



Adviesgroep AVIV BV  
Langestraat 11  
7511 HA Enschede

---

## **Groepsrisicoberekening LPG-tankstation Shell De Leeuwenhoek in Zoetermeer**

---

Project : 101864  
Datum : 23 december 2010  
Auteur : ing. A.M. op den Dries  
Review : ir. R. Geerts

---

Opdrachtgever:  
Stadsgewest Haaglanden  
t.a.v. V. Lafeber  
Postbus 12655  
2500 DP Den Haag

## Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Gegevens risicoberekening .....</b>	<b>3</b>
2.1. Inleiding .....	3
2.2. Ongevalscenario's opslagtank .....	3
2.3. Ongevalscenario's tankauto .....	3
2.4. BLEVE-frequentie tankauto .....	4
2.5. Parameters .....	7
2.6. Aanwezigen rond het tankstation .....	8
<b>3. Groepsrisico .....</b>	<b>12</b>
<b>4. Conclusie en discussie .....</b>	<b>17</b>
<b>Referenties .....</b>	<b>18</b>

## 1. Inleiding

Dit rapport toont het groepsrisico veroorzaakt door LPG-tankstation Shell gevestigd aan de Van Leeuwenhoeklaan 2 te Zoetermeer. Voor de berekeningen wordt uitgegaan van een maximale doorzet tot 1500 m<sup>3</sup>/jr. Ook zijn berekeningen gemaakt waarbij de invloed van de hittewerende coating wordt getoond.

Verder zijn er twee bronmaatregelen doorgerekend, te weten het verkleinen van de ondergrondse opslagtank en het verkleinen van de doorzet. Ook zijn deze maatregelen samen doorgerekend.

De gegevens voor de risicoberekening worden samengevat in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 wordt inzicht gegeven in het groepsrisico veroorzaakt door het LPG-tankstation. Hoofdstuk 4 bevat de conclusie.



Vooraanzicht LPG-tankstation Van Leeuwenhoeklaan 2

## 2. Gegevens risicoberekening

### 2.1. Inleiding

Informatie betreffende de ligging van het LPG-tankstation is verkregen van de opdrachtgever. De inrichting heeft een ondergronds opgestelde tank van 40 m<sup>3</sup>. De berekening van het groepsrisico wordt uitgevoerd voor een maximale doorzet tot 1500 m<sup>3</sup>/jr.

Van een LPG-tankstation wordt het groepsrisico bepaald door ongevalsscenario's van de opslagtank en de tankauto aanwezig tijdens de bevoorrading. Andere ongevalsscenario's, bijvoorbeeld het falen van de vloeistofleiding tussen het vulpunt en de tank of tussen de tank en de afleverzuil, leveren een te verwaarlozen bijdrage aan het groepsrisico. De berekening van het risico wordt uitgevoerd volgens de voorschriften opgenomen in de Handleiding risicoberekeningen Bevi (HRB) [3], het stappenplan groepsrisico [4] en een specifiek berekeningsvoorschrift [5]. Het stappenplan en het specifieke berekeningsvoorschrift houden rekening met de invloed van de omgeving op de kans van optreden van een BLEVE (BLEVE-frequentie) van de lossende tankauto. De kansen op ongevallen hebben betrekking op een periode van een jaar. Om die reden is het gebruikelijk te spreken over ongevalsfrequenties.

### 2.2. Ongevalsscenario's opslagtank

De tank heeft een volume van 40 m<sup>3</sup> met een maximale inhoud van 18.4 ton. Dit is gebaseerd op een vullingsgraad van maximaal 90 % van de tankinhoud. De berekening wordt uitgevoerd voor de maximale vullingsgraad. Tabel 1 toont de frequentie (kans) en bronsterkte voor de ongevalsscenario's. De bronsterkte is de hoeveelheid stof die vrijkomt.

Scenario		Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
O.1	Instantaan	5.0 10 <sup>-7</sup>	18.4 ton	Maximale inhoud.
O.2	Continu 10 min	5.0 10 <sup>-7</sup>	30.7 kg/s	Maximale inhoud in 600 s.
O.3	Continu 10 mm	1.0 10 <sup>-5</sup>	1.1 kg/s	Vloeistofuitstroming met uitstroomcoëfficiënt Cd=0.62.
O.4	Vloeistofleiding – breuk	5.0 10 <sup>-6</sup>	2.9 kg/s	Lengte 10 m, diameter 1.25"
O.5	Vloeistofleiding – lekkage	1.5 10 <sup>-5</sup>	0.11 kg/s	Lengte 10 m,
O.6	Afleverleiding – breuk	3.8 10 <sup>-5</sup>	2.9 kg/s	Lengte 75 m, diameter 1.25"
O.7	Afleverleiding – lekkage	1.1 10 <sup>-4</sup>	0.11 kg/s	Lengte 75 m

Tabel 1. Ongevalsscenario's tank

### 2.3. Ongevalsscenario's tankauto

Voor een doorzet van 1500 m<sup>3</sup>/jr zijn er 105 lossingen nodig van elk 30 min. De lostijd per jaar is dan 52.5 uur (0.6% van de tijd). Volgens de HRB moet voor de bevoorrading worden uitgegaan van een tankauto van 60 m<sup>3</sup>. De maximale massa bedraagt 26.7 ton. De tankauto kan bij aankomst op de inrichting voor 100%, 67% of 33% gevuld zijn. Deze

gegevens worden gebruikt om de ongevalsfrequentie van de ongevalscenario's voor de inrichting af te leiden. Voor de ongevalscenario's instantaan falen van de tank en uitstroming uit de grootste aansluiting wordt de initiële ongevalfrequentie vermenigvuldigd met de fractie gedurende het jaar dat de betreffende tankauto aanwezig is binnen de inrichting. Voor volledige breuk van de pomp is rekening gehouden met de beperking van de uitstroomtijd door een doorstroombegrenzer. De kans dat de doorstroombegrenzer niet sluit is 0.06. Voor volledige breuk van de losslang is rekening gehouden met de beperking van de uitstroomtijd door een andere doorstroombegrenzer. De kans dat deze doorstroombegrenzer niet sluit is 0.12.

Tabel 2 toont de ongevalscenario's voor een doorzet van 1500 m<sup>3</sup>/jr.

