

## 1. Inleiding

Het groepsrisico wordt in dit rapport getoond van het LPG-tankstation Q8 gelegen aan de Stationsstraat 8 in Harlingen. De berekening wordt uitgevoerd voor een maximale doorzet van 500 m<sup>3</sup>/jr. Bevoorrading vindt plaats op werkdagen tussen 19:00 en 23:00 uur. Tevens wordt de invloed van het aanbrengen van een hittewerende coating op de tankauto beoordeeld.

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.

## 2. Gegevens risicoberekening

### 2.1. Inleiding

Informatie betreffende de ligging van het LPG-tankstation is verkregen van de opdrachtgever en de gemeente. De inrichting heeft een ondergronds opgestelde tank van 20 m<sup>3</sup>. De berekening van het groepsrisico wordt uitgevoerd voor de doorzet van maximaal 500 m<sup>3</sup>/jr. Deze doorzet is vastgelegd in de milieuvergunning. Bevoorrading vindt plaats op werkdagen tussen 19:00 en 23:00 uur.

Voor een LPG-tankstation wordt het extern veiligheidsrisico bepaald door ongevalsscenario's van de tank 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 risico. De berekening van het risico wordt uitgevoerd volgens de voorschriften opgenomen in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [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 BLEVE-frequentie van de lossende tankauto.

### 2.2. Ongevalscenario's tank

De tank heeft een volume van 20 m<sup>3</sup> met een maximale inhoud van 9.2 ton. De berekening wordt uitgevoerd voor de maximale vullingsgraad. Tabel 1 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalscenario's.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
O.1 Instantaan	5.0 10 <sup>-7</sup>	9.2 ton	Maximale inhoud.
O.2 Continu 10 min	5.0 10 <sup>-7</sup>	15.3 kg/s	Maximale inhoud in 600 s.
O.3 Continu 10 mm	1.0 10 <sup>-5</sup>	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. Ongevalscenario's tank

### 2.3. Ongevalscenario's tankauto

Voor een doorzet van 500 m<sup>3</sup>/jr zijn er 35 lossingen nodig van elk 30 min. De lostijd per jaar is dan 17.5 uur (0.2% van de tijd). Bevoorrading vindt plaats met een tankauto van 60 m<sup>3</sup> en een maximale inhoud van 26.7 ton. De tankauto kan bij aankomst op de inrichting voor 100%, 67% of 33% gevuld zijn. Deze gegevens worden gebruikt om met

een initiële ongevalfrequentie de frequentie van de ongevalsscenario's voor de inrichting af te leiden. Voor de ongevalsscenario's instantaan falen 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 ongevalsscenario's voor een doorzet van 500 m<sup>3</sup>/jr.

Scenario		Frequentie [1/jr]	Bron sterkte	Toelichting
T.1	Instantaan vulgraad 100%	1.0 10 <sup>-9</sup>	26.7 ton	Maximale inhoud
T.2	Continu grootste aansluiting	1.0 10 <sup>-9</sup>	65.8 kg/s	Vloeistof 3 inch gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
P.1	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit	1.9 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	1.2 10 <sup>-8</sup>	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 1800 s
P.3	Lekkage pomp	8.8 10 <sup>-6</sup>	0.7 kg/s	Vloeistof 7.6 mm gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
L.1	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit	6.2 10 <sup>-6</sup>	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
L.2	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit niet	8.4 10 <sup>-7</sup>	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 1800 s
L.3	Lekkage losslang	7.0 10 <sup>-4</sup>	0.3 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60

Tabel 2. Ongevalsscenario's overslag tankauto doorzet 500 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 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. In het modelleringsvoorschrift is ook aangegeven dat, mits bepaalde afstanden tot objecten worden aangehouden, de frequentie op een BLEVE door een omgevingsbrand wel een factor tien kleiner kan zijn. Deze afstanden zijn voorgeschreven in het Besluit LPG-tankstations Hinderwet uit 1988 (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.

Voor een BLEVE veroorzaakt door een brand van het LPG-systeem wordt uitgegaan van een frequentie van  $5.8 \cdot 10^{-10}$  /uur. Voor een doorzet van  $500 \text{ m}^3/\text{jr}$  volgt dan een frequentie van  $1.0 \cdot 10^{-8}$  /jr op dit scenario B.1. Aangenomen wordt dat de tankauto maximaal is gevuld. Als de tankauto is voorzien van een hittewerende coating, dan wordt aangenomen dat deze BLEVE-frequentie kan worden verlaagd met een factor twintig [5].

