

Adviesgroep AVIV BV
Langestraat 11
7511 HA Enschede

Groepsrisicoberekening LPG-tankstation Shell Kaspers in Almere

Project : 101913
Datum : 8 maart 2011
Auteur : ing. A.M. op den Dries
Review : ir. R. Geerts

Opdrachtgever:
Gemeente Almere
t.a.v. G.J.A. van de Bovenkamp
Postbus 200
1300AE Almere

Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
2. Gegevens risicoberekening	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Ongevalscenario's opslagtank	3
2.3. Ongevalscenario's tankauto	4
2.4. BLEVE-frequentie tankauto	4
2.5. Parameters	7
2.6. Aanwezigen rond het tankstation	7
3. Groepsrisico	15
4. Conclusie en discussie	22
Referenties	24

1. Inleiding

Dit rapport toont het groepsrisico veroorzaakt door LPG-tankstation Shell gevestigd aan de Hopperzuigerstraat 2 te Almere. In verband met een nieuw bestemmingsplan met een conserverend karakter en een mogelijke aanpassing van de milieuvergunning, waarin de doorzetbeperking wordt verhoogd tot 1500 m³/jr, worden verschillende varianten doorberekend.

De volgende groepsrisicoberekeningen worden uitgevoerd:

- Huidige situatie met doorzet tot 1000 m³/jr, zonder hittewerende coating (fig. 3)
- Huidige situatie met doorzet tot 1000 m³/jr, met hittewerende coating¹ (fig. 4)
- Toekomstige situatie met doorzet tot 1000 m³/jr, zonder hittewerende coating (fig. 5)
- Toekomstige situatie met doorzet tot 1000 m³/jr, met hittewerende coating (fig. 6)
- Huidige situatie met doorzet tot 1500 m³/jr, zonder hittewerende coating (fig. 7)
- Huidige situatie met doorzet tot 1500 m³/jr, met hittewerende coating (fig. 8)
- Toekomstige situatie met doorzet tot 1500 m³/jr, met hittewerende coating (fig. 9)

In onderstaande matrix is voorgaande nogmaals weergegeven.

	SITUATIE		DOORZET M ³ /JR		H- COATING	
	NU	TOEKOMST	1000	1500	JA	NEE
GEVAL 1						
GEVAL 2						
GEVAL 3						
GEVAL 4						
GEVAL 5						
GEVAL 6						
GEVAL 7						

FIG 3			
FIG 4			
FIG 5			
FIG 6			
FIG 7			
FIG 8			
FIG 9			

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.

¹ Leveranciers van het LPG die zijn aangesloten bij de vereniging vloeibaar gas hebben zich verplicht hun tanwagesn te voorzien van een hittewerende coating. Deze verplichting is in het convenant LPG-autogas [9] overeengekomen.

2. Gegevens risicoberekening

2.1. Inleiding

Informatie over de ligging van het LPG-tankstation is verkregen van de opdrachtgever. De inrichting heeft een ondergronds opgestelde tank van 20 m³. De berekening van het groepsrisico wordt uitgevoerd voor een maximale doorzet tot 1000 m³/jr en tot 1500 m³/jr.

Van een LPG-tankstation wordt het groepsrisico bepaald door ongevalscenario's van de opslagtank en van de tankauto aanwezig tijdens de bevoorrading. Andere ongevalscenario'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. Dit kan verklaard worden door het geringe effectoppervlak dat bij deze scenario's zal ontstaan, waarbinnen doden kunnen vallen.

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, maar de frequentiegetallen moeten worden opgevat als kanscijfers. Een kanscijfer geeft uitdrukking aan de mate van (on)zekerheid over het al of niet optreden van een gebeurtenis.

2.2. Ongevalscenario's opslagtank

De tank heeft een volume van 20 m³ met een maximale inhoud van 9.2 ton LPG. Dit is gebaseerd op een vullinggraad van maximaal 90 % van de tankinhoud. De berekening wordt uitgevoerd voor de maximale vullinggraad. Tabel 1 toont de frequentie (kans) en bronsterkte voor de ongevalscenario's. De bronsterkte is de hoeveelheid stof die vrijkomt.

Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
O.1	Instantaan	5.0 10 ⁻⁷	9.2 ton	Maximale inhoud.
O.2	Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷	15.3 kg/s	Maximale inhoud in 600 s.
O.3	Continu 10 mm	1.0 10 ⁻⁵	1.1 kg/s	Vloeistofuitstroming met uitstroomcoëfficiënt Cd=0.62.
O.4	Vloeistofleiding – breuk	5.0 10 ⁻⁶	2.9 kg/s	Lengte 10 m, diameter 1.25"
O.5	Vloeistofleiding – lekkage	1.5 10 ⁻⁵	0.11 kg/s	Lengte 10 m,
O.6	Afleverleiding – breuk	3.8 10 ⁻⁵	2.9 kg/s	Lengte 75 m, diameter 1.25"
O.7	Afleverleiding – lekkage	1.1 10 ⁻⁴	0.11 kg/s	Lengte 75 m

Tabel 1. Ongevalscenario's tank

2.3. Ongevalscenario's tankauto

Voor een doorzet van 1000 m³/jr zijn er 70 lossingen nodig van elk 30 min. De lostijd per jaar is dan 35 uur (0.4% van de tijd). Bij een doorzet tot 1500 m³/jr moet worden uitgegaan van anderhalf maal deze lostijd. De frequenties in tabellen 2, 3 en 5 t/m 8 zijn gebaseerd op een doorzet van 1000 m³/jr. Om de frequenties te krijgen die bij een doorzet van 1500 m³/jr horen moeten de waarden vermenigvuldigd worden met anderhalf. Volgens de HRB moet voor de bevoorrading worden uitgegaan van een tankauto van 60 m³. De maximale massa bedraagt dan 26.7 ton. De tankauto kan bij aankomst op de inrichting voor 100%, 67% of 33% gevuld zijn. De vullinggraad wordt beschouwd bij de ongevalscenario's van de BLEVE. Voor de ongevalscenario's instantaan falen van de tank (T.1) en uitstroming uit de grootste aansluiting (T.2) 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 1000 m³/jr.

Scenario		Frequentie [1/jr]	Bron sterkte	Toelichting
T.1	Instantaan falen tank met vulgraad 100%	2.0 10 ⁻⁹	26.7 ton	Maximale inhoud
T.2	Continu grootste aansluiting	2.0 10 ⁻⁹	65.8 kg/s	Vloeistof 3 inch gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
P.1	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit	3.8 10 ⁻⁷	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
P.2	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit niet	2.4 10 ⁻⁸	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 1800 s
P.3	Lekkage pomp	1.8 10 ⁻⁵	0.7 kg/s	Vloeistof 7.6 mm gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
L.1	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit	1.2 10 ⁻⁵	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
L.2	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit niet	1.7 10 ⁻⁶	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 1800 s
L.3	Lekkage losslang	1.4 10 ⁻³	0.3 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60

Tabel 2. Ongevalscenario's overslag tankauto doorzet 1000 m³/jr

2.4. BLEVE-frequentie tankauto

Voor de frequentie (kans) 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 ongevalsrequentie 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 in elk geval 75 minuten. In het modelleringvoorschrift is ook aangegeven dat, mits bepaalde afstanden tot objecten worden aangehouden, de frequentie op een BLEVE door een omgevingsbrand tot 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. Voor een doorzet van $1000 \text{ m}^3/\text{jr}$ volgt dan een frequentie van $2.0 \cdot 10^{-8}$ /jr op dit scenario (aangeduid met B.1). Tabel 3 toont de specifieke BLEVE-frequentie.

Scenario	Basisfrequentie [per uur]	Factor	Frequentie BLEVE brand LPG- systeem [/jr]
B.1 BLEVE vulgraad 100%	$5.8 \cdot 10^{-10}$	35	$2.0 \cdot 10^{-8}$

Tabel 3. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet $1000 \text{ m}^3/\text{jr}$ 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. Tabel 4 vat de beoordeling samen. De frequentie op een omgevingsbrand voor 100 verladingen is dan afgerond $6 \cdot 10^{-7}$ /jr (zie tabel 2b in [4] of tabel 5 in [5]).

Object omgevingsbrand	Toetsingafstand [m]	Vulpunt binnen deze afstand?
LPG-afleverzuil personenauto's	17.5	Ja
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 70/100 in de tabel is vanwege de correctie op het feitelijk aantal lossingen (zie paragraaf 2.3). Voor de achtergronden van de vulgraad gerelateerde kansen, zie [8].

Scenario	Basis freq. [per 100 verladingen]	Factor	frequentie BLEVE externe brand [/jr]
B.2 BLEVE vulgraad 100%	$6 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.19$	$2.6 \cdot 10^{-8}$
B.3 BLEVE vulgraad 67%	$6 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.46$	$6.4 \cdot 10^{-8}$
B.4 BLEVE vulgraad 33%	$6 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.73$	$1.0 \cdot 10^{-7}$

Tabel 5. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 1000 m³/jr door externe brand

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

Scenario	freq./jr	Bronsterkte	Toelichting
B.2 BLEVE vulgraad 100%	$2.6 \cdot 10^{-8}$	26.7 ton	Max. inhoud 100%
B.3 BLEVE vulgraad 67%	$6.4 \cdot 10^{-8}$	17.8 ton	Max. inhoud 67%
B.4 BLEVE vulgraad 33%	$1.0 \cdot 10^{-7}$	8.9 ton	Maxi. inhoud 33%

