



**TEBODIN**  
Consultants & Engineers

## Kwantitatieve Risicoanalyse WKC Essent Eindhoven

Provincie Noord-Brabant

20 juli 2006



Opdrachtgever: **Provincie Noord-Brabant**  
Project: **QRA**

Ordernummer: T35761.00  
Documentnummer: 3800595  
Revisie: B

Auteur: [REDACTED]  
Telefoon: 070 348 0243  
Telefax: 070 348 05 91  
E-mail: [REDACTED]

Datum: 20 juli 2006

**Kwantitatieve Risicoanalyse**  
**WKC Essent Eindhoven**

Wijz.	Datum	Omschrijving	Opsteller	Gecontroleerd
B	20-07-2006	Commentaar Gasunie verwerkt		
A	21-06-2006	Commentaar verwerkt		
0	30-05-2006	Concept voor commentaar		

© Copyright Tebodin

*Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.*

	<b>Inhoudsopgave</b>	<b>Pagina</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Te beschouwen activiteiten</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>LOC Scenario's</b>	<b>8</b>
3.1	Vaten	8
3.2	Leidingen	8
3.2.1	Ondergrondse leidingen in eigendom van de Gasunie	9
3.2.2	Bovengrondse leidingen in eigendom van de Gasunie	9
3.2.3	Ondergrondse leidingen in eigendom van Essent	9
3.2.4	Bovengrondse leidingen in eigendom van Essent	10
3.3	Compressor	10
<b>4</b>	<b>Uitwerking LOC scenario's</b>	<b>11</b>
4.1	Inleiding	11
4.2	Vaten	11
4.3	Leidingen	11
4.3.1	Ondergrondse leidingen in eigendom van de Gasunie	11
4.3.2	Bovengrondse leidingen in eigendom van de Gasunie	11
4.3.3	Ondergrondse leidingen in eigendom van Essent	12
4.3.4	Bovengrondse leidingen in eigendom van Essent	12
4.4	Compressor	13
4.5	Aanwezige hoeveelheid stof	13
4.5.1	LOC-scenario vóór de zuigercompressor	13
4.5.2	LOC-scenario na de zuigercompressor	14
<b>5</b>	<b>Omgevingsfactoren</b>	<b>15</b>
5.1	Weergegevens	15
5.2	Populatie gegevens	15
5.3	Ontstekingsbronnen	16
<b>6</b>	<b>Resultaten</b>	<b>17</b>
6.1	Plaatsgebonden risico	17
6.2	Groepsrisico	19
<b>7</b>	<b>Conclusie</b>	<b>20</b>
	<b>Referenties</b>	<b>21</b>

## Samenvatting

Essent opereert een warmtekrachtcentrale (WKC) aan de Beukenlaan in Eindhoven. Het aardgas in een WKC wordt ontvangen in het zogenaamde gas ontvangststation (GOS). Het doel van een GOS is het meten van de samenstelling van het gas en het reduceren van de druk van een deel van het geleverde gas.

De gemeente Eindhoven en de provincie Noord-Brabant willen inzicht in het externe risico van de WKC aan de Beukenlaan. Dit inzicht is nodig omdat gemeente en provincie het risico van de inrichting willen toetsen aan de normen die gesteld zijn door de landelijke overheid. Daarmee lopen gemeente en provincie vooruit op de mogelijkheid dat in de toekomst de inrichting onder het BEVI valt.

Het doel van een QRA is het kwantificeren van de gevaren voor de externe veiligheid als gevolg van incidenten die optreden binnen de inrichting. In deze analyse is het risico gekwantificeerd van de WKC van incident inclusief het onderdeel van het gasontvangststation dat onder de verantwoordelijkheid van Gasunie valt.

Het resultaat van de kwantitatieve risicoanalyse is weergegeven in de vorm van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Voor het opstellen en uitvoeren van een kwantitatieve risicoanalyse is de methodiek toegepast zoals beschreven in richtlijn CPR18. De QRA is uitgevoerd met het rekenprogramma SAFETI-NL.

Uit de QRA blijkt voor het externe risico van de activiteiten op het GOS aan de Beukenlaan, dat de zogenaamde  $10^{-6}$  risicocontour over een kwetsbaar object valt. De oriënterende waarde voor het groepsrisico wordt niet overschreden.

## 1 Inleiding

Essent opereert een warmtekrachtcentrale (WKC) aan de Beukenlaan in Eindhoven. In deze WKC komt aardgas binnen vanaf het netwerk van de Gasunie. Het aardgas wordt ontvangen in het zogenaamde gas ontvangstation (GOS). Het doel van een GOS is het meten van de samenstelling van het gas en het gedeeltelijk reduceren van de druk waarmee het gas wordt aangeleverd. Door de aanwezigheid van brandbaar gas onder grote druk in de WKC installatie kunnen zich binnen de inrichting incidenten voordoen waarvan de effecten tot buiten de inrichting kunnen reiken.

De gemeente Eindhoven wil inzicht in het risico's van de WKC van Essent. Met dit inzicht willen ze de plaatselijke risico's toetsen aan de normen die gesteld zijn vanuit de overheid. Daarmee houdt de gemeente rekening met een mogelijke wijziging van het BEVI waardoor de inrichting onder dit besluit zou komen te vallen. Tebodin is gevraagd om dit externe risico door middel van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) in kaart te brengen.

