



Adviesgroep AVIV BV  
Langestraat 11  
7511 HA Enschede

## **Nadere beschouwing externe veiligheid GBI Den Helder**

Project : 03558  
Datum : 24 juni 2003  
Auteur : ir. G.A.M. Golbach

Opdrachtgever:  
Gemeente Den Helder  
t.a.v. drs. W.J. Dijkstra  
Postbus 36  
1780 AA Den Helder

## Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Risicoanalyse .....</b>	<b>3</b>
2.1. Wijzigingen .....	3
2.2. Scenario volledig falen NOGAT vloeistofvanger .....	4
2.3. Plaatsgebonden risicocontour $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr .....	8
2.4. Plaatsgebonden risicocontour $1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr .....	8
2.5. Groepsrisico .....	8
<b>3. Gevoeligheid.....</b>	<b>10</b>
3.1. Ontstaanskans.....	10
3.2. Bronsterkte .....	12
3.3. Kans op directe ontsteking .....	12
3.4. Uitstromingsrichting .....	13
3.5. Preventieve maatregelen .....	13
3.6. Mitigerende maatregelen.....	13
3.7. Invloed frequentie volledig falen.....	14
<b>4. Discussie .....</b>	<b>15</b>
4.1. Effectafstand.....	15
4.2. Plaatsgebonden risico .....	15
4.3. Groepsrisico .....	16
<b>5. Samenvatting en conclusie.....</b>	<b>19</b>
<b>Referenties.....</b>	<b>20</b>
<b>Kaarten .....</b>	<b>21</b>

## 1. Inleiding

In 2001 is een herzien veiligheidsrapport van de gasbehandelingsinstallatie (GBI) van de NAM te Den Helder gepresenteerd. In dit veiligheidsrapport (VR) wordt de externe veiligheid gekarakteriseerd door individueel risicocontouren (nu plaatsgebonden risico genoemd) en het groepsrisico, berekend conform de vigerende richtlijnen in het BRZO 1999. Een algemene maatregel van bestuur waarin externe veiligheidsnormen worden vastgesteld is in concept gepubliceerd. Toepassing van deze normen zal naar verwachting leiden tot een knelpunt voor de externe veiligheid rond de GBI. Dit knelpunt kan leiden tot korte en/of middellange termijn saneringseisen en kan de geplande verdere ontwikkeling van het industrieterrein nabij de GBI blokkeren. De belangrijkste direct betrokkenen in de problematiek zijn de Marine (eigenaar van gebouwen binnen  $10^{-5}$  en  $10^{-6}$  contouren), de gemeente Den Helder en de NAM.

Met deze studie worden de belangrijkste betrokkenen, EZ en VROM voorzien van aanvullende informatie om tot een afgewogen oordeel te komen over de ernst van het ontstane knelpunt. Het rapport levert een verbeterd inzicht in de ligging van de plaatsgebonden risicocontouren en de grootte van het groepsrisico veroorzaakt door de GBI te Den Helder. De volgende aspecten zijn in deze studie beschouwd:

- De thans aanwezige en in de nabije toekomst reeds geplande en te verwachten bebouwing in het invloedsgebied.
- Toetsing van deze bebouwing aan de normstelling externe veiligheid zoals thans voorgesteld in de concept AMvB.
- De bepalende scenario's voor de ligging van de  $10^{-5}$  en  $10^{-6}$  contouren.
- De bepalende scenario's voor het groepsrisico.
- Het preciseren van de gevoeligheidsanalyse uit het VR. De ontstaanskans van de scenario's die een bepalende invloed hebben op de externe veiligheid zo mogelijk nader te beschouwen aan de hand van basis faaloorzaken. De effectmodellering nader te preciseren of beschouwen.

Gelet op de aard van de ongevalsscenario's en de ligging van de PR grenswaarde in relatie tot de grootte van het groepsrisico is slechts in beperkte mate aandacht besteed aan de volgende aspecten:

- Het in overleg met de NAM, de gemeente en de Marine identificeren van mogelijke aanvullende preventieve en/of mitigerende maatregelen binnen het ALARA beginsel en het bepalen van de invloed van deze maatregelen op de plaatsgebonden risicocontouren en het groepsrisico.
- Het (kwalitatief) beoordelen van de invloed van aanvullende preventieve en/of mitigerende maatregelen op het aantal slachtoffers in de feitelijke situatie gegeven een ongevalscenario. Het betreft het inzichtelijk maken van de kwetsbaarheid van de blootgestelde populatie en de mogelijkheden om de kwetsbaarheid te reduceren. Het gaat dan bijvoorbeeld om de situering van bebouwing op het perceel, bouwtechnische aanpassingen, nooduitgangen en vluchtroutes.

## 2. Risicoanalyse

### 2.1. Wijzigingen

Sinds het opstellen van de risicoanalyse in het VR van de NAM GBI Den Helder in juli 2001 is het programma Riskcalc verder ontwikkeld. Voor deze analyse is van belang dat het fakkelman model voor berekening van de warmtebelasting na horizontale uitstroming van gas is aangepast. Hierdoor verandert ook de uitkomst van de toen uitgevoerde risicoberekening. Het berekende risico neemt door deze verbetering van het programma toe.

In de risicoanalyse in het VR is bij nadere beschouwing een discrepantie ontdekt tussen de tekst van het rapport en de uitgevoerde berekening. Gesteld wordt in de tekst dat bij volledige breuk van de LoCal en NOGAT vloeistofvanger gerekend wordt met een bronsterkte bepaald met de diameter van de inkomende ondergrondse transportleiding. De diameter van de inkomende transportleiding is voor beide systemen kleiner dan de diameter van de pijpen van de vloeistofvanger. Voor LoCal is de diameter van de inkomende transportleiding 24" en van de vloeistofvanger 48", voor NOGAT respectievelijk 36" en 48". Voor de NOGAT vloeistofvanger zou de bronsterkte dan ongeveer gehalveerd moeten worden. In de berekening is dit echter niet gedaan. Aanpassing van de berekening aan de tekst van de analyse leidt tot een afname van het berekende risico.

Er is nagegaan of de normale bedrijfsdruk van de inkomende leidingen momenteel fors afwijkt van de druk gebruikt in de risicoanalyse. Een lagere bedrijfsdruk leidt tot een kleinere bronsterkte voor de volledige breuk scenario's. De normale bedrijfsdruk wijkt echter nauwelijks af van de bedrijfsdruk die in de analyse is gebruikt.

Bovengenoemde wijzigingen leiden tot een wat ander resultaat van de risicoberekening. De ligging van de PR-contouren van  $1.0 \cdot 10^{-5}$  en  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr is nagenoeg ongewijzigd, de PR-contouren van  $1.0 \cdot 10^{-7}$  en  $1.0 \cdot 10^{-8}$  /jr zijn wat minder groot (de maximum effectafstand is kleiner omdat de bronsterkte van het grootste scenario nu kleiner is). De modellering met de wijzigingen zal in deze studie nu worden gebruikt. Door de aangepaste bronsterkte is nu niet meer het volledig falen van de NOGAT vloeistofvanger in dezelfde grote mate bepalend voor het risico zoals in de analyse opgenomen in het VR, maar leveren ook de HiCal vloeistofvanger en de NOGAT leidingen van en naar de units een relatief grote bijdrage. Al deze ongevalsscenario's betreffen het volledig falen van leidingen met een diameter van 36" en groter, waardoor er een grote uitstroming van gas optreedt.