Scenario		Frequentie [1/jr]	Bron sterkte	Toelichting
T.1	Instantaan falen tank met vulgraad 100%	3.0 10 <sup>-9</sup>	26.7 ton	Maximale inhoud
T.2	Continu grootste aansluiting	3.0 10 <sup>-9</sup>	65.8 kg/s	Vloeistof 3 inch gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
P.1	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit	5.6 10 <sup>-7</sup>	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
P.2	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit niet	3.6 10 <sup>-8</sup>	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 1800 s
P.3	Lekkage pomp	2.6 10 <sup>-5</sup>	0.7 kg/s	Vloeistof 7.6 mm gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
L.1	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit	1.8 10 <sup>-5</sup>	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
L.2	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit niet	2.5 10 <sup>-6</sup>	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 1800 s
L.3	Lekkage losslang	2.1 10 <sup>-3</sup>	0.3 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60

Tabel 2. Ongevalscenario's overslag tankauto doorzet 1500 m<sup>3</sup>/jr

#### 2.4. BLEVE-frequentie tankauto

Voor de frequentie van een BLEVE van een tankauto tijdens bevoorrading wordt de specifieke modellering voor een LPG-tankstation gevolgd [4 en 5]. Drie oorzaken worden onderscheiden, te weten brand van het LPG-systeem, omgevingsbrand en mechanische inslag. De belangrijkste oorzaak, wat betreft de bijdrage aan de ongevals-frequentie van een BLEVE is een omgevingsbrand. De afspraak in het LPG-convenant om een hittewerende coating aan te brengen op de tankauto is mede ingegeven door de mogelijkheid om de gevolgen van een omgevingsbrand beter te kunnen beheersen. De tijd om succesvol handelend te kunnen optreden wordt door de hittewerende coating om de tank aanzienlijk verlengd tot minimaal 75 minuten. In het modelleringsvoorschrift is ook aangegeven dat, mits bepaalde afstanden tot objecten worden aangehouden, de frequentie op een BLEVE door een omgevingsbrand tot wel een factor tien gereduceerd kan worden. Deze afstanden zijn voorgeschreven in het Besluit LPG-tankstations

milieubeheer (maar zijn aangepast in het stappenplan van het RIVM). Een andere belangrijke oorzaak is de mechanische inslag veroorzaakt door een voertuig dat botst met de lossende tankauto.

### Oorzaak brand van het LPG-systeem

Voor een BLEVE veroorzaakt door een brand van het LPG-systeem wordt uitgegaan van een frequentie van  $5.8 \cdot 10^{-10}$  /uur. Aangenomen wordt dat de tankauto maximaal is gevuld en dat de tankauto is voorzien van een hittewerende coating. Er wordt aangenomen dat de BLEVE-frequentie hierdoor wordt verlaagd met een factor twintig [5]. Voor een doorzet van  $1500 \text{ m}^3/\text{jr}$  volgt dan een frequentie van  $1.5 \cdot 10^{-9}$  /jr op dit scenario (aangeduid met B.1). Tabel 3 toont de specifieke BLEVE-frequentie.

Scenario	Basis frequentie [per uur]	Factor	Frequentie BLEVE brand LPG-systeem [/jr]
B.1   BLEVE vulgraad 100%	$5.8 \cdot 10^{-10}$	105 x 0.05	$1.5 \cdot 10^{-9}$

Tabel 3. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet  $1500 \text{ m}^3/\text{jr}$  door brand in het LPG-systeem

### Oorzaak brand in de omgeving

Voor een omgevingsbrand geldt dat de afstand tussen de opstelplaats van de LPG-tankauto en een aantal met name genoemde objecten groter moet zijn dan de minimaal benodigde afstand. Toetsing wordt uitgevoerd voor de benzine- en LPG-afleverzuil, gebouwen en voor de opstelplaats van de benzinetankauto. In het Besluit LPG-tankstations milieubeheer (en daarmee in de milieuvergunning) is opgenomen dat de benzinetankauto niet tegelijkertijd met de LPG-tankauto op het terrein van de inrichting aanwezig mag zijn. Deze oorzaak wordt daarom niet beschouwd in de voorgeschreven rekenmethodiek. Tabel 4 vat de beoordeling samen. De frequentie op een omgevingsbrand voor 100 verladings is dan afgerond  $2 \cdot 10^{-7}$  /jr (zie tabel 2b in [4] of tabel 5 in [5]).

Object omgevingsbrand	Toetsings afstand [m]	Vulpunt binnen deze afstand?
LPG-afleverzuil personenauto's	17.5	Nee
Benzine afleverzuil personenauto's	5	Nee
Opstelplaats benzinetankauto	25	n.v.t.
Gebouwen zonder brandbescherming (hoogte < 5 m)	10	Nee

Tabel 4. Toetsing bijdrage omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie (toetsingsafstand conform stappenplan RIVM)

Tabel 5 toont de specifieke BLEVE frequentie veroorzaakt door een externe brand afhankelijk van de vulgraad. De kans op een BLEVE gegeven een brand is afhankelijk van de vulgraad. Deze kans is 0.19, 0.46 of 0.73 voor een vulgraad van respectievelijk 100%,

67% en 33%. De factor 105/100 in de tabel is vanwege de correctie op het feitelijk aantal lossingen (zie paragraaf 2.3).

Verder wordt ervan uitgegaan dat de tankauto is voorzien van een hittewerende coating. Er wordt aangenomen dat de BLEVE-frequentie hierdoor wordt verlaagd met een factor twintig. Deze aanname is opgenomen in de notitie QRA berekening LPG-tankstations van het RIVM [5].

Scenario		Basis frequentie [per 100 verladingsen]	Factor	Frequentie BLEVE externe brand [/jr]
B.2	BLEVE vulgraad 100%	$2 \cdot 10^{-7}$	$105/100 \times 0.333 \times 0.19 \times 0.05$	$6.6 \cdot 10^{-10}$
B.3	BLEVE vulgraad 67%	$2 \cdot 10^{-7}$	$105/100 \times 0.333 \times 0.46 \times 0.05$	$1.6 \cdot 10^{-9}$
B.4	BLEVE vulgraad 33%	$2 \cdot 10^{-7}$	$105/100 \times 0.333 \times 0.73 \times 0.05$	$2.6 \cdot 10^{-9}$

Tabel 5. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 1500 m<sup>3</sup>/jr door externe brand

Tabel 6 toont de ongevalsscenario's. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan 24.5 bara.

Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
B.2	BLEVE vulgraad 100%	$6.6 \cdot 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.3	BLEVE vulgraad 67%	$1.6 \cdot 10^{-9}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.4	BLEVE vulgraad 33%	$2.6 \cdot 10^{-9}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 6. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet 1500 m<sup>3</sup>/jr door externe brand

### Oorzaak aanrijding (mechanische impact)

Een BLEVE van de tankauto kan ook plaatsvinden door externe impact (aanrijdingen). De frequentie is afhankelijk van het type opstelplaats en de snelheidslimiet van passerende (vracht)wagens [4]. Voor dit tankstation wordt uitgegaan van de (frequentie)waarde voor een geïsoleerde opstelplaats. Tabel 7 toont de specifieke BLEVE frequentie. Tabel 8 toont de vrijkomende massa (bronsterkte) met de frequentie die in tabel 7 is gegeven. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan de evenwichtsdruk bij omgevings-temperatuur.