Het doel van een QRA is het kwantificeren van de gevaren voor de externe veiligheid als gevolg van ongevallen die optreden binnen de inrichting. Er zal tijdens de QRA gekeken worden naar de installaties op de inrichting vanaf de eerste afsluitklep in het Gasunie afsluiterstation tot aan de veiligheidsklep op de eerste turbine in het WKC. Het resultaat van de kwantitatieve risicoanalyse wordt weergegeven in de vorm van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico.

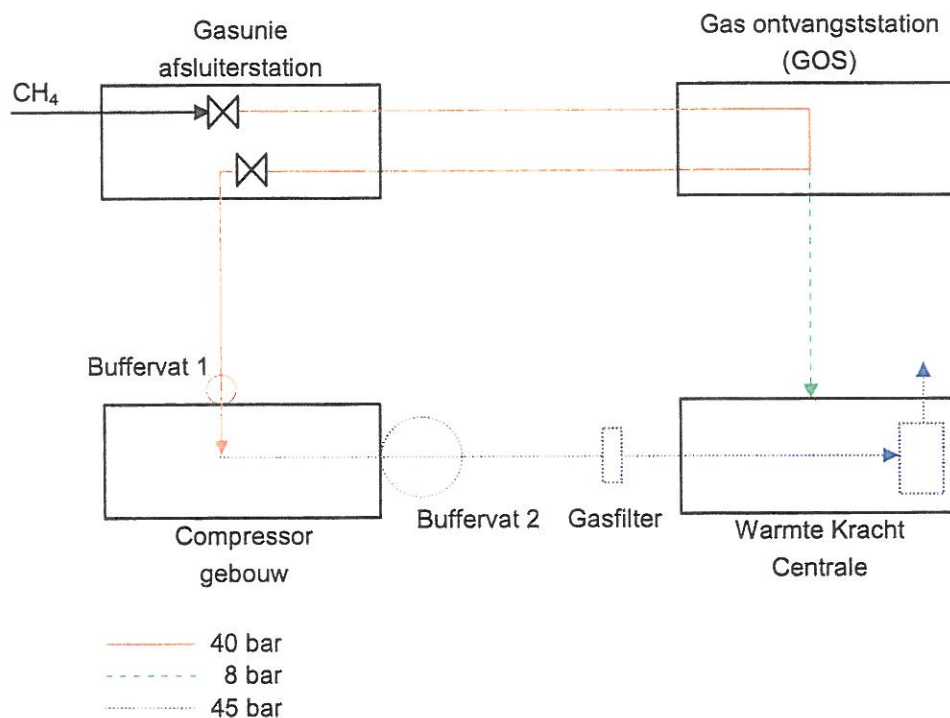
Voor het opstellen en uitvoeren van de kwantitatieve risicoanalyse is de methodiek toegepast zoals beschreven in richtlijn CPR18 [1]. Er is hierbij uitgegaan van de huidige omgevingsituatie. Dit betekent dat er geen rekening is gehouden met eventuele herzieningen van het bestemmingsplan. De QRA is uitgevoerd met het rekenprogramma SAFETI-NL [2].

Hoofdstuk 2 beschrijft welke activiteiten op de inrichting een significante invloed hebben op het externe risico. Deze activiteiten zullen worden beschouwd in de kwantitatieve risicoanalyse. In hoofdstuk 3 worden generieke scenario's en hun kansen van optreden beschreven. Deze generieke scenario's worden in hoofdstuk 4 toegepast voor de te beschouwen activiteiten. Het is van belang te kijken naar de omgeving wanneer een uitspraak gedaan moet worden over de externe veiligheid. Deze omgeving wordt beschreven in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 zullen de resultaten van de kwantitatieve risicoanalyse besproken worden in de vorm van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico.

## 2 Te beschouwen activiteiten

Het aardgas komt met een druk van 40 bar het terrein van Essent binnen bij het zogenaamde Gasunie afsluiterstation. Vanaf de eerste afsluiter in het Gasunie afsluiterstation ligt de verantwoordelijkheid voor de leiding bij Essent. De installatieonderdelen op het terrein van Essent worden daarom vanaf deze eerste afsluiter beschouwd.

In figuur 2.1 zijn de installatieonderdelen van de WKC inclusief GOS schematisch weergegeven.



**Figuur 2.1** Schematische weergave van de installatieonderdelen van het GOS

Het aardgas (CH<sub>4</sub>) komt het terrein van Essent op bij het Gasunie afsluiterstation. Het wordt eerst naar het gas ontvangststation (GOS) gevoerd, waar de leiding zich splitst naar een 40 bar leiding en een 8 bar leiding. De effecten van aardgas met 8 bar zijn significant kleiner dan de effecten van aardgas met 40 bar. Daarom is besloten de 8 bar leidingen buiten beschouwing te laten in deze QRA.

Het aardgas wordt met 40 bar weer teruggevoerd naar het Gasunie afsluiterstation. Vanaf deze plek gaat het aardgas via ondergrondse leidingen en een klein buffervat (buffervat 1) naar de zuigercompressoren. Bij de compressoren wordt de druk verhoogd naar 45 bar.

Via leidingen, een groot buffervat (buffervat 2) en een gasfilter komt het aardgas bij de turbine. De turbine en het daarop aanwezige veiligheidssysteem worden niet beschouwd in deze QRA vanwege de relatief kleine faalkans ten op zichte van andere onderdelen op de inrichting.

Op basis van het voorgaande is geconcludeerd dat de te beschouwen installaties liggen tussen de eerste afsluitlep in het Gasunie afsluiterstation en de turbine in het WKC. De te beschouwen installaties zijn de 40 en 45 bar leidingen, de twee buffervaten en de compressor.