Tabel 6. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet 1000 m³/jr door externe brand, met hittewerende coating

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 verladingen]	Factor	Frequentie [/jr]
B.5 BLEVE vulgraad 100%	$2.9 \cdot 10^{-9}$	$70/100 \times 0.333$	$5.8 \cdot 10^{-10}$
B.6 BLEVE vulgraad 67%	$2.9 \cdot 10^{-9}$	$70/100 \times 0.333$	$5.8 \cdot 10^{-10}$
B.7 BLEVE vulgraad 33%	$2.9 \cdot 10^{-9}$	$70/100 \times 0.333$	$5.8 \cdot 10^{-10}$

Tabel 7. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 1000 m³/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

Scenario	Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
B.5 BLEVE vulgraad 100%	$5.8 \cdot 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.6 BLEVE vulgraad 67%	$5.8 \cdot 10^{-10}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.7 BLEVE vulgraad 33%	$5.8 \cdot 10^{-10}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

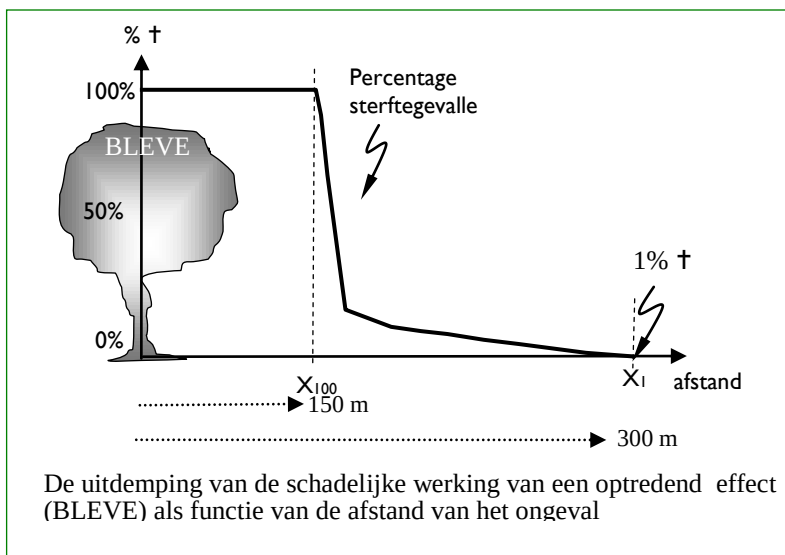
Tabel 8. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet 1000 m³/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

2.5. Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 6.54 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Schiphol worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. De ruwheidslengte 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/m² contour) iedereen zal overlijden, ongeacht beschermende factoren zoals kleding of het verblijf in een gebouw². 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. Eventuele beschermende effect van gebouwen tegen de warmtestraling wordt niet in beschouwing genomen. De bijdrage aan het totaal aantal dodelijke slachtoffers buiten de 35 kW/m² contour blijkt 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/m².