Scenario		Basis frequentie [per 100 verladingsen]	Factor	Frequentie [/jr]
B.5	BLEVE vulgraad 100%	$2.9 \cdot 10^{-9}$	$105/100 \times 0.333$	$8.7 \cdot 10^{-10}$
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$2.9 \cdot 10^{-9}$	$105/100 \times 0.333$	$8.7 \cdot 10^{-10}$
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$2.9 \cdot 10^{-9}$	$105/100 \times 0.333$	$8.7 \cdot 10^{-10}$

Tabel 7. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 1500 m<sup>3</sup>/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

Scenario		Frequentie [Jr]	Bron sterkte	Toelichting
B.5	BLEVE vulgraad 100%	$8.7 \cdot 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$8.7 \cdot 10^{-10}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$8.7 \cdot 10^{-10}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 8. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet  $1500 \text{ m}^3/\text{jr}$  door mechanische inslag (aanrijdingen)

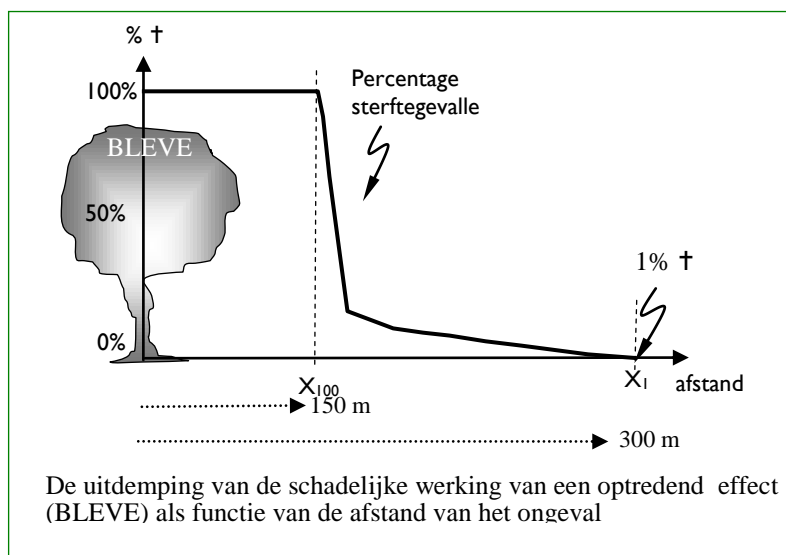
## 2.5. Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 6.54 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Ypenburg worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. De ruweheidslengte is 0.3 m. De weersklasse is van belang voor het scenario waarbij de vrijkomende massa niet direct wordt ontstoken. De gaswolk drijft af in de heersende windrichting en verdunt zich tot dat hij wordt ontstoken.



## 2.6. Aanwezigen rond het tankstation

Voor de schatting van het aantal dodelijke slachtoffers van een BLEVE geldt dat binnen het invloedsgebied van 150 meter (gebaseerd op de 35 kW/m<sup>2</sup> contour) iedereen zal overlijden, ongeacht beschermende factoren zoals kleding of het verblijf in een gebouw<sup>1</sup>. Buiten deze contour geldt dat alleen personen overlijden door de warmtestraling die zich buitenshuis bevinden, waarbij tevens conform PGS 3 het beschermende effect van de kleding (een reductiefactor voor de kans op overlijden van 0.14) nog mee dient te worden genomen. De bijdrage aan het totaal aantal dodelijke slachtoffers buiten de 35 kW/m<sup>2</sup> contour blijkt daarom te verwaarlozen. In het Revi wordt als invloedsgebied voor het groepsrisico een cirkelvormig gebied met een straal van 150 m voorgeschreven. Deze afstand is toereikend om het groepsrisico adequaat te bepalen door alle personen hierbinnen in beschouwing te nemen (Bevi art. 1 lid 1 onderdeel k). Hieronder is de invloed van de warmtestraling op het percentage doden dat zal vallen als functie van de afstand gestileerd weergegeven. Het “omslagpunt” ligt op 150 meter waar de warmtestraling is afgenomen tot 35 kW/m<sup>2</sup>.



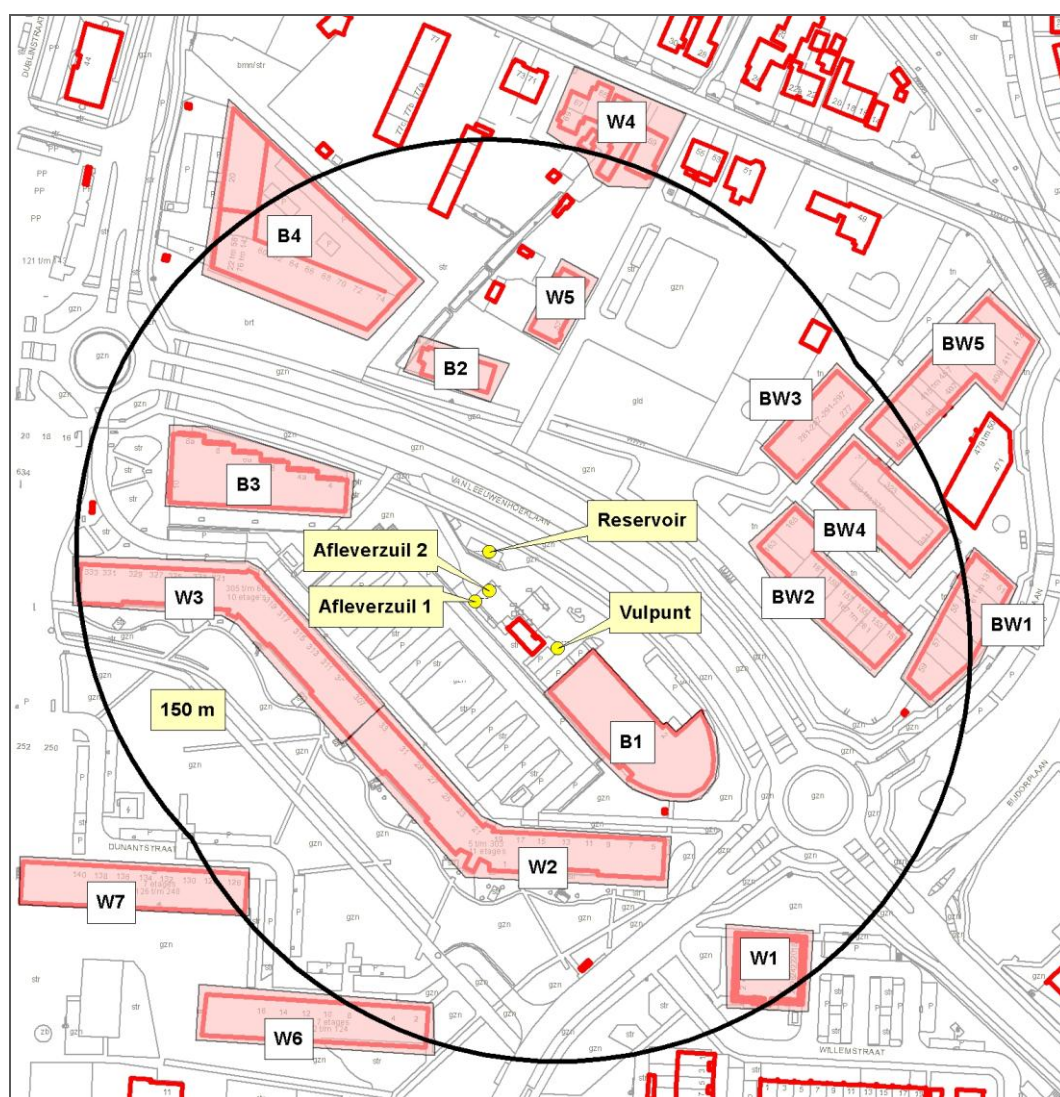
Voor deze berekening is de aanwezigheid van personen geïnventariseerd tot een afstand van circa 150 m rond het vulpunt en de tank. De maximale effectafstand voor 1% letaliteit bij onbeschermd blootstelling is weliswaar circa 300 m, maar personen aanwezig op grotere afstand dan 150 m blijken, zoals opgemerkt, een te verwaarlozen bijdrage aan het groepsrisico te hebben.