### 3 LOC Scenario's

In hoofdstuk 2 is geconcludeerd dat op de inrichting van Essent aan de Beukenlaan de 40 bar en 45 bar pijpleidingen, de compressor en de twee buffervaten worden beschouwd. In CPR 18 zijn generieke LOC scenario's opgesteld, die in dit hoofdstuk worden besproken.

#### 3.1 Vaten

Binnen de WKC installatie van Essent zijn twee buffervaten aanwezig. Beide buffervaten worden beschouwd als drukvaten omdat de aanwezige stoffen onder een substantieel hogere druk dan 1 bar staan. Voor drukvaten zijn in de CPR18 [1] drie generieke faalscenario's beschreven.

**G1:** Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van het vat

**G2:** Continue vrijkomen gedurende 10 minuten uit vat

**G3:** Continue vrijkomen van de gehele inhoud door een gat met een effectieve diameter van 10 mm

Het Rijksinstituut Volksgezondheid en Milieu - Centrum Externe Veiligheid (RIVM-CEV) geeft aan dat de effecten van aardgasleidingen en -installaties onder hoge druk moeten worden berekend met een blootstellingsduur van 20 seconden vanwege de effecten van warmtestraling. Het scenario waarbij de gehele inhoud van een tank in 10 minuten uitstroomt (G2) is daarom niet relevant en de frequentie van dit scenario is opgeteld bij dat van scenario G1. Voor de QRA zijn de volgende faalfrequenties gebruikt.

**Tabel 3.1 Faalfrequenties van drukvaten**

Generieke scenario's uit CPR18 voor drukvaten	Kans van optreden (/jaar)
G1: Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van het vat	$1 \times 10^{-5}$
G3: Continue vrijkomen van de gehele inhoud door een gat met een effectieve diameter van 10 mm	$1 \times 10^{-5}$

#### 3.2 Leidingen

Op het terrein van Essent wordt het aardgas getransporteerd door leidingen. Voor leidingen zijn in de CPR18 twee generieke scenario's voorgeschreven. Deze scenario's zijn aangegeven met G1 en G2. De omschrijvingen van de scenario's zijn:

**G1:** Volledige breuk met een uitstroom aan beide zijden van de breuk

**G2:** Lekkage een uitstroom vanuit een lek met effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, tot een maximum van 50 millimeter.

Van de leidingen zijn een aantal bovengronds uitgevoerd en een aantal ondergronds. Voor bovengrondse leidingen gelden andere faalfrequenties dan voor ondergrondse leidingen. Tevens sommige leidingen eigendom van de Gasunie en andere eigendom van Essent. De leidingen van Essent worden beschouwd als leidingen waarvoor de faalfrequenties uit de CPR18 gelden. Voor de leidingen van Gasunie zijn faalfrequenties opgelegd door het RIVM-CEV.

### 3.2.1 Ondergrondse leidingen in eigendom van de Gasunie

De leidingen tussen het Gasunie afsluiterstation en het gas ontvangstation (GOS) zijn eigendom van de Gasunie en voldoen aan de door de Gasunie vastgestelde richtlijnen. De leidingen lopen ondergronds. Voor deze leidingen gelden de faalfrequenties zoals ze gegeven zijn in tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Faalfrequenties van ondergrondse leidingen in eigendom van de Gasunie**

Omschrijving	G1 ( $\text{km}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )	G2 ( $\text{km}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )
Nominale diameter 4 inch (40 bar; 8,3 °C)	$2,58 \times 10^{-7}$	$9,686 \times 10^{-6}$
Nominale diameter 6 inch (40 bar; 8,3 °C)	$1,028 \times 10^{-6}$	$1,0657 \times 10^{-5}$

### 3.2.2 Bovengrondse leidingen in eigendom van de Gasunie

De leidingen in het GOS zijn eigendom van de Gasunie en zijn bovengronds uitgevoerd. De leidingen voldoen daarmee aan de faalfrequenties die zijn vastgesteld door het RIVM-CEV voor bovengrondse Gasunie leidingen. Voor deze leidingen gelden de faalfrequenties zoals ze gegeven zijn in tabel 3.3.

**Tabel 3.3 Faalfrequenties van bovengrondse leidingen in eigendom van de Gasunie**

Omschrijving	G1 ( $\text{km}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )	G2 ( $\text{km}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )
Nominale diameter 4 inch (40 bar; 8,3 °C)	$1,66 \times 10^{-7}$	$1,0548 \times 10^{-5}$
Nominale diameter 6 inch (40 bar; 8,3 °C)	$2,73 \times 10^{-7}$	$1,1699 \times 10^{-5}$

### 3.2.3 Ondergrondse leidingen in eigendom van Essent

De leidingen die vanaf het Gasunie afsluiterstation naar het compressor gebouw lopen en van het compressor gebouw naar de gasfilter zijn eigendom van Essent. De faalfrequenties van deze ondergrondse leidingen zijn gebaseerd op faalfrequenties uit de CPR18 voor ondergrondse transportleidingen. De leidingen liggen niet in een zogenaamde 'pipe lane'. Het is conservatief aangenomen dat de leidingen niet voldoen aan de norm NEN3650. Voor deze leidingen gelden de faalfrequenties zoals ze gegeven zijn in tabel 3.4.

