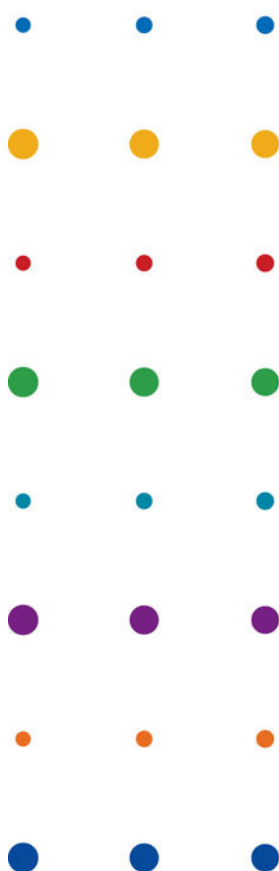


# QRA LPG station

## Kwantitatieve Risicoanalyse voor het LPG tankstation aan de Cartesiusweg 140



## Externe Veiligheid

Gemeente Utrecht

oktober 2009  
definitief

# QRA LPG station

## Kwantitatieve Risicoanalyse voor het LPG tankstation aan de Cartesiusweg 140

### Externe Veiligheid

dossier : C8072-01.001

registratienummer : MD-MV2009----

versie : 2

Gemeente Utrecht

oktober 2009

definitief

**INHOUD****BLAD**

1	SAMENVATTING	3
1.1	Werkwijze	3
1.2	Toetsing	3
1.3	Conclusie	3
2	BELEID MET BETREKKING TOT EXTERNE VEILIGHEID	4
2.1	Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten	4
2.2	Plaatsgebonden Risico	5
2.3	Groepsrisico	5
3	INZICHT IN DE RISICO'S VAN LPG-TANKSTATION PROOSTWETERING	7
3.1	Personendichtheden	8
4	RESULTATEN KWANTITATIEVE RISICOANALYSE	9
4.1	Plaatsgebonden Risico	9
4.2	Groepsrisico	9
5	CONCLUSIES	12
5.1	Plaatsgebonden risico	12
5.2	Groepsrisico	12
6	REFERENTIES	13
7	COLOFON	14

**BIJLAGEN**

1. Bevolkingsgegevens
2. Toelichting modellering

## 1 SAMENVATTING

In dit onderzoek zijn het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico met betrekking tot externe veiligheid vastgesteld voor het LPG tankstation aan de Cartesiusweg 140 te Utrecht.

De aanleiding voor deze risicoanalyse is een nieuw (conserverend) bestemmingsplan (Lageweide).

De berekeningen betreffen de vergunde situatie van het LPG tankstation met een doorzet van 1000 m<sup>3</sup>/jaar. In de berekeningen zijn verschillende alternatieven beoordeeld, waaronder het instellen van venstertijden.

### 1.1 Werkwijze

In dit onderzoek zijn de risico's gekwantificeerd ten gevolge van de ongevallen gerelateerd aan het vrijkomen van LPG. Bij de berekening van deze risico's is gebruik gemaakt van de methodiek beschreven in de "Handleiding Risicoberekeningen BEVI [1]. Daarnaast is gebruik gemaakt van het document "QRA berekeningen LPG-tankstations (RIVM, 20 december 2007). In overeenstemming met dit document is (als één van de alternatieven) rekening gehouden met de maatregelen die de LPG branche heeft afgesproken om de risico's te reduceren.

De toetsing van de resultaten heeft plaatsgevonden aan de hand van het Besluit externe veiligheid voor inrichtingen (BEVI) en de ministeriële Regeling externe veiligheid inrichtingen (REVI; februari 2009). In dit besluit zijn normen opgenomen voor de toetsing van het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR). Daar waar knelpunten aanwezig zijn, zijn oplossingsrichtingen aangedragen.

### 1.2 Toetsing

#### *Plaatsgebonden Risico*

Binnen de 10<sup>-6</sup>/jaar contour zoals vastgelegd in de REVI zijn geen kwetsbare objecten aanwezig maar wel een beperkt kwetsbaar object (autowasstraat).

#### *Groepsrisico*

De oriëntatiewaarde voor het Groepsrisico wordt door het LPG tankstation niet overschreden.

### 1.3 Conclusie

De situatie rond het LPG tankstations voldoet aan de grenswaarden voor het Plaatsgebonden Risico. In de situatie waarbij geen branchemaatregelen zijn getroffen wordt niet voldaan aan de richtwaarde voor het GroepsRisico zoals opgenomen in het BEVI.

## 2 BELEID MET BETREKKING TOT EXTERNE VEILIGHEID

Op 27 oktober 2004 is het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) van kracht worden. Gelijkijdig met het Besluit is een Ministeriële Regeling gepubliceerd met daarin opgenomen onder andere tabellen met veiligheidsafstanden, rekenvoorschriften etc. De laatste wijziging van BEVI en REVI vond plaats op 13 februari 2009.

In de onderstaande paragrafen wordt een korte samenvatting gegeven van het BEVI met betrekking tot nieuwe ontwikkelingen.

### 2.1 Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

Bij de normstelling in BEVI wordt onderscheid gemaakt tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare bestemmingen. Kwetsbare objecten zijn objecten die of vanwege hun functie of vanwege de aanwezigheid van veel personen beschermd moeten worden. Beperkt kwetsbare objecten zijn objecten die vanwege de aard ervan iets minder bescherming nodig hebben dan kwetsbare objecten. Voor beide categorieën inrichtingen geldt dat het bevoegd gezag gemotiveerd objecten aan de lijst mag toevoegen. Objecten die niet onder een van beide categorieën kunnen worden ingedeeld, worden vanuit het oogpunt van externe veiligheid niet als kwetsbaar beschouwd. De normen uit BEVI zijn op dergelijke objecten niet van toepassing. Te denken valt bijvoorbeeld aan een provinciale weg.