Figuur 1 toont de omgeving van het LPG-tankstation. De figuur toont tevens de ligging van de gebieden die voor de berekening van het groepsrisico zijn gemodelleerd. Deze gebieden zijn roze gemarkeerd. De gegevens voor de aanwezigheid van personen zijn samengevat in tabel 9 t/m 12. Er is onderscheid gemaakt tussen dag (8:00-18:30 uur), avond (18:30 tot 23:30 uur) en nacht (23:30 tot 8:00 uur).

<sup>1</sup> De afstand van 150 meter is gebaseerd op een BLEVE door brand van een *maximaal toelaatbaar gevulde* tankauto. Voor minder gevulde tankauto's die lossen zal niet iedereen komen te overlijden binnen de straal van 150 meter [6]

De aanwezigheid van het aantal werkende personen is verstrekt door de gemeente. Het aantal woningen is gebaseerd op de topografische ondergrond. Voor (bedrijfs)woningen wordt uitgegaan van een gemiddelde aanwezigheid van 2.4 personen per woning. Er zijn verder de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bewoners zijn op werkdagen overdag voor 50% aanwezig; buiten deze periode voor 100%.
- Voor kantoren, winkels en bedrijfsverzamelgebouwen wordt uitgegaan van een aanwezigheid van één persoon per 30 m<sup>3</sup> op werkdagen overdag. Buiten deze periode 0%.
- Voor autobedrijf Van der Burg wordt verondersteld dat hier 10 personen aanwezig zijn op werkdagen overdag. Op zaterdag overdag is alleen de showroom geopend. Er wordt aangenomen dat hier 5 personen aanwezig zijn op werkdagen overdag.
- Voor autobedrijf Low Budgetcars wordt verondersteld dat hier 5 personen aanwezig zijn op werkdagen en zaterdag overdag.
- Er bevinden zich geen personen in de gebouwen die niet zijn gemarkeerd.



Figuur 1. Omgeving LPG-tankstation

Label	Adres	Gegevens
W1	Willemstraat 2 t/m 176	88 woningen
W2	Dunantstraat 5 t/m 303	150 woningen
W3	Dunantstraat 305 t/m 603	150 woningen
W4	Vlamingstraat 59 t/m 69	6 woningen
W5	Vlamingstraat 57	1 woning
W6	Dunantstraat 2 t/m 124	62 woningen
W7	Dunantstraat 126 t/m 248	62 woningen
B1	Van Leeuwenhoeklaan 2	Autoverkoop en reparatie Van der Burg met 10 personen aanwezig op werkdagen overdag en 5 personen op zaterdag overdag
B2	Van Leeuwenhoeklaan 5	Autoverkoop Low Budgetcars met 5 personen aanwezig op werkdagen en zaterdag overdag
B3	Van Leeuwenhoeklaan 4 t/m 8a	Bedrijfsverzamelgebouw, 1655 m3 groot, één verdieping. Aangenomen wordt dat hier 55 personen aanwezig zijn op werkdagen overdag
B4	Van Leeuwenhoeklaan 20 t/m 142	Bedrijfsverzamelgebouw, 3500 m3 groot, zes verdiepingen. Aangenomen wordt dat hier 700 personen aanwezig zijn op werkdagen overdag
BW1	Bijdorplan 51 t/m 131	Kantoren en/of winkels, 1100 m3 groot. Aangenomen wordt dat hier 36.6 personen aanwezig zijn op werkdagen overdag. Inclusief 36 woningen
BW2	Bijdorplan 151 t/m 261	Kantoren en/of winkels, 1470 m3 groot. Aangenomen wordt dat hier 49 personen aanwezig zijn op werkdagen overdag. Inclusief 48 woningen
BW3	Bijdorplan 271 t/m 297	Vijf woongroepen voor demente bejaarden met ruimte voor 31 bejaarden. Aangenomen wordt dat hier (permanent) 10 medewerkers aanwezig zijn.
BW4	Bijdorplan 321 t/m 379	Kantoren en/of winkels, 1200 m3 groot. Aangenomen wordt dat hier 40 personen aanwezig zijn op werkdagen overdag. Inclusief 21 woningen
BW5	Bijdorplan 401 t/m 457	Kantoren en/of winkels, 1650 m3 groot. Aangenomen wordt dat hier 55 personen aanwezig zijn op werkdagen overdag. Inclusief 22 woningen

Tabel 9. Basisgegevens voor schatting personen voor berekening van het groepsrisico