**Tabel 3.4 Faalfrequenties van ondergrondse leidingen in eigendom van Essent**

Omschrijving	G1 ( $\text{km}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )	G2 ( $\text{km}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )	Fractie G1	Fractie G2
Leiding niet liggende in een 'pipe lane' en niet conform NEN 3650.	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-3}$	0,088	0,912

**Tabel 3.4 Faalfrequenties van ondergrondse leidingen in eigendom van Essent**

Omschrijving	G1 ( $\text{km}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$ )	G2 ( $\text{km}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$ )
Leiding niet liggende in een 'pipe lane' en niet conform NEN 3650.	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-3}$

### 3.2.4 Bovengrondse leidingen in eigendom van Essent

De leidingen in het compressorgebouw en de leidingen vanaf de gasfilter tot de turbine zijn eigendom van Essent. Voor deze bovengrondse leidingen zijn de faalfrequenties gebruikt uit de CPR18 voor bovengrondse transportleidingen. Voor deze leidingen gelden de faalfrequenties zoals ze gegeven zijn in tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Faalfrequenties van bovengrondse leidingen in eigendom van Essent**

Omschrijving	G1 (/m/jaar)	G2 (/m/jaar)
Nominale diameter < 75 mm	$1 \times 10^{-6}$	$5 \times 10^{-6}$
75 mm < Nominale diameter < 150 mm	$3 \times 10^{-7}$	$2 \times 10^{-6}$
Nominale diameter > 150 mm	$1 \times 10^{-7}$	$5 \times 10^{-7}$

### 3.3 Compressor

In het compressor gebouw staan twee compressoren. De CPR 18 geeft geen faalfrequenties voor zuigercompressoren. In overleg met het RIVM-CEV is afgesproken om de faalscenario's en -frequenties uit het concept herziening PGS3 [6] over te nemen. De twee voorgeschreven scenario's zijn:

**G1:** Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van de compressor;

**G2:** Continue vrijkomen van de gehele inhoud door een gat met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, tot een maximum van 50mm.

De faalfrequenties zijn gegeven in tabel 3.6.

**Tabel 3.6 Faalfrequenties van compressoren**

Omschrijving	G1 (/compressor/jaar)	G2 (/compressor/jaar)
Zuigercompressor	$1 \times 10^{-4}$	$4,4 \times 10^{-3}$

Het moet opgemerkt worden dat er nog geen goede waarden bekend zijn voor de faalfrequenties. De waarden uit AMINAL [3] hebben geen betrekking op deze compressoren.

## 4 Uitwerking LOC scenario's

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de generieke scenario's uit hoofdstuk 3 nader gespecificeerd.

### 4.2 Vaten

In het gassysteem van Essent zijn twee buffervaten aanwezig. Beide buffervaten worden beschouwd als drukvaten, doordat de aanwezige stoffen onder een substantieel hogere druk dan 1 bar staan. De specificaties van deze vaten zijn gegeven in tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Uitwerking LOC-scenario's voor vaten**

Omschrijving	Druk (bar)	Temp (C)	Hoogte (m)	Inhoud (m3)	G1 (per jaar)	G3 (per jaar)
Buffervat 1	40	8,3	2	0,101	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-5}$
Buffervat 2	45	8,3	4	5,06	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-5}$

### 4.3 Leidingen

Op het terrein van Essent wordt het aardgas getransporteerd door zowel boven- als ondergrondse leidingen. De leidingen zijn gedeeltelijk in het bezit van Essent en gedeeltelijk in het bezit van de Gasunie. Voor de verschillende leidingen gelden verschillende faalkansen, zoals in hoofdstuk 3 werd aangegeven.

#### 4.3.1 Ondergrondse leidingen in eigendom van de Gasunie

De leiding tussen de eerste afsluiter in het Gasunie afsluiterstation en het gas ontvangstation (GOS) en de leiding tussen het GOS en de tweede afsluiter in Gasunie afsluiterstation zijn eigendom van de Gasunie en voldoen daarom aan de voor de Gasunie vastgestelde leidingen. De uitstroom van ondergrondse leidingen wordt verticaal gemodelleerd. De specificaties van deze leidingen zijn gegeven in tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Uitwerking LOC scenario's voor ondergrondse leidingen in eigendom van de Gasunie**

Omschrijving	Druk (bar)	Temp (C)	Diam (inch)	Lengte (m)	G1 (per jaar)	G2 (per jaar)
Gasunie Afsluiterstation – GOS	40	8,3	6	36	$3,70 \times 10^{-8}$	$3,84 \times 10^{-7}$
GOS - Gasunie Afsluiterstation	40	8,3	4	28	$7,22 \times 10^{-9}$	$2,71 \times 10^{-7}$

#### 4.3.2 Bovengrondse leidingen in eigendom van de Gasunie

De leidingen in het GOS zijn eigendom van de Gasunie. De leidingen zijn uitgevoerd in een header met een viertal aftakkende straten. De straten en de header zijn één meter boven de grond geplaatst. De uitstroom van bovengrondse leidingen wordt horizontaal gemodelleerd. Ze voldoen aan de faalfrequenties zoals ze zijn vastgesteld door het RIVM voor bovengrondse leidingen van de Gasunie. De specificaties van deze leidingen zijn gegeven in tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Uitwerking LOC scenario's voor bovengrondse leidingen in eigendom van de Gasunie**

Omschrijving	Druk (bar)	Temp (C)	Diam (inch)	Hoogte (m)	Lengte (m)	G1 (per jaar)	G2 (per jaar)
Header	40	8,3	6	1	8	2,18x10 <sup>-9</sup>	9,36x10 <sup>-8</sup>
Straat 1	40	8,3	6	1	8	2,18x10 <sup>-9</sup>	9,36x10 <sup>-8</sup>
Straat 2	40	8,3	6	1	8	2,18x10 <sup>-9</sup>	9,36x10 <sup>-8</sup>
Straat 3	40	8,3	4	1	8	1,33x10 <sup>-9</sup>	8,44x10 <sup>-8</sup>
Straat 4	40	8,3	4	1	8	1,33x10 <sup>-9</sup>	8,44x10 <sup>-8</sup>