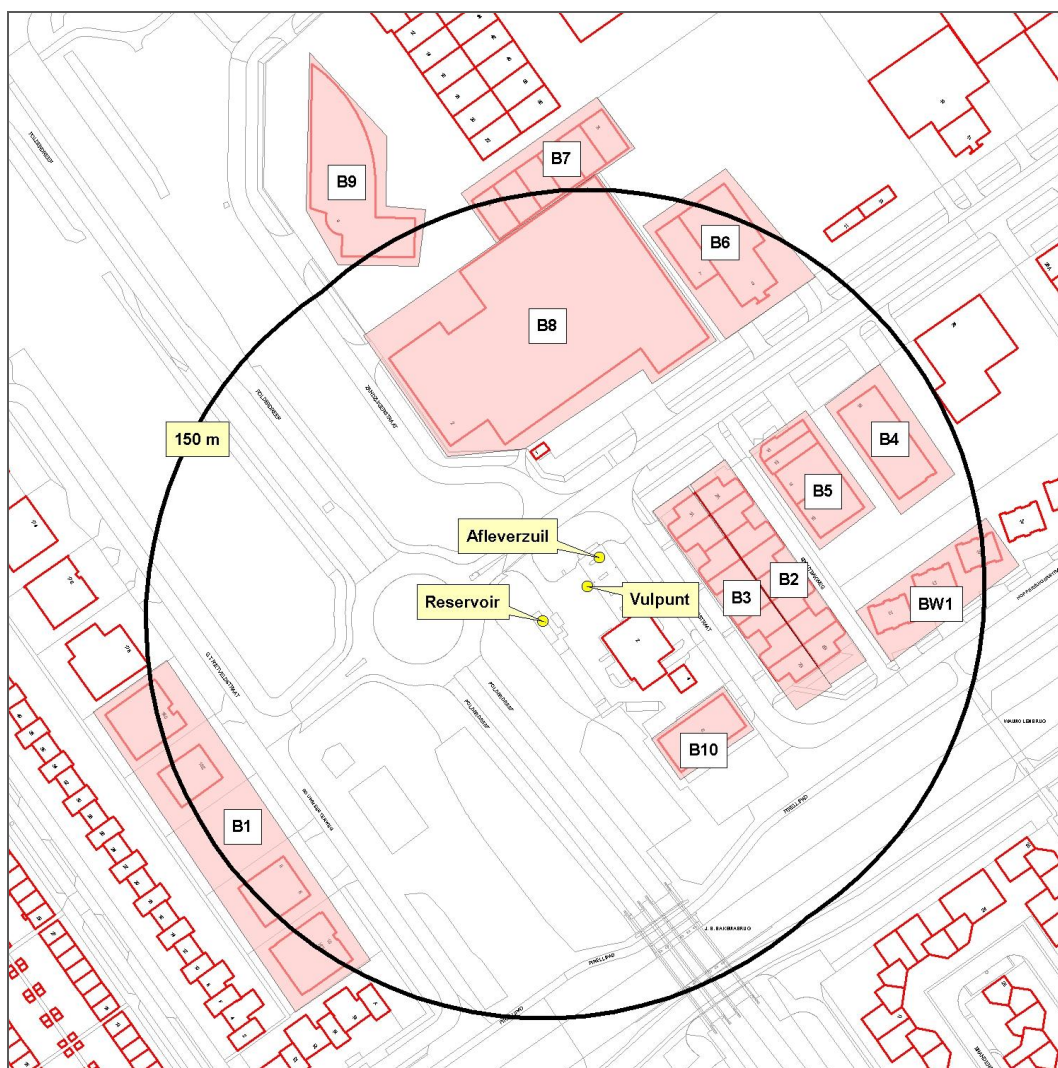


Voor deze berekening is de aanwezigheid van personen geïnventariseerd tot een afstand van circa 150 m rond het vulpunt en de tank. De maximale effectafstand voor 1% letaliteit

² 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].

bij onbeschermde 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. Dat betekent dus niet dat er geen doden kunnen vallen, maar in verhouding tot het aantal dat binnen 150 meter kan vallen is dit voor de uitkomst van de berekening niet van betekenis. Bedacht moet worden dat dit aantal -in het licht van de onzekerheidsmarges waarmee de getallen zijn omgeven- eveneens geen gewicht in de schaal zal leggen.

Figuur 1 toont de omgeving van het LPG-tankstation in de huidige situatie. 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).



Figuur 1. Omgeving LPG-tankstation, huidige situatie

De aanwezigheid van het aantal werkende personen is verstrekt door de gemeente. 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 dat hier alleen personen aanwezig zijn op werkdagen overdag. Uitzonderingen hierop zijn aangegeven in tabel 9.
- Aantal werknemers per bedrijf is verstrekt door de gemeente. Daar waar deze gegevens niet zijn aangeleverd is uitgegaan van 1 persoon per 30 m² voor kantoren en 1 persoon per 100 m² voor industriebestemming, conform [7].
- Voor Houtsma B.V. Keukens is aangenomen dat hier 3 klanten aanwezig zijn op elk werkzaam persoon. Deze aanname komt uit het Basisnet Spoor en geldt alleen voor grote winkels met meer dan 10 werknemers [10].
- Er bevinden zich geen personen in de gebouwen die niet zijn gemarkeerd.

Label	Adres	Gegevens
B1	G.T. Rietveldstraat 180 en 182 Bouwmeesterweg 2 t/m 10	Meerdere kantoren met in totaal circa 101.9 personen aanwezig
B2	Splijtbakweg 2a t/m 8b	Meerdere bedrijven met in totaal circa 8.1 personen aanwezig, waarvan 1 ook op zaterdag
B3	Hopperzuigerstraat 1a t/m 7b	Meerdere bedrijven met in totaal circa 34.2 personen aanwezig, waarvan 18 ook op zaterdag en 10 op zondag
B4	Splijtbakweg 18	Meubelspecialist De Blokschaaf met 4 personen, ook op zaterdag
B5	Splijtbakweg 10 t/m 16	Meerdere bedrijven met in totaal circa 14.5 personen aanwezig, waarvan 1 ook op zaterdag
B6	Splijtbakweg 7 en 9	Meerdere bedrijven met in totaal circa 14 personen aanwezig, ook op zaterdag
B7	Zandzuigerstraat 24 t/m 34	Meerdere bedrijven met in totaal circa 19.4 personen aanwezig
B8	Zandzuigerstraat 2	Houtsma B.V. Keukens met 41 werknemer. Aangenomen wordt dat hier 164 personen aanwezig zijn, ook op zaterdag
B9	Zandzuigerstraat 6	Freeroad 1 B.V. met 14 personen aanwezig, ook op zaterdag
B10	Hopperzuigerstraat 6	Poldercars Occasions met 4 personen aanwezig, ook op zaterdag
BW1	Hopperzuigerstraat 11 t/m 15	Meerdere bedrijven met in totaal 31 personen aanwezig, met 2 woningen