Label	Dag	Avond	Nacht	Adres
W1	105.6	211.2	211.2	Willemstraat 2 t/m 176
W2	180	360	360	Dunantstraat 5 t/m 303
W3	180	360	360	Dunantstraat 305 t/m 603
W4	7.2	14.4	14.4	Vlamingstraat 59 t/m 69
W5	1.2	2.4	2.4	Vlamingstraat 57
W6	74.4	148.8	148.8	Dunantstraat 2 t/m 124
W7	74.4	148.8	148.8	Dunantstraat 126 t/m 248
B1	10	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 2
B2	5	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 5
B3	55	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 4 t/m 8a
B4	700	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 20 t/m 142
BW1	79.8	86.4	86.4	Bijdorplan 51 t/m 131
BW2	106.6	115.2	115.2	Bijdorplan 151 t/m 261
BW3	42	42	42	Bijdorplan 271 t/m 297
BW4	65.2	50.4	50.4	Bijdorplan 321 t/m 379
BW5	81.4	52.8	52.8	Bijdorplan 401 t/m 457

Tabel 10. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico op werkdagen

Label	Dag	Avond	Nacht	Adres
W1	211.2	211.2	211.2	Willemstraat 2 t/m 176
W2	360	360	360	Dunantstraat 5 t/m 303
W3	360	360	360	Dunantstraat 305 t/m 603
W4	14.4	14.4	14.4	Vlamingstraat 59 t/m 69
W5	2.4	2.4	2.4	Vlamingstraat 57
W6	148.8	148.8	148.8	Dunantstraat 2 t/m 124
W7	148.8	148.8	148.8	Dunantstraat 126 t/m 248
B1	5	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 2
B2	5	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 5
B3	0	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 4 t/m 8a
B4	0	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 20 t/m 142
BW1	86.4	86.4	86.4	Bijdorplan 51 t/m 131
BW2	115.2	115.2	115.2	Bijdorplan 151 t/m 261
BW3	42	42	42	Bijdorplan 271 t/m 297
BW4	50.4	50.4	50.4	Bijdorplan 321 t/m 379
BW5	52.8	52.8	52.8	Bijdorplan 401 t/m 457

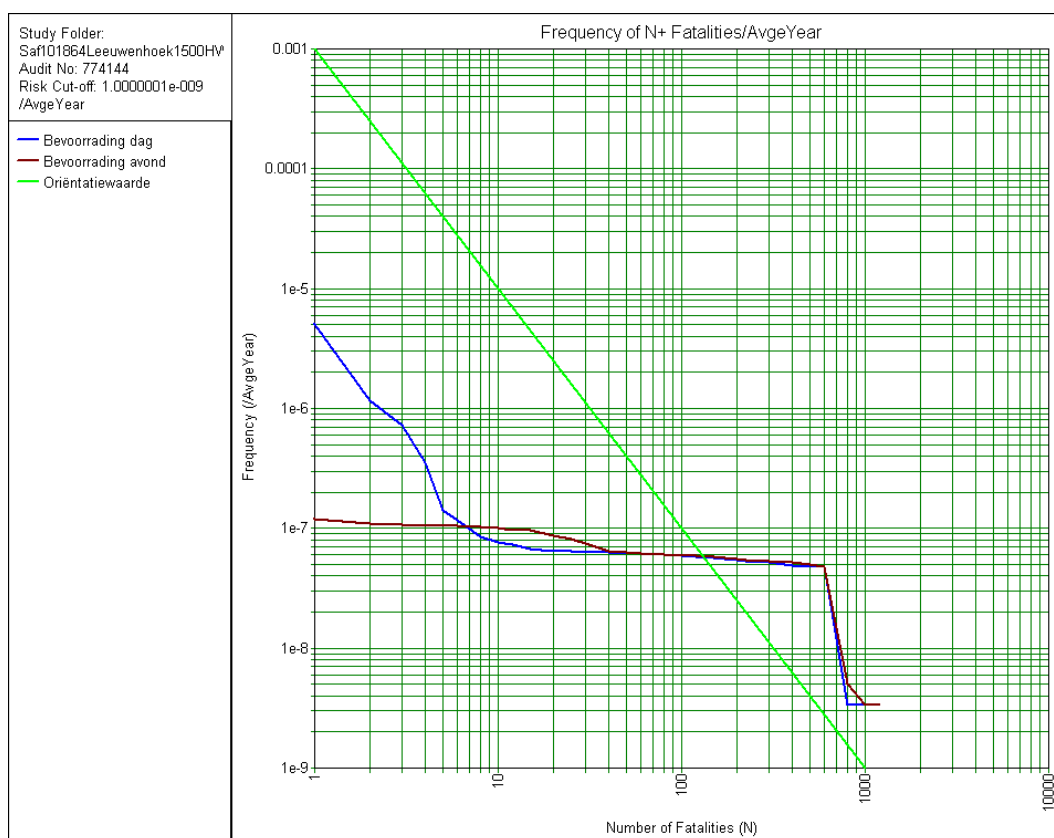
Tabel 11. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico op zaterdag

Label	Dag	Avond	Nacht	Adres
W1	211.2	211.2	211.2	Willemstraat 2 t/m 176
W2	360	360	360	Dunantstraat 5 t/m 303
W3	360	360	360	Dunantstraat 305 t/m 603
W4	14.4	14.4	14.4	Vlamingstraat 59 t/m 69
W5	2.4	2.4	2.4	Vlamingstraat 57
W6	148.8	148.8	148.8	Dunantstraat 2 t/m 124
W7	148.8	148.8	148.8	Dunantstraat 126 t/m 248
B1	0	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 2
B2	0	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 5
B3	0	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 4 t/m 8a
B4	0	0	0	Van Leeuwenhoeklaan 20 t/m 142
BW1	86.4	86.4	86.4	Bijdorplan 51 t/m 131
BW2	115.2	115.2	115.2	Bijdorplan 151 t/m 261
BW3	42	42	42	Bijdorplan 271 t/m 297
BW4	50.4	50.4	50.4	Bijdorplan 321 t/m 379
BW5	52.8	52.8	52.8	Bijdorplan 401 t/m 457

Tabel 12. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico op zondag

### 3. Groepsrisico

Figuur 2 toont het groepsrisico voor een doorzet tot 1500 m<sup>3</sup>/jr. Er is aangenomen dat de tankauto's voor de bevoorrading zijn voorzien van een hittewerende coating. Bij de berekening is onderscheid gemaakt tussen bevoorrading overdag en bevoorrading 's avonds. Bij zowel bevoorrading overdag als bevoorrading 's avonds ligt het groepsrisico boven de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal doden bij bevoorrading overdag is circa 1000 en bij bevoorrading 's avonds circa 1200. De hoogte van het groepsrisico wordt zowel bepaald door het lossen van de tankauto als door de aanwezigheid van de ondergrondse tank.