#### 4.3.3 Ondergrondse leidingen in eigendom van Essent

De leiding welke ondergronds vanaf de tweede afsluiter in het Gasunie afsluiterstation naar het compressorgebouw gaat en de ondergrondse leiding die van het compressorgebouw naar de gasfilter gaat, zijn eigendom van Essent. De uitstroom van ondergrondse leidingen wordt verticaal gemodelleerd. De specificaties van deze leidingen zijn gegeven in tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Uitwerking LOC scenario's voor ondergrondse leidingen in eigendom van Essent**

Omschrijving	Druk (bar)	Temp (C)	Diam (mm)	Lengte (m)	G1 (per jaar)	G2 (per jaar)
Gasunie afsluiterstation - compressor	40	8,3	100	24	1,2x10 <sup>-5</sup>	3,6x10 <sup>-5</sup>
Compressor – gasfilter	45	8,3	80	26	1,3x10 <sup>-5</sup>	3,9x10 <sup>-5</sup>

#### 4.3.4 Bovengrondse leidingen in eigendom van Essent

De leidingen in het compressorgebouw en de leidingen in het WKC gebouw zijn bovengronds en eigendom van Essent. Het is conservatief aangenomen dat alle leidingen in het compressor gebouw 45 bar zijn, dus ook de leidingen in het gebouw voor het aardgas de compressor ingaat. Naast deze leidingen word ook de leiding meegenomen welke door de gasfilter loopt. Dit is een verticale leiding die vanaf onder de grond tot 5 meter boven de grond gaat. De uitstroom van bovengrondse leidingen wordt horizontaal gemodelleerd. De specificaties van deze leidingen zijn gegeven in tabel 4.5.

**Tabel 4.5 Uitwerking LOC scenario's voor bovengrondse leidingen in eigendom van Essent**

Omschrijving	Druk (bar)	Temp (C)	Diam (mm)	Hoogte (m)	Lengte (m)	G1 (per jaar)	G2 (per jaar)
Binnen in compressorgebouw	45	8,3	100	2,5	30	9,0x10 <sup>-6</sup>	6,0x10 <sup>-5</sup>
Verticaal bij gasfilter	45	8,3	80	5	5	1,5x10 <sup>-6</sup>	1,0x10 <sup>-5</sup>
Gasfilter - turbine	45	8,3	80	5	28	8,4x10 <sup>-6</sup>	5,6x10 <sup>-5</sup>

#### 4.4 Compressor

De compressoren in het compressorgebouw worden op aangeven van de RIVM-CEV worden gemodelleerd conform het concept herziening PGS3 [6]. De compressoren zijn beiden gemodelleerd als zuigercompressoren in het midden van het compressorgebouw. De specificaties van deze modellering zijn gegeven in tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Faalfrequenties van compressoren**

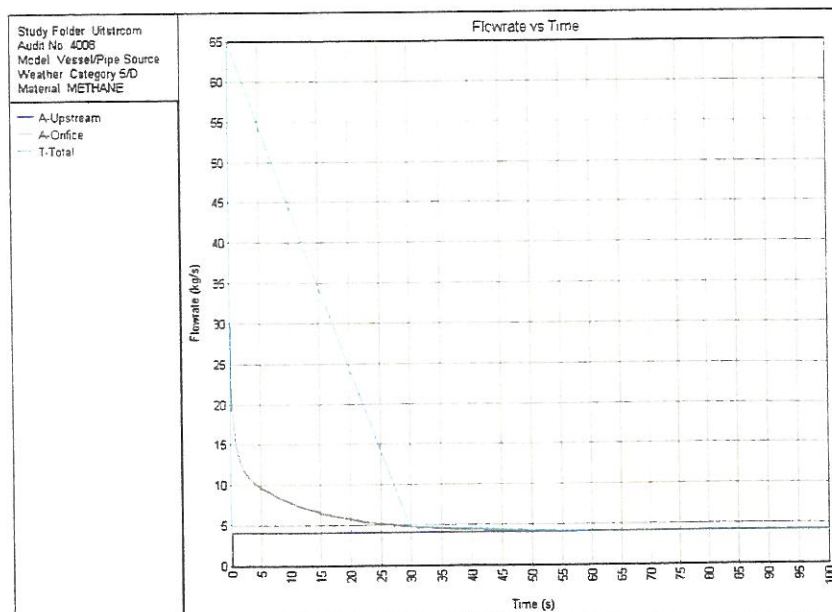
Omschrijving	Druk (bar)	Temp (C)	G1 (/jaar)	G2 (/jaar)
Zuigercompressor	45	8,3	$2 \times 10^{-4}$	$8,8 \times 10^{-3}$

#### 4.5 Aanwezige hoeveelheid stof

Als gevolg van Loss Of Containment (LOC) scenario's komt aardgas vrij. De hoeveelheid aardgas die vrijkomt, is afhankelijk van de plaats waar het LOC-scenario plaatsheeft, ten op zichte van de zuigercompressor.

##### 4.5.1 LOC-scenario vóór de zuigercompressor

Bij een LOC-scenario tussen het Gasunie afsluiterstation en het compressorgebouw kan in theorie de gehele inhoud van het Gasunie netwerk vrijkomen. De uitstroming uit een lange leiding is tijdsafhankelijk zoals is geïllustreerd in het volgende figuur.