Voor de herberekening van het groepsrisico is tevens de thans aanwezige bebouwing rond de GBI opnieuw geïnventariseerd. De volgende werkzaamheden zijn verricht:

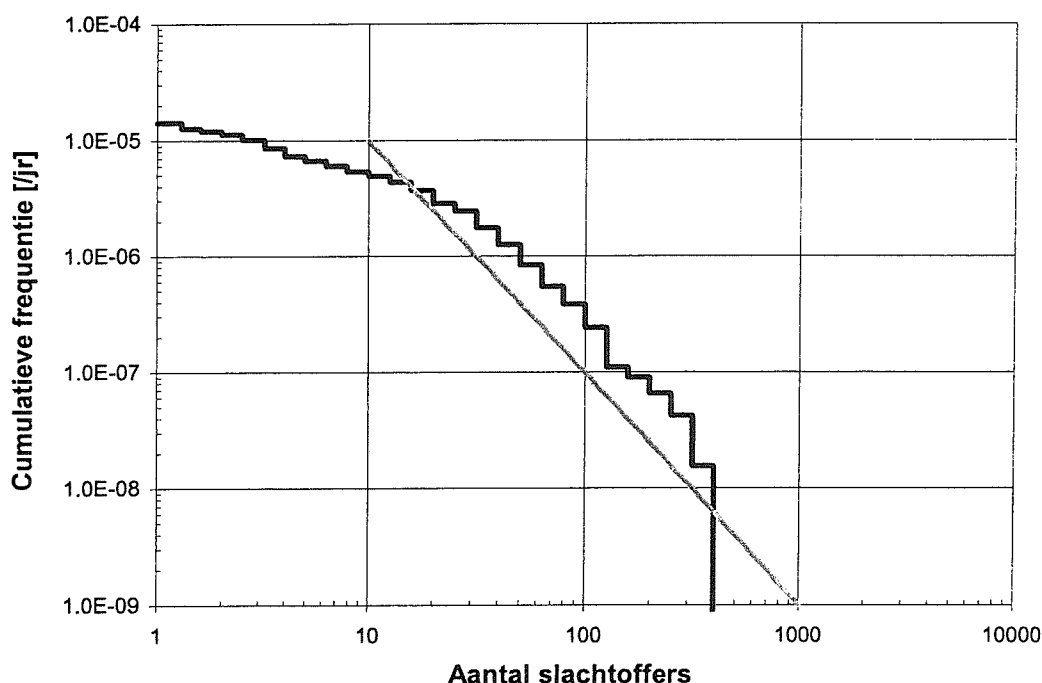
- De woonbebouwing is met het ACN (adrescoördinaten Nederland) bestand ingevuld. Per adrescoördinaat is een aanwezigheid van 2.5 personen verondersteld.
- De basisgegevens voor de aanwezigheid van personen op en rond De Kooy zijn door de gemeente en de marine geleverd. Met dit verbeterde inzicht is de

personendichtheid op De Kooy opnieuw vastgesteld. Hierbij valt op dat er gedurende de nacht op het marineterein onderdak wordt gegeven aan gemiddeld 100 personen. Tevens is er een minder grote spreiding van personen naar het zuiden van het terrein dan eerder in de risicoanalyse aangenomen.

- Tevens zijn enkele correcties uitgevoerd in de locatie van de aanwezigheid van personen, met name bij het nieuwe NAM-kantoor.

De ligging van de herberekende PR-contouren en de veronderstelde aanwezigheid van personen in de huidige situatie voor de dag en de nacht worden getoond in kaart 1 en 2. De kaarten zijn opgenomen aan het eind van het rapport. Kaart 1 bevat tevens twee lege gebieden van elk 3 ha groot die gebruikt worden om extra personen toe te voegen zoals wordt besproken in paragraaf 4.2. Het groepsrisico voor de huidige situatie wordt getoond in figuur 1.

### Groepsrisico NAM GBI Den Helder

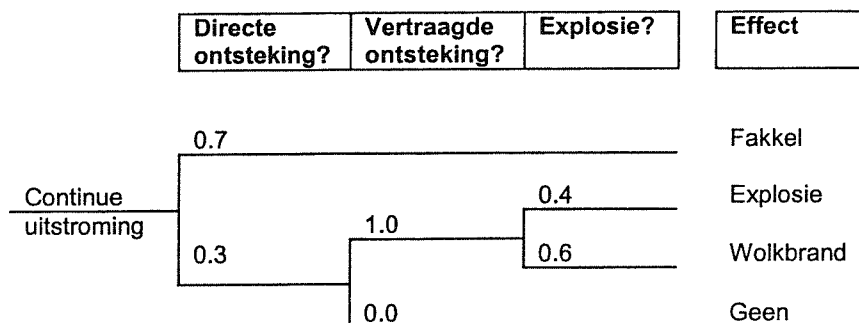


Figuur 1. Groepsrisico NAM GBI Den Helder

## 2.2. Scenario volledig falen NOGAT vloeistofvanger

Voor het externe risico zijn de ongevalsscenario's volledig falen van een leiding met een diameter van 36" en groter waarna uitstroming van gas optreedt bepalend. Ter illustratie van de berekening wordt in deze paragraaf het scenario volledig falen van de NOGAT vloeistofvanger uitgewerkt. Dit scenario wordt gemodelleerd volgens de

gebeurtenissenboom getoond in figuur 2. Het falen leidt tot een sterk tijdsafhankelijke uitstroming van gas. Voor de risicoberekeningen wordt een bronsterkte gelijk aan 33% van de initiële waarde maatgevend geacht voor de gevolgen naar de omgeving. De gevolgen hangen af van het moment van ontsteking van het uitstromende gas. Bij directe ontsteking wordt een fakkel gemodelleerd, bij vertraagde ontsteking een wolkbrand of een explosie.



Figuur 2. Gebeurtenissenboom continue uitstroming vloeistofvanger

De uitkomst van de berekeningen volgt hierna.

=====  
 Scenariornr: 1 methaan DRUK BRANDBAAR CONTINU

Massastroom 3833.0 kg/s Opslagtemp 283.0 K Opslagdruk 95.0 bar  
 Vloeistoffr 0.000 Snelheid 675.0 m/s Duur 1800.0 s  
 -----

FAKKEL

Weer	Kans over lijden	Centrum [m]	Halve lengte [m]	Halve breedte [m]
B-3.0	1.00	292.1	251.8	160.9
	0.90	292.1	260.9	197.4
	0.50	292.1	278.9	248.6
	0.10	292.1	307.8	307.8
	0.01	292.1	363.4	363.4
D-1.5	1.00	351.1	292.4	147.5
	0.90	351.1	297.8	184.4
	0.50	351.1	311.0	236.9
	0.10	351.1	333.0	298.0
	0.01	351.1	359.6	355.2
D-5.0	1.00	252.2	227.4	169.5
	0.90	252.2	239.1	205.3
	0.50	252.2	260.7	255.2
	0.10	252.2	313.1	313.1
	0.01	252.2	367.6	367.6
D-9.0	1.00	224.8	214.1	174.2
	0.90	224.8	227.4	209.5

