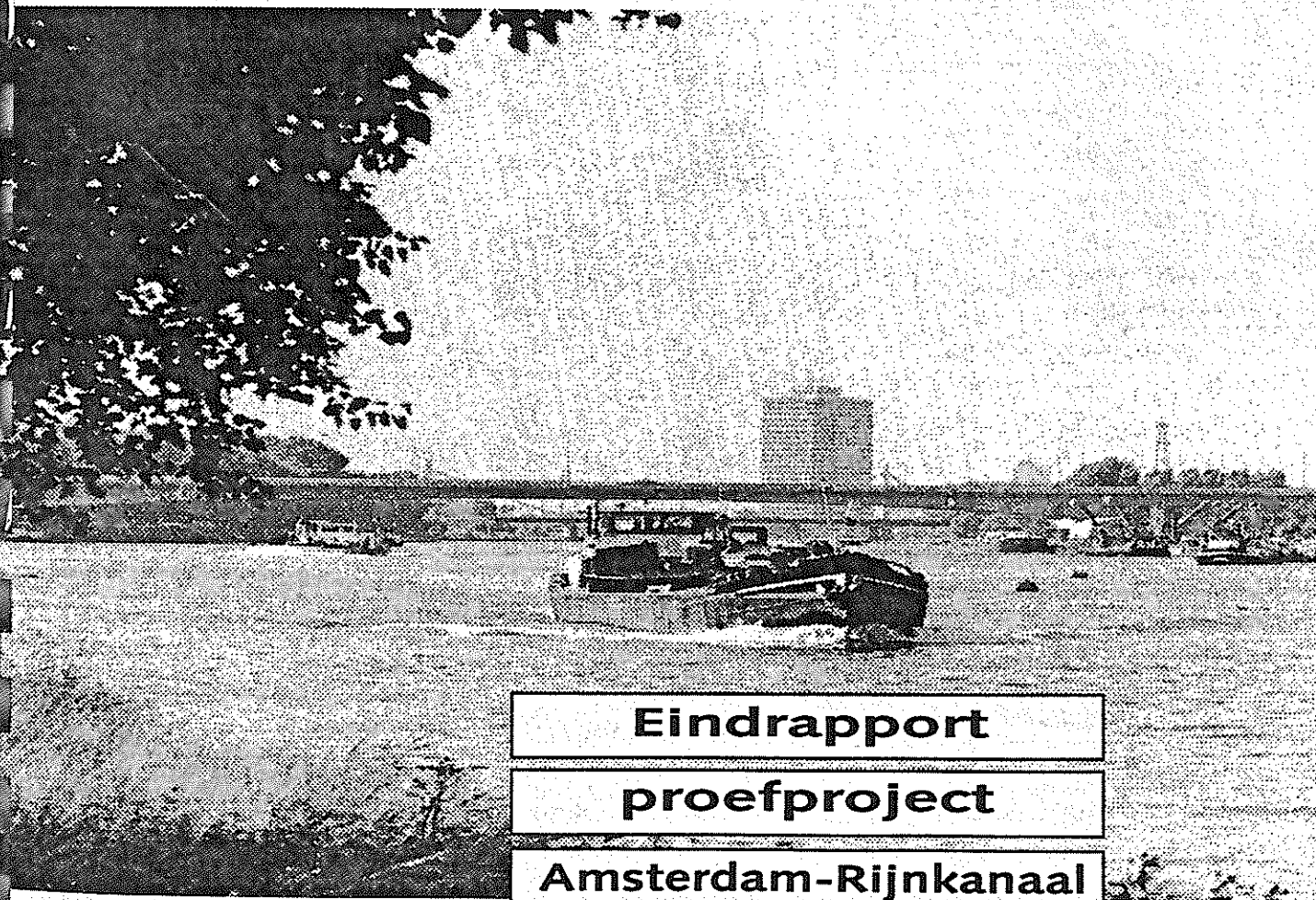
V.V.W. - L - 92.058



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat



**VEILIGHEID VERVOER OVER WATER**



**Eindrapport**  
**proefproject**  
**Amsterdam-Rijnkanaal**  
**deel 1**

ministerie van verkeer & waterstaat  
project veiligheid vervoer over water

PROEFPROJECT AMSTERDAM-RIJNKANAAAL  
eindrapport

- huidige veiligheid
- toekomstige ontwikkelingen
- effecten van maatregelen

deel 1: hoofdtekst

VW-L-92.038

7 februari 1992

RIJKSWATERSTAAT

Directie Utrecht

Dienst Verkeerskunde

Bouwdienst

met medewerking van:

Provincie Noord-Holland

Provincie Utrecht

INHOUD Deel 1

Samenvatting en conclusies.	7
1. INLEIDING.	12
1.1 Project veiligheid vervoer over water.	12
1.2 Proefproject Amsterdam-Rijnkanaal.	12
1.3 Indeling nota.	13
1.4 Status nota en besluitvorming.	14
1.5 Aanverwante projecten.	14
2. HUIDIGE SITUATIE.	15
2.1 Infrastructuur.	15
2.2 Verkeer.	16
2.2.1 Intensiteiten en capaciteit.	17
2.2.2 Vervoersstromen gevaarlijke stoffen.	19
2.3 Omgeving en bebouwing.	20
2.4 Veiligheid.	21
2.4.1 Verkeersveiligheid.	21
2.4.2 Ongevalsscenario's.	24
2.4.3 Individueel risico.	27
2.4.4 Groepsrisico.	31
2.4.5 Materiële schade.	33
2.4.6 Verkeersdeelnemers.	34
2.4.7 Risicoperceptie en -communicatie.	34
3. TOEKOMSTIGE SITUATIE.	35
3.1 Infrastructuur.	35
3.2 Verkeer.	36
3.3 Omgeving en bebouwing.	38
3.4 Veiligheid.	39
4. MAATREGELEN EN EFFECTEN.	44
4.1 Scheepsconstructie.	45
4.2 Scheepvaartverkeer.	47
4.3 Lading.	47
4.4 Infrastructuur.	49
4.5 Uitrusting van het schip.	51
4.6 Communicatie.	52
4.7 Bemanning.	52
4.8 Toezicht en keuring.	53
4.9 Incidentenbestrijding.	53
4.10 Uitgebreide verkeersbegeleiding.	54
5. AFWEGING.	55
5.1 Afwegingsmethode.	55
5.2 Samenvatting effecten en kosten.	55
5.3 Kosten in verhouding tot veiligheidsbaten.	56
5.4 Aandachtspunten individueel risico.	58
5.5 Aandachtspunten groepsrisico.	59
5.6 Incidentenbestrijding.	60
5.7 Aanbevolen maatregelen.	61

LITERATUURLIJST.	62
BEGRIPPENLIJST.	64
AFKORTINGENLIJST.	66

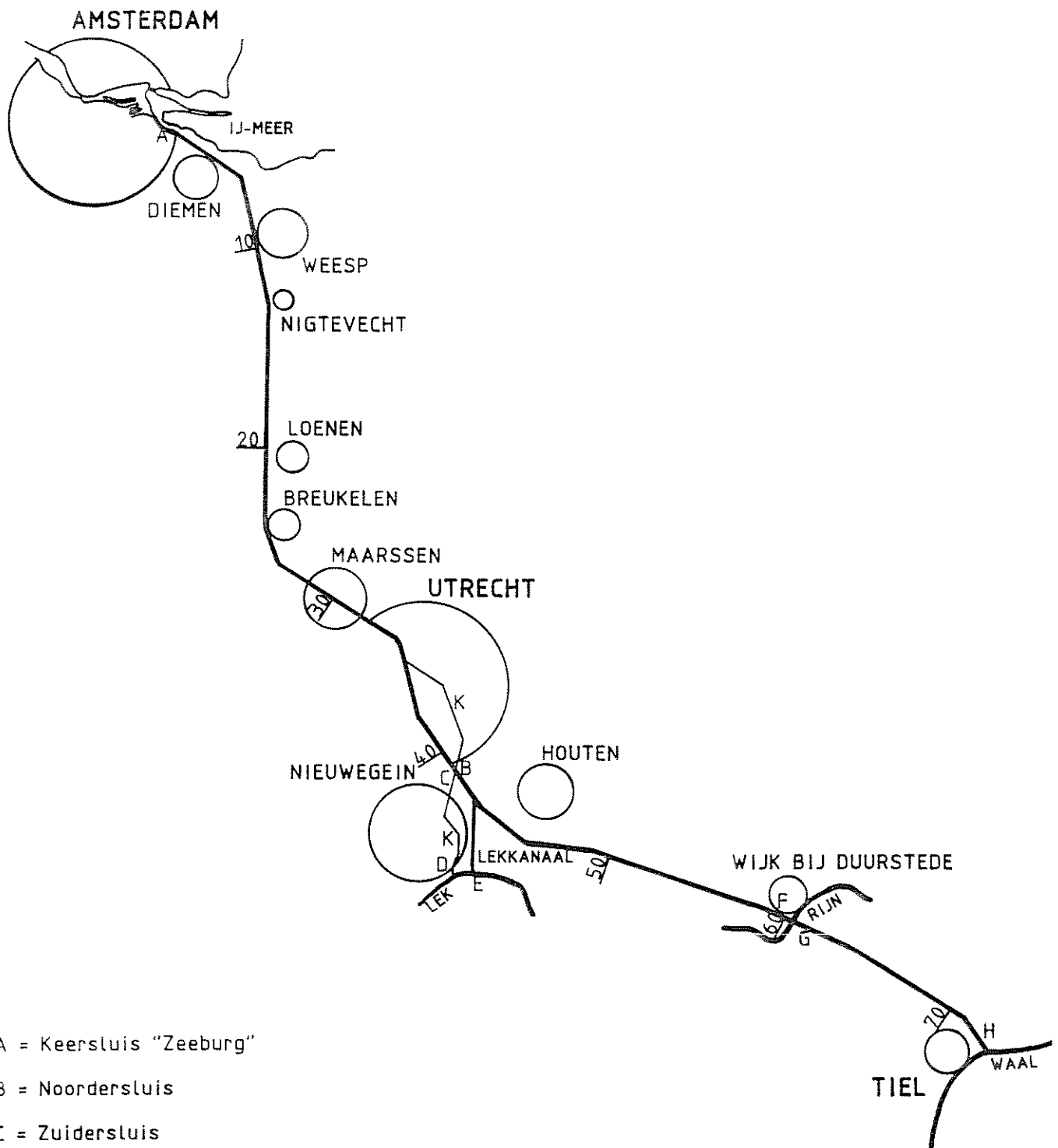
Deel 2 bevat  
de appendix  
en bijlagen.

## LIJST VAN FIGUREN

1. Overzicht Amsterdam-Rijnkanaal. los bijgevoegd
2. Systematiek van plaatsaanduidingen (km-vak en km-raai). 15
3. Intensiteiten goederenvervoer. 18
4. Aantal schadegevallen per kilometervak;  
schadegrootten 1 t/m 5; periode 1983 t/m 1989. 22
5. Aantal schadegevallen per kilometervak;  
schadegrootten 3 en 4; periode 1983 t/m 1989. 22
6. Mogelijke fysische effecten van een ongeval. 25
7. Mogelijke schade als gevolg van een ongeval. 26
8. Definitieschets totaal individueel risico. 27
9. Groepsrisicocurve km-vak 23 bij Breukelen, huidige situatie. 32
10. Groepsrisicocurven Houten; huidige situatie en 3 alternatieve  
nieuwbouwplannen. 43

## LIJST VAN TABELLEN

1. Gebruikte voorbeeldstoffen ingedeeld naar effect, soort schip, categorie en het VN nummer. 29
2. Individueel risico huidige situatie. 30
3. Groepsrisico huidige situatie. 33
4. Directe slachtoffers van ongevallen. 34
5. Nieuwbouwplannen. 35
6. Kwalitatief overzicht van effect van wijzigingen op ongevalskans. 40
7. Individueel risico toekomstige situatie. 41
8. Groepsrisico bij nieuwbouw (toekomstige situatie). 42
9. Overzicht effecten uitgebreide verkeersbegeleiding. 54
10. Kwalitatief overzicht van maatregelen, effecten en kosten. 56
11. Rangordening van maatregelen naar kosten in verhouding tot de veiligheidsbaten. 57



- A = Keersluis "Zeeburg"
- B = Noordersluis
- C = Zuiderluis
- D = Koninginnensluis
- E = Pr.Beatrixsluis
- F = Pr.Irenesluis
- G = Pr.Marijkesluis met keersluis
- H = Pr.Bernhardsluis
- K = Merwedekanaal

## SAMENVATTING EN CONCLUSIES

### Inleiding.

Het proefproject Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) is een onderdeel van het project Veiligheid Vervoer over Water (VVW). De vraagstelling van het proefproject is:

" Welke maatregelen moeten genomen worden om de veiligheid op en om het Amsterdam-Rijnkanaal te waarborgen, rekening houdende met te verwachten ontwikkelingen in de komende 10 jaar ? ".

Om deze vraag te beantwoorden is het in VVW ontwikkelde afwegingskader, voor zover dat anno 1990-'91 beschikbaar was, toegepast op het Amsterdam-Rijnkanaal. Dit afwegingskader bestaat globaal uit:

- risiconormen;
- risicoberekeningen;
- schattingen van effecten van maatregelen.

Met de hierbij opgedane ervaringen zal de rest van het project VVW, waar nodig, bijgestuurd worden.

### Huidige veiligheid.

Het aantal geregistreeerde ongevallen bedraagt gemiddeld 45 per jaar. In verhouding tot de lengte van en de scheepvaartintensiteit op het kanaal is dit aantal vrij laag in vergelijking met de andere belangrijke Nederlandse vaarwegen.

De delen met een relatief hoog aantal zware schadegevallen (schadegrootte 3 en 4) zijn, in volgorde:

1. kmr. 71-72,4 Bernhardsluis en overgang naar de Waal bij Tiel;
2. kmr. 11-12 recht stuk tussen Weesp en Nigtevecht;
3. kmr. 31-32 zuidelijke helft van bocht bij Maarssen;
4. kmr. 38-39 recht stuk bij Utrecht-Kanaleneiland;
5. t/m 9. ex aequo:
  - kmr. 1-2 Zeeburg;
  - kmr. 23-24 recht stuk bij Breukelen;
  - kmr. 28-29 ten noorden van de bocht bij Maarssen;
  - kmr. 33-34 in de Demkabocht;
  - kmr. 35-36 splitsing met Merwedekanaal.

In 10 jaar zijn bij ongevallen op het kanaal 1 dode en 10 gewonden geregistreeerd.

Voor omwonenden is het risico van ongevallen met gevaarlijke stoffen sterk afhankelijk van de afstand tot het kanaal. Het berekende risico wordt getoetst aan de door de provincies gehanteerde normen voor individueel risico, waarbij geen onderscheid gemaakt wordt tussen bestaande en nieuwe situaties. Overigens zijn die normen geënt op de normen voor stationaire industriële installaties uit het Nationaal Milieubeleidsplan. Dit leidt tot de volgende conclusies:

1. Risico hoger dan de grenswaarde (overlijdenskans 1 op de miljoen per jaar ten gevolge van ongevallen op het kanaal) t.p.v.:

- woonhuizen in Maarssen;
- woonwijken (op straat, in het plantsoen) in Breukelen en Utrecht;
- industrieterreinen in Amsterdam, Diemen en Utrecht.

Bepalend hiervoor is het vervoer van giftige vloeistoffen in enkelwandige tankers, met name benzeen, toluen, styreen en VN 1992 (een verzamelnaam voor brandbare vloeistoffen die ook giftig kunnen zijn).

2. Risico hoger dan de streefwaarde (overlijdenskans 1 op de 100 miljoen per jaar ten gevolge van ongevallen op het kanaal) t.p.v.:

- woonhuizen in Diemen, Driemond, Nigtevecht, Maarssenbroek, Wijk bij Duurstede en Rijswijk;
- industrieterreinen in Weesp, Nigtevecht, Breukelen, Maarssenbroek, Maarssen, Wijk bij Duurstede en Tiel.

Bepalend hiervoor is het vervoer van ammoniak in druktankers.

De kansen op ongevallen met 100 of meer doden inééns (groepsrisico) van km-vakken nabij Breukelen, Maarssen en Utrecht horen tot de hoogste 5 van Nederland. Bepalend hiervoor is het vervoer van ammoniak in druktankers. In absolute zin gaat het hier om zeer kleine kansen (1 op de 10 miljoen per jaar en kleiner).

#### Toekomstige ontwikkelingen.

De toename van de toegestane diepgang tot 4 m leidt naar verwachting tot een lichte stijging van de ongevalsrisico's. Daar staan verbeteringen van schepen (o.a. afgeronde koppen van duwbakken) tegenover. Per saldo wordt per vaartuigkilometer een gelijk blijvende kans op zware ongevallen gehanteerd.

Verwacht wordt dat de verkeersintensiteit (aantal schepen per jaar) toeneemt. Gerekend wordt met 15% voor de komende 10 jaar. Verwacht wordt dat de ongevalsrisico's per schip per km hierdoor niet zal toenemen, omdat meer drukte de aandacht verhoogt.

De afgelopen jaren is het vervoer van gevaarlijke stoffen sterk gegroeid. Er wordt rekening gehouden met een toename met 100% bij gevaarlijke vloeistoffen en met 50% bij tot vloeistof verdichte gassen in de komende 10 jaar. Hierdoor wordt de grenswaarde voor individueel risico ook ter plaatse van huizen in woonwijken in Breukelen en Utrecht (Zuilen en Kanaleneiland) overschreden.

Ammoniak wordt momenteel deels gekoeld vervoerd en deels onder druk. In de toekomst wordt dit naar verwachting allemaal onder druk, vanwege aanpassing van de losinstallatie in Antwerpen. Dit verhoogt het groepsrisico (in kanstermen) met een factor 1½ tot 2.

Plannen voor woningbouw langs het kanaal bestaan in Amsterdam (Oostelijk Havengebied, Zeeburg en Nieuw-Oost) en Houten/Schalkwijk (drie alternatieven in studie). Het alternatief "Dubbelstad" zou leiden tot het, op Breukelen na, hoogste groepsrisico van de Nederlandse vaarwegen. Het



alternatief "Kransstad" is het gunstigste.

#### Vergelijking en afweging van maatregelen.

- Van de onderzochte ongevallen wordt ca. 70% niet beïnvloed door de beschouwde maatregelen.

In het licht van de wens het aantal ongevallen (en daarmee het risico voor verkeersdeelnemers, de kans op uitstroming van milieugevaarlijke stoffen en materiële schade) te verminderen, geldt voor 4 groepen van maatregelen:

- 1- Het verbreden van het doorgaande kanaalprofiel is een effectieve, maar zeer kosten-inefficiënte maatregel. Locale infrastructurele maatregelen kunnen lokaal groot effect hebben, maar door het kleine gebied waarover ze werkzaam zijn en de hoge kosten is de verhouding tussen kosten en veiligheidsbaten ongunstig.
- 2- Verkeersbegeleiding kan lokaal bij knelpunten veel effect (in dezelfde orde als bij 1) hebben en heeft ook enig effect op de andere kanaalgedeelten; de verhouding tussen kosten en veiligheidsbaten is gunstiger dan bij groep 1 en ongunstiger dan bij groep 3 en 4.
- 3- Bepaalde technische maatregelen, gericht op vervolmaking van bestaande technische voorzieningen en het gebruik ervan (marifoon, radar, noodstroomvoorziening, veiligheidskeuring) kunnen een significant effect (ongeveer even groot als het over het kanaal gemiddelde effect bij 2) hebben, bij een gunstige verhouding tussen kosten en veiligheidsbaten.
- 4- Bepaalde maatregelen, gericht op het verbeteren van de opleidingen, kunnen een significant effect (ongeveer even groot als het over het kanaal gemiddelde effect bij 2) hebben bij een gunstige verhouding tussen kosten en veiligheidsbaten.

T.a.v. de gesignaleerde aandachtspunten voor individueel risico geldt:

- Bij een vervoerstoename tot 40% voor toxische vloeistoffen die nu in enkelwandige schepen vervoerd mogen worden, zijn technische maatregelen, verbetering opleiding, verplaatsing van bepaalde ligplaatsen, verkeersbegeleiding en zônering voldoende om knelpunten voor individueel risico op te lossen of te vermijden.
- Bij een toename van meer dan 40% in het vervoer van toxische vloeistoffen kan het risico voor alle omwonenden alleen voldoende beperkt worden door één van de volgende twee maatregelen:
  - deze vloeistoffen, net als benzeen, in dubbelwandige tankschepen vervoeren;
  - omleiding van giftige vloeistoffen in enkelwandige schepen over zee voor zover het vervoer tussen zeehavens betreft.

Elk van beide maatregelen is voldoende om een vervoerstoename van toxische vloeistoffen van 100% op te vangen.

Deze maatregelen maken, uit oogpunt van individueel risico, andere maatregelen "overbodig". Vanwege de onzekerheid in de termijn waarop deze twee maatregelen kunnen worden gerealiseerd, worden toch ook andere maatregelen aanbevolen.

Zonering is, aangezien het op de meeste plaatsen inpasbaar is in bestaande nieuwbouwplannen en dus geen "pijn" doet, een zeer verstandige maatregel.

T.a.v. de gesignaleerde aandachtspunten voor groepsrisico geldt dat alleen maatregelen die de vervoerswijze van ammoniak of de gevolgde route bij het vervoer van ammoniak betreffen en/of het verplaatsen van ligplaatsen bij Breukelen en Utrecht-Kanaleneiland significant effect sorteren, en verkeersbegeleiding in Maarssen en Utrecht-Noord in mindere mate.

#### Aanbevolen maatregelen en hun effecten en kosten.

Vermeld zijn de effecten op het ARK en de aan het ARK toe te delen kosten.

##### 1. Instelling van een Verkeersbegeleidend Systeem.

Verwacht effect: 7% minder ongevallen (gemiddeld over het hele kanaal) en verbetering van de verkeersafwikkeling.

Kosten op jaarbasis: ca. f.2.000.000;

Het systeem heeft extra functies, met name het begeleiden van oploomanoeuvres, en bijzondere voorzieningen voor:

- monding ARK/keersluis Zeeburg; verwacht effect: lokaal 17% minder ongevallen.
- Maarssen/Demkabocht; verwacht effect: lokaal 19% minder ongevallen.

##### 2. Technische maatregelen:

- marifoonverplichting: goed werkende aan boord en gebruiken bij manoeuvres, kruisingen, e.d.;
- verplichte noodstroomvoorziening;
- jaarlijkse veiligheidskeuring.

Verwacht effect: ca. 7% minder ongevallen; kosten op jaarbasis: f. 150.500.

Daarnaast eventueel een dodemansknop, gekoppeld aan een alarminstallatie.

##### 3. Giftige vloeistoffen, met name VN 1992, toluen en styreen in dubbelwandige tankschepen vervoeren of omleiden over zee.

Verwacht effect: oplossing aandachtspunten IR (terugdringing  $10^{-6}$ -contour ca. 15 m).

##### 4. T.a.v. ammoniakvervoer in volgorde van toenemend effect voor vermindering groepsrisico:

- a. wat nu gekoeld wordt vervoerd zo houden; kosten onbekend;
- b. omleiden over zee, voor zover het vervoer tussen zeehavens betreft (met name IJmuiden-Antwerpen), de kosten zijn onbekend, de weerstand bij verladings en vervoerders is groot;
- c. alles gekoeld vervoeren; kosten onbekend;
- d. vervoeren in gekoelde drukbestendige tankers; zo'n schip kost ca. 20 miljoen investering; het ARK-deel is f 94.500 op jaarbasis; daarnaast kunnen er kosten zijn aan de walinstallaties om ze geschikt te maken of te houden voor gekoelde opslag.

In termen van de kans op een ongeval met 10, resp. 100 doden is gekoeld vervoer een factor 10, resp. 30 veiliger dan drukvervoer.