**Figuur 4.1 Uitstroomdebiet tegen de tijd (leidinglengte: 10 km, diameter: 250 mm)**

Uit figuur 4.1 blijkt het uitstroomdebiet direct na het scheuren van een leiding zeer groot te zijn. Dit debiet neemt echter snel af in de tijd. Na 60 seconden is het uitstroomdebiet gereduceerd tot minder dan 10 % van het initiële debiet. Het grootste effect zal daarom optreden direct na het scheuren van de leiding, na verloop van tijd zal door het afnemende debiet het effect kleiner worden. De door RIVM-CEV voorgestelde blootstelingsduur van 20 seconden is met Figuur 4.1 te onderbouwen.

#### 4.5.2 LOC-scenario na de zuigercompressor

Een zuigercompressor werkt effectief als een afsluiter. Daarom is bij een LOC-scenario tussen de compressor en de turbine de hoeveelheid stof die kan vrijkomen beperkt tot de inhoud van de leidingen en het grote buffervat. Deze hoeveelheid aardgas is maximaal 5,4m<sup>3</sup>.

Voor het instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van dit deel van de inrichting is gemodelleerd dat de het leidingnet gedurende 20 seconden blijft door stromen door het de compressor (4,0 kg/s bij 10.000 Nm<sup>3</sup>/uur; 40 bar en 8,3°C). Conform de CPR18 wordt het debiet na de leidingbreuk gemodelleerd als 6,0 kg/s.

## 5 Omgevingsfactoren

De relevante omgevingsfactoren voor de berekening van de externe risico's betreffen de bevolkingsdichtheid rondom het bedrijf, de ontstekingsbronnen en de weergegevens van de omgeving.

### 5.1 Weergegevens

Om te berekenen hoe een eventuele brandbare of toxische wolk zich buiten zal verspreiden moet de stabiliteit van de atmosfeer beschouwd worden. Deze stabiliteit wordt uitgedrukt in een stabiliteitscategorie volgens Pasquill, gecombineerd met een windsnelheid. In dit onderzoek zijn de standaard weersomstandigheden aangenomen zoals zij gelden in Eindhoven:

#### Dag

- B3 – windsnelheid  $3 \text{ ms}^{-1}$  en matig onstabiel weer
- D1,5 – windsnelheid  $1,5 \text{ ms}^{-1}$  en neutraal weer
- D5 – windsnelheid  $5 \text{ ms}^{-1}$  en neutraal weer
- D9 – windsnelheid  $9 \text{ ms}^{-1}$  en neutraal weer

#### Nacht

- D1,5 – windsnelheid  $1,5 \text{ ms}^{-1}$  en neutraal weer
- D5 – windsnelheid  $5 \text{ ms}^{-1}$  en neutraal weer
- D9 – windsnelheid  $9 \text{ ms}^{-1}$  en neutraal weer
- E5 – windsnelheid  $5 \text{ ms}^{-1}$  en licht stabiel
- F1,5 – windsnelheid  $1,5 \text{ ms}^{-1}$  en matig tot zeer stabiel

### 5.2 Populatie gegevens

De kwantitatieve risicoanalyse is een methode om het externe risico te bepalen. Voor dit risico hoeft geen rekening gehouden te worden met de werknemers op het eigen terrein, maar wel met de personen aanwezig in de omliggende gebieden. In deze omliggende gebieden zijn zowel woonkernen als bedrijfsterreinen aanwezig. De modellering is gebaseerd op de huidige situatie. Eventuele wijzigingen in het bestemmingsplan zijn dus niet beschouwd. Er zijn bedrijfsterreinen beschouwd ten noorden en zuiden van de warmtekrachtcentrale. Daarnaast zijn er woongebieden beschouwd ten westen van het terrein.

De bevolkingsdichtheid in het woongebied is gebaseerd op gegevens uit de CPR16 [5]. Er is uitgegaan van een druk woongebied, waar overdag 70% van de inwoners aanwezig is en 's avonds 100%. De nominale bevolkingsdichtheid van een druk woongebied is 70 personen per hectare.

Voor de bedrijfsterreinen is een dichtheid van één medewerker per  $30\text{m}^2$  aangenomen. De kantoorgebouwen zijn allen als vijf verdiepingen hoog beschouwd. Overdag zijn alle medewerkers aanwezig. Gedurende de nacht is 10% van de werknemers aanwezig. Beide kantoren ten noorden van het GOS zijn kwetsbare objecten, omdat ze een bruto oppervlakte van groter dan  $1.500\text{m}^2$  hebben.

### 5.3 Ontstekingsbronnen

Voor explosie en brandgevaar is het nodig een combinatie te hebben van zuurstof, een brandbare stof en een ontstekingsbron. Door de beschreven LOC-scenario's is het mogelijk dat een brandbaar mengsel ontstaat op of rond het terrein van Essent.

Voor de directe ontsteking van een stof met een lage reactiviteit (bijvoorbeeld methaan) geldt conform de CPR18 richtlijn een ontstekingskans  $< 0,1$ . In deze QRA is voor de LOC-scenario's op aangegeven van het RIVM-CEV uitgegaan van een directe ontstekingskans gelijk aan 1. Het is daarom niet noodzakelijk indirecte ontstekingsbronnen, zoals verkeer in de omgeving van de inrichting, te beschouwen.

## 6 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de kwantitatieve risicoanalyse uitgedrukt in het plaatsgebonden risico en het groepsrisico.