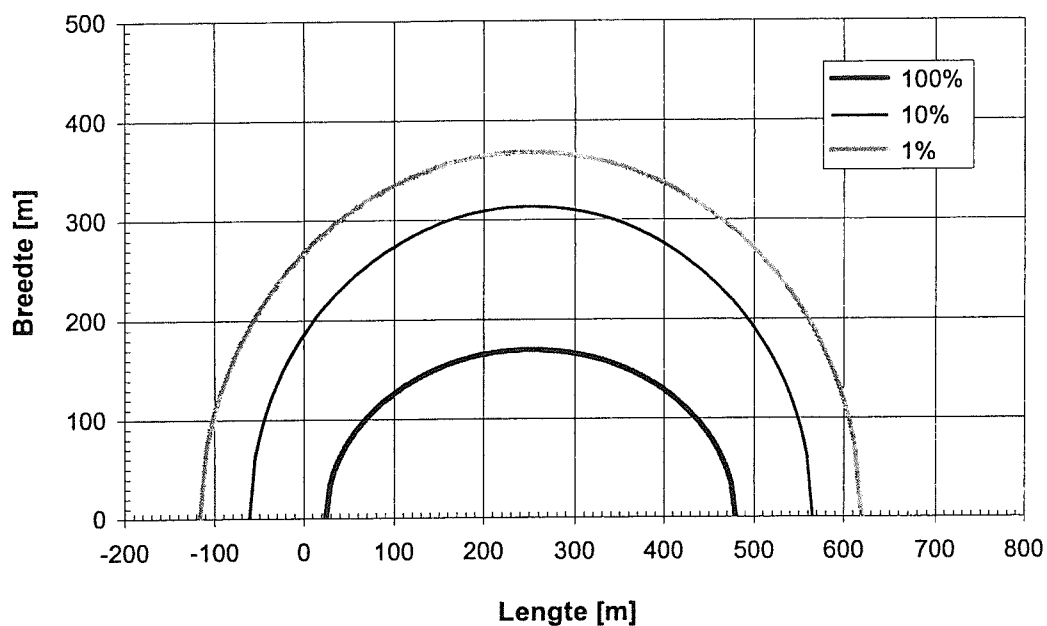
	0.50	224.8	258.6	258.6
	0.10	224.8	315.6	315.6
	0.01	224.8	369.5	369.5
E-5.0	1.00	252.2	227.4	169.5
	0.90	252.2	239.1	205.3
	0.50	252.2	260.7	255.2
	0.10	252.2	313.1	313.1
	0.01	252.2	367.6	367.6
F-1.5	1.00	351.1	292.4	147.5
	0.90	351.1	297.8	184.4
	0.50	351.1	311.0	236.9
	0.10	351.1	333.0	298.0
	0.01	351.1	359.6	355.2

## DISPERSIE

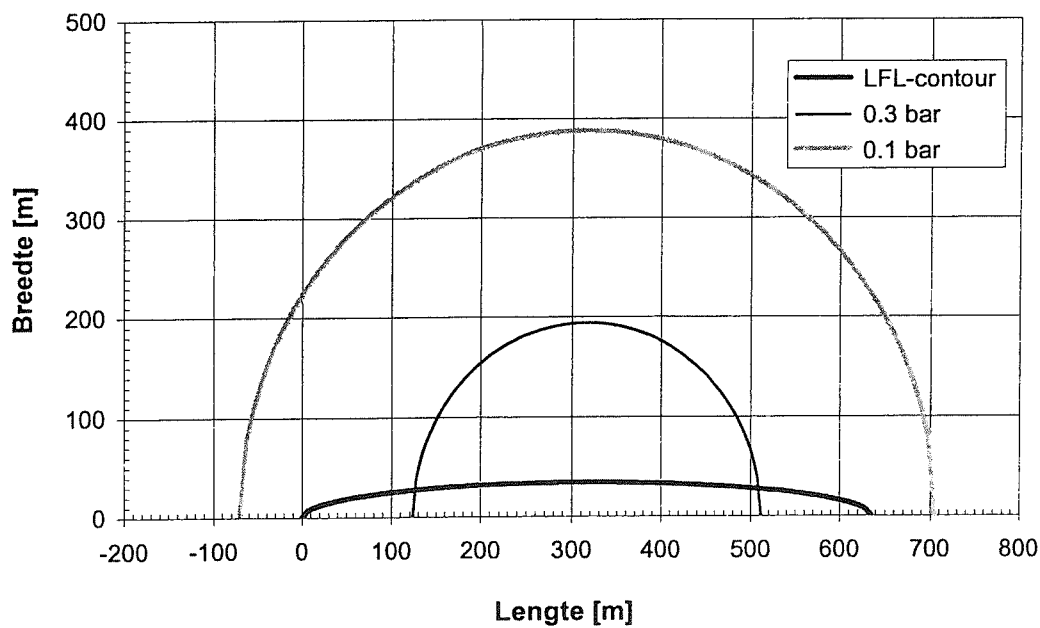
Weersklasse	B	D	D	D	E	F
Windsnelheid	3.0	1.5	5.0	9.0	5.0	1.5
	Gaus- sisch	Gaus- sisch	Gaus- sisch	Gaus- sisch	Gaus- sisch	Gaus- sisch
Lengte fire	266.5	264.6	317.7	356.7	328.2	284.6
Breedte fire	34.3	40.6	34.1	29.5	37.0	44.7
Straal expl1	196.1	208.3	193.9	182.0	201.9	212.8
Straal expl2	392.3	416.7	387.9	363.9	403.7	425.6

De verschillende uitkomsten van dit ongevalscenario voor weersklasse D-5 worden getoond in figuur 3 voor directe ontsteking (fakkel) en figuur 4 voor vertraagde ontsteking (wolkbrand en explosie). De weersklasse D-5 is voor deze figuren gebruikt, omdat deze het vaakst voorkomt. Bepalend voor het risico is de fakkel die ontstaat na directe ontsteking.

Voor de fakkel worden ellipsvormige contouren berekend voor een bepaalde kans op overlijden. Voor een 100% kans op overlijden geldt dat de warmtebelasting zo hoog is dat ook personen die zich in een gebouw bevinden dodelijk zullen worden getroffen (ongeveer 35 kW/m<sup>2</sup> gedurende 20 s). Er wordt aangenomen dat gebouwen, die zich in dit gebied bevinden, vlam zullen vatten. De afstand vanaf het uitstroompunt bedraagt ongeveer 500 m en de maximale breedte is ongeveer 340 m.

**Effectafstanden fakkel NOGAT**

Figuur 3. Effectafstanden directe ontsteking compleet falen NOGAT vloeistofvanger

**Effectafstanden dispersie NOGAT**

Figuur 4. Effectafstand vertraagde ontsteking volledig falen NOGAT vloeistofvanger



### 2.3. Plaatsgebonden risicocontour $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr

De ligging van de plaatsgebonden risicocontour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr wordt in hoge mate bepaald door het scenario volledig falen van de Hical en NOGAT vloeistofvanger en de NOGAT leidingen van en naar de units met uitstroming van gas. Ter indicatie van de berekeningswijze van het plaatsgebonden risico het volgende. De ontstaansfrequentie van het volledig falen van de NOGAT vloeistofvanger is  $8.6 \cdot 10^{-6}$  /jr. De kans op directe ontsteking is 0.7. In principe worden er twaalf richtingen berekend waarin de fakkel kan optreden. Gelet op de breedte van de fakkel wordt op een afstand van enkele honderden meters een bepaald punt in de omgeving worden geraakt door de contour van 100% overlijden door drie van de twaalf mogelijke uitstromingsrichtingen. De kans op raken van een punt is dan  $3 / 12 = 0.25$ . Dus de kans op dat punt is dan  $8.6 \cdot 10^{-6} \times 0.7 \times 0.25 = 1.5 \cdot 10^{-6}$  /jr. De afstand tot de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr wordt dus ongeveer bepaald door de afstand tot 100% overlijden van de fakkel en is ongeveer 500 m.

In kaart 3 wordt de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr getoond voor drie onderdelen, te weten het volledig falen met uitstroming van gas van de vloeistofvangers HiCal en NOGAT, het volledig falen van de vloeistofvangers HiCal en NOGAT met uitstroming van condensaat en het volledig falen van de NOGAT leidingen NG03 en NG09 (van en naar de units). Duidelijk is te zien dat de ligging bepaald wordt door de scenario's met uitstroming van gas.

### 2.4. Plaatsgebonden risicocontour $1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr

De ligging van de plaatsgebonden risicocontour van  $1.0 \cdot 10^{-5}$  /jr wordt door meerdere scenario's bepaald. De meeste van de scenario's betreffen het volledig falen van de NOGAT of HiCal vloeistofvanger, zowel met uitstroming van gas als van vloeistof, en van de NOGAT leidingen van en naar de units. Aangezien het om een sommatie van een relatief groot aantal bijdragen gaat is afgezien van een nadere beschouwing. De veronderstellingen die de ligging van de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr beïnvloeden gelden voor deze contour echter op vrijwel dezelfde wijze. Het betreft immers ook hier wel voornamelijk de scenario's die uitgaan van het volledig falen van een leiding met een diameter van 36" of groter.