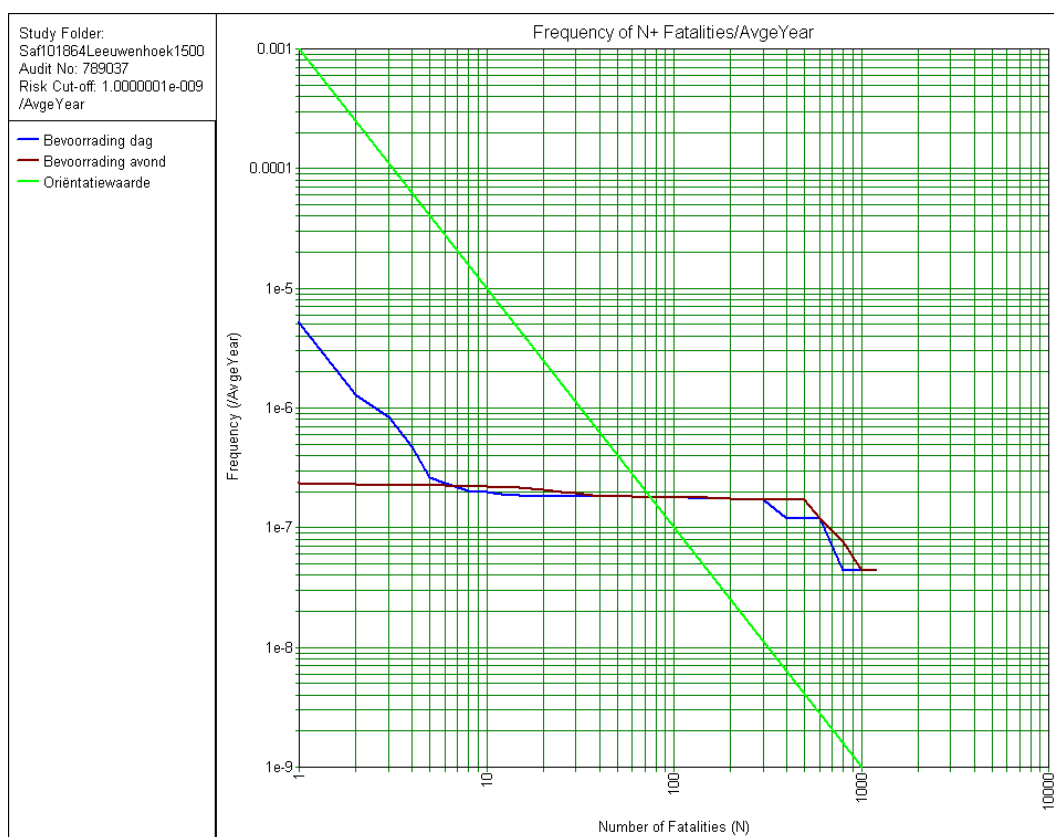


Figuur 2. Groepsrisico voor een doorzet tot 1500 m<sup>3</sup>/jr met tankauto voorzien van hittewerende coating

N.B. Het groepsrisico is gedefinieerd vanaf 10 doden. De curven tussen 1 en 10 doden hebben dus voor de verantwoording groepsrisico geen directe relevantie!

Ter achtergrondinformatie toont figuur 3 het groepsrisico voor een doorzet tot 1500 m<sup>3</sup>/jr, exclusief de hittewerende coating. Deze figuur wordt getoond omdat de hittewerende coating nog niet juridisch waterdicht afdwingbaar is en bevoorrading daarom (theoretisch) nog zou kunnen geschieden door LPG-tankauto's zonder hittewerende coating.

Zowel bij bevoorrading overdag als 's avonds wordt de oriëntatiewaarde overschreden. De hoogte van het groepsrisico wordt hier voornamelijk bepaald door het lossen van de tankauto. Dit in tegenstelling tot de situatie met hittewerende coating, waarbij de ondergrondse opslagtank merkbaar bijdraagt aan het groepsrisico. Het groepsrisico is groter bij bevoorrading 's avonds dan bij bevoorrading overdag. Het maximum aantal doden is circa 1000 bij bevoorrading overdag en circa 1200 bij bevoorrading 's avonds.

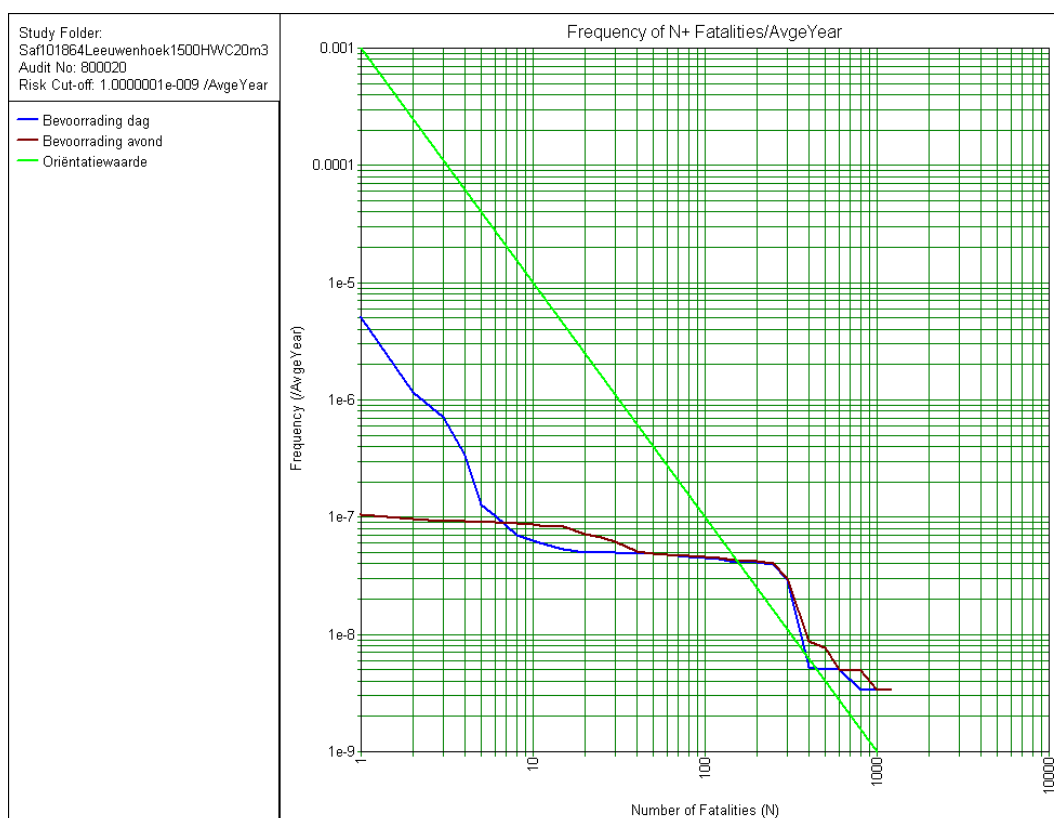


Figuur 3. Groepsrisico voor een doorzet tot 1500 m<sup>3</sup>/jr, zonder hittewerende coating