### 6.1 Plaatsgebonden risico

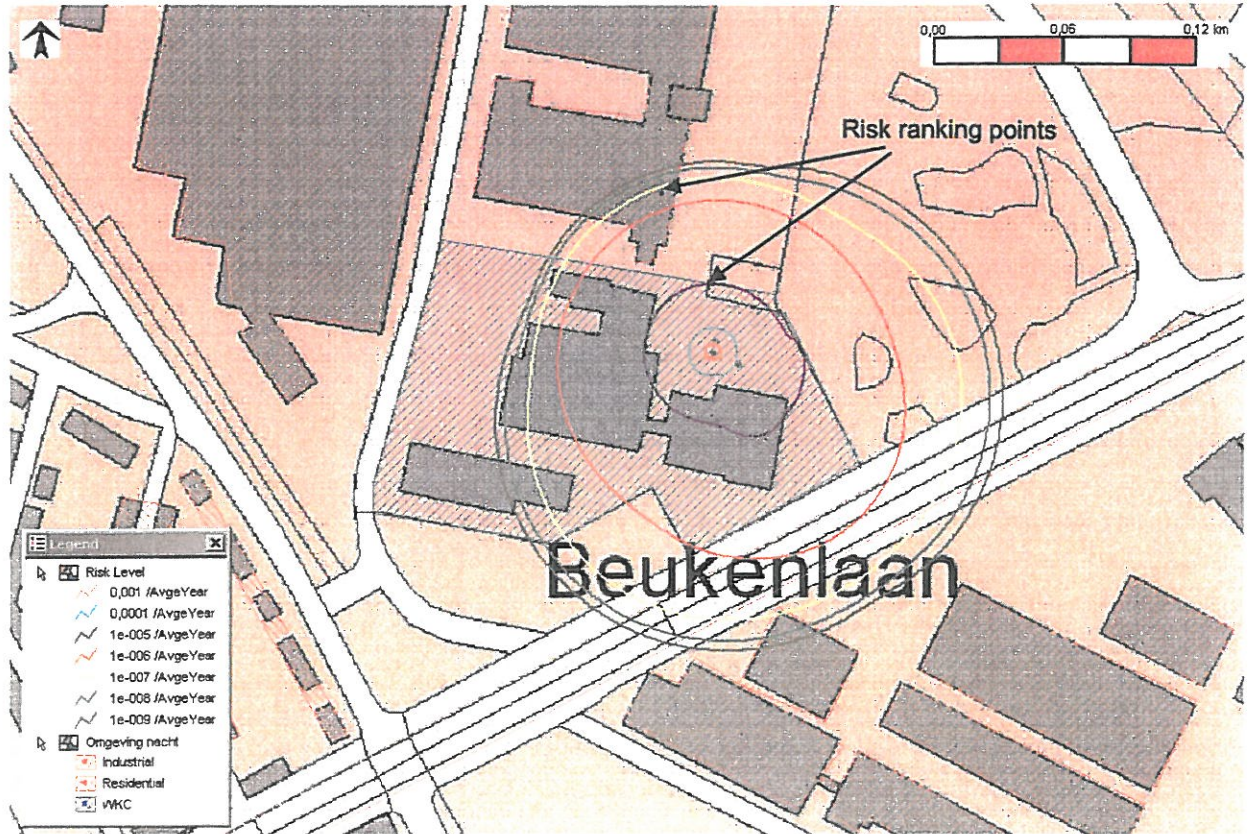
Het plaatsgebonden risico (PR), ook wel individueel risico genoemd, is de kans per jaar op een dodelijk ongeval ten gevolge van een ongewoon voorval (ongevalscenario) indien een persoon (onbeschermd in de buitenlucht) zich bevindt op een bepaalde plaats waar hij voortdurend (24 uur per dag en gedurende het hele jaar) wordt blootgesteld aan de schadelijke gevolgen van een voorval.

Het PR wordt weergegeven als PR-contouren. Zo laat de  $10^{-6}$  PR-contour die plaatsen zien waar de kans op het overlijden van een persoon eens in de miljoen jaren bedraagt. Het PR is onafhankelijk van de bevolkingsverdeling in de omgeving van de inrichting. In figuur 6.1 zijn de berekende PR-contouren gegeven. De  $10^{-6}$ -risicocontour valt buiten de terreingrens over een nabijgelegen kantoorpand.

Door middel van twee *risk ranking points* is geïdentificeerd welk scenario de meeste bijdrage heeft aan deze risicocontouren. De resultaten van deze risk ranking points zijn gegeven in tabel 6.1.

**Tabel 6.1, Bijdrage aan risicocontouren**

Locatie	LOC-scenario	Bijdrage aan PR (%)
Terreingrens	Leidingbreuk van de leiding in het compressorgebouw	65
	Instantaan falen van de compressor	35
Kantoor	Leidingbreuk van de leiding in het compressorgebouw	100