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 (en daarmee in de milieuvergunning) is opgenomen dat de benzinetankauto niet tegelijkertijd met de LPG-tankauto op de inrichting aanwezig mag zijn. Deze oorzaak is daarmee uit te sluiten. Tabel 3 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	Toetsingsafstand [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 3. Toetsing bijdrage omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie (toetsingsafstand conform stappenplan RIVM)

Tabel 4 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%.

Scenario	Basis frequentie [per 100 verladings]	Factor	Frequentie [/jr]
B.2 BLEVE vulgraad 100%	$2 \cdot 10^{-7}$	$35/100 \times 0.333 \times 0.19$	$4.4 \cdot 10^{-9}$
B.3 BLEVE vulgraad 67%	$2 \cdot 10^{-7}$	$35/100 \times 0.333 \times 0.46$	$1.1 \cdot 10^{-8}$
B.4 BLEVE vulgraad 33%	$2 \cdot 10^{-7}$	$35/100 \times 0.333 \times 0.73$	$1.7 \cdot 10^{-8}$

Tabel 4. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet  $500 \text{ m}^3/\text{jr}$  door externe brand

Tabel 5 toont de ongevalsscenario's. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan 24.5 bara. Als de tankauto is voorzien van een hittewerende coating, dan wordt aangenomen dat deze BLEVE-frequentie kan worden verlaagd met een factor twintig tot 5% van de waarde getoond in tabel 5. Deze aanname is opgenomen in de notitie QRA berekening LPG-tankstations van het RIVM [5].

Scenario		Frequentie [Jr]	Bron sterkte	Toelichting
B.2	BLEVE vulgraad 100%	4.4 10 <sup>-9</sup>	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.3	BLEVE vulgraad 67%	1.1 10 <sup>-8</sup>	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.4	BLEVE vulgraad 33%	1.7 10 <sup>-8</sup>	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 5. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet 500 m<sup>3</sup>/jr door externe brand

Een BLEVE van de tankauto kan ook plaatsvinden door externe impact (aanrijdingen). De frequentie is afhankelijk van het type opstelplaats. Voor dit tankstation wordt uitgegaan van de waarde voor een geïsoleerde opstelplaats. Tabel 6 toont de specifieke BLEVE frequentie. Tabel 7 toont de ongevalsscenario's. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan de evenwichtsdruk bij omgevingstemperatuur.

Scenario		Basis frequentie [per 100 verladingsen]	Factor	Frequentie [Jr]
B.5	BLEVE vulgraad 100%	2.5 10 <sup>-9</sup>	35/100 x 0.333	2.9 10 <sup>-10</sup>
B.6	BLEVE vulgraad 67%	2.5 10 <sup>-9</sup>	35/100 x 0.333	2.9 10 <sup>-10</sup>
B.7	BLEVE vulgraad 33%	2.5 10 <sup>-9</sup>	35/100 x 0.333	2.9 10 <sup>-10</sup>

Tabel 6. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 500 m<sup>3</sup>/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

Scenario		Frequentie [Jr]	Bron sterkte	Toelichting
B.5	BLEVE vulgraad 100%	2.9 10 <sup>-10</sup>	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.6	BLEVE vulgraad 67%	2.9 10 <sup>-10</sup>	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.7	BLEVE vulgraad 33%	2.9 10 <sup>-10</sup>	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 7. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet 500 m<sup>3</sup>/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

## 2.5. Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 6.53 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Leeuwarden worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. De ruwheidslengte is 0.3 m.

## 2.6. Aanwezigen rond het tankstation

Voor een schatting van het aantal dodelijke slachtoffers van een BLEVE geldt dat binnen de (cirkelvormige) 35 kW/m<sup>2</sup> contour iedereen zal overlijden, ongeacht beschermende factoren zoals kleding of het verblijf in een gebouw. Buiten deze contour geldt dat alleen personen gedood kunnen worden 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 is te verwaarlozen. In het Revi wordt daarom ook als invloedsgebied voor het groepsrisico een cirkelvormig gebied met een straal van 150 m voorgeschreven.