5. Voor nieuwbouw een zônering hanteren van minimaal 30 m ten noorden van de splitsing met het Lekkanaal (Amsterdam t/m Utrecht), 20 m voor het Betuwepand tussen Lek en Waal (provincie Gelderland) en 10 m voor de rest van het kanaal. Dit kan zonder problemen worden ingepast in de nieuwbouwplannen van Amsterdam en Houten. Hierdoor worden voor de toekomst, ook bij een sterk groeiend vervoer van gevaarlijke stoffen, conflicten met individuele risico's voor omwonenden vermeden.

N.B. Deze zonering is gebaseerd op de  $10^{-6}$ -contour; een zonering gebaseerd op de  $10^{-8}$ -contour zou, bij de huidige omvang van het gevaarlijke stoffentransport, op de meeste plaatsen ca. 200 m bedragen, met uitschieters tot 800 m (bij Tiel).

6. Instellen van een minimumsnelheid van 8 km/h (kosten per jaar per schip dat moet investeren in meer motorvermogen f. 13.400).  
Beter naleven en strenger controleren van de huidige maximumsnelheid en van de regel dat geen hinderlijke waterbeweging veroorzaakt mag worden. De kosten van controle zijn f. 300 tot f. 425 per uur, waarin 30 tot 40 controles kunnen worden uitgevoerd. Volledige naleving zou ca. 10% minder ongevallen kunnen opleveren; lokaal bij ligplaatsen zelfs 34%.

7. Randverschijnselen:

- Verlichting als signalering waar gespuid wordt (nog niet aanwezig bij Vechtsluis Maarssen en koelwateruitlaat UNA-centrale); het positieve effect op de veiligheid is gering; kosten op jaarbasis ca. f.2000.
- In de toekomst bij vergunningaanvragen meer letten op spuisnelheid (spui-inrichtingen) en verlichtingssterkte (o.a. sportvelden); daartoe moeten wettelijke mogelijkheden geschapen worden.

8. Toegestane breedte verhogen van 11,4 m naar 22,8 m. Dit geldt nu al voor koppelverbanden en duwstellen, maar formeel niet voor andere schepen. Wel wordt bijna "altijd" ontheffing verleend. Er zijn geen kosten en het effect is administratief.

9. Bestaande ligplaatsen nabij de Pr. Beatrixsluis en de Pr. Irensluis bestemmen tot wachtplaatsen met aparte wachtplaatsen voor schepen met gevaarlijke stoffen. Er zijn geen kosten; het positieve effect op de veiligheid is naar verwachting gering.

10. Aan beide zijden van de kruising met de Lek een bord plaatsen waarop de stroomsnelheid op de rivier wordt vermeld, met automatische berekening en presentatie van de informatie. De kosten zijn enkele tienduizenden gulden; het gunstige effect op de veiligheid is niet gekwantificeerd.

11. Het verplaatsen van de ligplaatsen Breukelen en Utrecht-Kanaleneiland naar een andere locatie langs het kanaal. Vermindering van het aantal ongevallen op die plaatsen ca. 50%, hetgeen voldoende is om problemen met individueel risico nu en bij een groeiend vervoer van gevaarlijke stoffen op te lossen. Op het kanaal als totaal wijzigt het aantal ongevallen niet. Kosten op jaarbasis Breukelen: f.178.000, Kanaleneiland: f.400.000.

N.B.: over deze maatregel bestaat geen eenstemmigheid binnen de werkgroep VVW-ARK.

12. Beter gedrag bij mist:

- zonder radar niet uitvaren danwel de eerste veilige ligplaats kiezen.
- Levert 1 à 2% minder ongevallen op voor f. 167.000 per jaar.

13. Opleiding e.d.:

- radardiploma voor degene die het radarbeeld interpreteert;
- her- en bijscholingscursussen;
- simulatortrainingen in de opleiding.

Samen goed voor 6% minder ongevallen; kosten f. 144.000 op jaarbasis.

## 1. INLEIDING.

### 1.1 Project VEILIGHEID VERVOER OVER WATER;

Voor de veiligheid van het vervoer over water bestaan geen eenduidige normen of meetbare doelstellingen. De indruk bestaat dat het pakket van maatregelen, waarmee beoogd wordt de veiligheid te verhogen, niet altijd evenwichtig is samengesteld. Dit is een ongewenste situatie. Om hierin verandering te brengen is het project Veiligheid Vervoer over Water (VVW) in het leven geroepen. De hoofddoelstelling van het project is het ontwikkelen van een afwegingskader voor de beoordeling van de maatregelen die van invloed zijn op de veiligheid te water, zowel gericht op de verkeersdeelnemers als op de omwonenden en op de waterkwaliteit.

Dit afwegingskader bestaat globaal uit:

- risiconormen en afwegingsmethoden;
- risicoberekeningen;
- schattingen van effecten en kosten van maatregelen.

De aspecten van (on)veiligheid te water zijn:

- persoonlijk letsel voor mensen (verkeersdeelnemers en omwonenden van vaarwegen);
- schade aan het milieu (met name de waterkwaliteit) en
- materiële schade (aan schepen, lading en infrastructuur).

Veel, maar niet alle aandacht gaat uit naar ongevallen bij het vervoer van gevaarlijke stoffen waarbij slachtoffers vallen op de oever (externe veiligheid).

Onder maatregelen worden verstaan:

- het scheppen van afstand tussen risicobron en kwetsbaar gebied,
- het bevorderen van de verkeersveiligheid,
- het vermijden van vrijkomen van lading bij een ongeval en
- rampbestrijding.

### 1.2 Proefproject Amsterdam-Rijnkanaal.

Het proefproject Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) is een onderdeel van het project VVW. Het eerste doel van het proefproject is antwoord te geven op de vraag:

" Welke maatregelen moeten genomen worden om de veiligheid op en om het Amsterdam-Rijnkanaal te waarborgen, rekening houdende met te verwachten ontwikkelingen in de komende 10 jaar ? "

Om deze vraag te beantwoorden is het in VVW ontwikkelde afwegingskader, voor zover dat anno 1990-'91 beschikbaar was, toegepast op het Amsterdam-Rijnkanaal. Met de hierbij opgedane ervaringen zal de rest van het project VVW waar nodig bijgestuurd worden, hetgeen het tweede doel van het proefproject ARK is en de naam "proefproject" verklaart.

Gekozen is voor het Amsterdam-Rijnkanaal omdat dit kanaal geschikt is voor

een case doordat:

- de vervoerstromen (door de aanwezigheid van primaire telpunten op Beatrix-, Irene- en Bernhardsluis) goed bekend zijn;
- het een hoofdtransportas is;
- er bebouwing langs het kanaal is.

Niet gekozen is voor het Amsterdam-Rijnkanaal omdat dit onveilig zou zijn. Wel is door lokale overheden recentelijk aangedrongen op (onderzoek naar) extra veiligheidsmaatregelen naar aanleiding van enkele ongevallen.

### 1.3 Indeling nota.

Het antwoord op de in 1.2 gestelde vraag wordt gegeven in hoofdstuk 5. Het daartoe benodigde materiaal wordt aangedragen in de andere hoofdstukken, in de vorm van antwoorden op de volgende afgeleide vragen:

- hoofdstuk 2: hoe veilig is het nu ?
- hoofdstuk 3: hoe veilig is het over 10 jaar ?
- hoofdstuk 4: welk effect hebben maatregelen op de veiligheid en wat kost dat ?

Het rapport schetst een beeld van de huidige situatie (hoofdstuk 2), waarin de infrastructuur wordt belicht en de transportstroom aan de orde komt, waarbij het vervoer van gevaarlijke stoffen centraal staat.

De huidige veiligheid, met name die voor de verkeersdeelnemers, kan deels worden afgeleid uit de in het ongevallenbestand van de Dienst Verkeerskunde (DVK) geregistreerde scheepsongevallen. Daarnaast wordt er een opsomming gegeven van ernstige ongevallen die wel kunnen optreden, maar (nog) niet zijn opgetreden. Deze scenario's vormen samen met de geregistreerde ongevalsantallen de basis voor de berekening van het individueel risico en het groepsrisico. Deze risico's worden vergeleken met de risico's van andere vaarwegen in Nederland en met voorlopige risiconormen. Materiële schade komt slechts voor een klein deel aan bod omdat gegevens daarover nauwelijks beschikbaar zijn. Milieurisico worden niet besproken, omdat de hiervoor in VVW-verband ontwikkelde methodiek (nog) niet geschikt is voor het zeer langzaam stromende water van het ARK (lit. 21).

Bij de toekomstige situatie (hoofdstuk 3) wordt ingegaan op de aanpassing van het kanaal, de progressie van het scheepvaartverkeer, plannen voor woningbouw en de consequenties daarvan voor de veiligheid.

Maatregelen worden belicht op landelijk- en lokaal nivo (hoofdstuk 4). Om het effect van maatregelen te bepalen zijn een aantal experts geraadpleegd, is er een ongevallenonderzoek verricht, en is er een klankbordgroep, waarin een aantal bij het kanaal betrokken instanties zitting hadden, bijeen geweest. Ingegaan wordt zowel op de veiligheidseffecten als op de - zo veel mogelijk in geld uitgedrukte - economische effecten van de maatregelen.

De verhouding tussen kosten en veiligheidsbaten van maatregelen wordt bepaald, maatregelen worden onderling vergeleken en de wenselijkheid van maatregelen in het licht van de verschillende aspecten van veiligheid wordt nagegaan, uitmondend in aanbevelingen voor te nemen maatregelen (hoofdstuk 5).

#### 1.4 Status nota en besluitvorming.

Dit rapport behelst de visie van de projectorganisatie Veiligheid Vervoer over Water. De bevoegdheid om te beslissen over de in dit rapport gedane aanbevelingen ligt bij de volgende lijnorganisaties:

- Rijkswaterstaat v.w.b. de infrastructuur en plaatselijke verkeersregels en -begeleiding;
- gemeenten en provincies (en uiteindelijk de Minister van VROM) v.w.b. de ruimtelijke ordening;
- het Rijk (primair de Minister van V&W) v.w.b. algemene verkeers- en vervoerregels (BPR, VBG) en eisen aan schepen (Binnenschepenwet).

De rapportages van de deelprojecten arkl t/m ark6 maken deel uit van de onderhavige eindrapportage van het proefproject ARK voor zover daarnaar in deze nota verwezen wordt. De individueel risicoberekeningen uit de rapporten van deelprojecten arkl en ark2 zijn in de onderhavige eindrapportage herzien.

#### 1.5 Aanverwante projecten.

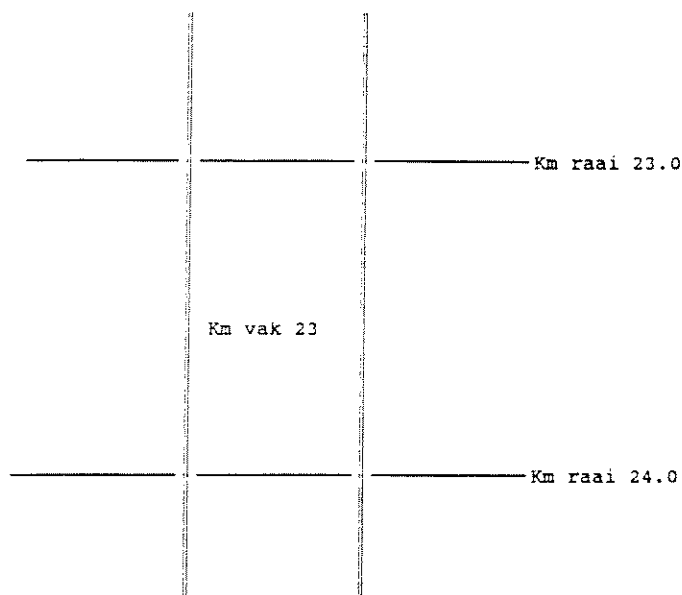
Rond het Amsterdam-Rijnkanaal spelen momenteel nog een aantal andere studieprojecten, te weten:

- Corridorstudie Amsterdam-Utrecht.  
De initiatiefnemers hiervan, te weten, de Nederlandse Spoorwegen en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, hebben besloten deze studie in het kader van de procedure voor de milieu-effectrapportage te verrichten. De onderhavige VVW-ARK-nota zal deel uitmaken van deze milieu-effectrapportage. Aanvullend zal in 1992 een notitie verschijnen met de resultaten van risicoberekeningen voor de peiljaren 1987 en 2010 bij verschillende alternatieven. Het is de bedoeling dat de corridornota eind 1992 aan de minister van Verkeer en Waterstaat wordt aangeboden.
- Verkeersbegeleiding Amsterdam-Rijnkanaal.
- Onderzoek noodzaak verbreding Amsterdam-Rijnkanaal.
- Herziening incidentenregeling ARK.
- Metingen en berekeningen naar het effect van zuiging, door de grotere diepgang van schepen, op zijwateren.

## 2. HUIDIGE SITUATIE.

### 2.1 Infrastructuur.

Figuur 1 geeft een overzicht van het kanaal. Voor plaatsaanduidingen op en langs het kanaal worden in dit rapport de begrippen kilometerraai (kmr.) en kilometervak (km-vak) gebruikt. Voor een verklaring zie figuur 2. Een overzicht van bijzondere punten langs het kanaal en hun locaties is gegeven in bijlage 1.



Figuur 2: SYSTEMATIEK PLAATSAANDUIDINGEN.  
(Km vak en Km raai)

Het Amsterdam-Rijnkanaal is in 1952 in gebruik gesteld; de verbreding kwam in 1981 gereed. Het is sindsdien een klasse VI vaarweg en als zodanig geschikt voor vierbaksduwvaart en de grote typen conventionele binnenvaartuigen (klasse VI vaarweg: geschikt voor schepen met een maximum laadvermogen van 5400 ton). De toegestane diepgang bedraagt 3.30 m. Het kanaal is een hoofdtransportas: het behoort tot de belangrijkste vaarwegen in Nederland en Europa.

#### Tracé.

Van Amsterdam tot Utrecht volgt het kanaal het tracé van het oude Merwedekanaal. In Utrecht-Noord bevindt zich de vrij scherpe (straal 1000 m) Demkabocht. Na de splitsing met het Merwedekanaal gaat het ARK aan de westkant langs de stad. Tussen beide kanalen ligt nu de stadswijk Kanaleneiland. Vanaf de splitsing met het Lekkanaal volgt het kanaal een route in zuidoostelijke richting en kruist de Lek bij Wijk bij Duurstede. Verder doorsnijdt het kanaal de Betuwe (het z.g.n. Betuwepand) en komt uit in de Waal bij Tiel.

#### Bruggen.

Het kanaal kruist belangrijke verkeers- en spoorwegen alsmede provinciale en lokale wegen. Hierdoor bevinden zich op de 72 km lange vaarweg 27 brug-

gen. De doorvaarthoogte bedraagt 9.05 m boven het kanaalpeil (Rijnhoogte).

#### Dwarsprofiel.

De breedte van het kanaal (zie ook bijlage 19) bedraagt ten noorden van de Lek meestal 100 m behalve op een 5 km lang traject tussen Maarssen en Utrecht, waar deze breedte vanwege fabrieken en andere bebouwing langs de oevers niet mogelijk was. Hierin bevindt zich een flauwe S-bocht. De breedte bedraagt hier 70 m.

Vanaf het Binnen-IJ te Amsterdam tot de Prinses Irenesluis te Wijk bij Duurstede heeft het kanaal nagenoeg overal een gebroken bakprofiel tussen stalen damwanden. Het kanaalpeil is gemiddeld NAP-0,40 m. De bodemdiepte is op de meeste plaatsen minimaal NAP-6,40 m, oplopend onder een helling van 1:8 naar NAP-4,00 m bij de damwanden. De aanwezige waterdiepte is daar derhalve in het midden 6,00 m en aan de kanten 3,60 m. Op sommige plaatsen is de waterdiepte minder (zie bijlage 18).

Het Betuwepand, omvattende het kanaalgedeelte tussen Ravenswaay en Tiel, heeft een trapeziumvormige doorsnede met taluds van 1:3 en 1:4. De breedte op de waterlijn bedraagt hier 130 m.

Het gedurende de grootste tijd van het jaar in open verbinding met de Lek staande Betuwepand heeft doorgaans een waterstand welke gelijk is aan het stuwpeil op de Lek (NAP+3.20 m).

De bodemdiepte is NAP-2,50 m. De aanwezige waterdiepte is derhalve 5,70 m.

#### Stroming.

Het water stroomt soms naar het zuiden en soms naar het noorden, met een snelheid tot ca. 0,1 m/s. Het debiet bedraagt gemiddeld ca. 10 m<sup>3</sup>/s in noordelijke richting.

#### Kruisingen en splitsingen.

Het Amsterdam-Rijnkanaal heeft enkele kruisingen en splitsingen met andere vaarwegen. Te noemen zijn de kruising Driemond-Weesp, splitsing met de Vecht bij Nigtevecht, de afsplitsing met het Merwedekanaal in Utrecht-noord-west en de kruising met het Merwedekanaal ten zuiden van de stad. Even ten zuiden daarvan bevindt zich de aftakking van het Lekkanaal.

#### Sluizen.

De zich in het Amsterdam-Rijnkanaal bevindende duwvaartsluizen, de Prinses Irenesluis bij Wijk bij Duurstede en de Prins Bernhardsluis nabij Tiel, hebben dezelfde afmetingen: 260 bij 24 m. Ze zijn in de jaren zeventig gebouwd. Naast deze sluizen bevinden zich de oude (westelijke) sluizen welke stammen uit 1935 in Wijk bij Duurstede en 1950 in Tiel. Deze meten 350 bij 18 m. Al deze sluizen zijn voorzien van hefdeuren, behalve de buitendeuren van de oude de Pr. Bernhardsluis; dit zijn puntdeuren.

Ook nog vermeld moeten worden de keersluis bij Zeeburg, nabij Amsterdam, met een doorvaartbreedte van 50 m. en de Pr. Marijkesluis bij Ravenswaay met de ernaast gelegen keersluis met een doorvaartopening van 80 m.

## 2.2 Verkeer.

Op het kanaal komen beroepsvaart (binnenschepen en zeeschepen) en recreatievaart voor.



### 2.2.1 Intensiteit en capaciteit.

Voor de intensiteit worden 4 trajecten onderscheiden. Het over 1987 t/m 1990 gemiddeld aantal passages per jaar (noordgaand en zuidgaand, geladen en ongeladen) van voor goederenvervoer bestemde vaartuigen is als volgt. Zie ook figuur 3.

1. Vanaf de monding bij Amsterdam tot het industriegebied Lage Weide bij Utrecht (km-vak 0 t/m 30): ca. 75.000.

De grens tussen de trajecten 1 en 2 ligt net ten noorden van het industriegebied Lage Weide. Dit industriegebied is de bestemming voor een aanzienlijk deel van de noordgaande vaart en het vertrekpunt voor een aanzienlijk deel van de zuidgaande vaart; de intensiteit ten zuiden van Lage Weide is dan ook navenant hoger dan ten noorden ervan.

2. Vanaf het industriegebied Lage Weide bij Utrecht tot de splitsing van het Amsterdam-Rijnkanaal en het Lekkanaal (km-vak 31 t/m km-vak 42): ca. 87.000.

Ter hoogte van km-vak 42 bevindt zich de splitsing met het Lekkanaal, dat de Lek bij de Pr. Beatrixsluis met het Amsterdam-Rijnkanaal verbindt en waarover gemiddeld 47.000 schepen per jaar passeren.

3. Vanaf de splitsing van het Amsterdam-Rijnkanaal en het Lekkanaal tot de kruising met de Lek (km-vak 43 t/m 59): ca. 40.000.

Ter hoogte van km-vak 60 kruist het kanaal de Lek.

4. Tussen de Lek en de Waal (km-vak 61 t/m 72): ca. 35.000.

Een uitgebreider overzicht van de intensiteit van voor goederenvervoer bestemde vaartuigen, onderverdeeld naar scheepstype, is gegeven in bijlage 2. De intensiteit van de recreatievaart, die zich voornamelijk afspeelt in de maanden mei t/m september, bedroeg in 1988:

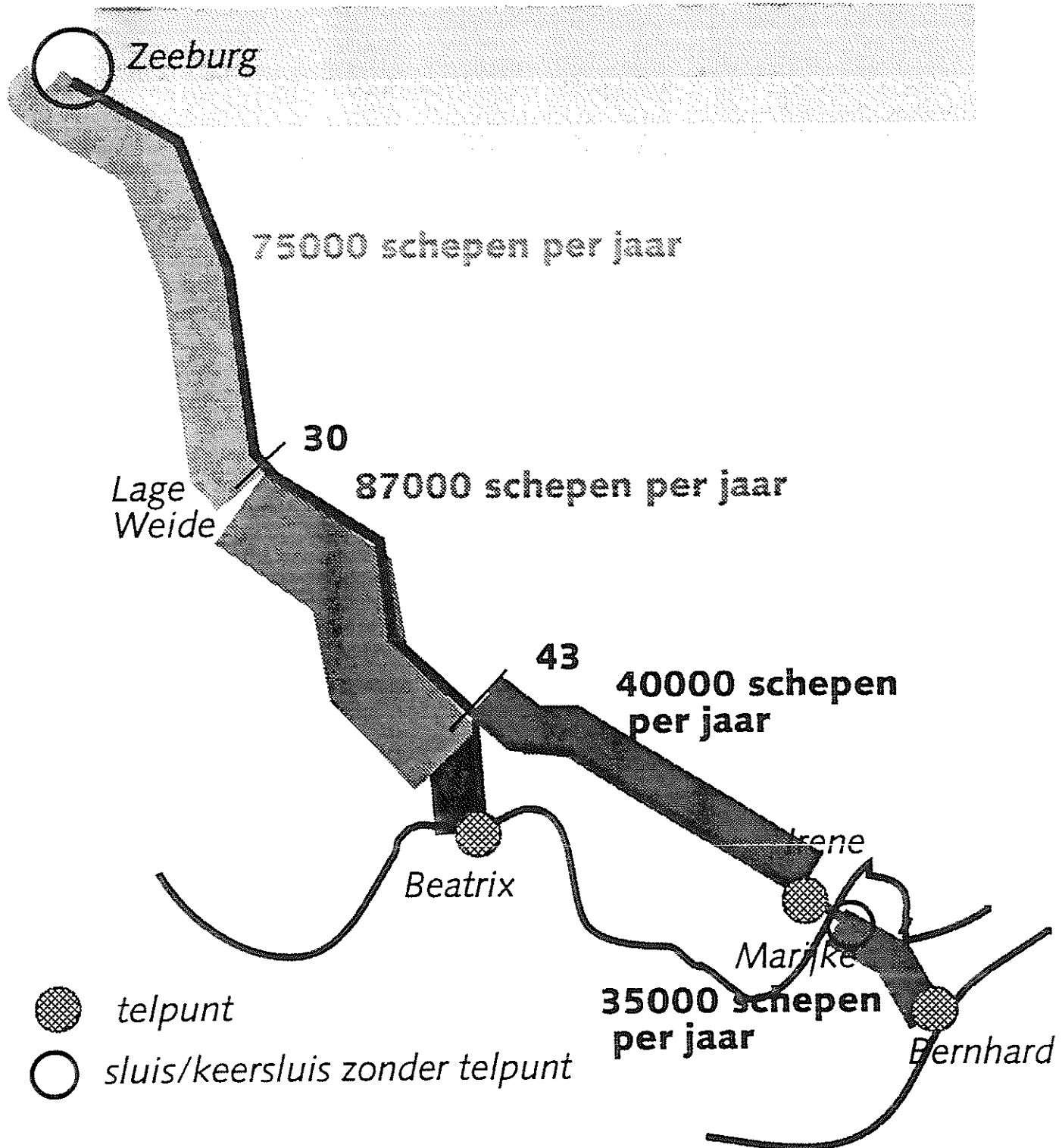
- Pr. Bernhardsluis : ca. 3000.
- Pr. Irenesluis : ca. 5000.
- Pr. Beatrixsluis : ca. 6000.

De totale intensiteit bedraagt op het drukste gedeelte (traject 2) ruim ca. 105.000 schepen per jaar.

De verhoudingen tussen intensiteit en (theoretische) capaciteit op de maatgevende doorsneden van het ARK en Lekkanaal voor een maatgevende week bedragen:

- Pr. Beatrixsluis: ca. 0,4;
- Keersluis Zeeburg, Pr. Irenesluis en Pr. Bernhardsluis: ca. 0,2;
- Versmalling Maarssen: ca. 0,1.