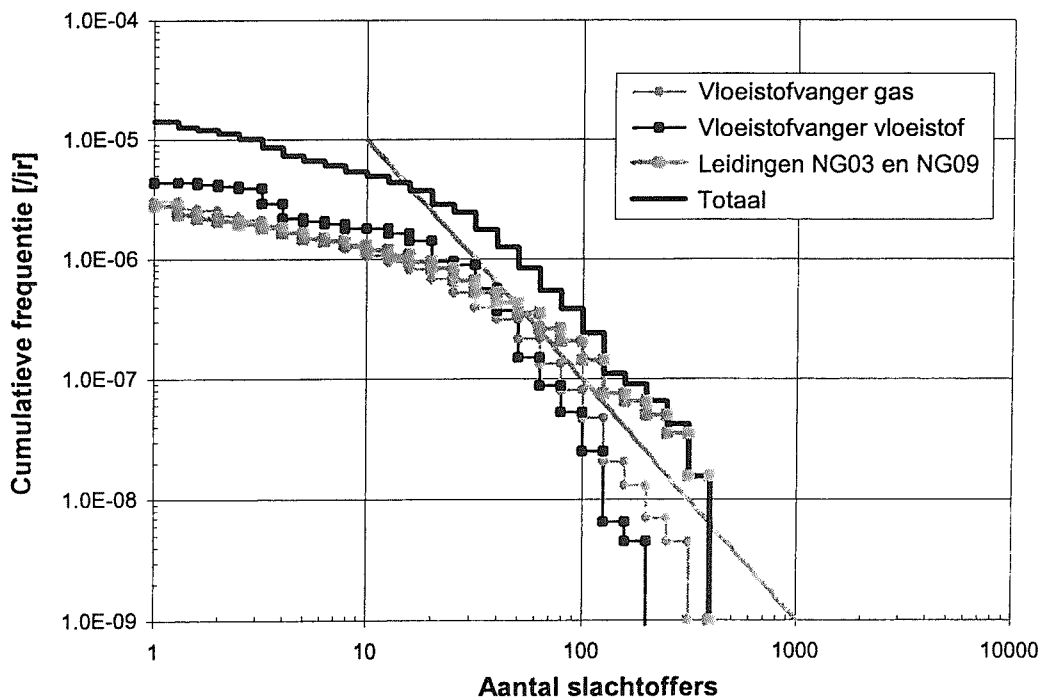
### 2.5. Groepsrisico

De grootte van het groepsrisico wordt in hoge mate bepaald door het scenario volledig falen van de NOGAT of HiCal vloeistofvanger met uitstroming van gas en de NOGAT leidingen van en naar de units. De fN-curve wordt getoond in figuur 5. Ter indicatie van de berekeningswijze van het groepsrisico het volgende. Voor een van de twaalf richtingen is de kans van optreden van een fakkel overdag door het volledig falen van de NOGAT vloeistofvanger  $8.6 \cdot 10^{-6} \times 0.7 \times 0.0833 \times 0.5 = 2.5 \cdot 10^{-7}$  /jr (dit is het product van de ontstaansfrequentie, de kans op directe ontsteking, de kans op een bepaalde richting en de kans dat het scenario overdag plaatsvindt). Met deze frequentie kunnen er een groot

aantal slachtoffers vallen, omdat in een enkele richting van de fakkel vrijwel de gehele blootgestelde populatie in het gebied van de marine op De Kooy binnen de effectafstand voor 100% overlijden ligt van ongeveer 500 m vanaf het uitstroompunt. Voor een fakkel is dit de afstand tot een warmtebelasting van  $35 \text{ kW/m}^2$  gedurende een periode van 20 s. Deze warmtebelasting wordt voldoende geacht voor het vlam vatten van gebouwen en tot het overlijden van alle personen zowel binnen een gebouw als daarbuiten. Het precieze aantal slachtoffers hangt af van waar het uitstroompunt langs de vloeistofvanger is geplaatst, de weersklasse etc. Hierdoor is er vanaf de cumulatieve frequentie van  $2.5 \cdot 10^{-7}$  /jr een zekere spreiding in het aantal slachtoffers van 100 tot 400.

De ligging van de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-8}$  /jr wordt voornamelijk bepaald door de afstand tot 1% kans op overlijden van het ongevalsscenario met de grootste gevolgen. Bebouwing die zich buiten deze contour bevindt zal geen invloed hebben op het groepsrisico. Bebouwing die zich bevindt tussen de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr en  $1.0 \cdot 10^{-8}$  /jr zal het groepsrisico slechts in beperkte mate beïnvloeden, omdat in dit gebied voornamelijk de personen die buiten verblijven slachtoffer kunnen worden. Er wordt aangenomen dat overdag 7% van de personen in het gebied zich buiten bevinden en 's nachts 1%. In dit gebied is alleen sprake van blootstelling aan warmtebelasting, waarvoor bij de berekening van het groepsrisico rekening wordt gehouden met het beschermende effect van kleding. Met kleding is de kans op overlijden 14% van de kans indien onbeschermd.

### Groepsrisico NAM GBI Den Helder



Figuur 5. Groepsrisico NAM GBI Den Helder

### 3. Gevoeligheid

De berekeningswijze van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico is in principe in redelijk detail voorgeschreven in CPR 18. Voor de NAM GBI Den Helder is dat voor de risicobepalende scenario's echter eigenlijk niet het geval. Deze scenario's betreffen het volledig falen van bovengrondse leidingen met een diameter van 36" en groter. Het betreft de vloeistofvangers, met name de HiCal en NOGAT vloeistofvanger, waardoor uitstroming van een grote hoeveelheid gas (en/of condensaat) optreedt en de NOGAT leidingen van en naar de units. Zowel de toekenning van de ontstaanskans als de wijze van modelleren van het effect heeft een relatief grote onzekerheidsmarge, die reeds met een gevoeligheidsanalyse in het VR is toegelicht. In dit hoofdstuk worden de veronderstellingen besproken en wordt nagegaan waar de benadering in het VR mogelijk te conservatief is. De meeste aandacht gaat daarbij uit naar de gehanteerde ontstaanskans voor het volledig falen van een bovengrondse leiding. De waarde van de ontstaanskans werkt rechtstreeks door in de ligging van de PR-contouren en de hoogte van het groepsrisico.

#### 3.1. Ontstaanskans

In het VR is voor de ontstaanskans van het scenario volledig falen van de vloeistofvanger uitgegaan van  $1.0 \cdot 10^{-8}$  /m-jr. De vloeistofvanger wordt zo gezien als een lange bovengrondse leiding. De ontstaanskans wordt afgeleid door de frequentie te vermenigvuldigen met de lengte van de leiding. Voor de NOGAT vloeistofvanger leidt dit tot een ontstaanskans van  $8.6 \cdot 10^{-6}$  /jr (gas) en  $2.6 \cdot 10^{-6}$  /jr (vloeistof), voor de HiCal vloeistofvanger tot  $1.1 \cdot 10^{-5}$  /jr (gas) en  $8.3 \cdot 10^{-6}$  /jr (vloeistof). Voor de NOGAT leidingen NG03 en NG09 (en andere leidingen met een diameter groter dan 10") wordt dezelfde frequentie gebruikt.