Kwetsbare objecten	Beperkt kwetsbare objecten
Woningen	Verspreid liggende woningen (2/ha)
Ziekenhuizen, bejaarden- en verpleeghuizen e.d.	Dienst- en bedrijfswoningen
Scholen en dagopvang minderjarigen	Kantoorgebouwen ( < 1500 m <sup>2</sup> )
Kantoorgebouwen en hotels ( > 1500 m <sup>2</sup> )	Hotels en restaurants ( < 1500 m <sup>2</sup> )
Winkelcentra ( > 1000 m <sup>2</sup> > 5 winkels )	Winkels
Winkel met supermarkt ( > 2000 m <sup>2</sup> )	Sport- , kampeer- en recreatieterreinen (<50 personen)
Kampeerv- en verblijfsrecreatieterrein ( > 50 pers. )	Bedrijfsgebouwen
Andere gebouwen met veel personen	Equivalenten objecten
	Objecten met hoge infrastructurele waarde

**Let op:** hoewel bedrijfsgebouwen als beperkt kwetsbare objecten worden aangemerkt, worden bedrijfsgebouwen van inrichtingen die onder het BEVI vallen niet als beperkt kwetsbaar object aangemerkt bij de toepassing van de normen voor het plaatsgebonden risico.

Het risicobeleid is gestoeld op twee risicomaten:

- Plaatsgebonden risico (PR): Dit is het risico op een specifieke locatie. Door middel van iso-risicocontouren, waarbij punten met gelijk risico worden verbonden tot een contour, worden deze risico's op een kaart inzichtelijk gemaakt.
- Groepsrisico (GR): Aan de hand van de personendichtheid in het invloedsgebied van een inrichting kan de kans op een incident met meerdere doden inzichtelijk worden gemaakt. Hiervoor wordt de zogeheten fN-curve berekend waarin de kans op het aantal dodelijke slachtoffers wordt uitgezet tegen het aantal doden.

## 2.2 Plaatsgebonden Risico

Er wordt onderscheid gemaakt in verschillende typen situaties met betrekking tot het tijdstip van inwerkingtreding van het BEVI. Voor het LPG-tankstation geldt dat er sprake is van een bestaande situatie voor de WM vergunning en een bestaande situatie voor de Ruimtelijke Ordening.

Voor de bestaande situatie geldt de volgende normering (opgesplitst naar beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten):

### **Kwetsbare objecten:**

- PR hoger dan  $10^{-5}$  per jaar: Niet toegestaan.
- PR tussen  $10^{-5}$  en  $10^{-6}$  per jaar: Niet toegestaan (deze toetsing geldt vanaf januari 2010)
- PR lager dan  $10^{-6}$  per jaar: Toegestaan

### **Beperkt kwetsbare objecten:**

- PR hoger dan  $10^{-5}$  per jaar: In principe niet toegestaan, maar kan door de overheid gemotiveerd worden toegelaten.
- PR tussen  $10^{-5}$  en  $10^{-6}$  per jaar: In principe niet toegestaan, maar kan door de overheid gemotiveerd worden toegelaten.
- PR lager dan  $10^{-6}$  per jaar: Toegestaan

## 2.3 Groepsrisico

Het Groepsrisico kent geen strikte normering. Er geldt wel een oriëntatiewaarde, die recht doet aan risicoaversie (hoe groter de ramp, hoe lager het acceptabele risico).

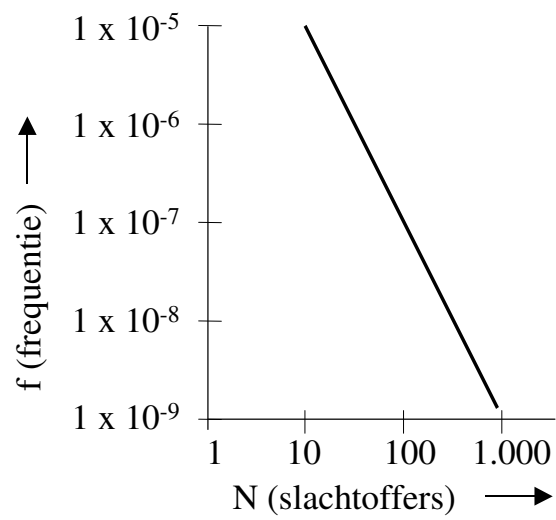
De oriëntatiewaarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico. Om het groepsrisico te beoordelen moet het bevoegd gezag daarnaast aangeven hoe:

- groot de personendichtheid in het invloedsgebied van de inrichting is (begrensd door 1% letaliteit) en hoe deze eventueel wijzigt in de toekomst;
- mogelijke maatregelen die van invloed zijn op het groepsrisico en op welke wijze deze zijn meegenomen in het onderzoek;
- rekening is gehouden met aspecten als rampenbestrijding, zelfredzaamheid van personen in het invloedsgebied en beheersbaarheid van de ramp bij een eventuele calamiteit.

Dit is de zogenaamde verantwoording van het groepsrisico conform de Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico.

Als de oriëntatiewaarde wordt overschreden, kan toch een vergunning worden verleend. In alle gevallen moet door het bevoegd gezag invulling worden gegeven aan de verantwoordingsplicht.

In onderstaand figuur is de oriëntatiewaarde weergegeven.