Er zijn dus momenteel qua capaciteit geen knelpunten op het ARK; zie echter voor de Pr. Beatrixsluis ook maatregel 55 in de appendix.



Figuur 3. Intensiteiten goederenvervoer.

### 2.2.2 Vervoersstromen gevaarlijke stoffen

De bestemmingen van gevaarlijke stoffen langs het kanaal (die tevens van belang zijn voor "domino-effecten, zie 2.4.2) zijn:

- Het Shell-overslagstation achter de Noordersluis. Hierheen worden olie- en dieselproducten vervoerd. Sinds 1991 zijn dat geen benzine en aanverwante stoffen (categorie C3, zie onderaan deze bladzijde) meer. De transportstroom vond geheel via de Pr. Beatrixsluis plaats en is verwerkt in de statistieken. Sinds 1991 geschiedt de meeste aanvoer per pijpleiding.
- Een overslag en opslagplaats voor olieprodukten van de firma v/d Sluijs, eveneens achter de Noordersluis. Voor zover deze transporten uit het noorden komen, zijn ze niet opgenomen in de statistieken; waarschijnlijk is de omvang gering.
- Een overslag en opslagplaats voor olieprodukten van de fa. Kruyf nabij Nigtevecht, die medio 1990 in gebruik is genomen, echter zonder vergunning voor laden en lossen. Afmeren bij een splitsing van vaarwegen (hier ARK en Vecht) is in het Binnenvaart Politierglement (BPR) verboden. Een hinderwetvergunning is aangevraagd. Voor zover deze transporten uit het noorden komen, zijn ze niet opgenomen in de statistieken; de omvang van de transporten is niet bekend.
- Gastransporten vanaf de Waal naar de Glashaven direct ten noorden van Tiel. Deze zijn opgenomen in de statistieken.

Al het doorgaande transport is opgenomen in de statistieken.

Vanwege de bestemmingen van gevaarlijke stoffen langs het kanaal wordt voor het transport daarvan het kanaal niet helemaal in dezelfde trajecten opgedeeld als voor de totale intensiteit (2.2.1). Voor de vervoersstromen van gevaarlijke stoffen worden 5 trajecten onderscheiden:

1. Vanaf de monding bij Amsterdam tot de Noordersluis, direct ten zuiden van Utrecht (km-vak 0 t/m 40).
2. Vanaf de Noordersluis tot de splitsing van het Amsterdam-Rijnkanaal en het Lekkanaal (km-vak 41 en 42).
3. Vanaf de splitsing van het Amsterdam-Rijnkanaal en het Lekkanaal tot de kruising met de Lek (km-vak 43 t/m 59).
4. Vanaf de kruising met de Lek tot de Glashaven bij Tiel (km-vak 61 t/m 68).
5. Vanaf de Glashaven in Tiel tot aan de Waal (km-vak 69 t/m 72).

Ten behoeve van de risicoberekeningen worden gevaarlijke stoffen ingedeeld in categoriën. De categoriën worden aangeduid met een letter/cijfercombinatie. De betekenis van de letters is:

- A. brandbare gassen;
- B. giftige gassen;
- AB. gassen die zowel brandbaar als giftig zijn;
- C. brandbare vloeistoffen;
- D. giftige vloeistoffen;
- CD. vloeistoffen die zowel brandbaar als giftig zijn.

Hoe hoger het cijfer is dat op de letter volgt, hoe brandbaarder of giftiger de stof is. Meer toelichting op de categorieindeling staat in

bijlage 2 van lit. 1.

De intensiteit van het gevaarlijke stoffentransport is op de trajecten 1 en 2 ongeveer 3 keer zo hoog als op de overige trajecten. Traject 2 onderscheidt zich alleen van 1 door iets meer vervoer van categorie C3. Over traject 5 wordt meer van categorie A vervoerd dan over de trajecten 3 en 4; overigens zijn de verschillen tussen de categoriën 3, 4 en 5 gering.

In bijlage 3 is voor de genoemde trajecten de transportstroom van gevaarlijke stoffen in detail weergegeven. Op traject 3 is in 1990 één schip geladen met chloor (stofcategorie B3) geregistreerd (bijlage 3b). Chloor mag echter niet in bulk over het water vervoerd worden. Waarschijnlijk berust deze registratie op een vergissing. In de risicoberekeningen is dit chloorschip niet meegenomen.

Schepen met gevaarlijke stoffen staan bekend als kegelschepen, vanwege de verplichting om, afhankelijk van de aard van de stof, ter herkenning één, twee of drie blauwe kegels te voeren. Voor de risicoberekening zijn echter niet alle gevaarlijke stoffen van belang (zie 2.4.2). Daarom is het aantal kegelschepen (in 1988 op traject 2 een kleine 8000) groter dan de totalen van bijlage 3.

Transporten van oefenmunitie en vuurwerk-ladingen (ca 10 per jaar) die de Beatrixsluis passeren zijn niet in bijlage 3, noch in de risicoberekeningen meegenomen.

De munitietransporten van Muiden-Chemie naar Amsterdam (via Muider Trekvaart) zijn medio 1990 stopgezet en niet in de berekening meegenomen.

Meer achtergrondinformatie over de gegevensinwinning van intensiteiten en vervoersstromen staat in lit. 2.

### 2.3 Omgeving en bebouwing.

Voor de groepsrisicoberekeningen (2.4.4) is kennis van woonbebouwing nodig. Daarvoor is gebruik gemaakt van topografische kaarten, die echter slechts tot 1983 of 1984 zijn bijgewerkt. Ter aanvulling is een inventarisatie gemaakt van de sindsdien, tot en met medio 1991, gerealiseerde bebouwing: zie bijlage 4. Hierin is alleen bebouwing binnen 1 km vanaf de kanaaloevers opgenomen; verder weg is voor het groepsrisico niet van belang, zie lit. 6. In figuur 1 is de bebouwing van zowel voor als na 1983/84 opgenomen.

Woonwijken direct aan het kanaal bevinden zich in Diemen, Driemond, Breukelen, Maarssen en Utrecht. Op diverse andere plaatsen staan enkele woonhuizen pal aan het kanaal.

Industrieterreinen (zie bijlage 5) nabij het kanaal bevinden zich in Amsterdam, Diemen, Weesp, Nigtevecht, Breukelen, Maarssen, Utrecht, Wijk bij Duurstede en Tiel.

Overigens heeft het aan het kanaal grenzende land hoofdzakelijk een agrarische bestemming.

Tussen Loenersloot (kmr. 17) en Utrecht (kmr. 34) ligt over een afstand van

ca. 17 km de spoorlijn Amsterdam-Utrecht op 50 tot 100 m van het kanaal. Overdag rijden hier 14 personentreinen per uur. Dit betekent dat er bijna continu 1 of meer treinen langs het kanaal rijden. De trein kan fungeren als ontstekingsbron van een brandbare wolk, die kan ontsnappen na een aanvaring met een schip dat geladen is met gevaarlijke stoffen (zie 2.4.2). Op één (willekeurig) punt van dit traject is de fractie van de tijd dat er een trein langskomt 0,01 (bij een snelheid van 140 km/h en een gemiddelde treinelengte van 100 m). Dit is minder dan de default-waarde voor de ontstekingskans van 0,1 die vanwege andere ontstekingsbronnen in de risicoberekeningen wordt aangehouden. Er is dus geen reden de ontstekingskans aan te passen. In de groepsrisicoberekeningen wordt echter geen rekening gehouden met de in de trein aanwezige mensen.

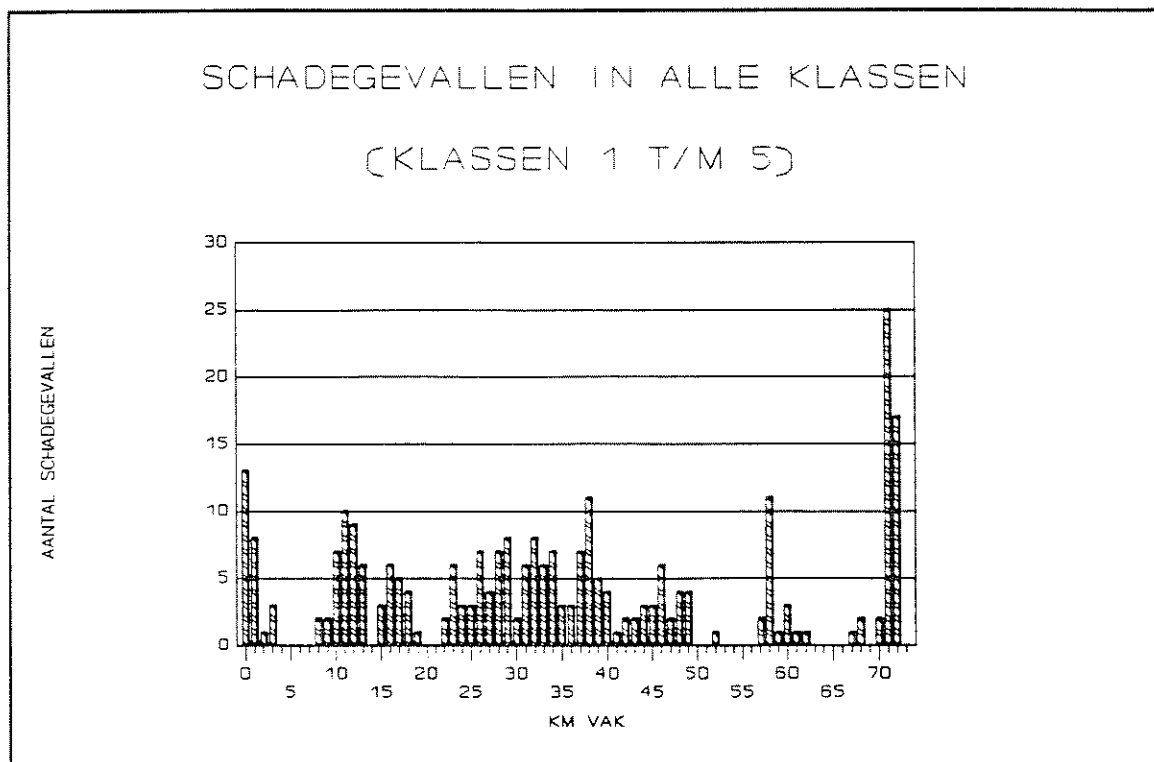
## 2.4 Veiligheid.

### 2.4.1. Verkeersveiligheid

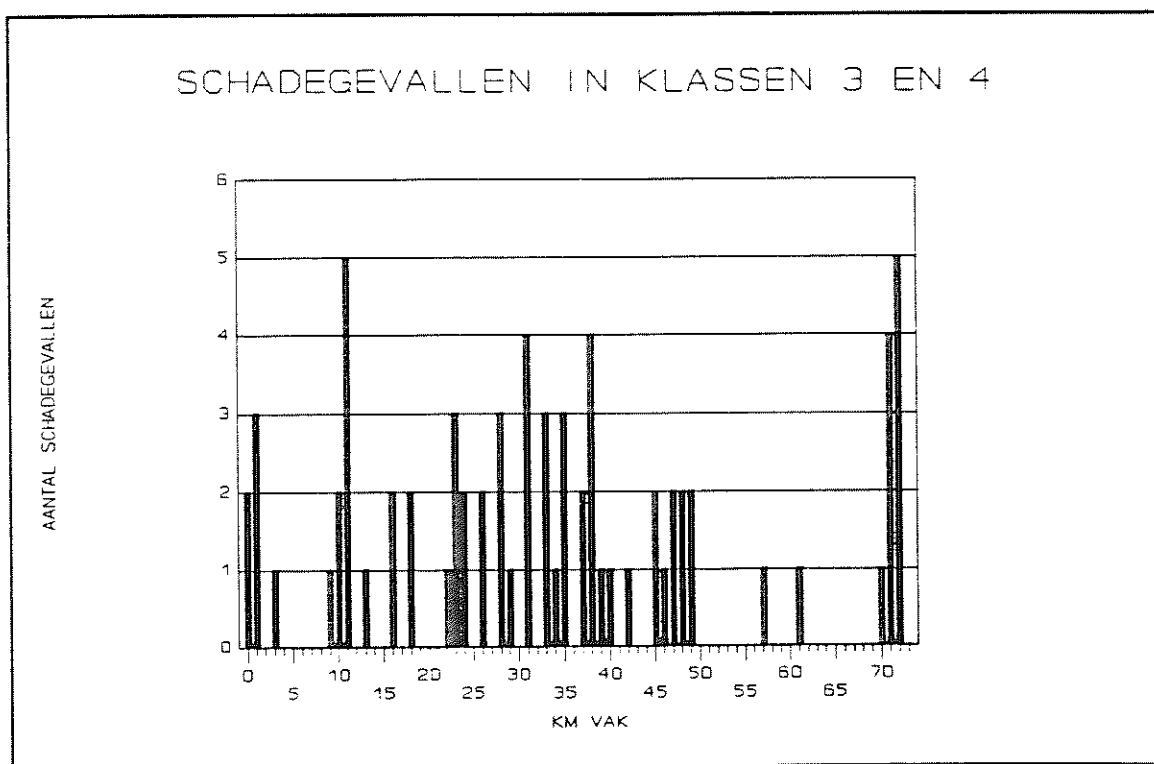
Aantal schadegevallen en schadegrootte.

Uit het ongevalbestand van de DVK zijn de schadegevallen geselecteerd die aan de volgende voorwaarden voldoen:

- Ongevalsplaats niet in zijvaarten of langs het kanaal liggende havens; schadegevallen in de voorhavens van sluizen zijn echter wel meegenomen.
- Vaartuigen in de klassen 01, 02, 03, 04, en 21 t/m 39, d.w.z. motorvrachtschepen, motortankschepen en duwbakcombinaties.
- Periode 1983 t/m 1989.



Figuur 4. Aantal schadegevallen in alle klassen, per km-vak, 1983 t/m 1989.



Figuur 5. Aantal schadegevallen in klassen 3/4, per km-vak, 1983 t/m 1989.

Figuur 4 toont het aantal schadegevallen per km-vak voor de schadegrootten 1 t/m 5 (de definitie, conform de codeerinstructie van DVK, van de schadegrootten - ook wel schadeklassen genoemd - is opgenomen in bijlage 7). Figuur 5 toont het aantal schadegevallen per km-vak voor de schadegrootten 3 (aanzienlijke schade) en 4 (grote schade). Deze schadegrootten zijn van belang voor de risicoberekening: alleen bij deze schadegrootten wordt uitstroming van de lading mogelijk geacht. Of schadegrootte 5 (gezonken of gekapseisd schip) meegenomen moet worden in de risicoberekening, staat al geruime tijd ter discussie. Aangezien het aantal schadegevallen van deze grootte gering is, is deze discussie niet van praktisch belang. De schadegrootten 0 (geen schade), 6 (schade aan opbouw) en 9 (gegevens over schade ontbreken) zijn buiten beschouwing gelaten. In bijlage 7 zijn de aantallen schadegevallen weergegeven, uitgesplitst naar de periode 1983 t/m 1987 en de jaren 1988 en 1989. De risicoberekeningen zijn gebaseerd op de schadegevallen in klasse 3 en 4 in de periode 1983 t/m 1987.

Meer achtergrondinformatie over de gegevensinwinning van schadegevallen staat in lit. 2.

De delen met een relatief hoog aantal schadegevallen zijn, in volgorde:

1. kmr. 71-72,4 Bernhardsluis bij Tiel en overgang naar de Waal; oorzaak: manoeuvreren nabij de sluis; uit- en invoegend verkeer; verschil tussen breed vaarwater (rivier) met soms snelle stroming en smal vaarwater zonder stroming (kanaal);
2. kmr. 0-2 monding en Zeeburg; oorzaak: kruisend verkeer en versmalling;
3. kmr. 38-39 recht stuk bij Utrecht-Kanaleneiland (meerplaats);
4. kmr. 58-59 Pr. Irenesluis bij Wijk bij Duurstede (meerplaatsen); oorzaak: manoeuvreren nabij de sluis;
5. kmr. 11-13 recht stuk tussen Weesp en Nigtevecht (meerplaatsen); mogelijke oorzaken: verslapte aandacht, "blind" vertrouwen op automatische piloot (lit. 20) en te hard varen (lit. 25).
6. kmr. 28-30 direct ten Noorden van de bocht bij Maarssen (meerplaatsen); oorzaak: hangt samen met bocht en versmalling
7. kmr. 32-33 tussen versmalling bij Maarssen en Demkabocht (laad/losplaatsen); oorzaak: hangt samen met bochten en versmalling; daarnaast kan mistvorming bij de productie van bouwmaterialen in het bedrijf van Gibo (kmr. 32,1) een rol spelen.

Bij de meerplaatsen kan ook het niet goed afgemeerd zijn van schepen een oorzaak zijn van schade aan de afgemeerde schepen.

Bedacht moet worden dat de intensiteit ten zuiden van de splitsing met het Lekkanaal iets minder dan de helft is van de intensiteit ten noorden daarvan (zie 2.2.1). In verhouding tot de intensiteit is het aantal ongevallen nabij Tiel (1) extra hoog en nabij Wijk bij Duurstede (4) hoger dan bij Zeeburg (2) en Utrecht (3).

De delen met een relatief hoog aantal zware schadegevallen (schadegrootte 3 en 4) zijn, in volgorde:

1. kmr. 71-72,4 Bernhardsluis bij Tiel;
2. kmr. 11-12 recht stuk tussen Weesp en Nigtevecht (meerplaatsen);
3. kmr. 31-32 bocht bij Maarssen (versmalling, laad/losplaatsen, mistvor-

- ming bij Gibo, hinderlijke verlichting bij de loswal van Food industries, spuien Vechtsluis ter hoogte van kmr. 31,5);
4. kmr. 38-39 recht stuk bij Utrecht-Kanaleneiland (meerplaats);
  5. t/m 9. ex aequo:
    - kmr. 1-2 Zeeburg (keersluis);
    - kmr. 23-24 recht stuk bij Breukelen (meerplaats);
    - kmr. 28-29 ten noorden van de bocht bij Maarssen (meerplaatsen);
    - kmr. 33-34 in de Demkabocht;
    - kmr. 35-36 splitsing met Merwedekanaal (hinderlijke verlichting van het UVV-sportveld);

Daarnaast vormen de volgende plaatsen een aandachtspunt voor de verkeersveiligheid (lit. 25 en 26):

- overnachtingsplaats te Diemen (kmr. 5,5) en overnachtingsplaatsen in het algemeen vanwege te hard varen;
- oversteekplaats van jachten van Smalweesp naar Gaasp (kmr. 9,8 nabij Driemond);
- oversteekplaats van jachten op de Nieuwe Wetering (kmr. 21,5 bij Nieuwersluis): door de beperkte openingstijden van de spoorbrug over de Nieuwe Wetering, aan de westzijde van het ARK, komen recreatievaartuigen in clusters op het kanaal.
- havens industrieterrein Lage Weide (kmr. 34,4 - 35,1 in Utrecht-Noord);
- kruising met het Merwedekanaal (kmr. 41,2 ten zuiden van Utrecht);
- splitsing met het Lekkanaal (kmr. 42,6 ten zuiden van Utrecht).

Zoals ook uit de figuren <sup>4</sup> en <sup>5</sup> blijkt, vormt het traject Breukelen-Maarssen-Utrecht (km-vak 23 t/m 38) een bijna aaneengesloten gebied met relatief veel ongevallen.

Aanatal ongevallen en aard ongeval.

Het aantal ongevallen voor het totale kanaal en alle scheepstypen, uitgesplitst naar de aard van het ongeval, is weergegeven in bijlage 9. In totaal is het aantal ongevallen gemiddeld ca. 45 per jaar.

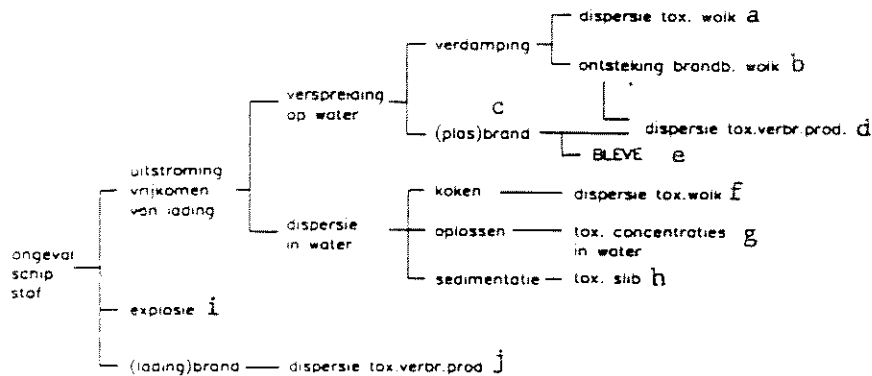
Op basis van het aantal ongevallen per miljoen vaartuigkilometer is het Amsterdam-Rijnkanaal vergeleken met enkele andere belangrijke Nederlandse vaarwegen (zie bijlage 8). Hieruit blijkt dat op het Amsterdam-Rijnkanaal relatief weinig ongevallen plaatsvinden.

#### 2.4.2 Ongevalsscenario's.

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van soorten ongevallen en gevolgen die zich op het ARK tot op heden - voor zover bekend - niet voorgedaan hebben, maar die gezien het transport dat plaatsvindt wel denkbaar zijn. Voor dit overzicht is gebruik gemaakt van lit. 3.

De mogelijke fysische effecten van een ongeval, anders dan de directe "mechanische" gevolgen van een aanvaring, zijn weergegeven in figuur 6. Deze figuur is overgenomen uit lit. 3, waarbij in overleg met één van de auteurs daarvan de BLEVE op een andere plaats in de figuur is gezet.





Figuur 6. Mogelijke fysische effecten van een ongeval.

Nadere omschrijving van de fysische effecten (de letters verwijzen naar figuur 6):

- Dispersie van een toxische wolk is verspreiding in de lucht, onder invloed van de wind. Giftige stoffen kunnen vrijkomen na verspreiding op (a) of in (f) het water van bij een aanvaring uitgestroomde lading.
- Een brandbare wolk kan, ook nadat hij door de wind is afgedreven, ontstoken worden (b) door een sigaret, auto, trein, machine of een ontstekingsbron op een schip (zie hieronder).
- De bij een aanvaring uitgestroomde brandbare stof kan een plas vormen op het water en in brand vliegen (c). De voornaamste ontstekingsbronnen bij niet-kegelschepen zijn gasstellen, kachels, koelkasten, sigaretten en vonken van de voortstuwning.
- Dispersie van toxische verbrandingsproducten is verspreiding in de lucht, onder invloed van de wind. Giftige stoffen kunnen vrijkomen bij verbranding van uitgestroomde lading, die zich op het water en vervolgens eventueel in de lucht verspreid heeft (d) of bij verbranding van onderdelen van het schip of de lading (j).
- BLEVE (e) staat voor Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion. Dit kan zich voordoen bij schepen die gas vervoeren dat tot vloeistof verdicht is. Als de tank van buitenaf door een brandhaard wordt aangestraald, neemt de druk boven de reeds kokende vloeistof toe. Er ontstaat overdruk en door een veiligheidsklep ontsnapt gasvormige lading, zodat de vloeistofspiegel daalt. Wanneer de tank bijna leeg is, wordt de tankwand door de warmte verzwakt en scheurt open. De brandbare stof komt snel naar buiten, vat vlam en vormt een expanderende vuurbal. Voor een BLEVE is een grote hoeveelheid toegevoerde warmte nodig, meer dan vrijkomt bij een brand aan boord, die meestal ontstaat in de machinekamer of het woongedeelte. Een BLEVE is daarom alleen mogelijk als een gastanker, bijvoorbeeld na aanvaring met een benzinetanker, terecht komt in een brandende vloeistofplas.

effect	schade							
	personen op schepen(doden,gew.)	personen op de wal(doden,gew.)	materieie schade (schepen,kunstwerken,gebouwen)	milieuschade (flora,fauna,opp.water,drinkwater)	econom.schade (stremming verkeer, uitval bedrijven)	econom.schade (agrarische prod.)	langdurige ontwrichting (uitval bruggen,tunnels)	langdurige ontwrichting (persistente verontreiniging)
direct ongevals-effect	+	-	+	-	-	-	-	-
dispersie tox. wolk tox.verbr.prod.	+	+	-	+	o	+	-	o
ontsteking brandb.wolk	+	+	+	-	o	-	o	-
BLEVE	+	+	+	-	+	-	+	-
(plas)brand	+	o	+	-	-	-	+	-
tox.conc. in water	-	-	-	+	o	o	-	o

+ zeer waarschijnlijk  
 o mogelijk  
 - onwaarschijnlijk

Figuur 7. Mogelijke schade als gevolg van een ongeval.