Tijdens het opstellen van het VR (eerste versie 1996) is nagegaan welke informatie beschikbaar was over het volledig falen van bovengrondse hoge druk gasleidingen met deze grote diameters en wanddikte. Er is geen direct bruikbare informatie gevonden. De beschikbare publicaties over bovengrondse procesleidingen lijken niet van toepassing op een vloeistofvanger. De herkomst van de cijfers in het Paarse Boek (in 1996 de IPO EVR handleiding) beperkt zich tot een diameter van 250 mm. Er wordt ook geen onderscheid gemaakt naar het type leiding (vloeistof of gas, lage of hoge ontwerpdruk). Uit deze publicaties is een overzicht van faaloorzaken van procesleidingen te distilleren, maar omdat de hier afgeleide faalfrequentie niet in de risicoanalyse wordt gebruikt, is het inconsequent om wel aan deze faaloorzaken te refereren. Ook worden de faaloorzaken niet nader onderscheiden naar de grootte van de lekkage die er het gevolg van is. Hierdoor zijn eigenlijk de oorzaken voor volledig falen niet bekend (interne corrosie leidt bijvoorbeeld relatief vaak tot een klein lek, maar haast nooit tot volledig falen). Uiteindelijk is er voor gekozen in de risicoanalyse uit te gaan van een frequentie die gebaseerd was op de casuïstiek van ondergrondse hoge druk aardgasleidingen behorende tot het HTL-net met een diameter vanaf 18" in beheer van de Nederlandse Gasunie.

Recent is een overzicht gepubliceerd van incidenten met ondergrondse hoge druk aardgasleidingen in de periode 1970 t/m 2001 [2]. Uit dit overzicht kan worden geconcludeerd dat de kans op volledige breuk van leidingen met een diameter groter dan of gelijk aan 36" aanzienlijk lager is dan de  $1.0 \cdot 10^{-8}$  /m-jr die in de risicoanalyse als maatgevend voor de bovengrondse leidingen is gebruikt. Ook het RIVM geeft in haar beoordeling aan dat deze kans wel een factor 100 kleiner kan zijn [3]. Voor de ondergrondse leidingen worden de volgende faaloorzaken onderscheiden:

- Externe beïnvloeding door bijvoorbeeld graafwerkzaamheden.
- Corrosie.
- Materiaal- of constructiefouten.
- Grondbeweging bijvoorbeeld door erosie of overstroming.
- Andere en onbekende oorzaken.

Het volledig falen wordt in grote mate veroorzaakt door externe oorzaken (mechanische beschadiging door graafwerkzaamheden), in mindere mate door grondbeweging en niet door oorzaken als corrosie, materiaal- of constructiefouten. Voor een bovengrondse leiding is mechanische beschadiging door graafwerkzaamheden niet van toepassing.

Ook het RIVM erkent dat specifiek referentiemateriaal ontbreekt om de ontstaansfrequentie vast te stellen voor het volledig falen van een bovengrondse leiding met een diameter van 36" of groter. Hierdoor is het niet mogelijk na te gaan welke faaloorzaken belangrijk zijn en hoe deze oorzaken vergaand beheerst kunnen worden. Het RIVM wijst op de volgende mogelijke externe oorzaken, waarmee in een beschouwing over een gereduceerde ontstaansfrequentie rekening gehouden zou moeten worden:

- Vliegbewegingen luchthaven De Kooy.
- Transport van munitie van en naar de marinewerf.
- Transport van gevaarlijke stoffen over de N250.
- Transport van gevaarlijke stoffen over het Noordhollands Kanaal.

De laatstgenoemde twee externe oorzaken zullen gelet op de aard en omvang van het transport en de afstand tot de inrichting niet kunnen leiden tot een relevante bijdrage aan de ontstaansfrequentie. Van de twee eerstgenoemde oorzaken kan dit echter niet zonder nadere analyse worden gesteld. Door het vaststellen van een formele no flight zone en het beperken van het transport van munitie kan de mogelijke invloed van deze oorzaken beperkt worden.

Een mogelijk relevante oorzaak voor het volledig falen is een externe brand die voldoende lang duurt om het materiaal van de vloeistofvanger voldoende op te warmen. Bij een noodsituatie op de inrichting zullen de vloeistofvangers worden ingesloten, zodat in het onwaarschijnlijke geval van compleet falen er geen langdurige uitstroming mogelijk is. Er kan dan alleen semi-instantaan een uitstroming optreden. De omvang van het effectgebied zal dan kleiner zijn dan voor een continue uitstroming. Ook is van belang dat er een branddetectie- en bestrijdingssysteem aan de vloeistofzijde van de vloeistofvangers wordt geïnstalleerd. Mede hierdoor zal de kans op een langdurige brand die vervolgens leidt tot het falen van een niet ingesloten vloeistofvanger klein zijn. Een brand veroorzaakt door uitstroming van gas of vloeistof uit andere systeemonderdelen vormt naar alle waarschijnlijkheid geen serieuze bedreiging voor de integriteit van de

vloeistofvangers. Een kleine uitstroming zou voldoende lang kunnen duren, maar de vlam zal de vloeistofvangers niet kunnen bereiken. Een grote uitstroming zal gelet op de verschillende blokafsluiters naar alle waarschijnlijkheid te kort duren.

### 3.2. Bronsterkte

De bronsterkte als functie van de tijd is berekend met het eenvoudige model van Wilson opgenomen in het Gele Boek. Uit een vergelijking met het model gehanteerd door de Nederlandse Gasunie wordt hiermee de bronsterkte in de eerste tijdsperiode overschat. Dit is echter niet erg belangrijk, omdat er toch een aanname is geformuleerd voor de bronsterkte die voor de berekening van de fakkel wordt gebruikt (namelijk 33% van de initiële bronsterkte).

### 3.3. Kans op directe ontsteking

Als kans op directe ontsteking is de waarde 0.7 gebruikt voor een gemiddeld of hoog reactief gas. Methaan wordt in het Paarse Boek ingedeeld als een laag reactief gas, waarvoor een kans op directe ontsteking wordt gegeven van 0.09. In de risicoberekening wordt voor de kans op vertraagde ontsteking uitgegaan van altijd ontsteking bij de grootste omvang van het grondoppervlak van de LFL-contour. Bij een continue bron met dezelfde bronsterkte gedurende een langere tijdsperiode en in principe dezelfde gevolgen bij directe of vertraagde ontsteking (dit is volgens de thans geldende voorschriften voor de modellering niet zo, de gevolgen bij directe ontsteking lijken groter dan de gevolgen bij vertraagde ontsteking) zou de waarde van de kans op directe ontsteking niet uitmaken. Bij dit scenario is de bronsterkte echter in grote mate variabel. Vertraagde ontsteking op een relatief laat tijdstip zou dan leiden tot kleinere gevolgen. In het Paarse Boek is niet expliciet voorgeschreven hoe hiermee om te gaan. Wel wordt gesuggereerd de tijdsafhankelijke uitstroming gedurende 1800 s te beschouwen, vijf segmenten te definiëren en de bronsterkte uit het eerste segment te gebruiken. Deze aanpak zal tot vrijwel dezelfde resultaten leiden als de aanpak gebruikt in de risicoanalyse.

Het EGIG rapport geeft voor de totale kans op ontsteking voor een volledige breuk van een leiding met een diameter groter dan 16" een waarde van 0.25 [2]. Deze kans is lager dan hier gebruikt. Het is echter niet mogelijk om vast te stellen of dit gegeven voldoende is om af te wijken van de benadering in het Paarse Boek.

De gehanteerde kans op directe ontsteking van 0.7 is mogelijk conservatief. Gelet op de rekenvoorschriften voor de kans op vertraagde ontsteking en de aard van de omgeving is niet te verwachten dat de keuze van de kans op directe ontsteking een grote invloed heeft op het berekende externe veiligheidsrisico.

### 3.4. Uitstromingsrichting

In de risicoanalyse is de uitstromingsrichting verdeeld in het horizontale vlak volgens de twaalf onderscheiden windrichtingen. De vloeistofvangers hebben een duidelijk oriëntatie, zodat verondersteld zou kunnen worden dat ook de uitstroming na een volledige breuk een voorkeur zou laten zien voor dezelfde oriëntatie. Als wordt verondersteld dat de uitstroming altijd plaatsvindt naar het noorden (ongeveer de oriëntatie van de vloeistofvangers en de leidingen) dan heeft dit een relatief grote invloed op de ligging van de PR-contouren en het groepsrisico. Een projectie van de fakkel laat zien dat De Kooy dan grotendeels buiten de vlam komt te liggen.