**Figuur 1: Oriëntatiewaarde voor het Groepsrisico volgens BEVI.**

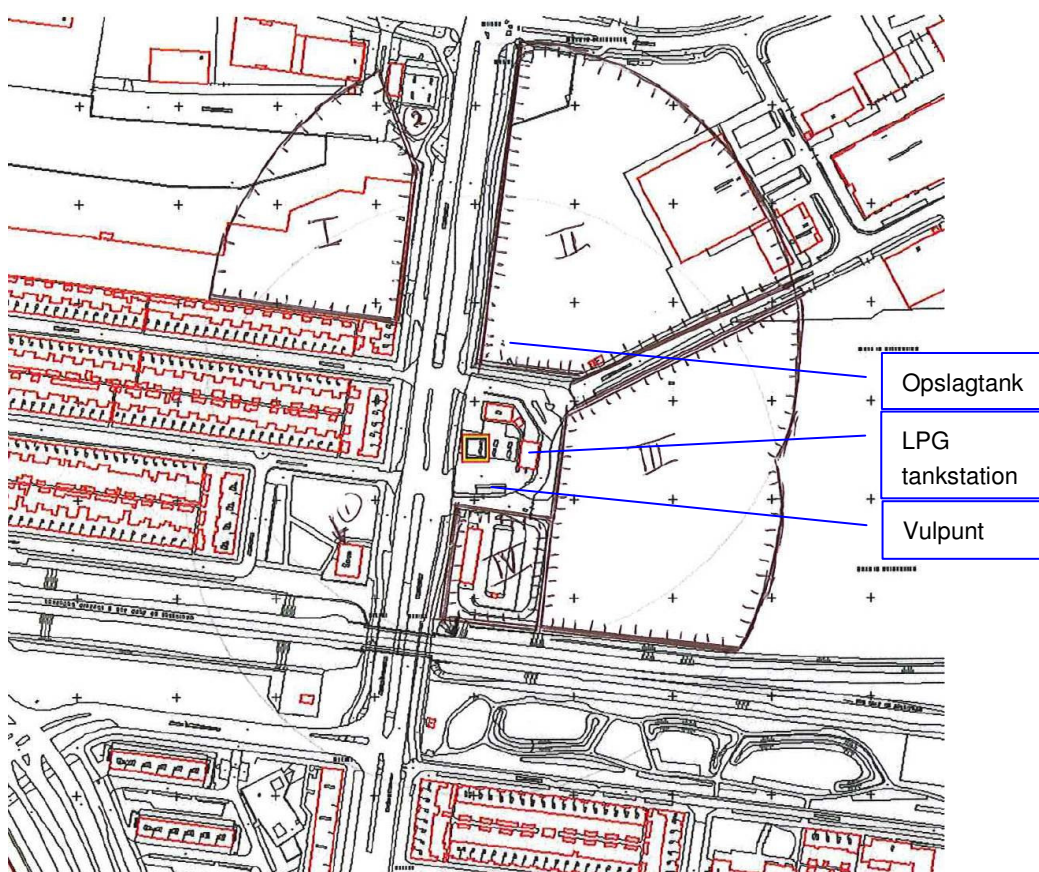
### 3 INZICHT IN DE RISICO'S VAN LPG-TANKSTATION PROOSTWETERING

Het tankstation is gelegen aan de Cartesiusweg 140 en is omgeven door bedrijven, een rangeerterrein en woningen. Tevens is een Buurthuis aanwezig.

Voor dit tankstation is een kwantitatieve risicoanalyse uitgevoerd om het groepsrisico te bepalen. Aanleiding voor de risicoanalyse is een nieuw (conserverend) bestemmingsplan (Lageweide). Het doel van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in het groepsrisico van het LPG tankstation en toetsing aan het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI). Het onderzoek betreft de bestaande en de te bestemmen situatie. Hierbij zijn de effecten bestudeerd van venstertijden en de invloed van de door de branche afgesproken maatregelen (hitteschild).

De locatie van het tankstation is weergegeven in figuur 2. Het vulpunt ligt ten zuiden van het station op het eigen terrein (tussen twee vluchtheuvels). De ondergrondse LPG-opslagtank (40 m<sup>3</sup>) ligt ten noorden van het station, op eigen terrein.

De LPG-doorzet van het tankstation is maximaal 1.000 m<sup>3</sup> per jaar. Voor de analyses is uitgegaan van deze maximum doorzet.



**Figuur 2** Ligging van het LPG tankstation

De afstand tot aan de grens van het invloedsgebied van het tankstation waarbinnen verantwoording van het Groepsrisico plaats moet vinden volgens de Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen (REVI) is



vastgesteld op 150 meter vanaf zowel het vulpunt als de opslagtank. Binnen dit invloedsgebied bevinden zich diverse (beperkt) kwetsbare objecten.

Voor deze analyse zijn personendichtheden bepaald in een straal van 150 meter rondom het vulpunt en de opslagtank. Op deze manier is voldaan aan het invloedsgebied zoals dat in REVI is vastgelegd.

### **3.1 Personendichtheden**

De bevolkingsgegevens zijn weergegeven in bijlage 1.

## 4 RESULTATEN KWANTITATIEVE RISICOANALYSE

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de kwantitatieve risicoanalyses (QRA) beschreven. Deze resultaten betreffen de groepsrisicocurves voor de vergunde situatie aan de Cartesiusweg 140. Het plaatsgebonden risico is bepaald aan de hand van de Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen (REVI). Het groepsrisico ten gevolge van het LPG-tankstation is berekend met SAFETI.NL [2].

### 4.1 Plaatsgebonden Risico

Het LPG tankstation is aan te merken als categoriale inrichtingen zoals bedoeld in artikel 4, vijfde lid onder a van het BEVI. Op grond van het BEVI moet in deze situatie voor het vaststellen van het plaatsgebonden risico gebruik worden gemaakt van de afstandstabellen opgenomen in het REVI. Het PR mag niet worden bepaald met behulp van een QRA. In deze regeling zijn de in tabel 1 opgenomen vaste afstanden voor het PR  $10^{-6}$  per jaar vastgelegd.