- Giftige stoffen kunnen in water oplossen (g) of zich aan slib hechten dat in het water zweeft of bezinken en zich hechten aan het slib dat op de bodem ligt (h).
- Explosie (i) omvat deflagratie of detonatie van munitie, explosie van niet-ontgaste tankers (bijv. benzine) en ontploffingen van gastoestellen aan boord.

Figuur 7 (eveneens overgenomen uit lit. 3) geeft een overzicht van de schade die kan ontstaan als gevolg van de fysische effecten. Daarbij moeten de tekens +, 0 en - opgevat worden als conditionele kansen: ze geven antwoord op de vraag hoe waarschijnlijk een bepaalde schade is, gegeven het fysische effect.

Gezondheidsschade voor opvarenden kan zich bijv. voordoen bij een aanvaring tussen een passagiersschip en een schip met gevaarlijke stoffen, of als een passagiersschip een beschadigd schip met gevaarlijke stoffen nadert.

Het effect van een ongeval kan de oorzaak zijn van een volgend ongeval (domino-effect). Dit geldt voor schepen onderling, voor schepen in relatie tot installaties en opslagplaatsen op de wal en andersom.

In het algemeen hangt de omvang van de schade af van:

- de plaats en de ernst van het ongeval,
- de hoeveelheid en aard van de vrijgekomen stoffen,
- de omstandigheden (wind, weer, temperatuur, stroming) en
- de reactie (bestrijding, vluchten, evacuatie).

Voor de schade "doden op de wal" ten gevolge van de fysische effecten "dispersie toxische wolk" (a en f in figuur 6) en "ontsteking brandbare wolk" (b) zijn met behulp van risicomodellen schattingen gemaakt van de kans op en gevolgen van diverse ongevalsscenario's. Het resultaat hiervan is een berekening van individuele risico's (zie 2.4.3) en groepsrisico's (2.4.4).

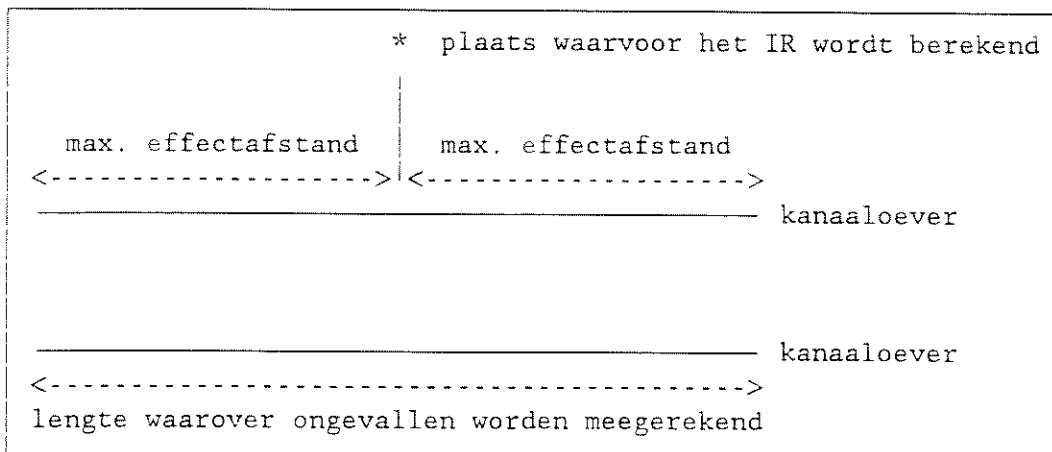
Daarbij blijven vanwege hun relatief geringe effect voor de omgeving buiten beschouwing:

- in water oplosbare zuren en basen (stofcategorie D1) en
- brandbare vloeistoffen met vlampunt boven 21°C (C1 en C2).

De risicomodellen zijn van toepassing op tankschepen, die het merendeel vormen van de schepen met gevaarlijke stoffen. Het aantal droge lading-schepen met gevaarlijke stoffen is verwaarloosbaar.

#### 2.4.3 Individueel risico

Het individueel risico (IR), op een bepaalde plaats, van een bepaalde activiteit, is de overlijdenskans per jaar, ten gevolge van die activiteit, die een (fictief) persoon loopt die zich continu en onbeschermd op die plaats bevindt. In dit rapport wordt het IR betrokken op de totale transportstroom van gevaarlijke stoffen over een kanaalgedeelte ter lengte van 2 maal de maximale effectafstand, nabij de plaats waarvoor het IR wordt berekend: het zogenaamde totaal individueel risico (TIR). Zie ook figuur 8.



Figuur 8. Definitieschets Totaal Individueel Risico

### Uitgangspunten

- 1 Uitstroomscenario's (kans op een bepaalde hoeveelheid uitgestroomde stof in een bepaalde tijd) conform de default-waarden van het WRAK-programma (zie lit. 4 en bijlage 10).
- 2 Ongevalsequenties (zie bijlage 19) bepaald met de methode Hauer uit de waargenomen schadegevallen klasse 3 en 4 in 1983 t/m 1987 per kilometervak. Dit is conform lit. 1 en lit. 5, maar wijkt af van lit. 2 waarin echter de nu gebruikte methode wel gedocumenteerd is.
- 3 De vervoersstroom van gevaarlijke stoffen in 1990 (zie bijlage 3). Voor de berekening zijn een aantal stofcategoriën gecombineerd conform lit. 1. Daarbij is er van uit gegaan dat bij stoffen die zowel toxisch als brandbaar zijn het toxische effect alleen optreedt als de stof niet ontbrandt. Dit verklaart de factoren 0,87 (= 1 - ontstekingskans bij vloeistoffen) en 0,4 (= 1 - ontstekingskans bij gassen) in bijlage 3.
- 4 Er is per categorie een voorbeeldstof gekozen; zie tabel 1. De berekeningen worden uitgevoerd met de eigenschappen van deze voorbeeldstoffen. Tabel 1 vermeldt tevens het type schip.
- 5 De vrij grove stofindeling en de keuze van een relatief gevaarlijke voorbeeldstof conform lit. 1 zou op één punt tot een onredelijke overschatting leiden. Dit betreft de (licht) toxische vloeistoffen in enkelwandige schepen met als voorbeeldstof benzeen. Op grond van nadere beschouwing van de stoffeigenschappen (zie bijlage 11) is besloten het volledig in water oplosbare methanol niet mee te rekenen, maar styreen en toluen, die voldoende op benzeen lijken, wel. Voor de stoffen met VN-nummer 1992 (een verzamelnaam voor brandbare vloeistoffen die ook giftig kunnen zijn) is de gelijkenis met benzeen onzeker, maar wel verdedigbaar en daarom zijn ook deze stoffen als benzeen meegerekend. In bijlage 6 staan de stoffen met VN-nummer 1992 vermeld; het betreft o.a. benzeenmengsels.
- 6 Vervoer van ammoniak deels in koelschepen en deels in drukschepen (zie bijlage 12).
- 7 Een uniforme kansverdeling van de ongevalsplaats over de breedte van de vaargeul, waarvoor de breedte van het kanaal (bijlage 19), verminderd met 10 m is aangehouden; zie voor de berekeningswijze lit. 14.
- 8 Bij de modellering van verspreiding van wolken is geen rekening gehouden met locale factoren zoals hoge gebouwen, grachten en dijken. Achteraf blijkt dat op de plaatsen die tot aandachtspunten leiden, deze factoren inderdaad niet aanwezig zijn.

De  $10^{-6}$ -contouren zijn berekend met het computerprogramma WRAK1 en de  $10^{-8}$ -contouren met het computerprogramma WRAK2 (lit. 4). Op de WRAK-resultaten is een bewerking toegepast om sommige ongewenste bijwerkingen van het programma te compenseren (lit. 30). Een bespreking van de onnauwkeurigheden is te vinden in lit. 1 en bijlage 13.

nr.	Effect	Schip	categ. - stof naam	VN No
1	brand	enkelw.	C3 - Benzine	1203
2	brand	dubbelw.	C3D3/4 - Acrylonitril *	1093
3	brand	gastanker	A - Propaan	1978
4	toxisch	enkelw.	D2 - Benzeen	1114
5	toxisch	dubbelw.	D3 - Propyleenoxide	1280
6	toxisch	dubbelw.	D4 - Acrylonitril *	1093
7	toxisch	gastanker	B1 - Vinylchloride	1086
8	toxisch	gas/koelt	B2 - Ammoniak	1005
9	toxisch	gastanker	B3 - Chloor	1017

Tabel 1. Gebruikte voorbeeldstoffen ingedeeld naar effect, soort schip, categorie en het VN nummer.

\* acrylonitril behoort tot stofcategorie C3D4 en niet C3D3 zoals lit. 1 zegt.

**Resultaten.**

In tabel 2 zijn de afstanden van de TIR-contouren en van de woonbebouwing tot de oever vermeld nabij woonplaatsen. In bijlage 19 is een overzicht gegeven van de ligging van de  $10^{-6}$ -contouren langs het hele kanaal; deze zijn tevens ingetekend op figuur 1.

locatie	traject	afstanden [m] tot de oever		
		bebouwing	$10^{-6}$	$10^{-8}$
A'dam Oost (W)	0-1	250	20	165
A'dam, Zeeburg	0-1	100 (camping)	20	245
Diemen-Noord (W)	3-4	35	10	150
A'dam Nieuw-Oost	3-5	--	10	210
Weesp	8	900	10	190
Driemond (W)	9	20	10	150
Nigtevecht	13	200	15	210
Loenersloot (W)	18	250	15	170
Breukelen	23-24	20	15	250
Maarssenbroek (W)	28-29	100	20	210
Maarssen	29-30	10	15	215
Maarssen	31	30	30	305
Utrecht, Zuilen	32-33	25	20	235
Utrecht, Oog in Al	36-37	35	20	260
Utrecht Kan.eil.	38-39	20	10 <sup>*)</sup>	200
Utrecht, Westraven	40	25 (kantoor)	10	200
Houten	45-48	--	5	400
Schalkwijk (W)	47-51	--	5	270
Wijk bij Duurstede	58-60	200	5	310
Rijswijk	61	100	-	230
Tiel (W)	70-71	500	10	450

(W) = ten westen of zuidwesten van het kanaal; overige lokaties ten oosten of noordoosten.

-- = anno 1991 geen bebouwing binnen  $10^{-8}$ -contour; opgenomen met het oog op nieuwbouwplannen (zie hoofdstuk 3).

23 (vetgedrukt) = km-vak binnen het traject waar de contouren het verst van de oever af liggen.

\*) wordt 20 m als gerekend zou zijn met ongevallen t/m 1989; op andere plaatsen maakt dit weinig uit.

### Tabel 2. Individueel risico huidige situatie

Het feit dat de verschillen tussen de locaties voor de  $10^{-6}$ -contour veel kleiner zijn dan voor de  $10^{-8}$ -contour wordt verklaard in bijlage 13.

De grootste bijdrage aan het TIR op kleine afstand leveren de (licht) toxische vloeistoffen in enkelwandige tankers. Daarmee zijn deze stoffen bepalend voor de ligging van de  $10^{-6}$ -TIR-contour. Wanneer VN1992 niet meegerekend zou zijn (in tegenstelling tot uitgangspunt 5 hierboven), zou de  $10^{-6}$ -contour ca. 10 m dichter bij de oever liggen.

De grootste bijdrage aan het TIR op grote afstand levert het giftige, onder druk vervoerde, gas ammoniak. Daarmee is ammoniak bepalend voor de ligging van de  $10^{-8}$ -TIR-contour.

#### Normen.

Het externe veiligheidsbeleid van Rijk (zie lit. 18) en Provincies (zie lit. 19) is verwoord in bijlage 14. Dat van de Provincies komt erop neer dat op plaatsen waar zich veel mensen kunnen bevinden (woningen, winkelcentra, kantoren, ziekenhuizen, scholen) een TIR boven  $10^{-6}$  (de grenswaarde) onacceptabel is, terwijl een TIR onder  $10^{-8}$  (de streefwaarde) verwaarloosbaar is.

#### Conclusies:

Overschrijding grenswaarde ter plaatse van:

- woonhuizen in Maarssen;
- woonwijken (op straat, in het plantsoen) in Breukelen en Utrecht;
- industrieterreinen in Amsterdam (Oostelijk Havengebied), Diemen (UNACentrale) en Utrecht.

Overschrijding streefwaarde ter plaatse van:

- woonhuizen in Diemen, Driemond, Nigtevecht, Maarssenbroek, Wijk bij Duurstede en Rijswijk;
- camping Zeeburg;
- industrieterreinen in Weesp, Nigtevecht, Breukelen, Maarssenbroek, Maarssen, Wijk bij Duurstede en Tiel.

Een nadere aanduiding van de industrieterreinen is gegeven in bijlage 5.

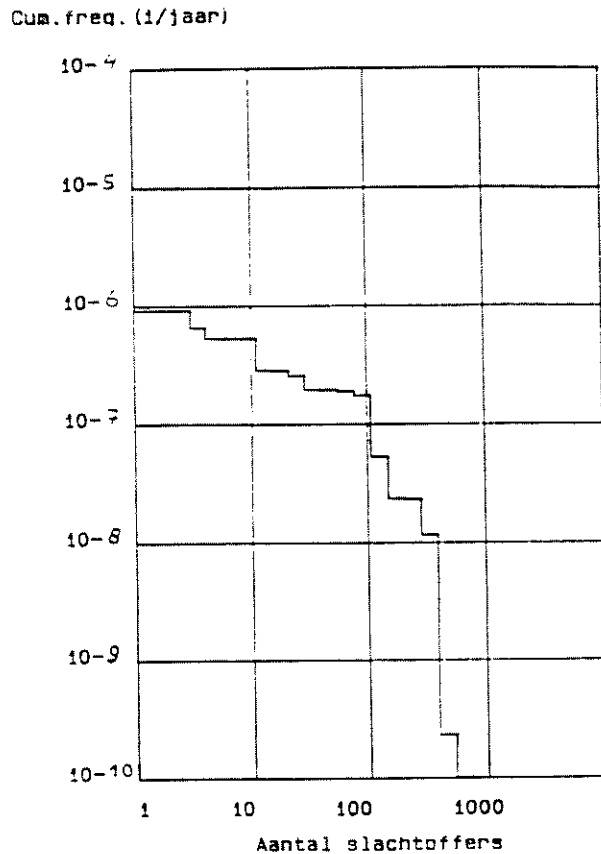
#### Vergelijking

Uit de resultaten van deelproject w1 (lit. 1) en de resultaten voor het ARK hierboven is gebleken dat er in Nederland 15 plaatsen zijn waar ter plaatse van woonbebouwing de risico's gelijk aan of hoger dan de grenswaarde zijn. In bijlage 15 zijn deze locaties gerangschikt naar de breedte van de strook bebouwing waar de norm wordt overschreden. Maarssen neemt in deze de tiende plaats in. Bij de niet aan het ARK gelegen plaatsen kan echter sprake zijn van een overschatting omdat methanol is doorgerekend als benzeen (zie uitgangspunt 5 hierboven).

#### 2.4.4 Groepsrisico.

Het groepsrisico is de overschrijdingsfrequentieverdeling van het aantal dodelijke slachtoffers ineens van een ongeval. Het wordt meestal weergegeven in een grafiek, waarin op de horizontale as het aantal doden  $N$  staat en op de verticale as de kans per jaar,  $F(N)$ , op een ongeval waarbij  $N$  of meer doden vallen. Zie bijvoorbeeld figuur 9, geldig voor km-vak 23 nabij Breukelen.

Het groepsrisico (GR) is berekend voor de totale transportstroom en per km-vak. Dat betekent dat voor elk vak een aparte berekening is gemaakt, waarin alleen ongevallen op dat vak betrokken worden. De bevolking is meegenomen binnen de maximale effectafstand van de ongevalsplaats.



Figuur 9. Groepsrisico-curve km-vak 23 bij Breukelen. huidige situatie

#### Uitgangspunten

- Ter wille van de vergelijkbaarheid van de resultaten met de rest van Nederland (lit. 1) is de berekening gebaseerd op de transportstroom van 1988 en niet op die van 1990.
- Om dezelfde reden is de berekening niet gecorrigeerd voor het effect van verschillende ongevalsplaatsen in de breedterichting van de vaarweg. Dit leidt tot een onderschatting van het groepsrisico, die bij het ARK kleiner is dan bij brede rivieren.
- De overige uitgangspunten zijn gelijk aan die voor individueel risico (zie 2.4.3).

De berekening van groepsrisico's voor alle vakken nabij woonbebouwing is gepresenteerd in lit. 6. Om de juiste waarden voor 1988 te krijgen moet, i.v.m. de vervoerswijze van ammoniak, een correctie (lit. 6, blz. 5)



toegepast worden op de grafieken van lit. 6. Het resultaat is samengevat in tabel 3, waarbij per plaats het vak met het grootste groepsrisico vermeld is.

gebied	km-vak	kans/jr. op een ongeval op het km-vak met meer dan	
		10 doden	100 doden
A'dam/Diemen	2	$4 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-9}$
A'dam ZO/Driemond/Weesp	9	$6 \cdot 10^{-8}$	$8 \cdot 10^{-9}$
Nigtevecht/Loenen	13	$2 \cdot 10^{-8}$	-
Breukelen	23	$3 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-8}$
Maarssen/Maarssenbroek	28	$2 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-8}$
Utrecht, noord. helft	33	$3 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-8}$
Utrecht, Kanaleneiland	38	$2 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-8}$
Wijk bij Duurstede	59	$5 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$
Tiel	71	$3 \cdot 10^{-8}$	-

Tabel 3. Groepsrisico huidige situatie

Het groepsrisico wordt volledig bepaald door ammoniak.

#### Vergelijking

Er bestaan nog geen normen voor het groepsrisico ten gevolge van transport (ze worden momenteel wel onderzocht). Daarom kunnen alleen in relatieve zin conclusies getrokken worden, d.w.z. door, binnen het terrein van het vervoer over water, bovenstaande resultaten te vergelijken met die voor andere locaties in Nederland (zie lit. 1 en bijlage 16).

Gerekend naar de kans op 10 of meer doden horen de plaatsen langs het Amsterdam-Rijnkanaal niet tot de 10 hoogste in Nederland.

Gerekend naar de kans op 100 of meer doden is het groepsrisico van km-vak 23 nabij Breukelen het hoogste in Nederland. Daarna komt Rotterdam en dan Maarssen en Utrecht.

In absolute zin zijn de kansen zeer klein: orde 1 op de 10 miljoen per jaar en kleiner.

#### 2.4.5 Materiële schade.

De herstelkosten voor het Rijk van schadevaringen aan oeververdedigingen en kunstwerken bedragen gemiddeld ca. f. 300.000,- per jaar. Hoe groot de in geld uitgedrukte schade aan schepen en lading is, is niet bekend.

## 2.4.6 Verkeersdeelnemers.

Tabel 4 geeft aantallen slachtoffers van door de DVK geregistreerde ongevallen op het ARK en Lekkanaal in de periode 1979 t/m 1988 (lit. 22).

betrokken bij ongeval:	doden	gewonden
- alleen beroepsvaart	1	10
- beroeps- en recreatievaart	0	3
- alleen recreatievaart	0	0
totaal	1	13

Tabel 4. Directe slachtoffers van ongevallen.

In verhouding tot de intensiteit zijn deze aantallen, in vergelijking met andere Nederlandse vaarwegen, vrij laag.

## 2.4.7 Risicoperceptie en -communicatie.

In VVW-deelproject a3 is onderzoek gedaan naar de oordelen van omwonenden, politici en journalisten inzake risico's van het vervoer over water (lit. 15). Utrecht-Kanaleneiland is één van de plaatsen waar omwonenden zijn bevraagd. De belangrijkste resultaten en conclusies zijn samengevat in bijlage 17.

### 3. TOEKOMSTIGE SITUATIE.

In 3.1, 3.2 en 3.3 worden te verwachten of reeds vaststaande autonome en gewenste ontwikkelingen tussen 1990 en 2000 beschreven, die van invloed zijn op de veiligheid. Het gaat om ontwikkelingen die men niet of moeilijk kan beïnvloeden en vaak juist gewenst zijn om andere redenen dan de veiligheid op en om het kanaal. Het beleid is erop gericht die veiligheid in de toekomst te waarborgen met inachtnaam van deze ontwikkelingen. Pas als blijkt dat er geen haalbare maatregelen zijn om dit doel te verwezenlijken, is ombuiging van deze ontwikkelingen aan de orde. Bij de ontwikkelingen wordt aangegeven of en zo ja hoe hiermee rekening wordt gehouden in veiligheidsberekeningen. De effecten van de ontwikkelingen op de veiligheid worden in 3.4 besproken.

#### 3.1. Infrastructuur.

In oktober 1989 heeft de minister van Verkeer en Waterstaat de intentie uitgesproken het Amsterdam-Rijnkanaal geschikt te maken voor schepen met een diepgang van 4,00 m. Dit om uit het oogpunt van nationale ruimtelijke ordening en economische ontwikkeling de concurrentiepositie van Amsterdam als overslaghaven te verbeteren, cq. een terugloop van de overslag te voorkomen.

De gewenste waterdiepte bedraagt voor het doorgaande profiel 1,5 x de maatgevende diepgang = 6,00 m. Ter plaatse van kortere drempels is afhankelijk van de situatie een geringere diepte dan 6,00 m toelaatbaar. De diepgangvergroting zal in 1992 of 1993 gereed zijn. De aanpassingen die hiervoor nodig zijn, staan vermeld in bijlage 18.

Wellicht zal medio 1994 de monding van het ARK nabij het Buiten-IJ verruimd worden.

De functie van de keersluis Zeeburg is het Amsterdam-Rijnkanaal, in geval van een doorbraak van de waterkering over het sluisencomplex in IJmuiden, te scheiden van het Noordzeekanaal, om zo overstroming van het lage land langs het ARK te vermijden. Wanneer dit complex gerenoveerd is en voldoet aan de Delta-eisen - naar verwachting in 1997 - verliest de keersluis Zeeburg zijn functie en zou die opgeruimd kunnen worden (zie 4.4, maatregel 34C).

Na het gereed komen van de Nieuwe Oranjesluis bij Amsterdam wordt de verkeerssituatie op het Binnen-IJ en de monding van het ARK complexer. Hiermee wordt in de berekeningen geen rekening gehouden. Deze ontwikkeling speelt echter wel mee in de besluitvorming over verkeersbegeleiding in dit gebied. Als geoordeeld wordt dat de gewijzigde verkeerssituatie hier noopt tot verkeersbegeleiding, is er een mogelijkheid deze te combineren met die voor Zeeburg. De verkeersbegeleiding zou dan ook na het eventueel opruimen van de keersluis Zeeburg deels kunnen blijven bestaan.

Er wordt gewerkt aan verbetering van de vaarwegmarkering (lit. 11). Dit is zinvol maar heeft in absolute zin weinig effect op het aantal ongevallen (maatregel m 35, lit. 10 en bijlage 20).

### 3.2 Verkeer en vervoer.

#### Diepgangstoename.

Vanaf 1992 of 1993 zullen schepen tot een diepgang van 4,0 m op het kanaal kunnen varen. Hiervan zal echter door het verkeer van en naar de Waal en de Lek alleen gebruik kunnen worden gemaakt als de waterstand op die rivieren voldoende is. Dit is gemiddeld 45 % van de tijd het geval.