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 hebben een te verwaarlozen bijdrage aan het groepsrisico.

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 8 t/m 10. Er is onderscheid gemaakt tussen dag (7:00-19:00 uur), avond (19:00 tot 23:00 uur) en nacht (23:00 tot 7:00 uur). Voor de bestaande bebouwing zijn deze gegevens verkregen van de gemeente. Er is verder aangenomen dat er in een (bedrijfs)woning gemiddeld 2.4 personen aanwezig zijn. Bewoners zijn op werkdagen overdag voor 50% aanwezig en anders voor 100%.

Label	Omschrijving
S1	Schoolgebouw met 700 leerlingen en 73 personeelsleden werkdagen overdag. Op 31 avonden van een werkdag per jaar 500 personen aanwezig (dit is 12% van de avonden).
S2	Schoolgebouw met 150 leerlingen en 31 personeelsleden werkdagen overdag.
S3	Schoolgebouw met 300 leerlingen en 16 personeelsleden op werkdagen overdag.
S4	Gedeelte 'Monument' van de Maritieme Academie Harlingen. Op werkdagen overdag, 's avonds en 's nachts 100 personen aanwezig.
B1	Politiebureau met 40 personen werkdagen overdag en 10 personen anders.
B2	Notariskantoor met 8 personeelsleden werkdagen overdag.
W1	Woningen (8)
W2	Woningen (18)
W3	Woningen (7)

Tabel 8. Bebouwing in het invloedsgebied

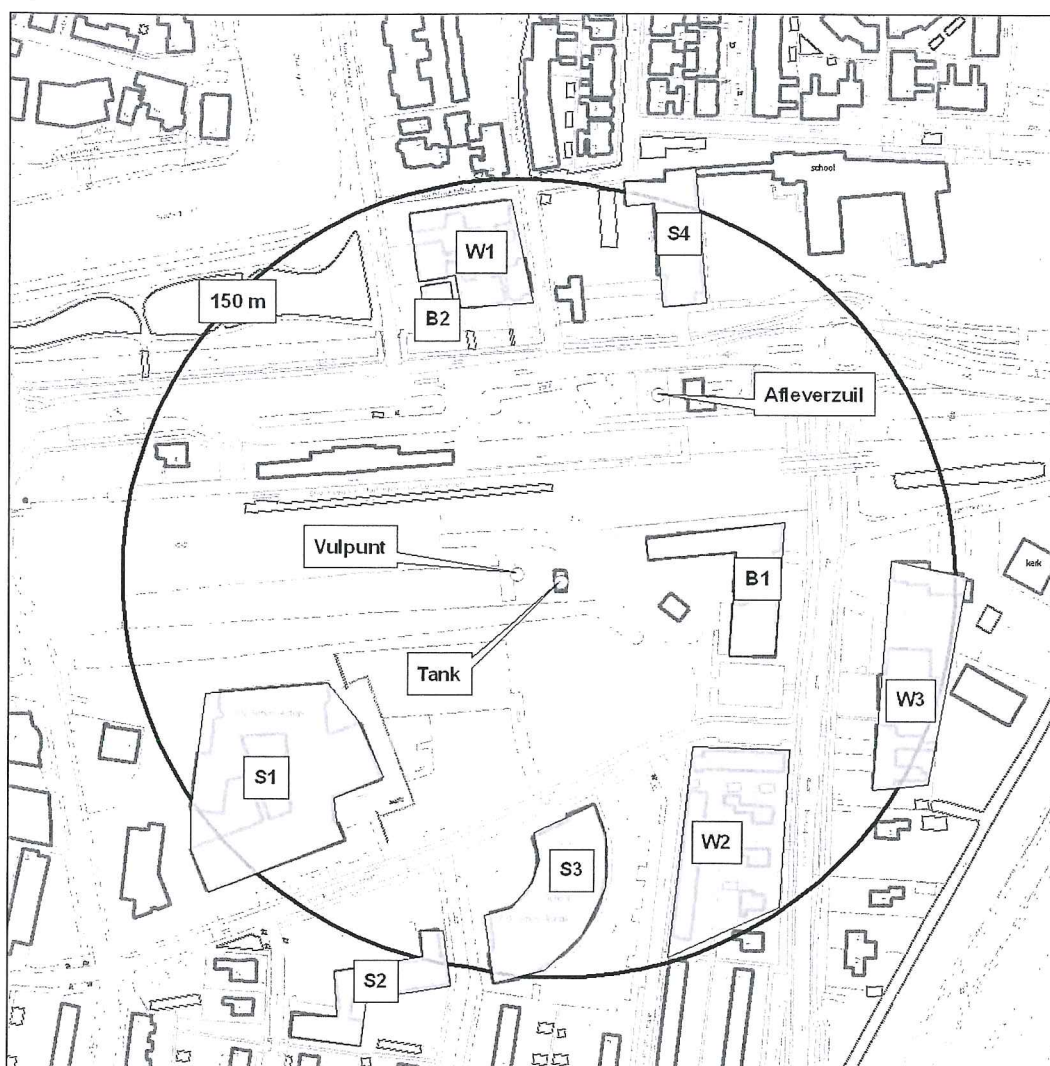
Label	Aantal dag	Aantal avond	Aantal nacht
S1	773	0/500	0
S2	181	0	0
S3	316	0	0
S4	100	100	100
B1	40	10	10
B2	8	0	0
W1	9.6	19.2	19.2
W2	21.6	43.2	43.2
W3	8.4	16.8	16.8