**Tabel 1 Afstand in meters tot al dan niet geprojecteerde (beperkt) kwetsbare objecten waarbij wordt voldaan aan de grenswaarde dan wel richtwaarde van PR  $10^{-6}$  per jaar**

Type inrichting	Afstand (m) vanaf het vulpunt	Afstand (m) vanaf het ondergronds reservoir	Afstand (m) vanaf de afleverzuil
LPG tankstation met een doorzet tot 1.000 m <sup>3</sup> / jaar zonder maatregelen van de branche	45	25	15
LPG tankstation met een doorzet tot 1.000 m <sup>3</sup> / jaar met maatregelen van de branche	35	25	15

Het dichtstbijzijnde kwetsbare object zijn de huizen (circa 50 meter vanaf zowel vulpunt als opslagtank). Het dichtstbijzijnde beperkt kwetsbare object is een autowasstraat (niet horend tot het LPG station) op ca. 20 meter vanaf het vulpunt. De overige (geprojecteerde) beperkt kwetsbare objecten liggen allen buiten de 10-6 contour.

### 4.2 Groepsrisico

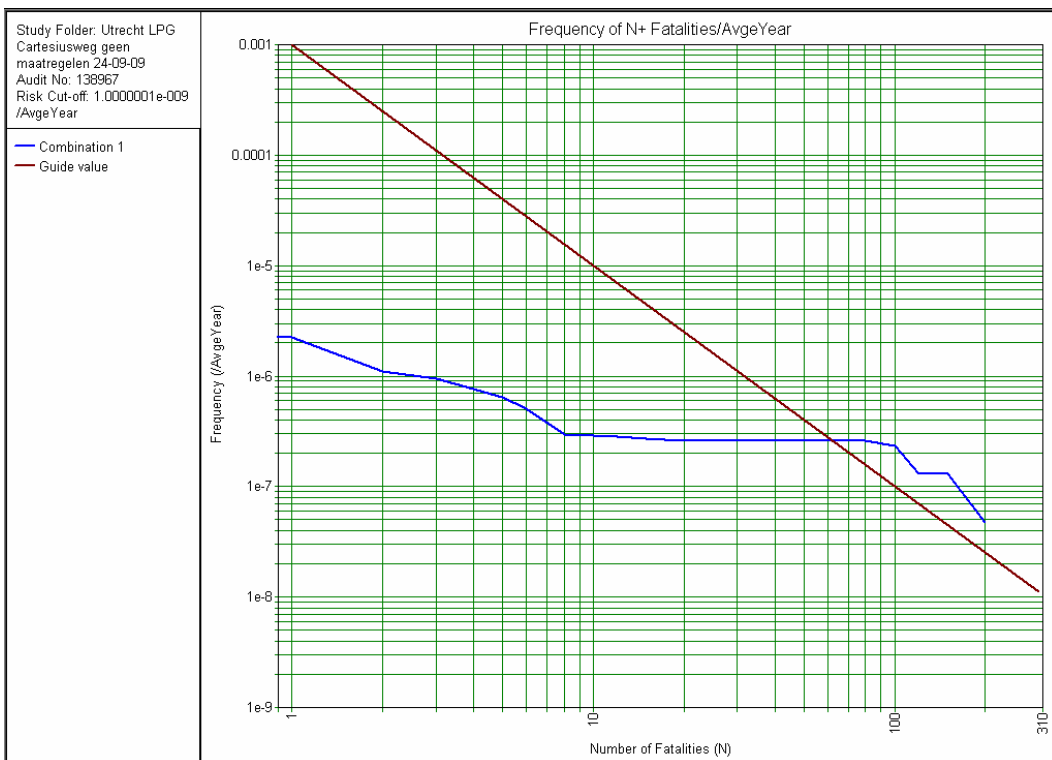
Het Groepsrisico is berekend voor alle maatgevende scenario's gerelateerd aan de LPG installatie. De uitgangspunten voor de modellering van de QRA zijn weergegeven in bijlage 2.

Er zijn vier situaties doorgerekend. Met en zonder maatregelen van de branche en met en zonder venstertijden.

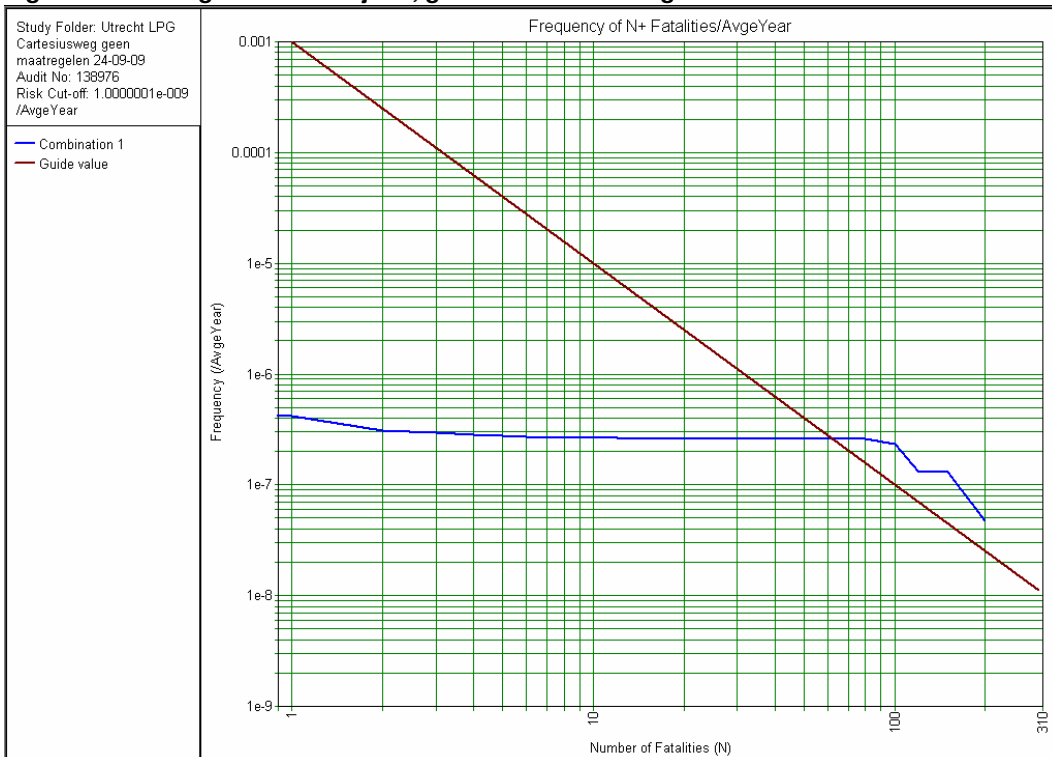
In onderstaande figuren zijn de fN-curves voor de verschillende situaties weergegeven