Tabel 9. Basisgegevens voor schatting personen voor berekening van het groepsrisico, huidige situatie

Label	Dag	Avond	Nacht	Adres
B1	101.9	0	0	G.T. Rietveldstraat 180 en 182 Bouwmeesterweg 2 t/m 10
B2	8.1	0	0	Splijtbakweg 2a t/m 8b
B3	34.2	0	0	Hopperzuigerstraat 1a t/m 7b
B4	4	0	0	Splijtbakweg 18
B5	14.5	0	0	Splijtbakweg 10 t/m 16
B6	14	0	0	Splijtbakweg 7 en 9
B7	19.4	0	0	Zandzuigerstraat 24 t/m 34
B8	164	0	0	Zandzuigerstraat 2
B9	14	0	0	Zandzuigerstraat 6
B10	4	0	0	Hopperzuigerstraat 6
BW1	33.4	4.8	4.8	Hopperzuigerstraat 11 t/m 15

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

Label	Dag	Avond	Nacht	Adres
B1	0	0	0	G.T. Rietveldstraat 180 en 182 Bouwmeesterweg 2 t/m 10
B2	1	0	0	Splijtbakweg 2a t/m 8b
B3	18	0	0	Hopperzuigerstraat 1a t/m 7b
B4	4	0	0	Splijtbakweg 18
B5	1	0	0	Splijtbakweg 10 t/m 16
B6	14	0	0	Splijtbakweg 7 en 9
B7	0	0	0	Zandzuigerstraat 24 t/m 34
B8	164	0	0	Zandzuigerstraat 2
B9	14	0	0	Zandzuigerstraat 6
B10	4	0	0	Hopperzuigerstraat 6
BW1	4.8	4.8	4.8	Hopperzuigerstraat 11 t/m 15

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

Label	Dag	Avond	Nacht	Adres
B1	0	0	0	G.T. Rietveldstraat 180 en 182 Bouwmeesterweg 2 t/m 10
B2	0	0	0	Splijtbakweg 2a t/m 8b
B3	10	0	0	Hopperzuigerstraat 1a t/m 7b
B4	0	0	0	Splijtbakweg 18
B5	0	0	0	Splijtbakweg 10 t/m 16
B6	0	0	0	Splijtbakweg 7 en 9
B7	0	0	0	Zandzuigerstraat 24 t/m 34
B8	0	0	0	Zandzuigerstraat 2
B9	0	0	0	Zandzuigerstraat 6
B10	0	0	0	Hopperzuigerstraat 6
BW1	4.8	4.8	4.8	Hopperzuigerstraat 11 t/m 15