Het is ook mogelijk dat de uitstroming niet geheel in het horizontale vlak ligt, maar meer verticaal is georiënteerd. Hiermee is in de analyse geen rekening gehouden. De invloed zal afhangen van de mate waarin de uitstroming afwijkt van een horizontale oriëntatie. Er ontbreken echter gegevens om een kansverdeling over mogelijke richtingen te onderbouwen.

### 3.5. Preventieve maatregelen

De vloeistofvangers en de grote diameter leidingen zijn natuurlijk onderdeel van het veiligheidsbeheerssysteem van de NAM GBI. Het beheerssysteem omvat de gebruikelijke ALARA maatregelen tegen corrosie, blootstelling aan een externe mechanische belasting, blootstelling aan een externe brand etc. Aanvullende specifieke preventieve maatregelen gericht op het tegengaan van het volledig falen van een vloeistofvanger of een leiding zijn nauwelijks te bedenken, omdat er onvoldoende inzicht bestaat omtrent de mogelijke faaloorzaken. De volgende aanvullende preventieve maatregelen worden overwogen of er is reeds tot uitvoering besloten:

- Het formeel vaststellen van een no flight zone voor helikopters boven de inrichting.
- Het beperken van het transport van munitie over de wegen langs de inrichting.
- Het monitoren van mogelijke grondverzakking bij de ondersteuning van de vloeistofvangers en de NOGAT leidingen.
- Het installeren van een automatisch branddetectie- en bestrijdingssysteem aan de vloeistofzijde van de vloeistofvangers.

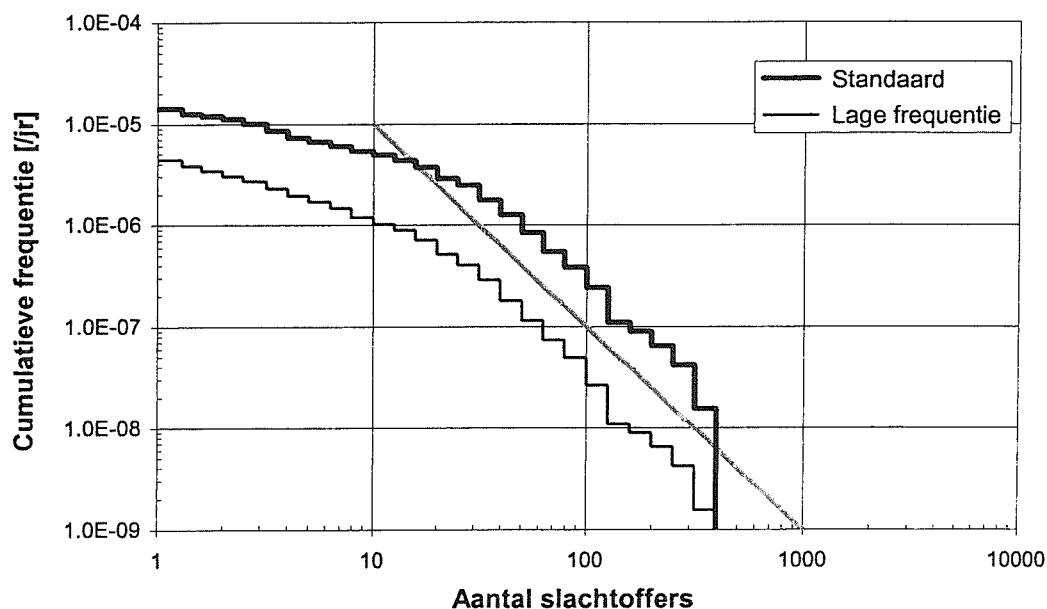
### 3.6. Mitigerende maatregelen

Door de aard van de risicobepalende ongevalsscenario's zijn er eigenlijk geen mitigerende maatregelen voorstelbaar, die een relevante invloed kunnen hebben op de ontwikkeling van het incident. Er wordt immers uitgegaan van het volledig falen, waarna het maximum effect binnen minder dan een minuut wordt bereikt. Deze tijdsperiode is te klein om bijvoorbeeld te kunnen garanderen dat de breuklocatie wordt geïsoleerd van de inkomende transportleiding. Ook is het niet mogelijk personen in de omgeving op tijd te evacueren of anderszins te beschermen.

### 3.7. Invloed frequentie volledig falen

In de voorgaande paragrafen zijn een aantal aspecten besproken die van invloed zijn op de onzekerheidsmarge van de externe veiligheidsrisico's gepresenteerd in het VR van de installatie. Het belangrijkste aspect betreft de keuze van de frequentie op volledig falen van leidingen met een grote diameter van  $1.0 \cdot 10^{-8}$  /m-jr. Deze frequentie is mogelijk te conservatief gekozen. De invloed van deze frequentie op het extern veiligheidsrisico wordt getoond door het resultaat van de berekeningen voor een tien keer zo kleine frequentie. Kaart 4 toont de berekende PR-contouren. De contouren schuiven naar binnen, de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr voor de standaard frequentie wordt nu  $1.0 \cdot 10^{-7}$  /jr etc. Het groepsrisico voor deze lagere frequentie wordt getoond in figuur 6. Met een kleinere faalfrequentie ligt het groepsrisico in de huidige situatie onder de oriënterende waarde. De fN-curve verschuift bij deze lagere frequentie een ordegrootte naar beneden.

Groepsrisico NAM GBI Den Helder



Figuur 6. Groepsrisico NAM GBI Den Helder met een factor tien lagere frequentie voor het volledig falen van leidingen

## 4. Discussie

### 4.1. Effectafstand

De maximale effectafstand wordt bepaald door een fakkeltje veroorzaakt door het ongevalsscenario volledig falen van een 36" leiding met uitstroming van gas en directe ontsteking. De fakkeltje leidt vanaf het uitstroompunt tot een ellipsvormig effectgebied met een lengte van ongeveer 500 m en een maximale breedte halverwege van 340 m. Er wordt aangenomen dat binnen dit gebied gebouwen vlam zullen vatten en de hier aanwezige personen dodelijk getroffen worden. De maximale effectafstand van 500 m komt ongeveer overeen met de afstand tussen de uitstroombuizen en de plaatsgebonden risicocontour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr. Binnen deze contour gelden beperkende voorwaarden betreffende mogelijk nieuw te realiseren bebouwing. Voor de GBI leiden deze voorwaarden er toe dat ook het maximum aantal personen wordt beperkt dat blootgesteld kan worden aan de effecten veroorzaakt door direct vlamcontact van de grote ongevalsscenario's.

### 4.2. Plaatsgebonden risico

In de huidige situatie liggen er binnen de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-5}$  /jr geen kwetsbare objecten. Wel liggen er drie beperkt kwetsbare objecten (gedeeltelijk) binnen deze PR-contour. Het betreft de objecten Annahoeve (aan de Rijksweg nummer 20) en een multifunctionele ruimte (restaurant en vergaderzalen, ligt gedeeltelijk binnen de contour) behorende bij het marine Vliegveld de Kooy en een boerderij aan de Rijksweg nummer 22. Het bevoegd gezag dient vast te stellen of er een en zo ja welk saneringstraject voor deze objecten dient te worden opgesteld.