De hoogte van het groepsrisico in figuur 2 wordt zowel bepaald door het lossen van de tankauto als door de aanwezigheid van de ondergrondse tank. Deze ondergrondse tank is 40 m<sup>3</sup> groot en heeft een 100% letaliteitscontour op ongeveer 140 meter. Binnen deze 140 meter liggen vrij veel grote gebouwen waarbinnen veel mensen aanwezig zijn. Door deze tank te vervangen met een 20 m<sup>3</sup> ondergrondse opslagtank wordt ook de 100% letaliteitscontour verkleind tot ongeveer 105 meter. Binnen deze afstand zijn minder mensen aanwezig, waardoor ook het groepsrisico afneemt. Figuur 4 toont het groepsrisico voor een doorzet tot 1500 m<sup>3</sup>/jr, inclusief de hittewerende coating en een kleinere ondergrondse opslagtank.

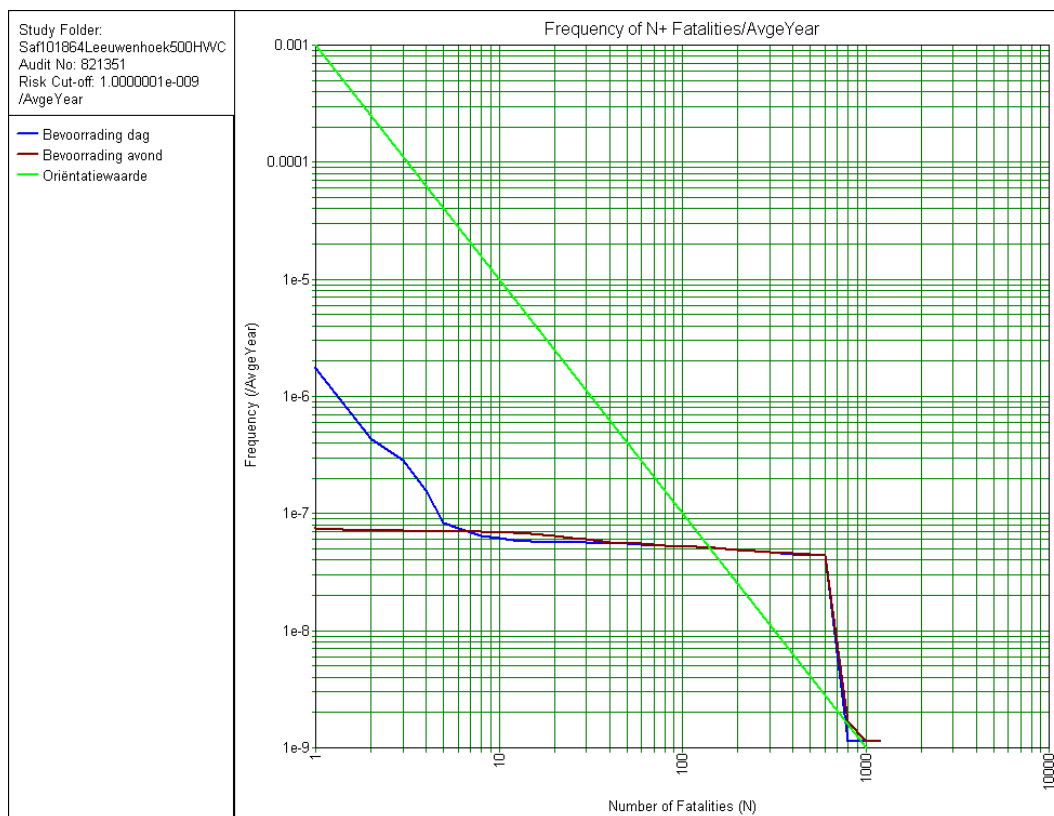
Bij zowel bevoorrading overdag als bevoorrading 's avonds ligt het groepsrisico boven de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal doden bij bevoorrading overdag is circa 1000 en bij bevoorrading 's avonds circa 1200. De hoogte van het groepsrisico wordt zowel bepaald door het lossen van de tankauto als door de aanwezigheid van de ondergrondse tank. In vergelijking met de huidige situatie neemt vooral het aantal slachtoffers af bij een kans van  $4 \cdot 10^{-8}$ .



Figuur 4. Groepsrisico voor een doorzet tot 1500 m<sup>3</sup>/jr met tankauto voorzien van hittewerende coating en 20 m<sup>3</sup> ondergrondse opslagtank

De hoogte van het groepsrisico in figuur 2 wordt ook bepaald door het lossen van de tankauto. Door de doorzet te verminderen tot 500 m<sup>3</sup>/jr neemt de kans op een ongeval met de tankauto af. Hierdoor neemt ook het groepsrisico af. Figuur 5 toont het groepsrisico voor een doorzet tot 500 m<sup>3</sup>/jr, inclusief de hittewerende coating.

Bij zowel bevoorrading overdag als bevoorrading 's avonds ligt het groepsrisico boven de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal doden bij bevoorrading overdag is circa 1000 en bij bevoorrading 's avonds circa 1200. De hoogte van het groepsrisico wordt zowel bepaald door het lossen van de tankauto als door de aanwezigheid van de ondergrondse tank. In vergelijking met de huidige situatie neemt vooral de kans op 800 slachtoffers of meer af.