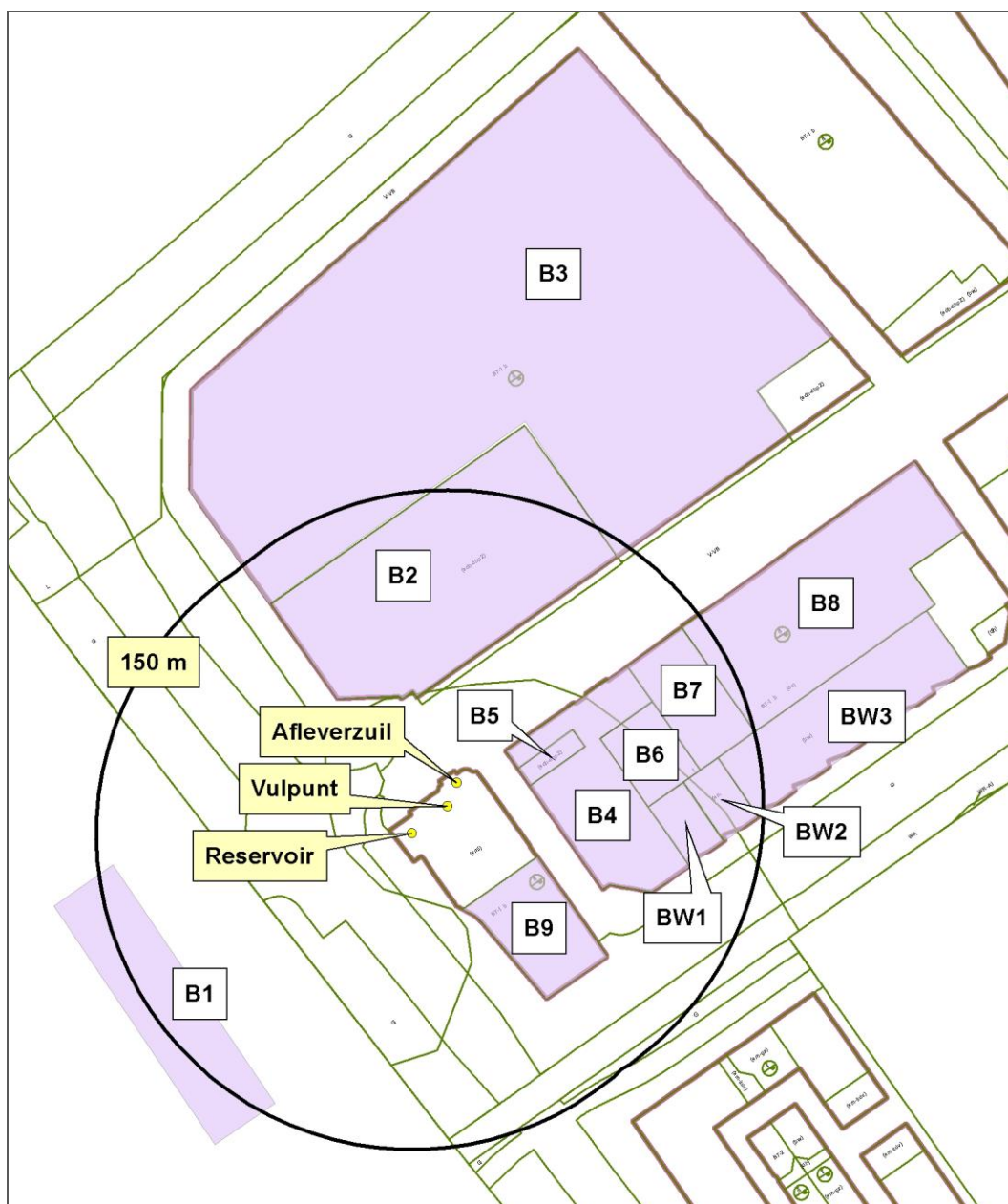
Tabel 12. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico op zondag, huidige situatie

Figuur 2 toont de omgeving van het LPG-tankstation uitgaande van het conserverend bestemmingsplan. De figuur toont tevens de ligging van de gebieden die voor de berekening van het groepsrisico zijn gemodelleerd. Deze gebieden zijn paars gemarkeerd. De gegevens voor de aanwezigheid van personen zijn samengevat in tabel 13 t/m 15. 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).

De aanwezigheid van het aantal aanwezige personen is afgeleid uit het voorontwerp bestemmingsplan. 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%.
- Bebouwing buiten het bestemmingsplangebied is overgenomen uit tabellen 9 t/m 12.
- Voor kantoren, winkels en bedrijven wordt uitgegaan dat hier alleen personen aanwezig zijn op werkdagen en zaterdag overdag.
- Voor kantoren, winkels en bedrijven is het bruto vloeroppervlak berekend op basis van de maximaal toegelaten bouwhoogte en bebouwingspercentage. Het bebouwingspercentage is voor alle gebieden 75%. Voor het aantal verdiepingen is uitgegaan van een minimale hoogte van 3 meter per verdieping.
- Voor industriebestemmingen is uitgegaan van 1 persoon per 100 m² bruto vloeroppervlak, conform de handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico [7].
- Er bevinden zich geen personen in de gebouwen die niet zijn gemarkeerd.

In het bestemmingsplan is aangegeven dat de bedrijven voor maximaal 50% b.v.o. uit kantoor mag bestaan. Als, bij het bepalen van het maximaal aantal aanwezigen per bebouwingsvlak, wordt uitgegaan van dit maximale percentage, dan zal het aantal aanwezigen waarschijnlijk meer dan tien keer zo hoog zijn ten opzichte van de huidige situatie. Er is voor gekozen de kantoren buiten beschouwing te laten aangezien het aantal personen dat nu maximaal wordt verondersteld aanwezig te zijn meer dan drie keer zo hoog is dan de huidige situatie (zie tabel 16). Dit wordt verondersteld voldoende conservatief te zijn.