Grotere diepgang betekent meer zuiging met als verwachte gevolgen:

- enige toename van de ongevalskans op de vaarweg;
- grotere belastingen op de deuren van Noorder- en Zuidersluis ter hoogte van de kruising met het Merwedekanaal en op de deuren van de incidenteel gesloten sluis bij Driemond;
- grotere haalgolven en sterkere zuiging in aanliggende havens en de kleine zijwateren.

Doordat de grote schepen en duwbakken verder afgeladen kunnen worden, zijn er minder schepen nodig dan nu om een gelijke hoeveelheid goederen te vervoeren. De afname van de verkeersintensiteit hierdoor zal niet meer zijn dan 1% en wordt niet in de berekeningen betrokken.

#### Vervoerstoename.

Voor de komende decennia wordt een toename van het vervoer verwacht. Op basis van een transporteconomisch model (lit. 27) en een verkeerstoedelingsmodel (lit. 28) wordt voor het jaar 2010 een toename van 22% in het aantal schepen verwacht t.o.v. 1990 bij een "gemiddeld" economisch scenario en van 46% bij een "hoog" scenario.

In de Corridorstudie Amsterdam-Utrecht (lit. 7) worden mogelijkheden onderzocht om de verwachte toename van het vervoer tussen beide steden op te vangen, o.a. door overheveling van weg naar water en spoor. Bij een trendmatige groei wordt op het Amsterdam-Rijnkanaal voor 2010 een toename in tonnen van 29% t.o.v. 1990 verwacht. Verwacht wordt dat daarnaast 0 tot 1% van het wegvervoer in aanmerking komt voor overheveling naar water en spoor (de huidige vervoersomvang van weg en water zijn van dezelfde orde).

Voor de onderhavige studie wordt uitgegaan van een groei van 15% over de periode 1990-2000.

De ongevalskans per vaartuigkilometer of per elementaire verkeerssituatie (oplopen, ontmoeten) zal naar verwachting door de toenemende intensiteit eerder licht dalen dan stijgen (lit. 12). Meer drukte verhoogt immers de aandacht. Die tendens is ook te zien in bijlage 8.

#### Toename vervoer gevaarlijke stoffen.

De afgelopen jaren is het vervoer van gevaarlijke stoffen toegenomen (zie bijlage 3). De belangrijkste toenames tussen 1988 en 1990 betreffen:

- brandbare vloeistoffen, enkelwandig, zoals benzine: 35%;
- toxische vloeistoffen, enkelwandig, zoals benzeen: 20%;
- toxische vloeistoffen, dubbelwandig, zoals propyleenoxide: 65%.

Daarentegen is het vervoer van toxische gassen, met name ammoniak, afgenomen met 35%. Hierbij moet aangetekend worden dat dit, gezien de kleine aantallen en het feit dat het één stof betreft, een fluctuatie kan zijn en geen trend hoeft te zijn.

In de Corridorstudie (lit. 7) is voor 2010 een toename t.o.v. 1990 van het vervoer van gevaarlijke stoffen van 60% geschat.

Een uitgebreidere prognose van de vervoerstoename, waarbij specifiek wordt gekeken naar een aantal groepen gevaarlijke stoffen, is momenteel in de maak.

Voor de onderhavige studie wordt, gezien de ontwikkelingen in de laatste jaren, voor het jaar 2000 uitgegaan van (zie ook bijlage 21):

- een verdubbeling t.o.v. 1990 in vervoer van gevaarlijke vloeistoffen;
- een toename met 50% t.o.v. 1990 van het vervoer van brandbare gassen;
- een omvang van het transport van toxische gassen, gelijk aan dat in 1988; t.o.v. 1990 is dat voor Utrecht een noordelijker een toename met 50% en voor Houten en zuidelijker bijna een verdrievoudiging.

Dit uitgangspunt is meer een keuze dan een voorspelling; het gaat er immers om voor welke vervoerstoename men het kanaal geschikt wil maken.

Als blijkt dat dit met het beschikbare arsenaal aan veiligheidsmaatregelen niet kan, zal aangegeven worden welke vervoerstoename dan wel opgevangen kan worden (zie hoofdstuk 5).

#### Vervoerswijze en uitrusting van schepen.

Het vervoer van ammoniak zal naar verwachting in de toekomst volledig in gastankers onder druk plaatsvinden. Dit wordt meegenomen in de berekeningen van individueel risico en groepsrisico.

Naar verwachting zal het containervervoer, ook van gevaarlijke stoffen, toenemen. Toch blijft voor gevaarlijke stoffen het bulkvervoer overheersend.

Nieuwe Rijnschepen (>2000 ton) hebben een stopweg van 400 m (bij een stroomsnelheid mee van 1,2 m/s) of minder; dat is minder dan de huidige eis van 500 m op de Rijn (lit. 11). Hierdoor heeft een schipper meer kans een dreigende aanvaring te vermijden danwel de schade te beperken. Er kan echter risico-compensatie optreden: de schipper neemt meer risico omdat hij weet dat zijn schip meer kan. Volgens ongevalsonderzoek (lit. 10 en bijlage 20, maatregel m4) is het effect slechts 0,06% maar volgens het expertmeningen-onderzoek toch nog 7% (lit. 17). Aangenomen wordt dat de onderzoekers er van uit zijn gegaan dat alle schepen een kortere stopweg hebben. Binnen de projecthorizon (het jaar 2000) zal echter slechts een klein deel (ca. 5%, zie 4.1, maatregel 7) van de vloot op dit punt verbeterd zijn.

Nieuwe duwbakken (in Nederland jaarlijks ca. 20 op een huidig totaal van ruim 700) hebben ronde, afgewerkte voorstevens zonder scherpe kanten en uitstekende onderdelen (lit. 11), waardoor ze bij een aanvaring minder schade aanrichten dan de oudere typen (zie ook bijlage 10).

Vanaf oktober 1997 mag benzeen alleen nog in dubbelwandige tankers vervoerd worden. Dit wordt meegenomen in de berekeningen van individueel risico en groepsrisico. In 2002 moeten ook benzeenmengsels in dubbelwandige tankers vervoerd worden. Deze stoffen maken deel uit van de stoffen met VN-nummer 1992 (zie bijlage 6). Omdat 2002 voorbij de horizon van dit project ligt, wordt hiermee in de berekeningen geen rekening gehouden.

#### Bemannings-eisen.

Binnenkort zullen in de Scheepvaartverkeerswet (artikel 27 en 28) bepalingen worden opgenomen betreffende het varen onder invloed van alcohol, drugs en medicijnen en de controle daarop. Dat zal de veiligheid verbeteren. De vermindering van het aantal ongevallen wordt op 0,8% geschat (lit. 10 en bijlage 20, maatregel x5).

Er is wetgeving in de maak waardoor bemanningsregelingen (met name het dienst- en rusttijdenbesluit, incl. controle met tachograaf), dat nu geldt voor de Rijn (ROSR, hoofdstuk 14) ook voor andere Nederlandse binnenwateren gaat gelden. De vermindering in aantal ongevallen wordt geschat op 2,4% (lit. 29 en bijlage 20, maatregel m52).

### 3.3 Omgeving en bebouwing.

#### Woningbouw.

In tabel 5 staan respectievelijk de in uitvoering zijnde en in ontwikkeling zijnde plannen voor woningbouw vermeld binnen een strook van 1 km ter weerszijde van het kanaal.

Provincie	Plan/Gemeente	Aantal woningen	Afstand tot het kanaal. min.-max. m.	jaar
<u>a. plan in uitvoering</u>				
Noord-Holland	Diemen-Noord	2500	50-300	gereed 1996
<u>b. plannen in ontwikkeling</u>				
Noord-Holland	A'dam-Zeeburg	1800	50-470	start na '95
	A'dam-Nieuw-Oost	11000	150-850	start in '96
	A'dam, Borneokade Oost	?		start in '95
	A'dam Ertskade	?	ca.10-...	onbekend
Utrecht	Houten-Dubbelstad	7500-	150-2850	tussen
	of:	15000		1995 en
	Houten-Schalkstad	7500-	150-2200	2005:
	of:	25000		5000
	Houten-Kransstad	1500-	350-4000	huizen;
		10000		daarna ?
	Nieuwegein-Galecop	3300	750- ..	1992- 2000
	Nieuwegein-Nieuwraven kantoren	200-	..	idem

Tabel 5. Nieuwbouwplannen.

De in uitvoering zijnde plannen worden als een vaststaand gegeven beschouwd. Bij de in studie zijnde plannen kunnen de risico's van het vervoer over het kanaal een rol spelen. De 3 genoemde plannen voor Houten (lit. 8) zijn 3 alternatieven, waarvan er maart 1992 door de gemeenteraad één zal worden gekozen als basis voor eventuele nieuwbouw. Vast staat dat Houten ca. 5000 woningen zal bouwen in de periode 1995-2005. Na 1995 wordt besloten over een eventuele extra groeitaak na 2005 ter grootte van 20.000 woningen. In december 1991 heeft het college van B&W van Houten zijn voorkeur uitgesproken voor het alternatief Kransstad.

#### **Spoorweg.**

De NS zijn van plan (rond het jaar 2006, dat overigens voorbij de projecthorizon ligt) de spoorweg Amsterdam-Utrecht te verdubbelen. De extra sporen komen tussen de bestaande en het kanaal te liggen. Eén van de alternatieven voor het noordelijke deel is dat de extra twee sporen, waar de huidige spoorlijn afbuigt richting Abcoude, langs het ARK worden doorgetrokken om ten noorden van Driemond aan te takken bij de lijn Hilversum-Amsterdam. Dit verhoogt de kans op aanwezigheid van ontstekingsbronnen en mensenconcentraties. De openingstijden van de spoorbrug over de Nieuwe Wetering zullen wellicht nog meer dan nu beperkt zijn, waardoor recreatievaartuigen in clusters op het kanaal komen. Met de genoemde effecten wordt in kwantitatieve zin geen rekening gehouden. Het verdubbelen van de spoorbrug over het ARK bij Utrecht-Noord kan wellicht gecombineerd worden met verbreding van de Demkabocht (zie appendix, maatregel 33).

#### **incidentenbestrijding**

De directie Brandweer van het Ministerie van Binnenlandse Zaken is bezig met de landelijke invoering van een informatie- en rekensysteem voor incidenten met gevaarlijke stoffen (IRIS).

#### 3.4 Veiligheid.

De in 3.1 en 3.2 vermelde uitgangspunten leiden, zonder het nemen van maatregelen, tot de volgende verwachte veranderingen in veiligheid voor het jaar 2000.

#### **Ongevalskans**

In tabel 6 wordt een overzicht gegeven van de in 3.1 en 3.2 genoemde wijzigingen die van invloed zijn op de ongevalskans en hun kwalitatief effect. Per saldo wordt gerekend met een ongewijzigde ongevalskans, voor alle schadegrootten, per vaartuigkilometer.

---

- betere vaarwegmarkering	+
- meer zuiging	-
- hogere intensiteit	0
- kortere stopweg	0
- rondere duwbakken	+
- minder alcohol/drugs/medicijnen	+
- betere dienst- en rusttijden	+

---

+ = positief effect (lagere ongevalskans)  
0 = geen effect  
- = negatief effect (hogere ongevalskans)

---

Tabel 6. Kwalitatief overzicht van effect van wijzigingen op de ongevalskans

Het aantal ongevallen zal met 15% toenemen, gelijk aan de toename van het scheepvaartverkeer. De materiële schade, de kans op uitstroming van voor de waterkwaliteit schadelijke stoffen en het aantal directe slachtoffers (doden, gewonden) zullen in dezelfde mate toenemen.

#### Individueel risico

Het individueel risico in 2000 verschilt van dat in 1990 door de gewijzigde vervoerswijzen van benzeen en ammoniak en door de gewijzigde transportstroom (zie bijlage 21).

In tabel 7 zijn de berekeningsresultaten voor de  $10^{-6}$ -contouren weergegeven, alsmede de afstanden van woonbebouwing tot het kanaal.



locatie	traject	afstanden [m]	tot de oever
	km-vak	bebouwing	$10^{-6}$
A'dam Oost (W)	0-1	250	25
A'dam, Zeeburg	0-1	50 <sup>*)</sup>	25
Diemen-Noord (W)	3-4	35	20
A'dam Nieuw-Oost	3-5	150 <sup>*)</sup>	20
Weesp	8	900	20
Driemond (W)	9	20	20
Nigtevecht	13	200	20
Loenersloot (W)	18	250	20
Breukelen	23-24	20	25
Maarssenbroek (W)	28-29	100	30
Maarssen	29-30	10	25
Maarssen	31	30	35
Utrecht, Zuilen	32-33	25	30
Utrecht, Oog in Al	36-37	35	30
Utrecht Kan.eil.	38-39	20	20 <sup>*)</sup>
Utrecht, Westraven	40	25 (kantoor)	20
Houten	45-48	150 <sup>*)</sup>	10
Schalkwijk (W)	47-51	150 <sup>*)</sup>	10
Wijk bij Duurstede	58-60	200	10
Rijswijk	61	100	-
Tiel (W)	70-71	500	20

(W) = ten westen of zuidwesten van het kanaal; overige lokaties ten oosten of noordoosten.

<sup>\*)</sup> = indicatief (nieuwbouwplannen); industrieterrein Houten nabij spoorbrug Schalkwijk: 20 m.

23 = km-vak binnen het traject waar de  $10^{-6}$ -contour het verst van de oever af ligt.

<sup>\*)</sup> wordt 30 m als gerekend zou zijn met ongevallen t/m 1989; op andere plaatsen maakt dit weinig uit.

#### Tabel 7. Individueel risico toekomstige situatie

Ten opzichte van de situatie in 1990 verplaatst de  $10^{-6}$ -TIR-contour zich 5 a 10 m landinwaarts, de  $10^{-8}$ -TIR-contour ca. 100 m (dit verschil in gevoeligheid staat verklaard in bijlage 13). Het gevolg hiervan is dat ook in de volgende plaatsen delen van woonwijken binnen het onacceptabele gebied vallen: Breukelen en Utrecht (Zuilen en Kanaleneiland).

Het volledige lijstje met aandachtspunten voor IR (overschrijding grenswaarde) wordt daarmee:

- woonhuizen in Maarssen, Breukelen en Utrecht (Zuilen en Kanaleneiland);
- industrieterreinen in Amsterdam (Oostelijk Havengebied), Diemen (UNACentrale) en Utrecht.

Wanneer VN1992 niet meegerekend zou zijn, zou de  $10^{-6}$ -contour ca. 20 m dichter bij het kanaal liggen.

### Groepsrisico

Het groepsrisico in 2000 verschilt van dat in 1990 door de gewijzigde vervoerswijze en vervoersomvang van ammoniak en door de gewijzigde woonbebouwing.

In tabel 8 zijn de groepsrisico's bij nieuwbouw weergegeven, waarbij per gebied het vak met het grootste groepsrisico vermeld is.

gebied	km-vak	kans/jr. op een ongeval op het km-vak met meer dan	
		10 doden	100 doden
A'dam/Diemen	3	$2 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-8}$
Houten/Schalkwijk:			
- Dubbelstad	48	$4 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-8}$
- Schalkstad	48	$2 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-8}$
- Kransstad	45	$9 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$

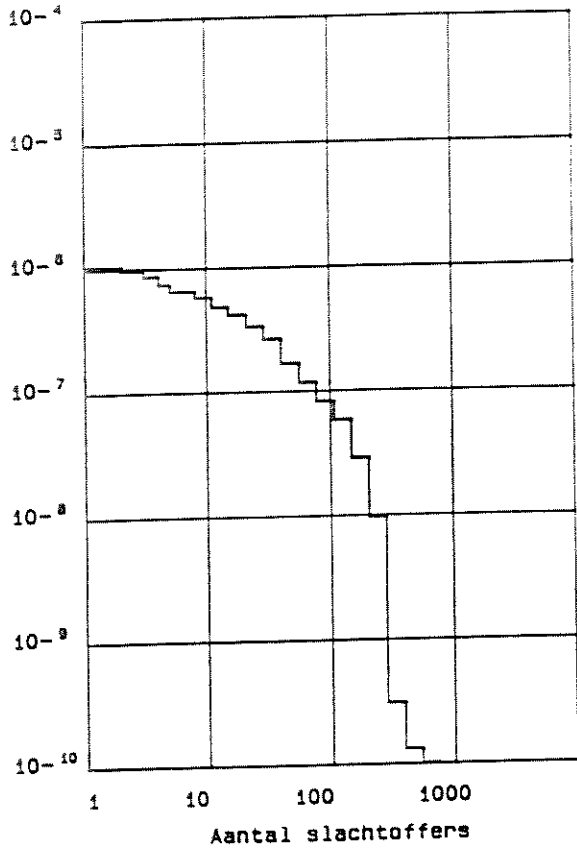
Tabel 8. Groepsrisico bij nieuwbouw (toekomstige situatie).

Voor een onderlinge vergelijking van de Houtense nieuwbouwalternatieven is het totale groepsrisico van de vakken 45 t/m 51 (waarlangs de bouwplannen zich uitstrekken) een betere maat. Ook in dit opzicht pakt "Kransstad" van de drie alternatieven het gunstigst uit, zie figuur 10. Qua aantal inwoners is gerekend met 28.000 (huidige situatie), 65.000 (Dubbelstad), 88.000 (Schalkstad) en 61.000 (Kransstad), hetgeen ongeveer overeenkomt met de bovengrenzen voor het aantal nieuwbouwwoningen zoals genoemd in tabel 5.

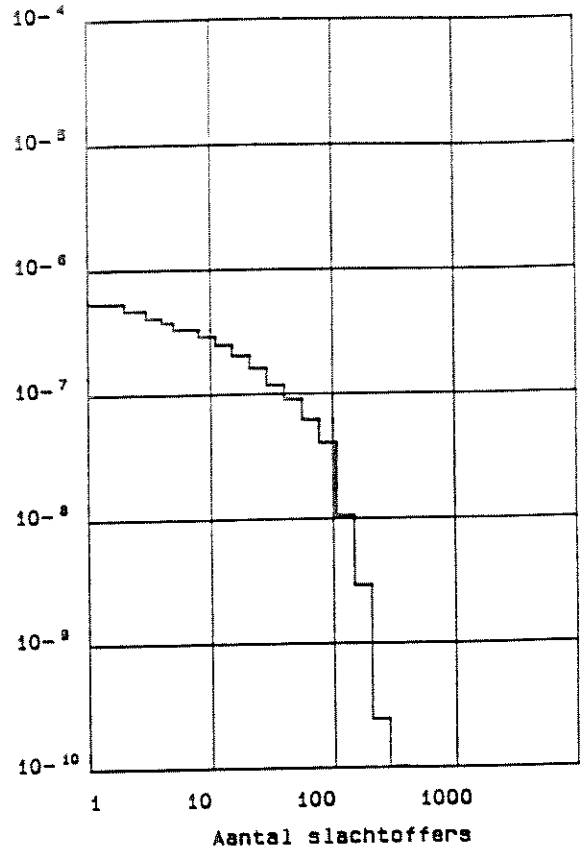
Voor andere locaties nemen de kansen per jaar bij alle aantallen slachtoffers ten opzichte van tabel 3 met een factor ca. 2 toe voor de stad Utrecht en noordelijker en met een factor ca.  $1\frac{1}{2}$  elders.

De volgorde van locaties, geordend naar de kans op een ongeval met 100 of meer doden, verandert hierdoor als volgt (als aangenomen wordt dat er elders niets verandert):

1. Breukelen
2. Houten-Dubbelstad
- 3/4/5 ex aequo Maarssen, Utrecht en Rotterdam.

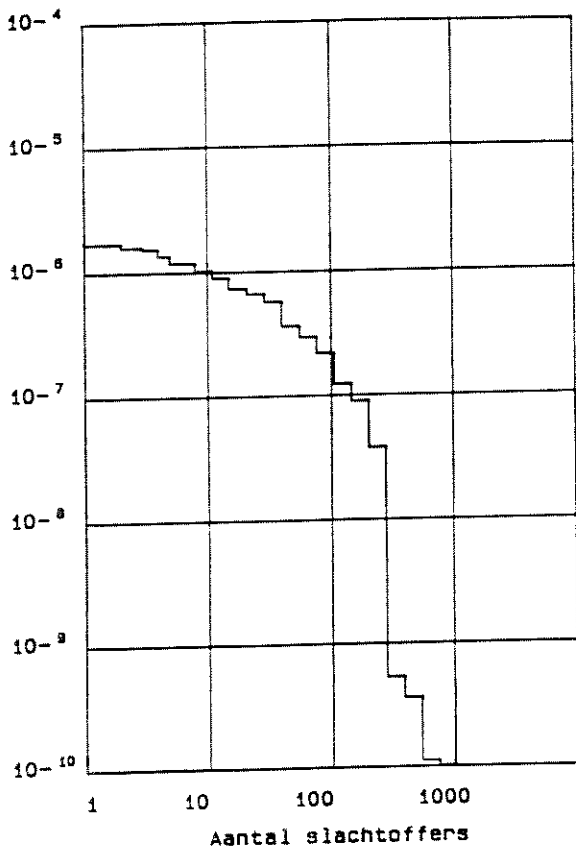


Schalkstad

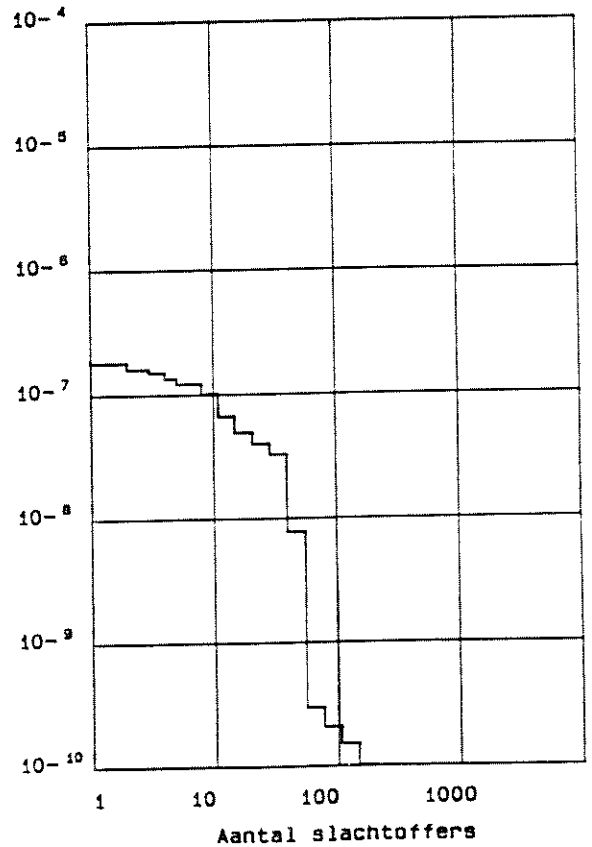


Kransstad

Figuur 10. Groepsrisico curven  
Houten + nieuwbouwplannen



Dubbelstad



Huidige situatie

#### 4. MAATREGELEN EN EFFECTEN

##### Maatregelen.

In dit hoofdstuk passeren die beschouwde maatregelen de revue, waarvan iets bekend is van de effecten op de veiligheid en/of de kosten. De nummering van maatregelen komt overeen met die gebruikt in lit. 9, 10, 11 en 29. Bij de ontbrekende nummers horen maatregelen die niet relevant zijn voor het ARK of waarvan niets te melden is over kosten en effecten of waarvan de berekende kosten en/of effecten niet betrouwbaar worden geacht.

Voor een deel zijn het lokale maatregelen, die in de paragrafen 4.1 t/m 4.6 gemerkt zijn met (1). Locale maatregelen zijn maatregelen die specifiek zijn voor het ARK of een deel daarvan. Soms is de strekking van de maatregel iets gewijzigd ten opzichte van lit. 9 vanwege de plaatselijke omstandigheden. Een uitgebreide beschrijving van alle beschouwde lokale maatregelen staat in de appendix.