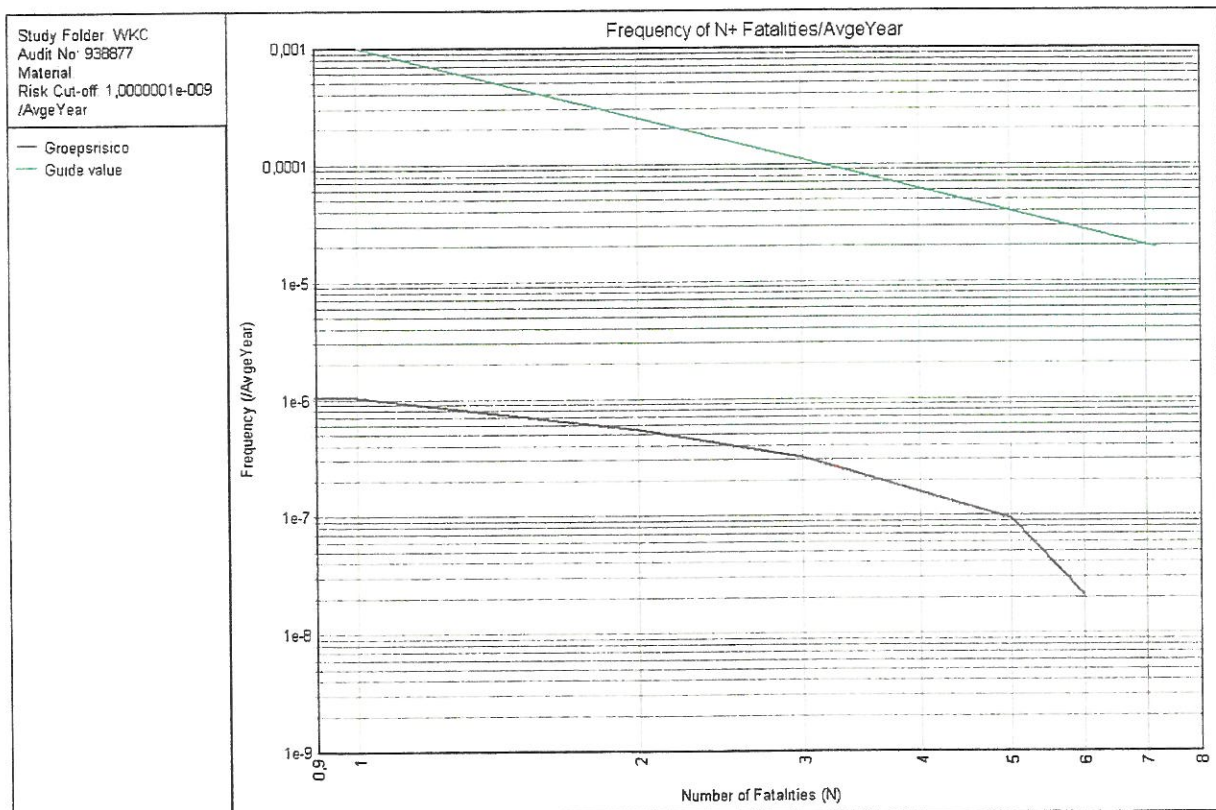


Figuur 6.1 PR-contouren van het GOS van het WKC in Eindhoven

## 6.2 Groepsrisico

Het groepsrisico (GR) is de kans per jaar dat een groep van een bepaalde grootte dodelijk slachtoffer wordt van een ongeval. Het GR wordt vastgelegd in een zogenaamde F(N)-curve en is afhankelijk van de bevolkingsverdeling in de omgeving van het bedrijf. In een F(N)-curve staat op de verticale as de kans weergegeven dat meer dan N slachtoffers ten gevolge van het beschouwde scenario komen te overlijden. Deze kans wordt uitgedrukt in de eenheid 'per jaar'. Op de horizontale as staat het aantal slachtoffers weergegeven. De oriënterende normwaarde voor het GR is de rechte lijn gevormd door twee punten van de grafiek frequentie vs. aantal slachtoffers. Deze punten zijn  $10^{-5}$  per jaar (één op de 100.000 per jaar) voor 10 slachtoffers,  $10^{-7}$  per jaar (één op de 10.000.000 miljoen per jaar) voor 100 slachtoffers.

In figuur 6.2 is de normwaarde van het groepsrisico (groene lijn) en het berekende groepsrisico voor de activiteiten op het GOS (bruine lijn) weergegeven.



Figuur 6.2 Groepsrisico van het GOS van het WKC in Eindhoven

## 7 Conclusie

In Nederland worden voor de externe veiligheid, uitgedrukt in plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (GR).

Uit deze kwantitatieve risicoanalyse (QRA) kan geconcludeerd worden dat de  $10^{-6}$  risicocontour buiten de terreingrenzen van de warmtekrachtcentrale komt en over het naast gelegen kantoorpand. Dit kantoorpand is een kwetsbaar object. De oriënterende normwaarde voor het groepsrisico wordt niet overschreden door de activiteiten bij het GOS in Eindhoven.

Het kan geconcludeerd worden dat de compressoren een significante bijdrage leveren aan het plaatsgebonden risico op de terreingrens. Voor compressoren zijn nog geen goede faalscenario's en -frequenties beschikbaar. Deze QRA gebruikt de gegevens uit het concept herziening PGS3. Het wordt aan bevolen deze QRA te herzien op het moment dat betere gegevens beschikbaar zijn.

De uitvoering van de QRA wijkt op een aantal zaken af van de CPR18 richtlijn. De gebruikte uitgangspunten worden ondersteund door het RIVM-CEV.

## Referenties

- [1] CPR 18; Richtlijn voor kwantitatieve risicoanalyse, Commissie van Preventie Rampen door Gevaarlijke Stoffen, 2000
- [2] SAFETI-NL, [www.dnv.com](http://www.dnv.com)
- [3] Handboek kanscijfers voor het opstellen van een veiligheidsrapport (versie 2.0), Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL-Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid, oktober 2004
- [4] Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI), mei 2004
- [5] CPR 16; Methoden voor de bepaling van mogelijke schade, Commissie van Preventie Rampen door Gevaarlijke Stoffen, 1989
- [6] Concept herziening PGS3