Figuur 2. Omgeving LPG-tankstation, conserverend bestemmingsplan

Label	Adres	Gegevens
B1	G.T. Rietveldstraat 180 en 182 Bouwmeesterweg 2 t/m 10	Meerdere kantoren met in totaal circa 101.9 personen aanwezig, alleen op werkdagen overdag
B2	-	10822 m ² , maximale hoogte 15 m, 405.8 personen aanwezig
B3	-	41638 m ² , maximale hoogte 15 m, 1561.4 personen aanwezig
B4	-	3925 m ² , maximale hoogte 15 m, 147.2 personen aanwezig
B5	-	310 m ² , maximale hoogte 15 m, 11.6 personen aanwezig
B6	-	1194 m ² , maximale hoogte 15 m, 44.8 personen aanwezig
B7	-	1906 m ² , maximale hoogte 15 m, 71.5 personen aanwezig
B8	-	7596 m ² , maximale hoogte 15 m, 284.8 personen aanwezig
B9	-	2194 m ² , maximale hoogte 15 m, 82.3 personen aanwezig
BW1	-	692 m ² , maximale hoogte 8 m, 10.4 personen aanwezig, plus één woning
BW2	-	662 m ² , maximale hoogte 8 m, 9.9 personen aanwezig, plus één woning
BW3	-	4159 m ² , maximale hoogte 8 m, 62.4 personen aanwezig, plus zes woningen

Tabel 13. Basisgegevens voor schatting personen voor berekening van het groepsrisico, conserverend bestemmingsplan

Label	Dag	Avond	Nacht	Adres
B1	101.9	0	0	G.T. Rietveldstraat 180 en 182 Bouwmeesterweg 2 t/m 10
B2	405.8	0	0	-
B3	1561.4	0	0	-
B4	147.2	0	0	-
B5	11.6	0	0	-
B6	44.8	0	0	-
B7	71.5	0	0	-
B8	284.8	0	0	-
B9	82.3	0	0	-
BW1	11.6	2.4	2.4	-
BW2	11.1	2.4	2.4	-
BW3	69.6	14.4	14.4	-

Tabel 14. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico op werkdagen, conserverend bestemmingsplan

Label	Dag	Zaterdag Avond	Nacht	Nacht	Zondag Avond	Nacht
B1	0	0	0	0	0	0
B2	405.8	0	0	0	0	0
B3	1561.4	0	0	0	0	0
B4	147.2	0	0	0	0	0
B5	11.6	0	0	0	0	0
B6	44.8	0	0	0	0	0
B7	71.5	0	0	0	0	0
B8	284.8	0	0	0	0	0
B9	82.3	0	0	0	0	0
BW1	12.8	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
BW2	12.3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
BW3	76.8	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4

Tabel 15. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico in het weekend, conserverend bestemmingsplan

Tabel 16 toont een overzicht van het aangenomen aantal aanwezige personen binnen het invloedsgebied voor zowel de huidige situatie als wat maximaal mogelijk is in het conserverend bestemmingsplan. In deze tabel is onderscheid gemaakt tussen werkdag overdag, zaterdag overdag en 's nachts.

Situatie	Werkdag Dag	Zaterdag Dag	Nacht
Huidig	329	208	4
Conserverend bestemmingsplan	872	823	6