Voor een ander deel betreft het landelijke maatregelen, die bij invoering zouden gelden voor heel Nederland of een groter gebied. Een toelichting daarop is te vinden in lit. 9. Daar is ook de wijze waarop de landelijke en lokale maatregelen zijn geïnventariseerd en geselecteerd beschreven. Sommige daar vermelde maatregelen met de aantekening "Maatregel testen op ARK: ja" zijn toch niet beschouwd omdat ze zijn toegevoegd nadat het onderzoek naar kosten en effecten (lit. 10, 11, 17) daarvoor al te ver gevorderd was.

##### Effecten.

Hieronder volgt een toelichting op de in de volgende paragrafen gebruikte begrippen vermindering, effecten op IR en GR, kosten en verhouding. Tevens wordt aangegeven waarop de vermelde schattingen gebaseerd zijn.

De vermindering van het aantal ongevallen is weergegeven als percentage van het huidige aantal voor het hele kanaal. Daarbij komt één procent overeen met gemiddeld ca. 0,5 ongeval per jaar. Waar het effect naar locatie gedifferentieerd kan en moet worden is de vermindering ook uitgedrukt als percentage van het huidige aantal op enkele specifieke locaties. De vermindering heeft betrekking op alle schadegrootten. Aangenomen wordt dat de vermindering in dezelfde mate doorwerkt in de zware schadegevallen.

De geschatte verminderingen van het aantal ongevallen zijn, tenzij anders vermeld, gebaseerd op een onderzoek naar de toedracht van ruim 200 ongevallen die zich op het kanaal hebben voorgedaan (lit. 10, alsmede lit. 29 voor de maatregelen 18b, 41, 45, 52 en 54). De omrekening naar procenten is gegeven in bijlage 20. Aangehouden is het gemiddelde van de - soms uiteenlopende - schattingen van de drie experts. Een algemene conclusie van het ongevallenonderzoek is dat ca. 70% van de onderzochte maatregelen door geen der beschouwde maatregelen zou zijn beïnvloed.

Voor bochtverruiming of verbreding van (delen van) het kanaal zijn de effecten vooral gebaseerd op een statistische vergelijking van een groot aantal vaarwegdelen in Nederland (lit. 13).

Daarnaast zijn de veiligheidseffecten gebaseerd op het expertmeningenonderzoek (lit. 17) en andere, meest in de appendix vermelde, overwegingen en berekeningen.

De effecten op de veiligheid in termen van IR en GR zijn uitgedrukt t.o.v. de verwachte situatie voor 2000 (zie 3.4) en berekend met het WRAK-model. Wanneer het effect op het IR veroorzaakt wordt door een vermindering van het aantal ongevallen, moet bedacht worden dat, zoals wordt verklaard in bijlage 13, de ligging van de  $10^{-6}$ -contour niet erg gevoelig is voor de ongevals-frequentie. Een vermindering in aantal ongevallen leidt dan tot een verschuiving van de contour die niet significant lijkt (enkele meters). Daar staat tegenover dat de ligging van die contour, om dezelfde redenen, weinig gevoelig is voor een deel van de onzekerheden die in het spel zijn. Een ander deel van die onzekerheden zorgt ervoor dat de spreiding rond de berekende risico's niet verwaarloosbaar is zodat aan de ligging van de IR-contouren geen absolute betekenis mag worden gehecht. Voor de vergelijking van maatregelen m.b.t. de externe veiligheid blijft het effect op de ligging van de IR-contour echter een goede maatstaf omdat:

- het de enige manier is om de effecten van verschillende soorten maatregelen op één noemer te brengen;
- de onzekerheid in het effect zelf niet zo groot is.

Voor het GR geldt dat de frequentie bij alle aantallen slachtoffers in dezelfde mate afneemt als het aantal ongevallen.

De op jaarbasis bepaalde kosten betreffen investering en exploitatie. De kosten zijn, tenzij anders vermeld, afkomstig uit lit. 11. Eén van de belangrijke uitgangspunten daarbij was een reële rente ("marktprijs", opportunity cost) van 10% per jaar, overeenkomstig de door de regering vastgestelde discontovoet. De kosten zijn vrij grof bepaald; de bedragen zijn echter niet verder afgerond dan in lit. 11, teneinde de herkomst van de getallen niet onduidelijk te maken.

Bij landelijke maatregelen zijn de kosten omgerekend naar het ARK op basis van gevaren kilometers en/of tonnen.

De verhouding tussen kosten en veiligheidsbaten is uitgedrukt in de kosten per jaar per procent minder ongevallen op het niveau van het hele kanaal.

#### 4.1 Scheepsconstructie

1. Alle op benzeen gelijkende toxische vloeistoffen vervoeren in dubbelwandige schepen.
  - Effect:  $10^{-6}$ -TIR-contour verschuift 15 à 20 m naar het kanaal toe; dit is berekend met het WRAK-model (transportstroom zie bijlage 21).
  - Kosten: per ton 34% hoger dan enkelwandige; daar staan operationele voordelen tegenover; het saldo is niet op te maken
2. (1) Maximaal toegestane scheepsbreedte verhogen van 11,40 naar 22,80 (geldt formeel nog niet, praktisch wel).
  - effect: indien daadwerkelijk grotere schepen gaan varen, iets minder ongevallen doordat er iets minder schepen nodig zijn voor dezelfde totale hoeveelheid vervoerde lading
  - kosten: verwaarloosbaar.

Het belangrijkste voordeel is administratief: geen ontheffingen meer nodig.

3. Verbieden van onveilige boegvormen, m.n. bulbstevens.
- vermindering: 0 (d.w.z. niet rechtstreeks te relateren aan opgetreden ongevallen)
  - kosten: geen.
- 5b. Eisen aan manoeuvreerbaarheid (minimum motorvermogen).
- Voor het ARK betreft dit vooral omgebouwde sleepboten van ca. 200 pk, die gebruikt worden als duwboot; wordt als probleem ervaren, o.a. bij de kruising met de Lek.
- vermindering: 0,6%;
  - kosten: f. 13.400 per jaar per schip (het aantal dat dit betreft is onbekend).
6. Verplichte boegschroef voor alle schepen.
- N.B. Sommige schippers vinden dat dit alleen voor schepen langer dan 40 m zin heeft (lit. 20).
- kosten: f. 396.000 per jaar (80% van de schepen onder 650 ton)
7. Glad wegwerken van ankers bij nieuwbouwschepen.
- Omdat het percentage van de vloot dat aan de maatregel voldoet elk jaar toeneemt, neemt ook het effect op de veiligheid en de kosten in de tijd toe. Gekozen is te kijken naar effect en kosten in het tiende jaar na invoering van de maatregel. De laatste jaren werden er gemiddeld 23 nieuwe schepen van gemiddeld 2000 ton gebouwd, terwijl de huidige Nederlandse vloot bestaat uit 5255 schepen van gemiddeld 750 ton (lit. 11). Als dit nieuwbouwtempo zich voortzet en er evenveel tonnen gesloopt worden als nieuw gebouwd, voldoet 10 jaar na de invoering 5% van de schepen aan de maatregel.
- vermindering: 0,05 (zie boven) \* 0,2% (bijlage 20) = 0,01% in het tiende jaar;
  - kosten (voor glijgoten of ankerkluizen): 10 (jaargangen) \* f 122.000 (annuïteit per jaargang, lit. 11) \* 4,5% (aandeel ARK in tonkilometerprestatie van Nederland, lit. 11) = f. 54.900 in het tiende jaar;
  - verhouding: f. 5.490.000 per %
9. Verplichte noodstroomvoorziening voor alle schepen. In aanvulling op lit. 9 wordt bedoeld dat op deze voorziening niet alleen navigatieverlichting, marifoon en radar zijn aangesloten, maar ook de elektrische stuurinrichting.
- vermindering: 1 % (n.a.v. lit. 20)
  - kosten: f. 33.500 op jaarbasis (15% van de schepen, meest oudere met handstuurinrichting, moeten een accuset kopen)
  - verhouding: f. 33.500 per %
- N.B. Als steeds de opgegeven oorzaak zou worden geloofd, bedraagt de vermindering 7 tot 9% (lit. 10)
11. Alarminstallatie, alarmrol en training voor alle schepen.
- vermindering: 0 (d.w.z. niet rechtstreeks te relateren aan opgetreden ongevallen, lit. 10) resp. "nauwelijks" (lit. 17)
  - kosten: 0 (installatie is er; training tijdens de vaart, wat echter niet zo veilig lijkt, lit. 20)

- X1. Minimale horizontale en verticale zichthoek vanuit stuurhut (lit. 10).  
 - vermindering: 2%
- X2. Ergonomische eisen stuurhutontwerp (lit. 10).  
 - vermindering: 1%

#### 4.2 Lading

- 14A. Het in druktanks vervoeren van gevaarlijke gassen bij een lage temperatuur.  
 - effect: het groepsrisico, bepaald door het vervoer van ammoniak, wordt verwaarloosbaar (zie bijlage 12)  
 - kosten: f. 94.500 op jaarbasis (betreft de schepen, niet de walinstallaties).
- 14B. Alle ammoniak gekoeld vervoeren (zie ook bijlage 21).  
 - effect: het groepsrisico neemt, in termen van de kans op een ongeval met 10 doden met een factor 10 af en in termen van de kans op een ongeval met 100 doden met een factor 30 af (bijlage 12);  
 - kosten: onbekend.
- 14C. Ammoniak deels gekoeld blijven vervoeren, d.w.z. qua vervoerswijze de situatie anno 1990 handhaven (zie bijlage 12 en 21).  
 - effect: het groepsrisico neemt, in termen van de kans op een ongeluk met 10 resp. 100 doden, met een factor 2 af voor Utrecht en noordelijker (de toename met een factor 2 die genoemd wordt in 3.4 bij groepsrisico wordt "teruggedraaid"); voor de rest van het kanaal geen effect (omdat daar in 1990 alles al onder druk werd vervoerd).

#### 4.3 Scheepvaartverkeer

- 15A. Op benzeen gelijkende toxische vloeistoffen (met name toluen, styreen en VN 1992) omleiden over zee waar het vervoer tussen zeehavens betreft (zie ook bijlage 21).  
 - effect:  $10^{-6}$ -contour verplaatst voor Utrecht en noordelijker 15 m naar het kanaal toe (op dat traject is het vervoer voor een belangrijk deel vervoer tussen zeehavens); voor andere locaties geen effect (op dat traject heeft het vervoer altijd een herkomst en/of bestemming inland).  
 - kosten:  
 per reis: 900 ton \* 100 km omweg \* f 0,027 (lit. 11) = f 2430;  
 aantal reizen per jaar ca. 250;  
 kosten op jaarbasis: f 607.500.  
 Deze kostenberekening geldt echter alleen voor binnenvaart; het kostenverschil tussen zeevaart en binnenvaart is niet bekend.
- 15B. Ammoniak omleiden over zee waar het vervoer tussen zeehavens betreft (zie ook bijlage 21).  
 - effect: Het groepsrisico neemt in kanstermen voor Utrecht en noordelijker met een factor 3 af; (op dat traject is het vervoer voor een belangrijk deel vervoer tussen zeehavens, met name

IJmuiden-Antwerpen); voor andere locaties geen effect (op dat traject heeft het vervoer altijd een herkomst en/of bestemming inland).

16. Schepen zonder radar mogen bij slecht zicht niet vertrekken; varende schepen zonder radar moeten de eerstvolgende veilige ligplaats kiezen. Dit betreft (uiteraard) ook de recreatievaart, hetgeen voor het effect van belang is (lit. 25).  
Bij de bepaling van het effect is er van uitgegaan dat ook maatregel 51 (radardiploma) is gerealiseerd.
- vermindering: 2,3% (lit. 10);
- Een andere manier om het effect te schatten is:
- vermindering van het aantal ongevallen bij zicht van 250 m en minder: 30% (lit. 17);
  - de ongevallen die bij zicht van 250 m of minder optreden vormen op de bovenrivieren 12% van het totaal (geïnterpoleerd uit de tabel op blz. 34 van deel 2 van lit. 3); het licht in de rede dat dit percentage op kanalen lager ligt;
  - per saldo dus een vermindering van maximaal  $0,3 \times 12\% = 3,6\%$ .
  - kosten: f. 167.000 per jaar (verlies reistijd);
  - verhouding: f 72.600 per % (uitgaande van 2,3% vermindering)

#### 18A (1) Maximum snelheid.

Om zichtbaar te maken wat volledige naleving zou opleveren, zijn de zgn. kwaliteitsscores uit lit. 10 hieronder niet verdisconteerd (de experts geloven niet in naleving en scoren daarom 0 of 10%).

- a. Volledige naleving huidige maximum snelheid:
- vermindering: 4%; dit is gebaseerd op hetzelfde basismateriaal als lit. 10, maar daar niet expliciet vermeld.
- b. Volledig aanpassen snelheid en snelheidsverschil met andere schepen aan situatie en omstandigheden (excl. ligplaatsen). Deze maatregel heeft code M18a in tabel 3.3.2 van lit. 10.
- vermindering: 1% op totaal.
- Locaal effect bij Zeeburg/monding:
- vermindering: 0.
- Locaal effect bij Maarssen/Demka:
- vermindering 3%.
- c. Volledig aanpassen snelheid bij ligplaatsen. Deze maatregel heeft code M18a (1), lokatie I, in tabel 3.3.2 van lit. 10.
- vermindering: 8% op totaal.
- Locaal effect bij ligplaatsen:
- vermindering: 34%.

Kosten van controle: f. 300 tot f. 400 per uur, waarin 30 tot 40 controles kunnen worden uitgevoerd.

Aangezien het gaat om naleving van nu al geldende regels - naast de maximum vaarsnelheid is dat het algemene verbod om hinderlijke waterbeweging te veroorzaken - worden geen kosten van vertraging in rekening gebracht.

#### 18B (1) Schepen moeten een minimumsnelheid van 8 km/u kunnen varen.

- vermindering: 0 (d.w.z. niet direct te relateren aan opgetreden ongevallen); vanwege vermindering van snelheidsverschillen echter wel enig effect (zie 18A-b); bijkomend gunstig effect is dat het schepen hierdoor wordt verboden langzaam heen en weer te varen bij meerplaatsen (zie appendix).



- kosten (van extra motorvermogen) f. 13.400 per jaar per schip (het aantal schepen dat dit betreft is onbekend).
- 19 (1) Oploopverbod (kan alleen met een Verkeersbegeleidend Systeem, VBS, gehandhaafd worden):
- a. Volledige handhaving oploopverbod bij Zeeburg;
    - vermindering: 1% op totaal, lokaal 12%.
  - b. Begeleiding oploopmanoeuvres Maarssen en Demkabocht;
    - vermindering: 3% op totaal, lokaal 17%.
    - kosten: f. 5.000 per jaar (vertraging schepen) (excl. VBS)
- 20 (1) Met VBS vermijden dat schepen met gevaarlijke stoffen bij een cluster (4 of meer schepen bij elkaar) betrokken raken.
- vermindering 0,6% (alleen voor schepen met gevaarlijke stoffen)
  - kosten: 0 (excl. VBS)
- 21 (1) Oploopverbod voor meer dan 2 schepen tegelijk.
- vermindering: 2%, echter juist niet bij monding/Zeeburg en Maarssen/Demka
  - kosten: 0 (excl. VBS)
- 24 (1) Verkeersbegeleidend systeem, dat informatie verstrekt aan de scheepvaart over de te verwachten verkeerssituatie.
- vermindering 3% (zie echter ook paragraaf 4.10)
  - kosten: ca. f.2.000.000 op jaarbasis (zie appendix);
- Deze maatregel maakt de volgende maatregelen noodzakelijk:
- 25 (1) Uitluisterplicht en selectieve meldplicht, en
39. Verplichting goed werkende marifoon aan boord (zie ook 4.5)

#### 4.4 Infrastructuur

- 30 (1) Zorgen voor voldoende ligplaatsen op veilige afstand van de vaargeul (effecten en kosten zie appendix).
- Het huidige aantal is voldoende, maar ze liggen direct aan het kanaal, dus niet op veilige afstand van de vaargeul.
- a. opheffen van een ligplaats:
    - per saldo geen positief effect op de veiligheid;
    - kost niks.
  - b. verplaatsen van een ligplaats naar een andere locatie langs het kanaal:
    - aantal ongevallen totaal ongewijzigd;
    - vermindering aantal ongevallen waar ligplaats verdwijnt 50%; dit doet de  $10^{-6}$ -TIR-contour 15 m terugschrijven.
    - toename aantal ongevallen waar ligplaats komt 100%.
    - kosten op jaarbasis: Breukelen f.178.000; Kanaleneiland f.400.000;
  - c. verplaatsen van een ligplaats naar een insteekhaven:
    - vermindering aantal ongevallen waar ligplaats verdwijnt 50%; dit doet de  $10^{-6}$ -TIR-contour 15 m terugschrijven;
    - toename aantal ongevallen waar insteekhaven komt 50%;
    - vermindering totaal aantal ongevallen bij vervangen ligplaats Breukelen: 0,6%; bij vervangen ligplaats Kanaleneiland: 1,6%.
    - kosten op jaarbasis: Breukelen f.3.000.000; Kanaleneiland f.7.000.000
    - verhouding: f.4.700.000 per jaar per %.

31 (1) Ligplaatsen kegelschepen (effecten en kosten zie appendix).  
De enige ligplaats die qua afstand tot bebouwing enigszins bezwaarlijk is, is die bij Maarssenbroek.

Waarschijnlijk per saldo geen positief effect.

Verplaatsen kost ca. f.10.000 tot 60.000 op jaarbasis.

32 (1) Verplaatsen bunkerstations.

Voor de bunkerschepen nabij de monding van het ARK worden andere locaties gezocht in relatie tot andere aanpassingen in het gebied. Voor het bunkerschip in de monding van het Merwedekanaal is scheepvaarttechnisch geen beter alternatief voor handen. De huidige ligging is niet ideaal in relatie tot de omgeving.

- kosten van uitkopen f. 10.000 tot f. 100.000 op jaarbasis.

33 (1) Verruiming Demkabocht.

Zie de appendix voor de omschrijving van de alternatieven, de onderbouwing van de vermindering van het aantal ongevallen en de berekening van de kosten.

- a. Buitenbocht verruimen tot straal = 1000 m, breedte = 104 m;
  - vermindering: totaal 0,3%, lokaal 10%
  - effect op IR aan noord-oostzijde ongunstig en aan zuid-westzijde verwaarloosbaar;
  - kosten: f. 300.000;
  - verhouding: f. 1.000.000 per %.
- b. Binnenbocht verruimen tot straal = 1150 m, breedte = 116 m;
  - vermindering: totaal 0,6%, lokaal 18% ;
  - effect op IR aan noord-oostzijde verwaarloosbaar en aan zuid-westzijde ongunstig;
  - kosten: f. 4.200.000;
  - verhouding: f. 7.000.000 per %.
- c. Binnenbocht verruimen tot straal = 1150 m, breedte = 92 m;
  - vermindering: totaal 0,03 %, lokaal 1%;
  - effect op IR verwaarloosbaar;
  - kosten: f. 2.200.000;
  - verhouding: f. 73.000.000 per %.
- d. Combinatie van a en c.
  - vermindering: totaal 0,3%, lokaal 10 %;
  - effect op IR aan beide zijden ongunstig;
  - kosten: f. 2.500.000;
  - verhouding: f. 7.500.000 per %.

34A. (1) Verbreding van 70 naar 95 m bij Maarssen (zie appendix).

- vermindering: totaal 1%, lokaal 24%;
- effect op  $10^{-6}$ -contour: in Maarssen 20 m van het kanaal af (dus ongunstig), in Maarssenbroek 5 m naar het kanaal toe;
- kosten: f. 1.600.000 exclusief aankoop gronden en opstallen en uitkopen bedrijven.

34B. (1) Verbreding kanaal (excl. Betuwepand) van 100 naar 120 m (zie appendix).

- vermindering: totaal 11%, lokaal 15%;
- effecten op IR ongunstig in gebieden met aan weerszijden bebouwing (Driemond/industrieterrein Weesp, Breukelen, Maarssen/Maarssenbroek en Utrecht-Noord), elders verwaarloosbaar.

34C. (1) Opruimen keersluis Zeeburg (zie appendix).

a. verbreding tot 70 m

- vermindering: 0,7% totaal, 26% lokaal
- effect op IR aan westzijde ongunstig; daar ligt het Nieuwe Diep, waar het weinig kwaad kan.

b. verbreding tot 100 m

- vermindering: 1,2% totaal, 46% lokaal;
- effect op IR aan westzijde ongunstig; daar ligt het Nieuwe Diep, waar het weinig kwaad kan.
- kosten: f.1.100.000
- verhouding: f.900.000 per jaar per ‰

36. (1) Beperken hinder van dwarsstroom t.g.v. spuien.

- vermindering: 0 (d.w.z. niet direct te relateren aan opgetreden ongevallen);
- kosten voor signalering ca. f. 2.000, voor aanpassen spuiconstructies ca. f. 6.000, beide op jaarbasis.

38. (1) Wegnemen hinderlijke verlichting (Nijenrode, Loswal Food Industries, UVV-sportveld);

- vermindering: 0,6% (lit. 10 en bijl. 20); andere experts verwachten wel het wegnemen van irritaties maar geen vermindering van het aantal ongevallen (lit. 17).

Er zijn geen mogelijkheden hier iets aan te verbeteren. In de toekomst zal bij vergunningaanvragen hiermee meer rekening gehouden worden.

X3. (1) Markering en verlichting van kunstwerken en vaarweg verbeteren (lit. 10).

- vermindering: 0,4%.

T1. (1) Kippegaas onder bruggen, ter vermindering van valse reflecties op radar. (lit. 10).

- vermindering: 2%;
- kosten: gering;
- verhouding: gunstig.

Er wordt echter aan dit gunstige effect getwijfeld, omdat de gevonden ongevallen ook veroorzaakt kunnen zijn door het niet op de radar zien van schepen aan de andere kant van de brug (radar kijkt niet onder brug door, ook niet met kippegaas).

#### 4.5 Uitrusting van het schip

39. Goed werkende marifoon verplicht.

- vermindering: 0,4%;
- kosten: ca. f. 7.500 per jaar (10% van de schepen heeft nog geen tweede marifoon aan boord, die nodig is om te garanderen dat er altijd minimaal één goed werkt).

N.B Deze kosten zijn exclusief die voor de recreatievaart. Marifoonverplichting voor recreanten is echter wel van belang voor de veiligheid van oversteekplaatsen (lit. 26).

- verhouding: f. 18.750 per jaar per ‰.

## 41. Radarplicht.

- vermindering: 0,9% (lit. 10).

Een andere manier om het effect te schatten is:

- vermindering van het aantal ongevallen bij zicht van 250 m en minder: 20% (lit. 17);
- de ongevallen die bij zicht van 250 m of minder optreden vormen op de bovenrivieren 12% van het totaal (geïnterpoleerd uit de tabel op blz. 34 van deel 2 van lit. 3); het licht in de rede dat dit percentage op kanalen lager ligt;
- per saldo dus een vermindering van maximaal  $0,2 \times 12\% = 2,4\%$ ;
- kosten: f. 423.000 (alle ca. 2500 schepen onder de 650 ton en de helft, dat is ca. 1250 van de schepen tussen de 650 en 1000 ton moeten er een aanschaffen);
- verhouding: f. 423.000 per % (uitgaande van 1% vermindering).

## 42. Dodemansknop, gekoppeld aan alarminstallatie.

- vermindering: 0,8% (afgeleid uit basisgegevens lit. 10, bijlage D);
- Een variant op een dodemansknop is het automatisch regelmatig geven van een attentiesignaal (lit. 20).
- kosten: f. 49.000 op jaarbasis.
  - verhouding: f.61.250 per jaar per %

4.6 Communicatie

## 45. Verplicht gebruik van marifoon bij het uitvoeren van manoeuvres met een verhoogde ongevalskans. Dit is o.a. van belang bij versmallingen, kruisingen en oversteekplaatsen, ook die voor recreatievaart.

- vermindering: 2,7%;

Experts hechten hier groot belang aan (lit. 17, 25, 26).

- kosten: geen.
- verhouding: f. 0 per jaar per %

## 46. (1) Informatieverstrekking over hydro, meteo, vaarwegomstandigheden en passagemogelijkheden.

- vermindering: 0,3%
- kosten: geen (excl. VBS).