- Figuur 3 geen venstertijden; geen branchemaatregelen
- Figuur 4 alleen lossen in de avond/nacht; geen branchemaatregelen
- Figuur 5 geen venstertijden; wel branchemaatregelen
- Figuur 6 alleen lossen in de avond/nacht; wel branchemaatregelen

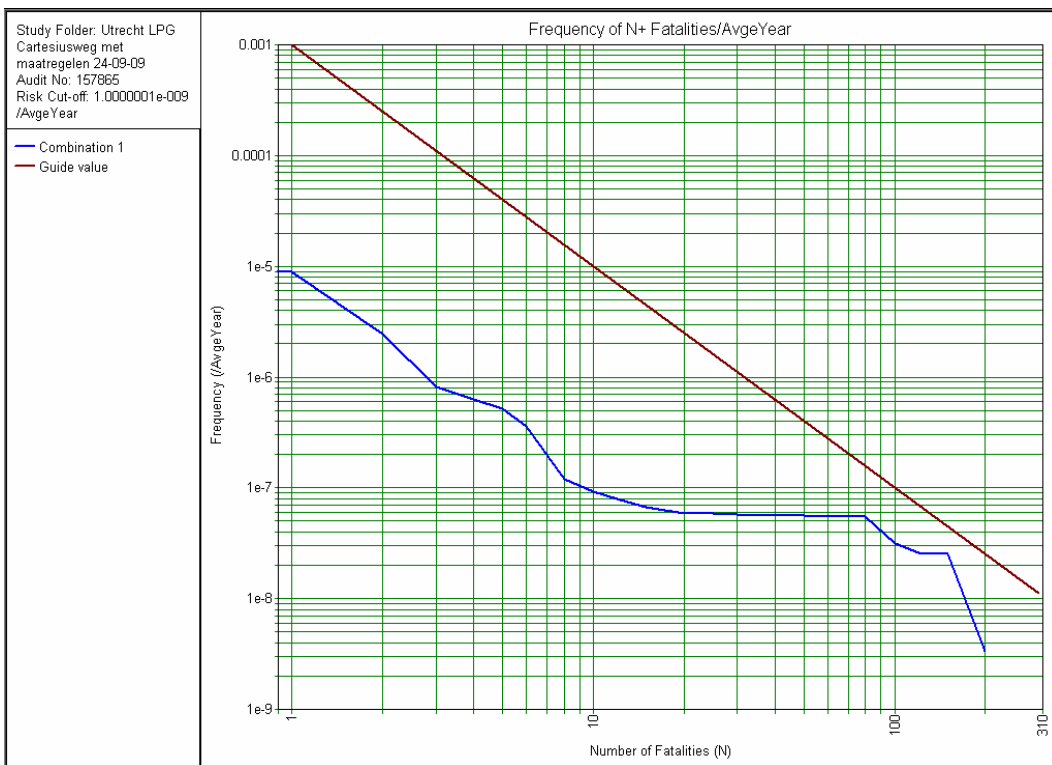
De oriënterende waarde wordt overschreden in beide situaties zonder de branchemaatregelen.



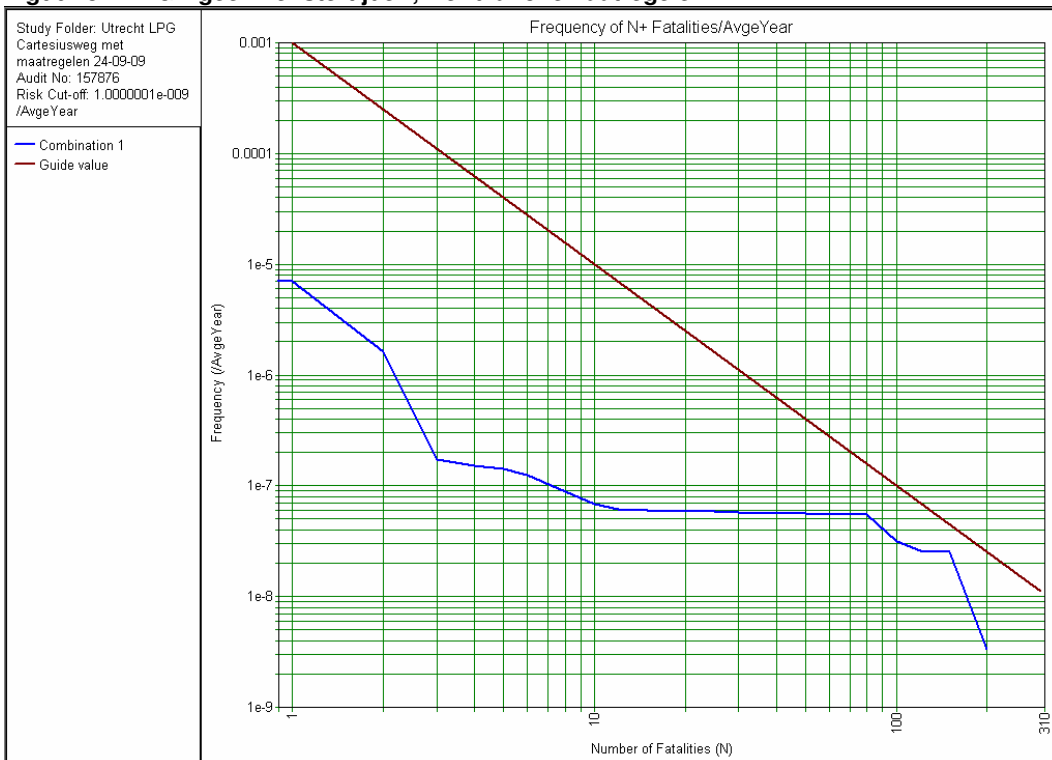
**Figuur 3 GR geen venstertijden; geen branchemaatregelen**