In de huidige situatie liggen er binnen de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr (en buiten de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-5}$  /jr) geen kwetsbare objecten. Buiten het terrein van de marine is er nog een boerderij gesitueerd aan de Rijksweg nummer 24. Een vrijstaande woning wordt als een beperkt kwetsbaar object gezien. Hiervoor geldt geen saneringsverplichting

De toekomstige ontwikkelingen betreffen de uitbreiding van het marine Vliegveld de Kooy, de burgerluchthaven en een kantorenterrein HELDAIR. De uitbreiding van de marine is voornamelijk voorzien binnen de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr. Als de uitbreiding binnen de bestaande grenzen van het vliegveld valt, dan dient nagegaan te worden of deze plannen kunnen vallen onder de noemer van vervangende nieuwbouw (opvulling kleine open gaten) of vallen onder de reeds geprojecteerde beperkt kwetsbare objecten (gelet op de bestaande bestemming van het terrein). Een randvoorwaarde zou kunnen zijn, gelet op de grootte van het groepsrisico, dat er dan geen sprake mag zijn van een relevante toename van het aantal personen dat overdag en 's nachts binnen de grenswaarde van het PR op het marineterrein aanwezig is. Buiten het huidige terrein kunnen alleen beperkt kwetsbare bestemmingen worden gerealiseerd met een dichtheid van maximaal 10 personen per hectare of gelijkwaardig toegestaan en tegelijkertijd dient er een plan te zijn zodat binnen 3 jaar aan de grenswaarde wordt voldaan.



De uitbreidingen van de burgerluchthaven en het kantorenterrein HELDAIR kunnen in principe gerealiseerd worden binnen de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr, maar buiten de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-5}$  /jr. Hiervoor gelden echter dezelfde randvoorwaarden als boven genoemd voor uitbreiding van de marine (maximaal 10 personen per hectare gedurende 3 jaar). Realisatie van de plannen binnen de grenswaarde van het PR leiden tot een toename van het groepsrisico. Bij een realisatie van de plannen buiten de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr is er geen relevante toename van het groepsrisico te verwachten.

Bij een factor tien lagere faalfrequentie liggen er geen beperkt kwetsbare objecten binnen de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-5}$  /jr. De PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr ligt ook dicht bij de inrichting, zodat er meer ruimte is voor het realiseren van toekomstige ontwikkelingen net buiten de rand van deze contour. Hierbij kan overigens wel een beperking ontstaan doordat het groepsrisico toeneemt, omdat dit gebied wel bereikt kan worden door de vlammen van de fakkel bij de grote ongevalsscenario's.

### 4.3. Groepsrisico

In de huidige situatie is er sprake van een overschrijding van het groepsrisico. Deze overschrijding wordt hier voornamelijk veroorzaakt door de bebouwing binnen de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr. Het betreft de bedrijvigheid aan de Oostoeverweg en het marine Vliegkamp de Kooy.

Uitbreiding van de bebouwing binnen de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-8}$  /jr zal leiden tot een toename van het groepsrisico. Als de bebouwing gerealiseerd wordt buiten de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr, dan zal de toename relatief gering zijn. Deze bebouwing bevindt zich immers buiten het gebied met direct vlamcontact voor de grote ongevalsscenario's.

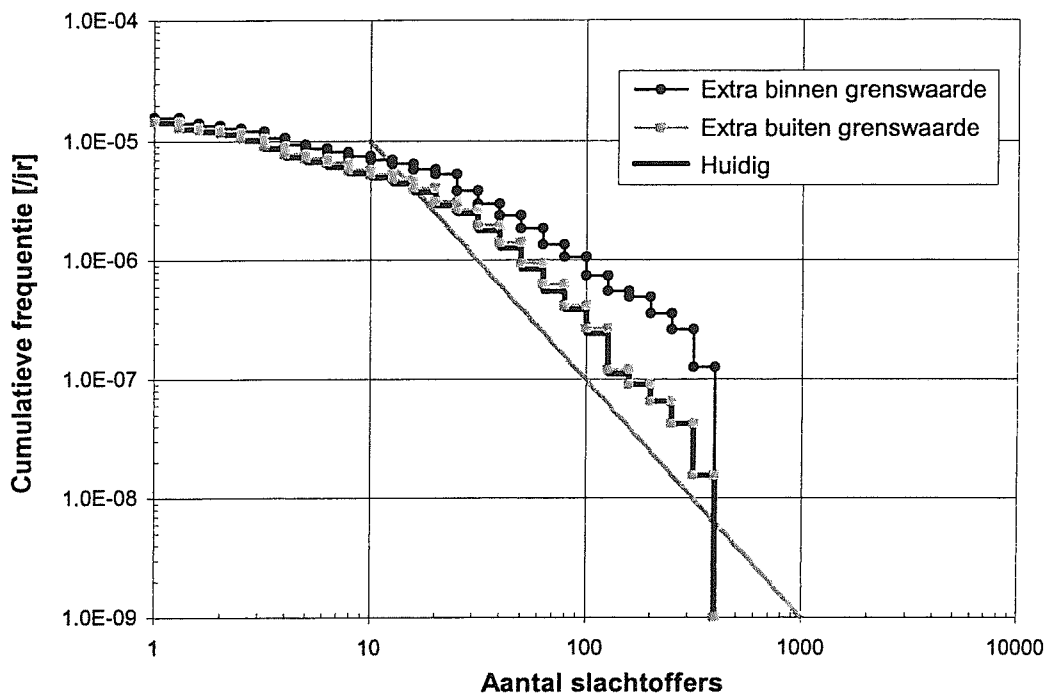
Bebouwing binnen de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr zal leiden tot een toename van het groepsrisico. Als er sprake is van intensivering (meer bebouwing op een plek waar al bebouwing relevant voor het groepsrisico aanwezig is) dan blijft de frequentie gelijk, maar neemt het maximum aantal slachtoffers toe. Als er sprake is van uitbreiding dan kan het maximum aantal slachtoffers gelijk blijven, maar neemt de frequentie in het middendeel van de fN-curve toe.

Figuur 7 toont het groepsrisico voor twee opties met extra personen aanwezig voor toekomstige ontwikkelingen. De twee opties betreffen een gebied van 3 hectare met een aanwezigheid gedurende de dag van 120 personen per hectare, gelegen binnen of buiten de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr. Het extra bebouwingsgebied is in beide opties gesitueerd in zuidwestelijke richting vanaf de GBI tussen de luchthaven en De Kooypunt. De bebouwingsgebieden zijn op kaart 1 aangegeven. Extra bebouwing buiten de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr levert dus nauwelijks een toename op van het groepsrisico. Bebouwing binnen de grenswaarde leidt tot een duidelijke toename van het groepsrisico.

Als uitgegaan wordt van een tien keer zo kleine faalfrequentie dan is het groepsrisico in de huidige situatie lager dan de oriënterende waarde (zie figuur 6). De beide berekende situaties voor extra bebouwing betreffen dan bebouwing buiten of binnen de PR-contour

van  $1.0 \cdot 10^{-7}$  /jr. Bebouwing buiten deze contour is zonder restricties mogelijk, het groepsrisico neemt nauwelijks toe en blijft met deze lagere frequentie onder de oriënterende waarde. Bebouwing binnen deze contour van  $1.0 \cdot 10^{-7}$  /jr leidt tot een toename van het groepsrisico tot boven de oriënterende waarde. Hiervoor geldt dan de verantwoordingsplicht.

### Groepsrisico NAM GBI Den Helder



Figuur 7. Invloed van extra bebouwing op het groepsrisico

Bij een overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico is er een verantwoordingsplicht bij nieuwbouwplannen (zie het ontwerp-besluit artikel 15). De verantwoording vermeldt o.a.:

- De aanwezige en te verwachten dichtheid van personen per hectare in het invloedsgebied van de inrichting.
- De bijdrage van de kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten aan de hoogte van het groepsrisico.
- De mogelijkheden om het groepsrisico in de toekomst te beperken.
- De mogelijkheden tot de voorbereiding op de bestrijding en de beperking van de omvang van een ramp of een zwaar ongeval binnen de inrichting.
- De mogelijkheden voor personen, die zich binnen het invloedsgebied van de inrichting bevinden, om zich in veiligheid te brengen.