Tabel 9. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico op werkdagen

Label	Aantal dag	Aantal avond	Aantal nacht
S1	0	0	0
S2	0	0	0
S3	0	0	0
S4	0	0	0
B1	10	10	10
B2	0	0	0
W1	19.2	19.2	19.2
W2	43.2	43.2	43.2
W3	16.8	16.8	16.8

Tabel 10. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico in het weekend



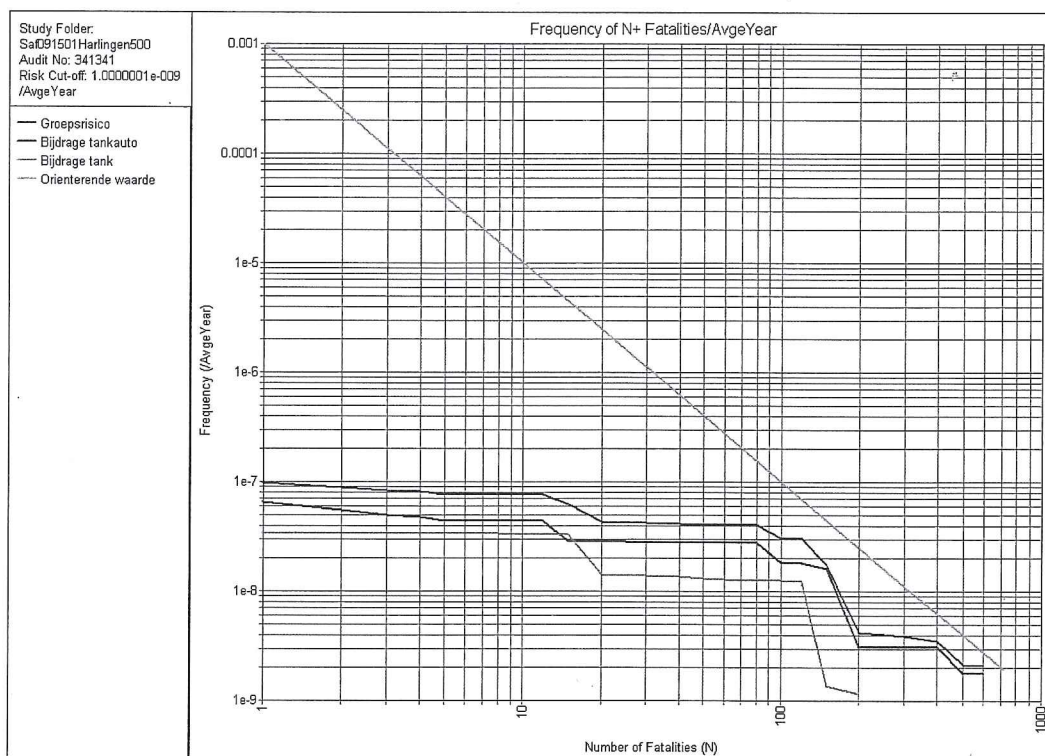


Figuur 1. Omgeving LPG-tankstation



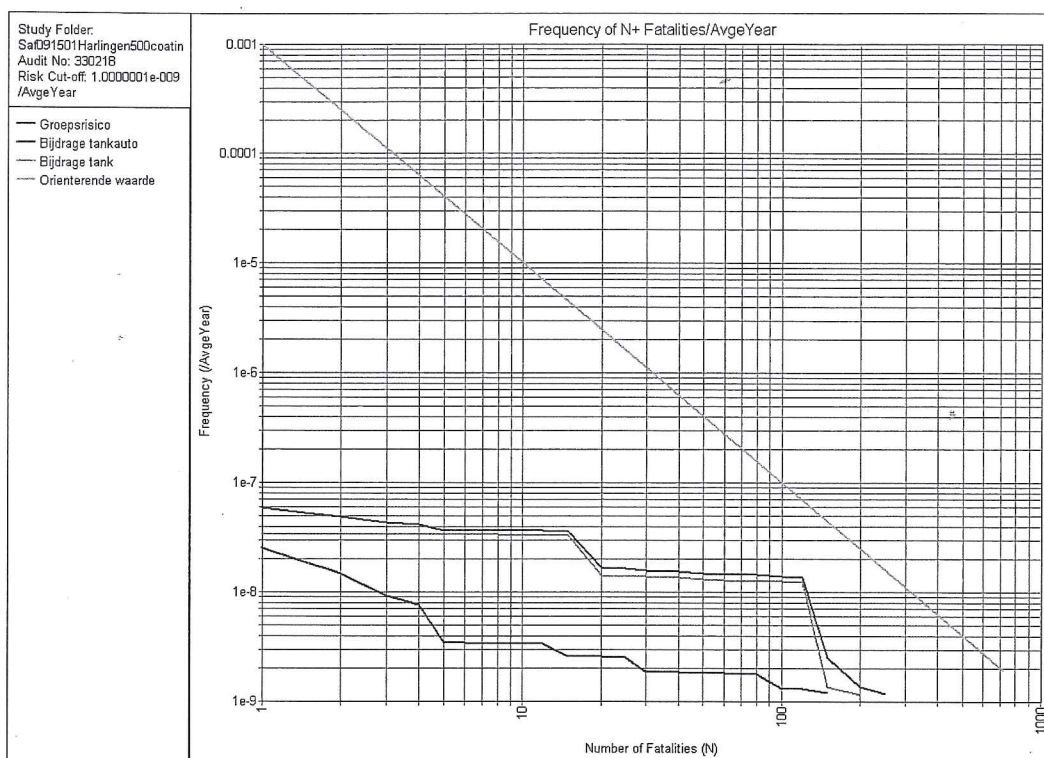
### 3. Groepsrisico

Figuur 2 toont het groepsrisico voor een doorzet van 500 m<sup>3</sup>/jr en bevoorrading 's avonds tussen 19:00 en 23:00 uur. Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde en wordt voor de grotere slachtofferaantallen nagenoeg volledig bepaald door het lossen van de tankauto. Het maximum aantal slachtoffers is circa 600.



Figuur 2. Groepsrisico LPG-tankstation doorzet van 500 m<sup>3</sup>/jr

De kans op optreden van een BLEVE van de tankauto kan o.a. worden gereduceerd door het aanbrengen van een hittewerende coating op de tankauto. De hittewerende coating leidt tot een reductie van de kans op een BLEVE door een brand met een factor twintig. Figuur 3 toont de invloed van de hittewerende coating op het groepsrisico. Het groepsrisico neemt aanzienlijk af en wordt nu voornamelijk bepaald door de tank. Het maximum aantal slachtoffers is nu circa 250.



Figuur 3. Groepsrisico LPG-tankstation doorzet van 500 m<sup>3</sup>/jr tankauto voorzien van hittewerende coating

#### 4. Conclusie

Het groepsrisico is berekend voor een doorzet van 500 m<sup>3</sup>/jr en bevoorrading 's avonds tussen 19:00 en 23:00 uur. Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde en wordt voor de grotere slachtofferaantallen nagenoeg volledig bepaald door het lossen van de tankauto. Het maximum aantal slachtoffers is circa 600. Als de tankauto is voorzien van een hittewerende coating dan neemt het groepsrisico af.