**Figuur 4 GR alleen lossen in de avond/nacht; geen branchemaatregelen**



**Figuur 5 GR geen venstertijden; wel branchemaatregelen**



**Figuur 6 GR alleen lossen in de avond/nacht; wel branchemaatregelen**

## **5 CONCLUSIES**

### **5.1 Plaatsgebonden risico**

De grenswaarde voor kwetsbare objecten wordt niet overschreden, de richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten wordt wel overschreden. Voor eventueel nieuw te bouwen kwetsbare objecten moet aan de grenswaarde van het PR worden voldaan. Zo veel mogelijk moet ook aan de richtwaarde voor het PR voor beperkt kwetsbare objecten worden voldaan.

### **5.2 Groepsrisico**

De oriëntatiewaarde wordt overschreden in beide situaties zonder branchemaatregelen.

Voor de situatie van het bestemmingsplan moet het groepsrisico worden verantwoord. Gezien de specifieke situatie van bedrijven, woningen en buurthuis in de nabijheid van het LPG station zijn aspecten als zelfredzaamheid en rampbestrijding enerzijds en logistiek van de bedrijfsvoering (tijdstippen laden en lossen) hierbij aandachtspunten.

## 6 REFERENTIES

- [1] Handleiding Risicoberekeningen BEVI, versie 3.2, 1 juli 2009.
- [2] SAFETI.NL, risicoberekeningsprogramma versie 6.54, 1 juli 2009, RIVM.
- [3] PGS 1, Methoden voor het bepalen van mogelijke schade.
- [4] QRA berekening LPG-tankstation; RIVM; 20 december 2007.

## 7 COLOFON

---

Opdrachtgever	: Gemeente Utrecht
Project	: QRA LPG station
Dossier	: C8072-01.001
Omvang rapport	: 14 pagina's
Auteur	: Fred Kemper
Projectleider	: Fred Kemper
Projectmanager	: Johan van Middelaar
Datum	: 20 oktober 2009
Naam/Paraaf	:

---

**DHV B.V.**

*Laan 1914 nr. 35*

*3818 EX Amersfoort*

*Postbus 1132*

*3800 BC Amersfoort*

*T (033) 468 20 00*

*F (033) 468 28 01*

*E [info@dhv.nl](mailto:info@dhv.nl)*

*[www.dhv.nl](http://www.dhv.nl)*



## BIJLAGE 1      Bevolkingsgegevens

Voor de kwantitatieve risicoanalyse is gebruik gemaakt van personendichtheden aangeleverd door de gemeente Utrecht. Voor de aanwezige objecten is het aantal aanwezige personen en de aanwezigheidsuren per object door de gemeente aangegeven. Alle objecten binnen 150 meter vanaf het vulpunt en vanaf de opslagtank zijn geïnventariseerd.

Object	Aanwezige personen	Aanwezigheid
I Bestemming bedrijven	80 personen per ha	Kantoortijden
II Bestemming bedrijven	80 personen per ha	Kantoortijden
III Bestemming opstelsporen treinen	1-5 personen per ha	Onregelmatig
IV Bestemming bedrijven	80 personen per ha	Kantoortijden
1. Buurthuis De Boeg	50	Onregelmatig
2. Esso tankstation	7	6.00 - 22.00
Woningen	1,2 2,4	Overdag 's nachts

## BIJLAGE 2 Toelichting modellering QRA

### Algemeen

Bij een LPG tankstation kan op drie locaties als gevolg van een calamiteit LPG vrijkomen en leiden tot een extern risico:

- Bij het vulpunt (LPG tankwagens)
- Bij de opslagtank
- Bij de leidingen tussen het vulpunt, de opslagtank en het afleverpunt

Verschillende scenario's kunnen de uitstroming van LPG veroorzaken. Deze scenario's worden ook wel LOC's (LOC = Loss of Containment) genoemd. In de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [1] zijn overzichten van deze LOC's met de bijbehorende frequenties opgenomen. Tevens is gebruik gemaakt van het document "QRA berekening LPG-tankstation" [4].

De risico analyse is uitgevoerd met het programma SAFETI.NL [2]

LPG is gemodelleerd met de stofgegevens van Propan.

### Scenario's in de QRA voor tankwagens

#### *LOC's voor tankwagens in een inrichting*

In de onderstaande tabel zijn de beschouwde LOC's en de bijbehorende frequenties van een LPG tankwagen weergegeven.