Ook bij incidentenbestrijding is goede en directe communicatie van belang. Praktisch betekent dit dat operationele hulpverleningsdiensten (met name de brandweer) moeten beschikken over marifoon, hetgeen in Maarssen al het geval is (lit. 25);

4.7 Bemanning

## 49. Simulatietechnieken bij opleidingen.

- vermindering: 0,3% bij huidig gereedschap (simulator) voor training; 1,0% bij beter gereedschap en beter inzicht in gedrag navigator;
- kosten extra radarsimulator bij opleidingscentrum: f. 27.000 op jaarbasis ( $15\% \times 4,5\% \text{ ARK-deel} \times \text{f. 4.000.000 investering, lit. 11}$ );
- verhouding: f. 90.000 per jaar per % (uitgaande van 0,3% vermindering).

## 50. Herhalings- en bijscholingscursussen.

- vermindering: 5%;
- kosten: f. 99.000 op jaarbasis (4,5% ARK-deel \* f. 2.200.000, lit. 11);
- verhouding: f. 19.800 per jaar per %.

## 51. Radardiploma.

- vermindering: 0,8%;
- kosten: f. 18.000 op jaarbasis (ca. 5000 personen moeten een nog diploma gaan halen);
- verhouding: f. 22.500 per jaar per %.

## X.4 Periodieke medische keuring (lit. 10).

- vermindering: 0,01%

4.8 Toezicht en keuring.

## 54. Controle op gebruik van marifoon en radar door black box.

- vermindering: 0,2%

Ook de stuurhandelingen en het toerental zouden m.b.v. de black box geregistreerd en gecontroleerd kunnen worden (lit. 20).

- kosten: f. 1.200.000 op jaarbasis.
- verhouding: f. 6.000.000 per jaar per %.

## 56. Jaarlijkse veiligheidskeuring van de belangrijkste installaties aan boord (nu is elke drie jaar een natte keuring verplicht en elke vijf jaar een droge):

- vermindering: 2%;
- kosten: f.60.500;
- verhouding: f. 30.250 per %.

## 57. Voldoende wachtplaatsen en aparte wachtplaatsen voor schepen met gevaarlijke stoffen bij sluizen:

- vermindering: 0,02%
- kosten: bij de Pr. Beatrixsluis en de Pr. Irenesluis kan een bestaande ligplaats bestemd worden tot wachtplaats en zijn er geen kosten. Bij de Pr. Bernhardsluis zouden nieuwe ligplaatsen gecreëerd moeten worden en belopen de investeringskosten voor een drijvend remmingwerk f. 6.000 tot 10.000 per strekkende meter plus ca. f. 1.000.000 sloopwerk.

4.9 Incidentenbestrijding

In het najaar van 1991 is een begin gemaakt met de herziening van de incidentenregeling voor het ARK. Dit project, dat losstaat van VVW, is het aangewezen forum om tussen de betrokken partijen afstemming te bereiken over maatregelen op het gebied van incidentenbestrijding. Daarom zal de behandeling van dit onderwerp in de onderhavige nota beperkt blijven. Zie verder de appendix in deel 2.

#### 4.10 Uitgebreide verkeersbegeleiding

##### Maatregel 24+

Hierbij wordt VBS (maatregel 24) gebruikt om te vermijden dat schepen met gevaarlijke stoffen bij een cluster van schepen betrokken raken (maatregel 20) en voor informatieverstrekking aan de scheepvaart over hydro, meteo, vaarwegomstandigheden en passagemogelijkheden van sluisen (maatregel 46).

Bovendien wordt met VBS voor de kanaalgedeelten kmr. 0-3 (monding/Zeeburg) en kmr. 27-35 (Maarssen/Demkabocht) toezicht gehouden op de naleving van de maximum snelheid (maatregel 18a, echter zonder mogelijkheid tot verbalisatie) en worden oploopmanoeuvres begeleid (maatregel 19/21) en indien nodig vermeden. Hierbij is er vanuit gegaan dat de aanwijzingen van de verkeerspost, ook als die niet dwingend zouden zijn, worden opgevolgd, hetgeen per saldo hetzelfde effect heeft als verkeersregeling (maatregel 26). Experts zijn voorstander van een "dringend advies" (lit. 17). Tevens is uitgegaan van een verbeterde samenwerking tussen verkeerspost en patrouillevaartuigen (maatregel 28).

Voor dit VBS zijn een uitluisterplicht en selectieve meldplicht (maatregel 25) en een verplichting een goed werkende marifoon aan boord te hebben (maatregel 39) noodzakelijk.

De geschatte vermindering van het aantal ongevallen staat in tabel 9.

Schepen	locatie	I	II	III	totaal
Doelgroepschepen		18%	20%	4%	8%
Andere schepen		17%	19%	3%	7%
Totaal		17%	19%	3%	7%

Locaties: I = monding/Zeeburg  
 II = Maarssen/Demkabocht  
 III = overige kanaalgedeelten

Tabel 9. Overzicht effecten uitgebreide verkeersbegeleiding  
 uitgedrukt in % minder ongevallen

Doelgroepschepen zijn schepen met gevaarlijke stoffen, bijzondere transporten, zeeschepen, duwkonvoeien en "bovenmaatse" binnenvaartuigen. Hiervoor zijn de percentages overgenomen uit lit. 10, tabel 3.4.2. Voor andere schepen geldt op locatie III het VBS zonder extra functionaliteiten (maatregel 24, par. 4.3). Het verschil in effect van 1% tussen doelgroepschepen en andere schepen is ook op locaties I en II aangehouden. Voor deze locaties is de vermindering ongeveer de helft van de vermindering die nodig is om het aantal ongevallen (per jaar per kilometer) op deze plaatsen terug te brengen tot het huidige gemiddelde van het hele kanaal.

Omdat doelgroepschepen een minderheid vormen is het percentage voor het totaal van de schepen nagenoeg gelijk aan dat voor de niet-doelgroepschepen.

- kosten: ca. f. 2.000.000 (VBS) op jaarbasis (zie appendix);
- verhouding: f. 290.000 per jaar per %.

Terugdringing  $10^{-6}$ -contour bij monding/Zeeburg en Maarssen/Demkabocht  $\pm 5$  m.

## 5. AFWEGING

### 5.1 Afwegingsmethode

Maatregelen die geen of geringe kosten met zich brengen en waarvan een gunstig effect op de veiligheid verwacht wordt, ook al is dat effect gering of niet hard te maken, worden aanbevolen. Dat zijn:

- minimum snelheid invoeren (18B);
- spuilichten aanbrengen overal waar gespuid wordt (36);
- verbeteren stroomsnelheidsinformatie bij kruising met de Lek (46);
- bij de Pr. Beatrixsluis en de Pr. Irenesluis bestaande ligplaatsen bestemmen tot wachtplaats (57).

Van de andere maatregelen wordt de wenselijkheid in de volgende paragrafen afgewogen. In beginsel wordt daarbij de volgende werkwijze gevolgd:

- de maatregelen worden in volgorde van prioriteit gezet, door ze te rangschikken naar kosten in verhouding tot veiligheidsbaten;
- de bovenste zoveel maatregelen worden genomen, zodanig dat het totale effect de risico's overal onder de norm brengt;
- van de andere maatregelen worden hun kosten afgewogen tegen de baten.

De beperkingen daarbij zijn:

- kosten en effecten zijn niet altijd kwantitatief bekend;
- de normen zijn voor individueel risico voorlopig en voor de andere veiligheidsaspecten niet aanwezig;
- er is geen afwegingsmethode met weegfactoren beschikbaar.

De afweging moet daarom deels op kwalitatieve gronden gebeuren.

Betere naleving van de regels betreffende vaarsnelheid en meer controle daarop (met "overzienbare" kosten) is gezien het grote positieve effect zeker aan te bevelen. Vanwege de onzekerheid in de mate van naleving wordt echter niet op het effect gerekend.

### 5.2 Samenvatting effecten en kosten.

Tabel 10 geeft een kwalitatief overzicht van maatregelen, effecten en kosten.

Veiligheidsaspect ->	1)	2)	3)	4)	5)	K
Maatregelen:						
- algemene maatregelen (9/16/39/42/45/49/50/51/56)	+	+	++/++	++	++	L
- uitgebreide verkeers- begeleiding ARK	+	+	++/+++	++	++	M
- bochtverruiming/weg- nemen versmallingen	-,+	+	+/+++	+	+	H
- verplaatsen ligplaatsen Breukelen/Kanaleneiland	+++	++	0/-,+	0	0	L
- toxische vloeistoffen dubbelwandig	+++	0	0/0	0	+	?
- vervoer toxische vl.st. tussen zeehavens over zee	+++	0	0/0	0	0	?
- ammoniakvervoer tussen zeehavens over zee	0	++	0/0	0	0	?
- ammoniak gekoeld	0	+++	0/0	0	+	?

- 1) individueel risico omwonenden bij aandachtspunten.  
 2) groepsrisico omwonenden.  
 3) verkeersdeelnemers; totale kanaal/locaal.  
 4) materiële schade; totale kanaal.  
 5) milieu; totale kanaal.

- = negatief effect (verslechtering).  
 0 = geen effect.  
 + = klein positief effect (verbetering).  
 ++ = middelgroot positief effect  
 +++ = groot positief effect.  
 -,+ = op sommige plaatsen negatief, op andere positief

K totale maatschappelijke kosten:  
 L relatief laag; H relatief hoog; M ertussenin; ? onbekend

Tabel 10. Kwalitatief overzicht van maatregelen, effecten en kosten.

### 5.3 Kosten in verhouding tot veiligheidsbaten

Tabel 11 geeft een rangordening van maatregelen naar kosten in verhouding tot de veiligheidsbaten op het niveau van het hele kanaal. Dit is alleen van toepassing voor maatregelen, waarvan het veiligheidseffect in termen van minder ongevallen is afgeschat en kosten bekend zijn.



	a)	b)	c)
45. Verplicht gebruik marifoon	f. 0	2,7	
39. Goed werkende marifoon aan boord	f. 18.750	0,4	3,1
50. Herhalings/bijcholingscursussen	f. 19.800	5	8,1
51. Radardiploma	f. 22.500	0,8	8,9
56. Periodieke veiligheidskeuring	f. 30.250	2	10,9
9. Verplichte noodstroomvoorziening	f. 33.500	1	11,9
42. Dodemansknop	f. 61.250	0,8	12,7
16. Bij mist niet zonder radar	f. 72.600	(2)	
49. Simulatietechnieken in opleiding	f. 90.000	0,3	13,0
24+. Uitgebreide verkeersbegeleiding	f. 290.000		
41. Radarplicht	f. 423.000	0,9	13,9
34Cb. Opruimen keersluis Zeeburg	f. 900.000		
33a. Verruiming buitenbocht Demka	f. 1.000.000		
30c. Ligplaats naar insteekhaven	f. 4.700.000		
7. Glad wegwerken van ankers	f. 5.490.000	0,01	13,9
54. Black box	f. 6.000.000	0,2	14,1
33b. Verruiming binnenbocht Demka	f. 7.000.000		
33c. Zichtverbetering Demkabocht	f. 73.000.000		

- a) kosten op jaarbasis per % minder ongevallen op het hele kanaal  
b) % minder ongevallen op het hele kanaal, alleen voor algemene maatregelen  
c) als b, cumulatief, ervan uitgaande dat er geen overlap is tussen de effecten (bovengrens!)

Tabel 11. Rangordening van maatregelen naar kosten in verhouding tot de veiligheidsbaten

De maatregelen 16 en 41 zijn elkaars alternatieven. Vanuit de overheid gezien heeft op basis van bovenstaande maatregel 16 de voorkeur boven 41. Maatregel 16 is echter moeilijker te controleren dan 41. Wel is 16 eleganter, omdat dan de keuze tussen stil (gaan of blijven) liggen bij mist en aanschaf van een radar overgelaten wordt aan het varende bedrijfsleven. Die keuze zal voornamelijk op grond van kostenoverwegingen gemaakt worden. De Koninklijke Schippersvereniging Schuttevaer is voor radarplicht (lit. 20). Daarom is qua effect gerekend met 41 i.p.v. 16.

Op grond van hun relatief gunstige verhouding tussen veiligheidsbaten en kosten, en gezien de noodzaak (IR, zie paragraaf 3.4) danwel wens (GR, milieu, materiele schade, verkeersdeelnemers) tot veiligheidsverhoging worden de maatregelen 9, 16, 39, 42, 45, 49, 50, 51 en 56 aanbevolen. Dit zijn de maatregelen uit tabel 11 die minder dan f.100.000 per jaar per % minder ongevallen kosten. Na deze groep maatregelen (d.w.z. tussen maatregel 49 en 24+ in tabel 11) treedt een vrij scherpe verhoging van de kosten in verhouding tot de veiligheidsbaten op.

De kosten per meter terugdringing  $10^{-6}$ -contour zijn het kleinst bij:  
- maatregel 15A (omleiding van toluen, styreen en VN1992); zie echter het voorbehoud bij de kosten in 4.3;  
- maatregel 1 (dubbelwandigheid voor diezelfde stoffen); zie echter de onzekerheid over de kosten in 4.1;

- maatregel 30 verplaatsen ligplaatsen.

#### 5.4 Aandachtspunten individueel risico

De 9 zojuist aanbevolen maatregelen verminderen het aantal ongevallen naar schatting met ca. 10% (waarbij rekening is gehouden met enige overlap, vandaar minder dan 14,1% uit tabel 11). Dit resulteert in een terugdringing van de  $10^{-6}$ -TIR-contour met slechts enkele meters. Dit is onvoldoende voor het oplossen van de aandachtspunten voor individueel risico (zie paragraaf 3.4). Daarom zijn aanvullende maatregelen, waarvan de verhouding tussen veiligheidsbaten en kosten ongunstiger of slechter bekend is, nodig. Dit wordt hieronder per locatie bekeken, waarbij tevens het vermijden van toekomstige aandachtspunten aan de orde komt.

##### **Amsterdam-Zeeburg**

Een zônering van minimaal 25 m is hier voldoende om geen knelpunt te laten ontstaan. In de voorlopige plannen is de afstand van huizen tot het kanaal minimaal 50 m, dus geen probleem.

##### **Amsterdam-Nieuw-oost**

Een zônering van minimaal 25 m is hier voldoende om geen knelpunt te laten ontstaan. De voorlopige plannen gaan uit van een veel bredere groenzone langs het kanaal, dus geen probleem.

##### **Breukelen**

Verplaatsen van de bestaande (niet voor kegelschepen en duwvaart bestemde) is een mogelijkheid. De terugdringing van de  $10^{-6}$ -contour hierdoor zou genoeg zijn. Verplaatsing naar een insteekhaven is veel duurder dan naar een andere locatie langs het kanaal. Wel is het zo dat het eerste het totaal aantal ongevallen vermindert en het tweede niet, maar dit weegt waarschijnlijk niet op tegen het kostenverschil.

##### **Maarssen**

Terugdringing  $10^{-6}$ -contour door uitgebreide verkeersbegeleiding is net genoeg bij de bocht zelf, maar niet genoeg direct ten noorden daarvan.

##### **Utrecht-Zuilen**

Terugdringing  $10^{-6}$ -contour door uitgebreide verkeersbegeleiding is net genoeg.

##### **Utrecht-Kanaleneiland**

Verplaatsen van de bestaande (niet voor kegelschepen en duwvaart bestemde) is een mogelijkheid. De terugdringing van de  $10^{-6}$ -contour hierdoor zou genoeg zijn. Verplaatsing naar een insteekhaven is veel duurder dan naar een andere locatie langs het kanaal. Wel is het zo dat het eerste het totaal aantal ongevallen vermindert en het tweede niet, maar dit weegt waarschijnlijk niet op tegen het kostenverschil.

##### **Houten/Schalkwijk**

Zônering (minimaal 10 m) is voldoende om hier geen knelpunt te laten ontstaan. De voorlopige bouwplannen gaan uit van een veel bredere groenzone langs het kanaal, dus geen probleem.

### Conclusies

Te nemen maatregelen:

- Zonering
- Uitgebreide verkeersbegeleiding
- Verplaatsen ligplaatsen Breukelen en Kanaleneiland; vanwege de sociaal-economische aspecten is er echter geen eenstemmigheid over deze aanbeveling.

Het tot dusverre aanbevolen pakket maatregelen (de aanbevolen maatregelen uit 5.1 en 5.3 en de drie hierboven)

- is voldoende om, bij een vervoersstroom anno 1990, het enige huidige knelpunt (Maarssen) op te heffen.
- maakt, samen met het feit dat benzeen vanaf 1991 in dubbelwandige schepen vervoerd wordt, een toename van maximaal 40% in het vervoer van andere licht toxische vloeistoffen (in enkelwandige schepen) mogelijk; d.w.z. dat bij die toename de grenswaarde weer bereikt wordt.
- is onvoldoende om bij een verdubbeling van het vervoer van brandbare en toxische vloeistoffen (zie 3.2) overal het TIR onder de grenswaarde te houden.

Bij een toename van meer dan 40% in het vervoer van toxische vloeistoffen kan het risico voor alle omwonenden daarom alleen voldoende beperkt worden door één van de volgende twee maatregelen:

1. deze vloeistoffen, net als benzeen, in dubbelwandige tankschepen vervoeren (maatregel 1);
2. omleiding van giftige vloeistoffen in enkelwandige schepen over zee voor zover het vervoer tussen zeehavens betreft (maatregel 15A).

Elk van beide maatregelen is voldoende om een vervoerstoeiname van toxische vloeistoffen van 100% op te vangen.

De effecten van deze twee maatregelen zijn dusdanig dat bij uitvoering ervan, voor het opheffen van de aandachtspunten voor individueel risico, eerder aanbevolen maatregelen zoals het verplaatsen van ligplaatsen en het instellen van een verkeersbegeleidend systeem, "overbodig" worden. Omdat echter dubbelwandigheid pas op langere termijn gerealiseerd kan worden en omleiding over zee op grote weerstand van de binnenvaartbedrijven stuit (hetgeen snelle invoering bemoeilijkt) worden de eerder gedane aanbevelingen toch gehandhaafd.

Samenvattend:

- algemene maatregelen (5.1 en 5.3), uitgebreide verkeersbegeleiding en verplaatsen van ligplaatsen om de huidige aandachtspunten op te lossen, rekening houdend met enige groei in het vervoer van gevaarlijke stoffen;
- dubbelwandigheid en zonering om bij een sterk groeiend vervoer van gevaarlijke stoffen conflicten met de individuele veiligheid van omwonenden te vermijden

### 5.5 Aandachtspunten groepsrisico

#### Algemene maatregelen

Zie 5.1; vermindering van 10% in kanstermen lost het aandachtspunt niet op.

#### Locale maatregelen

Verplaatsen ligplaatsen Breukelen en Utrecht-Kanaleneiland is een significante verbetering; verkeersbegeleiding Maarssen en Utrecht-Zuilen (Demkabocht) in iets mindere mate. Lost het aandachtspunt niet echt op. Houten: alternatief Kransstad verdient de voorkeur en doet Houten terecht komen op de tiende plaats in de Nederlandse groepsrisicotop.

#### Vervoerswijze/omleiding.

- Ammoniak deels gekoeld blijven vervoeren i.p.v. alles onder druk (maatregel 14C). Dit geeft een forse vermindering (in dezelfde orde als het effect van verplaatsen ligplaatsen en verkeersbegeleiding), maar verandert niet veel aan de rangorde van locaties m.b.t. groepsrisico, dus lost het aandachtspunt niet echt op.
- Ammoniak omleiden over zee (maatregel 15B) lost het aandachtspunt op (m.u.v. Houten).
- Alle ammoniak gekoeld vervoeren over de binnenwateren (maatregel 14B) lost het aandachtspunt op.
- Ammoniak gekoeld vervoeren in drukbestendige tanks over de binnenwateren (maatregel 14A) is nog beter.

#### 5.6 Incidentenbestrijding

##### Brandblusmaterieel:

- het grootste risico voor de omgeving wordt gevormd door giftige stoffen, niet door brandbare;
- groot deel van branden aan boord gebeurt terwijl schip langs de kant ligt;
- gevaar voor BLEVE alleen als gastanker na aanvaring met bv. benzinetanker in plasbrand terecht komt; uit de buurt blijven is dan het devies;
- brandbestrijding aan boord (materieel, opleidingen) is waarschijnlijk efficiënter dan met blusboten.

Er is dus onvoldoende aanleiding voor aanschaf van een brandblusamfibie-vaartuig.

#### 5.7 Aanbevolen maatregelen

##### 1. Instelling van een Verkeersbegeleidend Systeem.

Het systeem heeft extra functies, m.n. het begeleiden van oploopmanoeuvres, en bijzondere voorzieningen (radar, camera's) voor:

- monding ARK/keersluis Zeeburg;
- Maarssen/Demkabocht.

##### 2. Technische maatregelen:

- marifoonverplichting: goed werkende aan boord; gebruiken bij manoeuvres, kruisingen, e.d.; uitluister- en (selectieve) meldplicht in VBS-gebied
- verplichte noodstroomvoorziening;
- jaarlijkse veiligheidskeuring;
- dodemansknop.

3. Giftige vloeistoffen, met name VN 1992, toluen en styreen in dubbelwandige tankschepen vervoeren.
4. T.a.v. ammoniakvervoer in volgorde van toenemend effect voor vermindering groepsrisico:
  - a. wat nu gekoeld wordt vervoerd zo houden;
  - b. omleiden over zee, voor zover het vervoer tussen zeehavens betreft (met name IJmuiden-Antwerpen);
  - b. alles gekoeld vervoeren;
  - d. vervoeren in gekoelde drukkbestendige tankers.
5. Voor nieuwbouw een zoneringsgrens hanteren van minimaal 30 m ten noorden van de splitsing met het Lekkanaal (Amsterdam t/m Utrecht), 20 m voor het Betuwepand tussen Lek en Waal (provincie Gelderland) en 10 m voor de rest van het kanaal.  
N.B. Deze zonering is gebaseerd op de  $10^{-6}$ -contour; een zonering gebaseerd op de  $10^{-8}$ -contour zou, bij de huidige omvang van het gevaarlijke stoffentransport, op de meeste plaatsen ca. 200 m bedragen, met uitschieters tot 800 m (bij Tiel).
6. Instellen van een minimumsnelheid van 8 km/h; beter naleven en strenger controleren van de huidige maximumsnelheid en de regel dat geen hinderlijke waterbeweging veroorzaakt mag worden.
7. Randverschijnselen:
  - verlichting als signalering waar gespuid wordt (nog niet aanwezig bij Vechtsluis Maarssen en koelwateruitlaat UNA-centrale);
  - in de toekomst bij vergunningaanvragen meer letten op spuisnelheid (spui-inrichtingen) en verlichtingssterkte (o.a. sportvelden); daartoe moeten wettelijke mogelijkheden geschapen worden.
8. Toegestane vaartuigbreedte verhogen van 11,4 m naar 22,8 m (= formaliseren huidige praktijk).
9. Bestaande ligplaatsen nabij de Pr. Beatrixsluis en de Pr. Irensluis bestemmen tot wachtplaatsen met aparte wachtplaatsen voor schepen met gevaarlijke stoffen.
10. Aan beide zijden van de kruising met de Lek een bord plaatsen waarop de stroomsnelheid op de rivier wordt vermeld, met automatische berekening en presentatie van de informatie.
11. Het verplaatsen van de ligplaatsen Breukelen en Utrecht-Kanaleneiland. N.B.: over deze maatregel bestaat geen eenstemmigheid binnen de werkgroep VVW-ARK.
12. Beter gedrag bij mist:
  - zonder radar niet uitvaren danwel de eerste veilige ligplaats kiezen.
13. Opleiding e.d.:
  - radardiploma voor degene die het radarbeeld interpreteert;
  - her- en bijscholingscursussen;
  - simulatortrainingen in de opleiding.