Deze aspecten zijn reeds in grote mate in dit rapport besproken.

Voor de situatie hier geldt dat de zelfredzaamheid van de personen op het Vliegkamp De Kooy groot te noemen is. Tevens is op dit terrein de marine bedrijfsbrandweer aanwezig.

Er is echter ook aangegeven dat de risicobepalende scenario's snel optreden, zodat er weinig gelegenheid is om de onmiddellijke gevolgen van een dergelijk scenario te beïnvloeden. Wel kunnen de gevolgen voor personen die zich in brandende gebouwen bevinden mogelijk worden beperkt. Met deze reductie van het mogelijk aantal slachtoffers kan echter in de risicoanalyse geen rekening worden gehouden.

## 5. Samenvatting en conclusie

De risicoanalyse opgenomen in het veiligheidsrapport van de NAM GBI Den Helder is in dit rapport nader beoordeeld. Op enkele aspecten is de analyse aangepast. De plaatsgebonden risicocontouren en het groepsrisico voor de huidige situatie zijn opnieuw berekend en opgenomen in dit rapport. De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr ligt ruim buiten de inrichting, ongeveer 500 m rond de vloeistofvangens. Het groepsrisico ligt in de huidige situatie boven de oriënterende waarde.

Het extern veiligheidsrisico wordt bepaald door ongevalsscenario's die het volledig falen veronderstellen van leidingen met een diameter van 36" of groter. Bij directe ontsteking ontstaat een fakkel met een lengte van ongeveer 500 m en een maximale breedte halverwege van 340 m. De grootte van het effect wordt ongeveer begrensd door de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr.

Voor de frequentie op volledig falen van deze bovengrondse leidingen ontbreekt er specifiek referentiemateriaal. In het VR is een waarde gebruikt die gebaseerd is op een beschouwing van de incidenten met ondergrondse hoge druk aardgasleidingen. Deze waarde is mogelijk te conservatief, maar wegens het ontbreken van specifiek referentiemateriaal kan een lagere waarde voor de frequentie niet voldoende hard gemaakt worden. De externe veiligheidsrisico's voor een tien keer zo kleine frequentie zijn berekend en opgenomen in dit rapport.

De risico's zijn getoetst aan de voorschriften in het ontwerp-besluit kwaliteitseisen externe veiligheid voor inrichtingen. In de huidige situatie bevinden zich een aantal beperkt kwetsbare objecten (gedeeltelijk) binnen de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-5}$  /jr. Voor deze objecten dient door het bevoegd gezag besloten te worden of er een saneringstraject noodzakelijk is. Toekomstige ontwikkelingen binnen de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr zijn slechts in beperkte mate mogelijk. Een toename van het aantal personen aanwezig binnen deze contour leidt tot een duidelijke toename van het groepsrisico. Deze personen bevinden zich immers in het gebied waar direct vlamcontact met een groot ongevalsscenario mogelijk is. Voor deze toename is een verantwoordingsplicht voorgeschreven. Buiten de PR-contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr zijn er alleen beperkingen ten aanzien van een toename van het groepsrisico. Deze toename is echter gering in omvang gelet op de reeds bestaande situatie.

## Referenties

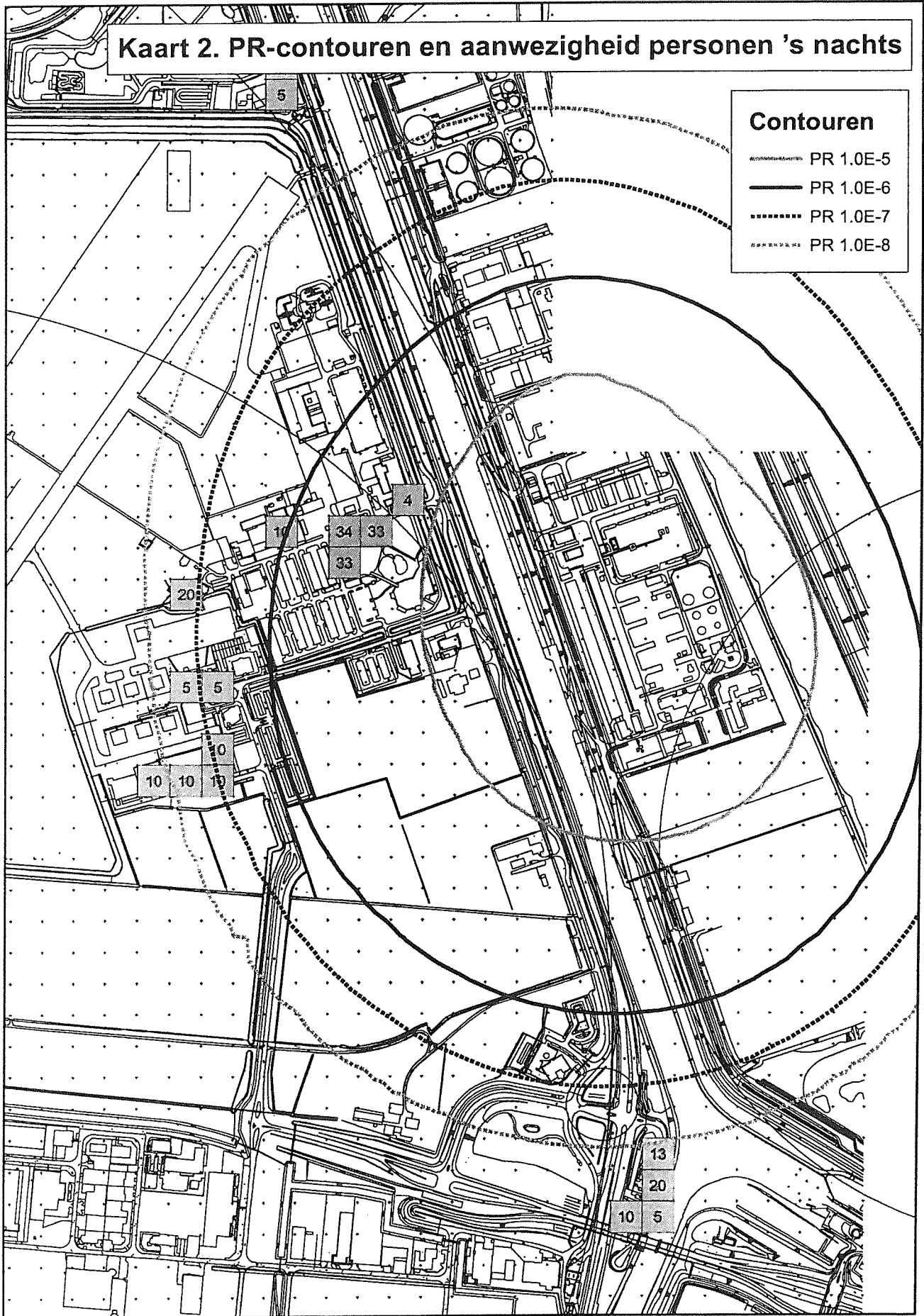
1. NAM Veiligheidsrapport
2. EGIG 2002 Gas pipeline incidents  
5th EGIG-report 1970-2001
3. RIVM 2002 Risicobeoordeling NAM Den Helder  
Brief kenmerk 291/2002 gedateerd 28 augustus  
2002

## Kaarten

1. PR-contouren en aanwezigheid personen overdag
2. PR-contouren en aanwezigheid personen 's nachts
3. Grenswaarde PR voor onderscheiden ongevalsscenario's
4. PR-contouren voor een lagere frequentie



Kaart 2. PR-contouren en aanwezigheid personen 's nachts





### Kaart 3. Grenswaarde PR voor onderscheiden ongevalsscenario's

#### PR grenswaarde

- - - Leidingen NG03 en NG09
- Vloeistofvanger vloeistof
- ..... Vloeistofvanger gas
- Totaal