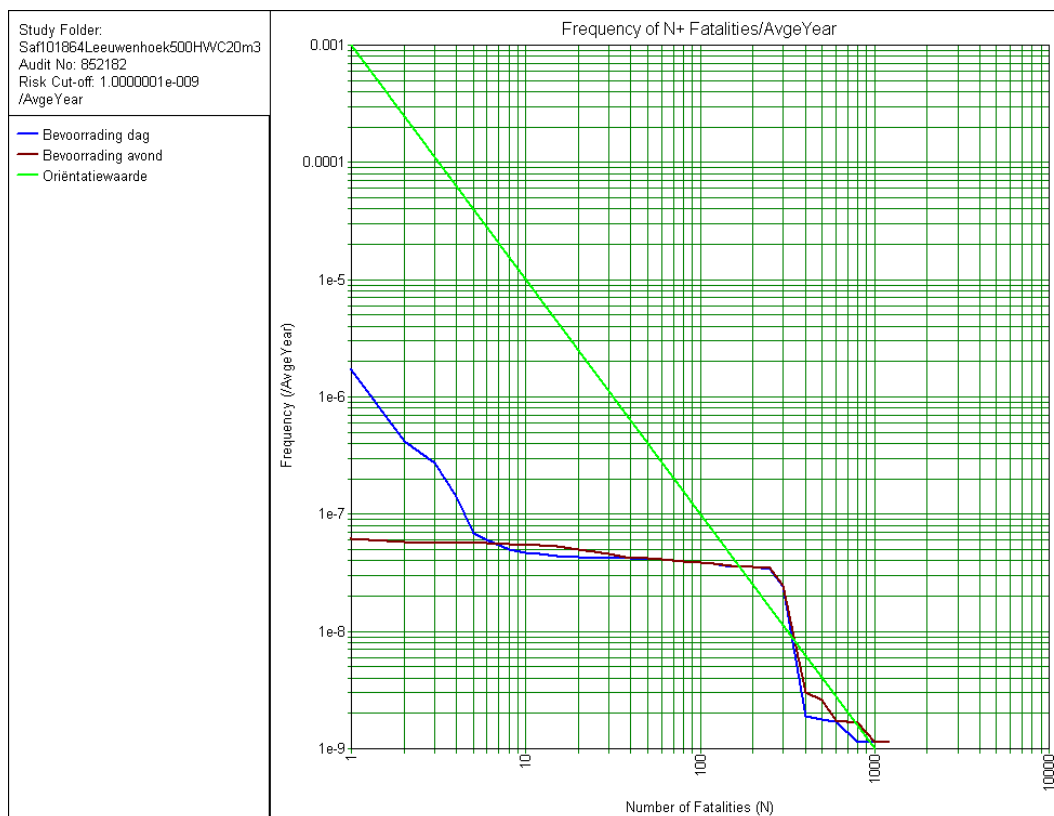


Figuur 5. Groepsrisico voor een doorzet tot 500 m<sup>3</sup>/jr met tankauto voorzien van hittewerende coating en 40 m<sup>3</sup> ondergrondse opslagtank



Figuur 6 toont het groepsrisico als de ondergrondse opslagtank wordt verkleind tot 20 m<sup>3</sup> en de doorzet wordt verkleint tot 500 m<sup>3</sup>/jr.

Bij zowel bevoorrading overdag als bevoorrading 's avonds ligt het groepsrisico boven de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal doden bij bevoorrading overdag is circa 1000 en bij bevoorrading 's avonds circa 1200. De hoogte van het groepsrisico wordt zowel bepaald door het lossen van de tankauto als door de aanwezigheid van de ondergrondse tank. In vergelijking met de huidige situatie neemt zowel de kans op 800 slachtoffers of meer, als het aantal slachtoffers bij een kans van  $4 \cdot 10^{-8}$  af.



Figuur 6. Groepsrisico voor een doorzet tot 500 m<sup>3</sup>/jr met tankauto voorzien van hittewerende coating en 20 m<sup>3</sup> ondergrondse opslagtank

#### 4. Conclusie en discussie

Door de activiteiten van het LPG-tankstation wordt een groepsrisico veroorzaakt. Het groepsrisico ligt bij een doorzet tot 1500 m<sup>3</sup>/jr boven de oriëntatiewaarde. Dit geldt voor zowel bevoorrading van LPG overdag als 's avonds.

Ook is het groepsrisico berekend voor de situatie, waarbij de tankauto voorzien is van een hittewerende coating. De kans op een BLEVE door brand is hierdoor 20 keer lager. Het groepsrisico neemt af, maar zal voor een doorzet tot 1500 m<sup>3</sup>/jr boven de oriëntatiewaarde blijven. Dit geldt voor zowel bevoorrading overdag als 's avonds. Het maximum aantal slachtoffers is circa 1000 bij bevoorrading overdag en circa 1200 bij bevoorrading 's avonds.

De factor 20 wordt pas gedeeltelijk zichtbaar bij het groepsrisico vanaf 600 doden. De reden dat we het groepsrisico niet volledig zien zakken qua kans met een factor 20 wordt veroorzaakt door het scenario T.1, het instantaan falen van de tankauto. De kans op instantaan falen van de tankauto wordt niet beïnvloed door de hittewerende coating. Aangezien de kans op een warme BLEVE in de orde grootte van de faalkans van dit scenario komt te liggen, wordt hierdoor de kansreductie van de BLEVE deels teniet gedaan.

Het reduceren van het groepsrisico tot onder de oriëntatiewaarde blijkt niet mogelijk te zijn met alleen het verlagen van de doorzet. Een reductie van het groepsrisico tot onder de oriëntatiewaarde kan alleen bereikt worden als ook de ondergrondse opslagtank wordt verkleind.

Het werken met venstertijden blijkt geen kansverlagende invloed te hebben op het groepsrisico tot en met 600 doden. Dit omdat er binnen het invloedsgebied van de opslagtank (een cirkelvormig gebied, kleiner dan de door de minister voorgeschreven 150 meter) maximaal 600 personen aanwezig zijn.

Als de ondergrondse opslagtank wordt verkleind tot 20 m<sup>3</sup> en de doorzet wordt beperkt tot maximaal 500 m<sup>3</sup>/jr, blijft het groepsrisico, op twee verschillende punten, boven de oriëntatiewaarde, zie figuur 6. Ten opzichte van de huidige situatie neemt het groepsrisico wel duidelijk af.

## Referenties

1. VROM                    2004    Besluit externe veiligheid inrichtingen  
Staatsblad 2004, 250  
  
Het Besluit externe veiligheid inrichtingen is bij besluit van 9 september 2008 voor het laatst gewijzigd (Stb. 2008, 380). Het gewijzigde besluit is op 13 februari 2009 in werking getreden (Stb. 2009, 47).
2. VROM                    2004    Regeling externe veiligheid inrichtingen  
Staatscourant 23 september 2004, nr. 183  
  
De Regeling externe veiligheid inrichtingen is voor het laatst op 26 juni 2009 aangepast. Met het inwerking treden van deze regeling op 1 juli 2009 zijn het rekenmodel Safeti-NL versie 6.54 en de Handleiding Risicoberekening Bevi versie 3.2 voorgeschreven.
3. RIVM                    2009    Handleiding risicoberekeningen Bevi  
(versie 3.2 gedateerd 1 juli 2009)
4. RIVM                    2008    Stappenplan groepsrisicoberekening LPG- tankstations  
(versie gedateerd 12 augustus 2008)
5. RIVM                    2008    QRA berekening LPG-tankstations  
(versie 1.1 gedateerd 29 mei 2008)
6. ir. R. Geerts        2005    Waarop berust de risicozonering voor LPG-tankstations?,  
*Tijdschrift Externe Veiligheid jaargang 3 nr. 1 maart 2006*