## LITERATUURLIJST

1. AVIV, 1991, Risico-analyse hoofdvaarwegen, VVW-deelproject w1 (VVW-R-91201, -202, -203).
2. Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1990, Berekening van de individuele risico's ten gevolge van het bulktransport van gevaarlijke stoffen over het Amsterdam-Rijnkanaal in de provincie Utrecht, VVW-deelproject ark1 (VVW-R-90.274).
3. SAVE, WL, MA, 1990, Inventarisatie ongevalsscenario's en opzet kwalitatief risico/effect-model, VVW-deelproject hl/h2 (VVW-R-90.270).
4. SAVE, 1990, Handleiding programmapakket WRAK2, VVW-deelproject w2 (VVW-N-90.047).
5. Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1991, Berekening individueel risico voor een aantal locaties langs het noordelijk deel van het Amsterdam-Rijnkanaal, VVW-deelproject ark2 (VVW-L-91.063).
6. Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1991, Berekening van de groepsrisico's ten gevolge van het bulktransport van gevaarlijke stoffen over het Amsterdam-Rijnkanaal, VVW-deelproject ark3 (VVW-L-91.286).
7. Nederlands Economisch Instituut, september 1991, Corridorstudie: weg van de corridor Amsterdam-Utrecht, toekomstscenario's goederenvervoer op de hoofdtransportassen.
8. Gemeente Houten, 1991, Indicatieve groeimodellen - een eerste selectie.
9. VVoW, 1991, Concretisering van maatregelen, VVW-deelproject g4 (VVW-G-91.215).
10. TNO en WL, oktober 1991, Ongevalseanalyse Amsterdam-Rijnkanaal, VVW-deelproject ark4 (VVW-L-91.340).
11. Nederlands Economisch Instituut, 29 november 1991, Economische effecten van veiligheidsmaatregelen bij het vervoer over binnenwateren, VVW-deelproject ark6/i6 (VVW-I-91.364).
12. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, H.L.Stipdonk, januari 1992, Ongevalsekans versus scheepvaartintensiteit.
13. Waterloopkundig Laboratorium, 1991, Ongevalsemodellering, 2<sup>e</sup> concept, VVW-deelproject-i4 (VVW-I-91.367).
14. Wessels en Houben, 1991, Effect vaarwegbreedte op ligging individueel risico-contouren (VVW-W-91.142).
15. Instituut voor Milieukunde, 1991, concept, Oordelen van omwonenden, politici en journalisten inzake risico's van het vervoer over water, VVW-deelproject a3 (VVW-A-91.304).

16. AVIV, september 1991, Berekeningen Individueel Risico Hoofdvaarwegen in Zuid-Holland.
17. Waterloopkundig Laboratorium / Technische Universiteit Delft, maart 1991, Effectbepaling van maatregelen voor het Amsterdam-Rijnkanaal met behulp van expertmeningen, VVW-deelproject ark5 (SVVW-N-91.023).
18. Ministerie van VROM, 1989, Omgaan met risico's (bijlage bij Nationaal Milieubeleidsplan).
19. Provincie Noord-Holland, 1990, Provinciaal Milieubeleidsplan.
20. Verslag vergadering klankbordgroep ARK dd september 1991 (VVW-N-91.310).
21. Haskoning en AVIV, september 1991, Inventarisatie milieurisico's, VVW-deelproject r (VVW-R-91.272).
22. Bulstra, Concept eindrapport VVW-deelproject i9 (VVW-I-91.348).
23. Dienst Verkeerskunde, augustus 1990, Bedrijfsvoering nautische beheersdienst van de Scheepvaartdienst Amsterdam-Rijnkanaal c.a. (S 87.138.01).
24. C. v.d. Kraaij, januari 1992, Reductie in ongevalsrisico's op het ARK.
25. Verslag vergadering klankbordgroep ARK dd april 1991 (VVW-N-91.116).
26. Scheepvaartdienst ARK, Rijkspolitie te Water Maarssen en Brandweer Maarssen, Visies op ARK van leden klankbordgroep ARK (VVW-L-91.085).
27. Dienst Verkeerskunde, Transport Economic Model (TEM).
28. Dienst Verkeerskunde, Verkeerstoedelingsmodel.
29. Waterloopkundig Laboratorium, Aanvulling ongevallenonderzoek, VVW-deelproject ark4 (VVW-L-92.022).
30. R.Houben, 1992, Voer voor contourologen.

## BEGRIPPENLIJST

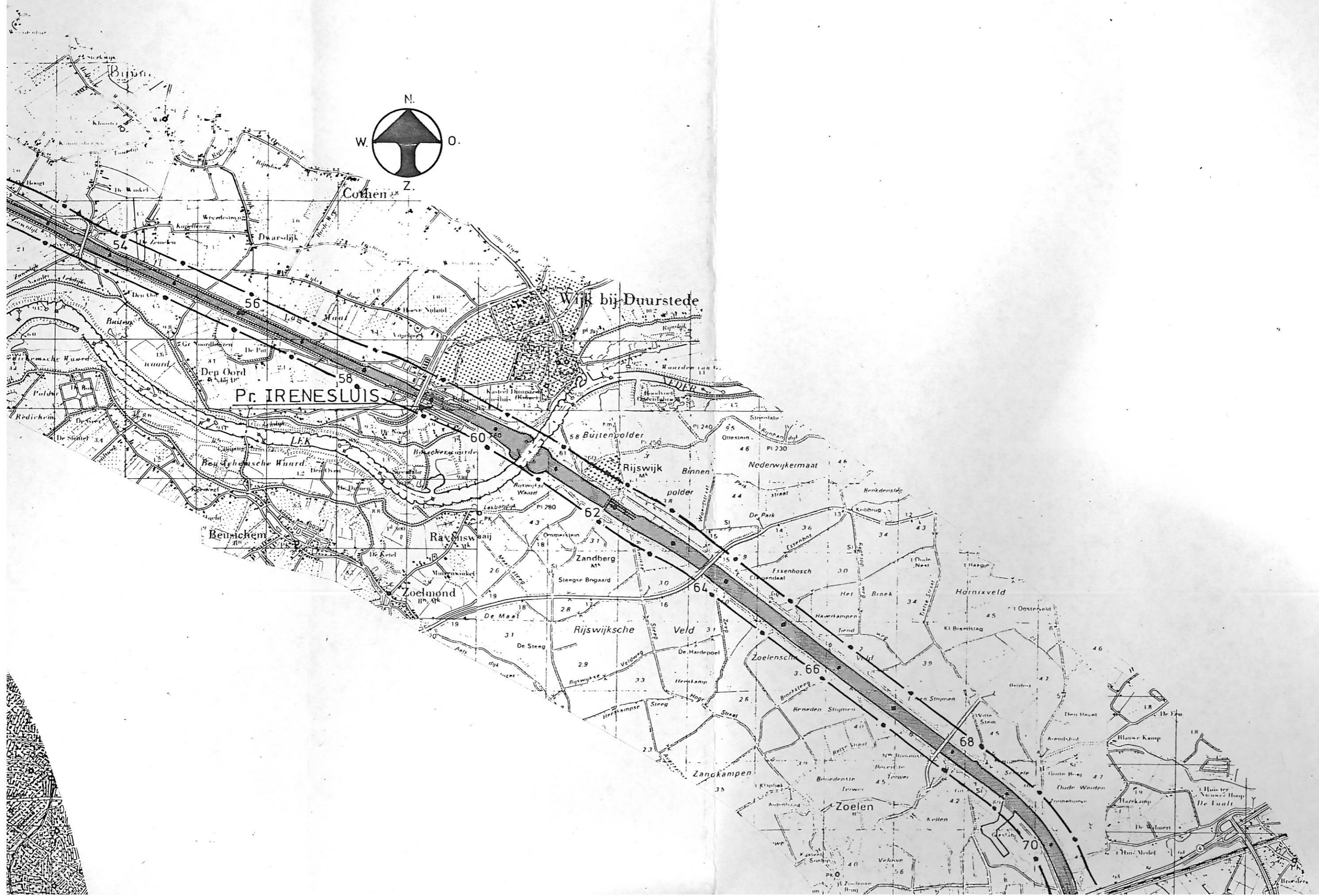
beladingstoestand	=	leeg-, geladen- of in ballast varen.
cluster	=	4 of meer schepen, relatief dicht bij elkaar, in dezelfde richting varend.
defaultwaarde	=	in een computerprogramma ingebouwde standaardwaarde, die gebruikt wordt zolang de gebruiker daar niet van wenst af te wijken.
deflagratie	=	het door een stof voortschrijden van een reactiezone, zonder dat hiervoor toevoer van luchtzuurstof noodzakelijk is, nadat de stof plaatselijk door verhitting tot reactie is gebracht
detonatie	=	het met supersone snelheid door een stof voortschrijden van een reactiezone, nadat de stof door een schok plaatselijk tot reactie is gebracht
elementaire verkeerssituatie		situaties op de vaarweg zoals ontmoeten, oplopen, kruisen, etc.
gevaarlijke stoffen	=	groep stoffen welke in principe schadelijk zijn voor mens, dier of milieu, genoemd in VBG/ANDR. Voor zeevaart conform IMO.
groepsrisico	=	de overschrijdingsfrequentieverdeling van het aantal dodelijke slachtoffers ineens van een ongeval.
individueel risico	=	Het individueel risico (IR), op een bepaalde plaats, van een bepaalde activiteit, is de overlijdenskans per jaar, ten gevolge van die activiteit, die een (fictief) persoon loopt die zich continu en onbeschermd op die plaats bevindt.
kegelschip	=	schepen die gevaarlijke stoffen vervoeren moeten dit kenbaar maken door seinvoering in de vorm van één of meer blauwe kegels: 1: licht ontvlambare stoffen 2: ammoniak en andere gelijkgestelde, giftige stoffen 3: ontplofbare stoffen
oplopen	=	inhalen



primair telpunt	=	registratiepunt m.b.t. vervoersstroom.
stofcategorie	=	groep waarin verschillende gevaarlijke stoffen zijn ingedeeld.
schadegeval	=	gebeurtenis waarbij schade is ontstaan ongeacht de grootte daarvan
schadegrootte	=	indeling naar grootte cq. omvang van de schade.
scheepvaartintensiteit	=	aantal passerende schepen op een bepaalde plaats per eenheid van tijd.
totaal individueel risico	=	het individueel risico van de totale transportstroom over een lengte van twee maal de maximale effectafstand
vaartuigkilometer	=	een door een vaartuig afgelegde kilometer
vaartuigklasse	=	indeling van schepen naar afmetingen en tonnage.
vaartuigtype	=	indeling van schepen naar uitvoeringsvorm
verkeersbegeleiding	=	het geven van informatie c.q. aanwijzingen aan de scheepvaart door de daartoe aangewezen autoriteiten.
verkeersongeval	=	scheepsongeval waarbij de vaar-technische omstandigheden mede bepalend zijn geweest bij het ontstaan van het ongeval.
VN nummer	=	identificatienummer voor gevaarlijke stoffen.
voorbeeldstof	=	stof die binnen een stofcategorie de gemiddelde eigenschappen van de stoffen vertegenwoordigt

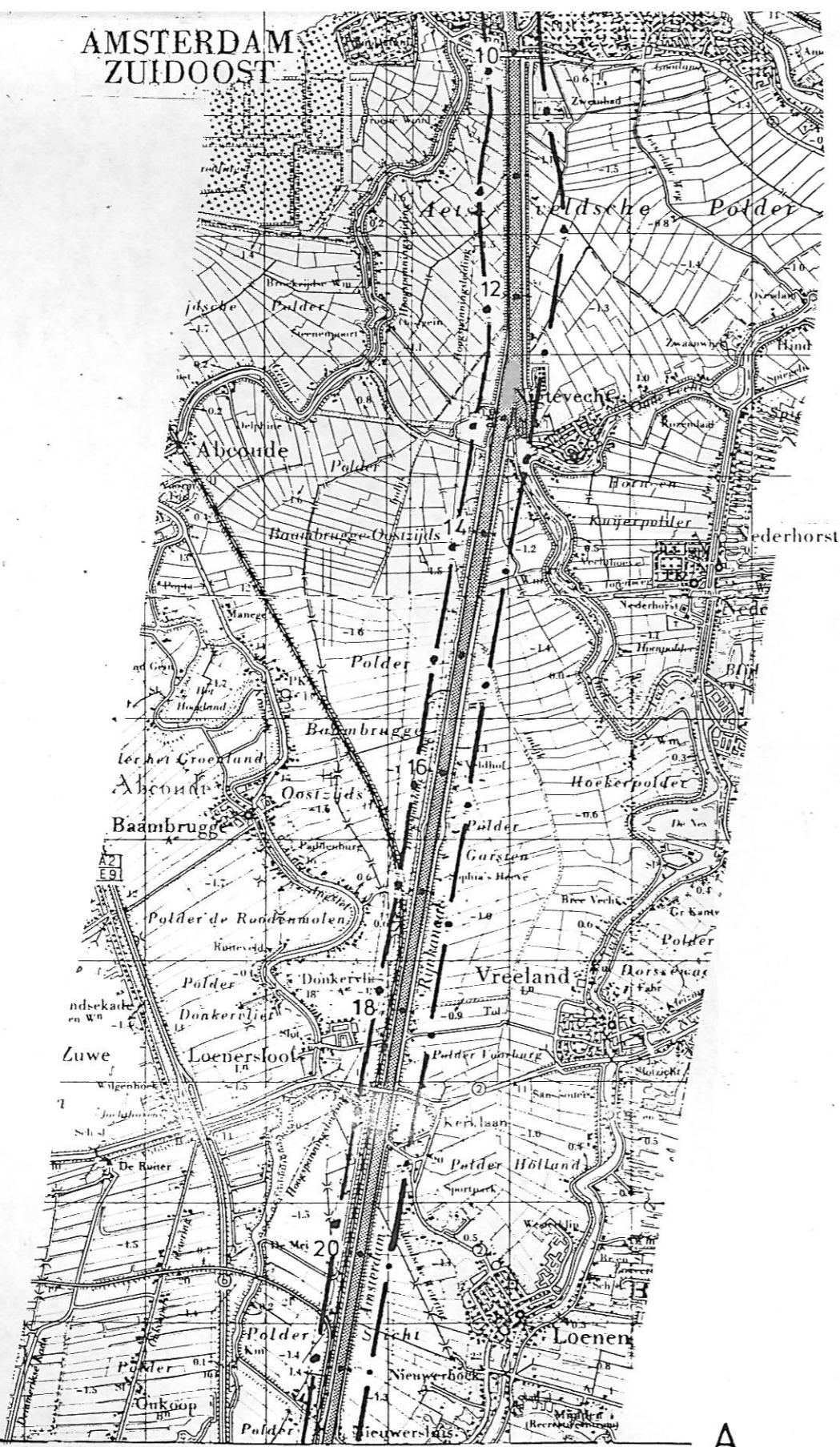
## AFKORTINGENLIJST

ADNR	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses sur voies Navigables sur le Rhin (Europees accoord aangaande het transport van gevaarlijke stoffen over de Rijn, ook geldig voor de meeste andere westeuropese binnenwateren)
ARK	Amsterdam-Rijnkanaal.
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion.
BPR	Binnenvaart Politierglement.
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek.
CPS	Centrale Post Scheepvaartdienst.
CVB	Commissie Vaarweg Beheerders.
DVK	Dienst Verkeerskunde.
GR	Groepsrisico.
GS	Gevaarlijke stoffen.
HTA	Hoofdtransportas.
IR	Individueel risico.
IMO	International Maritime Organization.
IVS	Informatie Verwerkend Systeem.
kf	kiloflorijn (1.000 gulden).
LPG	Liquified Petroleum Gas (autogas).
Mf	Megaflorijn (1.000.000 gulden).
MVS	Meld- en Volgstelsel.
OGS-B	Overleggroep Gevaarlijke Stoffen Binnenvaart.
REM	Risico Effect Model.
ROSR	Reglement voor Onderzoek van Schepen op de Rijn.
RPR	Rijnvaart Politierglement.
RPTW	Rijkspolitie te Water
SVD	Scheepvaartdienst.
SVV	Structuurschema Verkeer en Vervoer.
TIR	Totaal individueel risico.
UVV	Utrechtse Honkbal Vereniging.
UMF	Uniform Meldingsformulier (dat landelijk wordt gebruikt voor scheepsongevallen).
VBC	Reglement betreffende het Vervoer over de Binnenwateren van Gevaarlijke stoffen.
VBS	Verkeersbegeleidend Systeem (zie maatregel 24 in de appendix, deel 2 voor toelichting).
VP	verkeerspost.
VRM	ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
VTS (=VBS)	Vessel Traffic Services.
VVW	Veiligheid Vervoer over Water.
WRAK	Werkgroep Risico-Analyse Kegelschepen; deze werkgroep liet een studie uitvoeren naar de risico's van het bulkvervoer van gevaarlijke stoffen over de route Rotterdam-Lobith.
WRAK-model, WRAK 1, WRAK 2, WRAK 3.	versies van het in eerste instantie tijdens de WRAK studie ontwikkelde computerprogramma voor risicoberekening.





AMSTERDAM  
ZUIDOOST

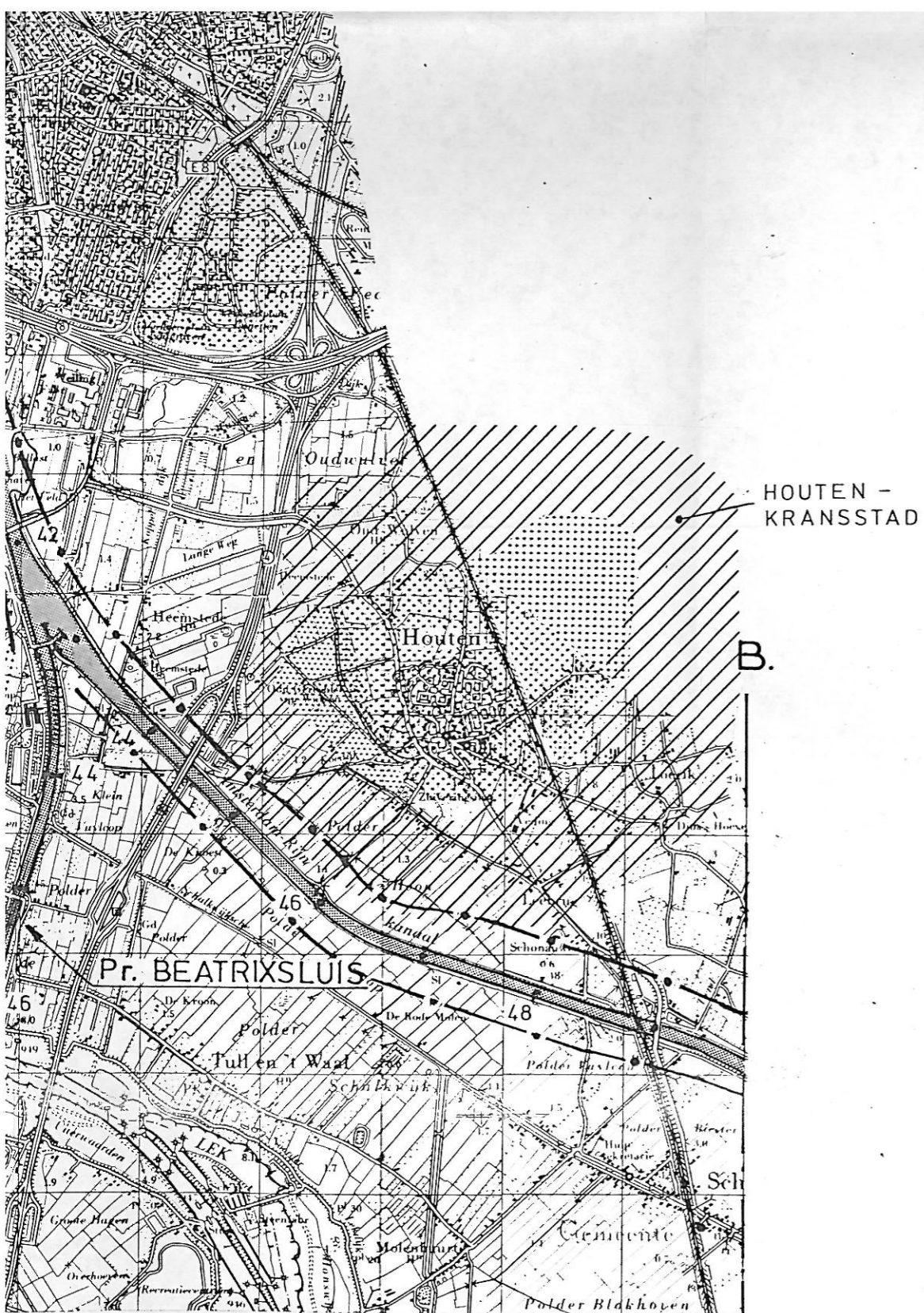


A.

A.



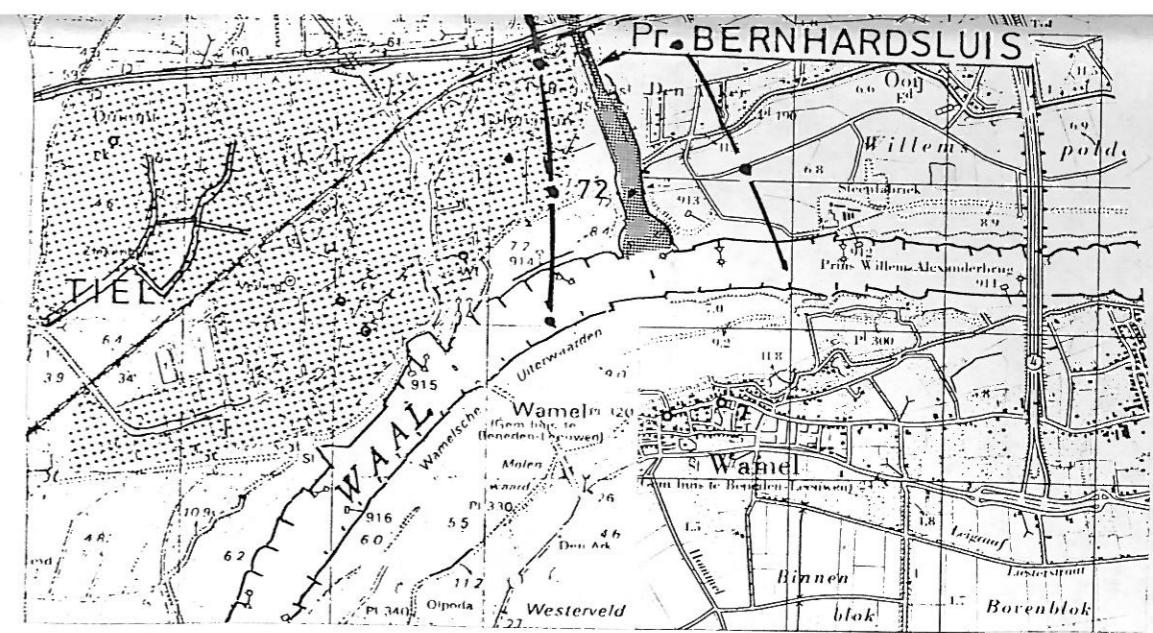
A. IJSELSTEIN



HOUTEN - KRANSSTAD

B.

B.



## VERKLARING

- AMSTERDAM - RIJNKANAAL en LEKKANAAL
- WOON BEBOUWING
- NIEUWBOUWPLANNEN
- 40 KILOMETRERING AMSTERDAM - RIJNKANAAL EN LEKKANAAL
- TIR - contour  $10^{-8}$  (totaal individueel risico) situatie 1990  
(niet opmeten van tekening voor de juiste woorden zie tabel in het rapport)

p.m. TIR - contour  $10^{-6}$  ligt op of nabij de oevers van het kanaal

rijkswaterstaat		afdeling A.N.I.	
directie utrecht			
Veilig Vervoer over Water (V.V.O.W.)			Figuur 1.
Proef - project Amsterdam - Rijnkanaal.			
Overzicht Amsterdam - Rijnkanaal.			
getekend	h.lok	d.d.21-10-'91	niet van tekening meten
gecontroleerd			
accord			
gewijzigd			Schaal 1:50.000
			<b>A.1. N°91.216. A.N</b>