	Scenario	frequentie
<b>G.1</b>	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	$5 \times 10^{-7}$ / jaar
<b>G.2</b>	Continue uitstroming uit de grootste aansluiting (in de vloeistoffase)	$5 \times 10^{-7}$ / jaar
<b>L.1</b>	Volledige breuk van de losslang. (Tweezijdige uitstroming)	$4 \times 10^{-6}$ / uur
<b>L.2</b>	Lekkage van de losslang (10% van de effectieve diameter met maximum van 50 mm)	$4 \times 10^{-5}$ / uur
<b>B.1</b>	BLEVE door ontstoken lekkage van de tankwagen	$5,8 \times 10^{-10}$ / uur
<b>B.2, 3, 4</b>	BLEVE door externe brand	"stappenplan"
<b>B.5, 6, 7</b>	BLEVE door externe beschadiging	"stappenplan"

#### *Aannamen en vervolgsenario's*

- De tankwagen is mogelijk vol, 2/3 vol of 1/3 vol is als deze bij het tankstation arriveert (alleen gebruikt voor de BLEVE scenario's 2 t/m 7).
- Bij een doorzet van  $1000 \text{ m}^3/\text{jaar}$  zijn er 70 afleveringen door de tankwagen.
- De tankwagen is per bezoek 30 minuten aanwezig
- De faaldruk bij een warme BLEVE (door externe brand) bedraagt 24,5 bara (23,5 barg)
- Bij externe beschadiging van de tankwagen wordt de BLEVE berekend als een koude BLEVE (barstdruk bij omgevingstemperatuur).

#### LOC: G.1

Aangenomen is dat de gehele tankwagen openscheurt. De gehele inhoud zal daarom vrijkomen.

#### LOC: L.1 en L.2

In de buurt van de aansluiting van de losslang zijn doorstroombegrenzers<sup>1</sup> aanwezig. Deze afsluiters zullen automatisch sluiten indien het debiet hoger is dan de ingestelde waarde. De kans op falen van dit systeem is gesteld op 12%. Indien het systeem wel werkt (88% kans) zal de uitstroming in 5 seconden worden gestopt. De klep sluit na 5 seconden. Bij scenario L2 zal de doorstroombegrenzer niet geactiveerd worden, omdat het debiet niet boven de grenswaarde komt.

#### LOC: B.2, 3, 4

Hier zijn de (warme) BLEVE scenario's gebruikt zoals weergegeven in het rapport "QRA berekening LPG-stations" [4].

#### LOC: B.5, 6, 7

Hier zijn de (koude) BLEVE scenario's gebruikt zoals weergegeven in "QRA berekening LPG-stations" [4].

#### *Overige modelleringsaspecten*

- De losslang heeft een diameter van 2". De grootste aansluiting op de tankwagen heeft een diameter van 3".
- De tankwagen heeft een volume van 62,5 m<sup>3</sup> en is maximaal tot 85% gevuld.
- De doorzet van het station is gesteld op 1000 m<sup>3</sup> LPG per jaar.
- De tankwagen komt gemiddeld 70 maal per jaar en per keer wordt 14,3 m<sup>3</sup> gelost.
- Als meteogegevens zijn de gegevens uit de CPR 18 voor weerstation Soesterberg gehanteerd.
- Bij aankomst is de tankwagen soms vol, soms voor 2/3 gevuld en soms voor 1/3 gevuld. De BLEVE scenario's (2 t/m 7) zijn over deze vullingsgraden verdeeld.

Dit leidt tot de volgende uitgangspunten voor de LOC-scenario's: (voor gedetailleerde uitleg van de gebruikte factoren in deze tabel wordt verwezen naar het document "QRA berekening LPG-stations" [4].

De kans voor het scenario's B.2, 3, 4 is als volgt tot stand gekomen:

- De afstand tot een LPG afleverzuil is groter dan 17,5 meter
- De afstand tot een benzine afleverzuil is groter dan 5 meter
- De afstand tot de opstelplaats van een benzine tankauto is kleiner dan 25 meter
- De afstand tot een gebouw zonder brandbescherming en hoger dan 5 meter is groter dan 15 meter.
- Hiermee wordt de kans op het scenario S1 bepaald op  $6 \times 10^{-7}$ /jaar

De kans op het scenario B.5, 6, 7 is als volgt tot stand gekomen:

- "Geïsoleerde opstelplaats waarbij een aanrijding van opzij tegen de leidingkast niet aannemelijk wordt geacht (ook niet met lage snelheid)."
- Hiermee wordt de kans op dit scenario bepaald op  $2,5 \times 10^{-9}$ /jaar.

De berekeningen zijn uitgevoerd zowel met als zonder de maatregelen van de branche (hittewerende coating).

---

<sup>1</sup> Bij de scenario's beschreven onder G.1 en G.2 hebben de doorstroombegrenzers geen functie, omdat de calamiteit zich "bovenstreams" van de afsluiters bevindt.

Nr.	Scenario	Basisfrequentie [1/jaar]	factor	Frequentie [jaar]
1.	G.1 (100%)	$5 \times 10^{-7}$	70 x 0,5 / 8760	2,00E-09
2.	G.2 (100%)	$5 \times 10^{-7}$	70 x 0,5 / 8760	2,00E-09
Nr.	Scenario	Basisfrequentie [1/uur]	Bodemafsluiter	Frequentie [jaar]
3.	L.1 breuk doorstroombegrenzer sluit	$4 \times 10^{-6}$	$0,88 \times 0,1 \times 70 \times 0,5^1$	1,23E-05
4.	L.1 breuk doorstroombegrenzer sluit niet	$4 \times 10^{-6}$	$0,12 \times 0,1 \times 70 \times 0,5^1$	1,68E-06
5.	L.2 lek losslang	$4 \times 10^{-5}$	70 x 0,5	1,40E-03
Nr.	Scenario	Basisfrequentie [1/jaar]		Frequentie [jaar] <sup>2)</sup>
6.	B1 BLEVE (100%) door eigen lekkage	$5,8 \times 10^{-10}$	70 x 0,5 x 0,05	1,02E-09
7.	S1 BLEVE (100%) door brand	$6 \times 10^{-7}$	$70/100 \times 0,33 \times 0,19 \times 0,05$	1,33E-09
8.	S1 BLEVE (67%) door brand	$6 \times 10^{-7}$	$70/100 \times 0,33 \times 0,46 \times 0,05$	3,22E-09
9.	S1 BLEVE (33%) door brand	$6 \times 10^{-7}$	$70/100 \times 0,33 \times 0,73 \times 0,05$	5,11E-09
10.	E1 BLEVE (100%) door beschadiging	$2,5 \times 10^{-9}$	$70/100 \times 0,33$	5,83E-10
11.	E1 BLEVE (67%) door beschadiging	$2,5 \times 10^{-9}$	$70/100 \times 0,33$	5,83E-10
12.	E1 BLEVE (33%) door beschadiging	$2,5 \times 10^{-9}$	$70/100 \times 0,33$	5,83E-10

<sup>1)</sup> De breukfrequenties voor de LPG losslangen is een factor 10 lager dan aangegeven in [1].

<sup>2)</sup> De (warme) BLEVE frequenties zijn een factor 20 lager dan aangegeven in [1] in verband met het aanbrengen van een hiteschild voor 2010. (De berekeningen zijn ook uitgevoerd zonder deze maatregel)

### Scenario's in de QRA voor de pomp op de tankwagens

#### LOC's voor pompen in een inrichting

In de onderstaande tabel zijn de beschouwde LOC's en de bijbehorende frequenties voor de pomp op een LPG tankwagens weergegeven.

	Scenario	frequentie
G.1	Breuk van de pomp	$1 \times 10^{-4}$ / jaar
G.2	Lek van de pomp (10 van de grootste aangesloten leiding)	$4,4 \times 10^{-3}$ / jaar

#### Aannamen en vervolgsenario's

- Zie tankwagens.

#### LOC: G.1

In de buurt van de pomp is een doorstroombegrenzer aanwezig. Deze afsluiter zal automatisch sluiten indien het debiet hoger is dan de ingestelde waarde. De kans op falen van dit systeem is gesteld op 6%. Indien het systeem wel werkt (94% kans) zal de uitstroming in 5 seconden worden gestopt. De klep sluit na 5 seconden. Bij scenario G2 zal de doorstroombegrenzer niet geactiveerd worden, omdat het debiet niet boven de grenswaarde komt.

#### Overige modelleringsaspecten

- De grootste aangesloten leiding heeft een diameter van 3".
- Zie verder bij de tankwagens

Dit leidt tot de volgende uitgangspunten voor de LOC-scenario's:

Nr.	Scenario	Basisfrequentie [1/jaar]	factor	Frequentie [jaar]
1.	G.1 breuk doorstroombegrenzer sluit	$1 \times 10^{-4}$	$0,94 \times 70 \times 0,5 / 8760$	3,76E-07
2.	G.1 breuk doorstroombegrenzer sluit niet	$1 \times 10^{-4}$	$0,06 \times 70 \times 0,5 / 8760$	2,40E-08
3.	G.2 lek pomp	$5 \times 10^{-4}$	$70 \times 0,5 / 8760$	1,76E-05

### Scenario's in de QRA voor de ondergrondse opslagtank

*LOC's voor (ondergrondse) tanks in een inrichting*

In de onderstaande tabel zijn de beschouwde LOC's en de bijbehorende frequenties van een ingeterpte LPG tank weergegeven.

	Scenario	frequentie
<b>G.1</b>	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	$5 \times 10^{-7}$ / jaar
<b>G.2</b>	Continue uitstroming van de gehele inhoud in 10 minuten.	$5 \times 10^{-7}$ / jaar
<b>G.3</b>	Continue uitstroming uit een gat ter grootte van de grootste aansluiting in de vloeistoffase.	$1 \times 10^{-5}$ / uur

*Aannamen en vervolgsenario's*

Bij scenario G1 zal geen vuurbal (BLEVE) optreden. Er kan immers geen brand onder de tank ontstaan. De tank heeft een volume van  $40 \text{ m}^3$  en is maximaal 85% gevuld.

Dit leidt tot de volgende uitgangspunten voor de LOC-scenario's:

Nr.	Scenario	Frequentie / jaar
1.	G.1 opslagtank	$5 \times 10^{-7}$
2.	G.2 Opslagtank	$5 \times 10^{-7}$
3.	G.3 Opslagtank	$1 \times 10^{-5}$

### Scenario's in de QRA voor de aan- en afvoerleiding naar de opslagtank

*LOC's voor ondergrondse leidingen in een inrichting*

In de onderstaande tabel zijn de beschouwde LOC's en de bijbehorende frequenties van ondergrondse leidingen weergegeven.

	Scenario	Frequentie
<b>G.1</b>	Breuk van de leiding	$5 \times 10^{-7}$ / m / jaar
<b>G.2</b>	Lek met een effectieve diameter van 10% van de diameter	$1,5 \times 10^{-6}$ / m / jaar

*Aannamen en vervolgsenario's*

De leidingen hebben een diameter van 1,25". De vloeistofleiding (vulpunt naar opslagtank) heeft een lengte van 100 meter. De afleverleiding (opslagtank naar afleverzuil) heeft een lengte van 50 meter.

Dit leidt tot de volgende uitgangspunten voor de LOC-scenario's:

<b>Nr.</b>	<b>Scenario</b>	<b>Frequentie / jaar</b>
4.	G.1 Vloeistofleiding	5,00E-05
5.	G.2 Vloeistofleiding	1,50E-04
6.	G.1 Afleverleiding	2,50E-05
7.	G.2 Afleverleiding	7,50E-05