Tabel 16. Overzicht aangenomen aantal personen binnen invloedsgebied

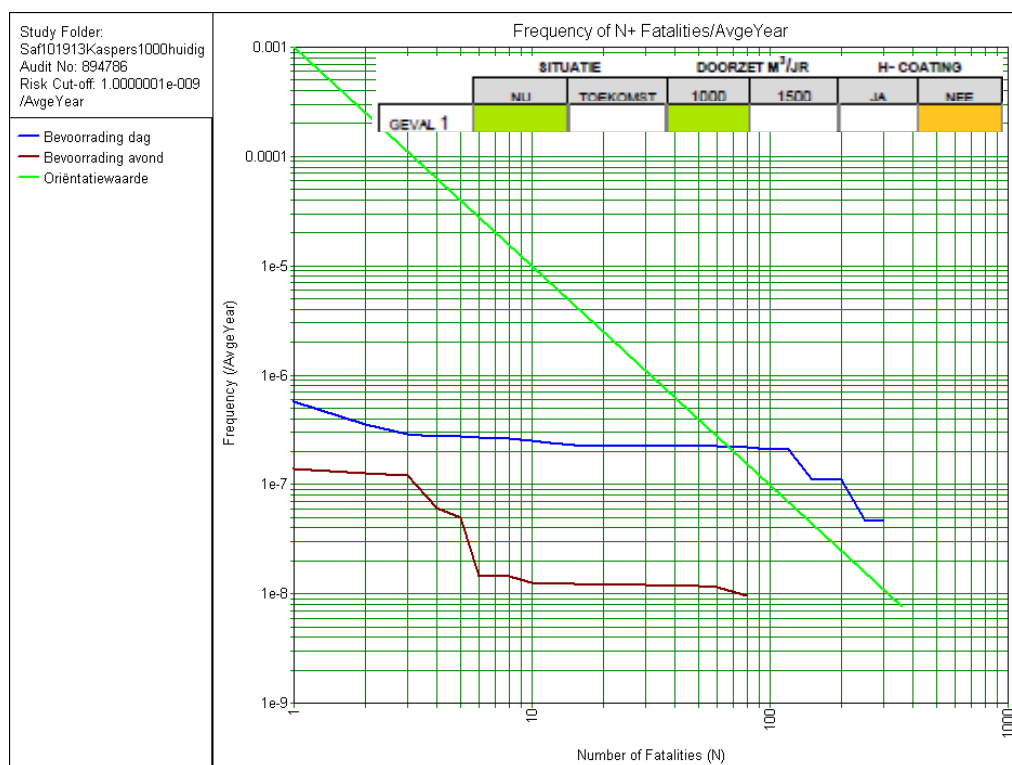
3. Groepsrisico

Conform onderstaande matrixpresentatie worden de diverse groepsrisicosituaties die zijn doorgerekend gepresenteerd.

	SITUATIE		DOORZET M ³ /JR		H- COATING	
	NU	TOEKOMST	1000	1500	JA	NEE
GEVAL 1						
GEVAL 2						
GEVAL 3						
GEVAL 4						
GEVAL 5						
GEVAL 6						
GEVAL 7						

FIG 3			
FIG 4			
FIG 5			
FIG 6			
FIG 7			
FIG 8			
FIG 9			

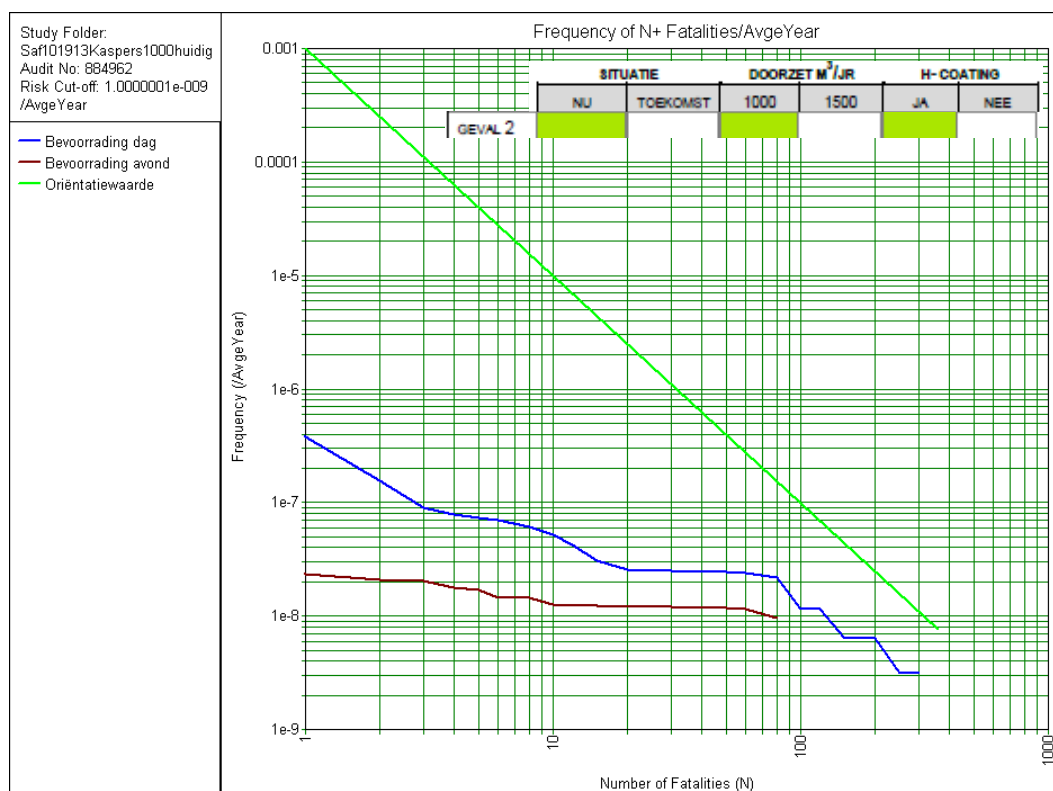
Bij het resultaat, gepresenteerd in figuur 3, is onderscheid gemaakt tussen bevoorrading overdag en bevoorrading in de avond. Bij bevoorrading overdag ligt het groepsrisico circa een factor vier boven de oriëntatiewaarde. Bij bevoorrading 's avonds ligt het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal doden bij bevoorrading overdag is circa 300 en bij bevoorrading 's avonds circa 80. De hoogte van het groepsrisico wordt voor bevoorrading overdag bepaald door het lossen van de tankauto. Bij bevoorrading 's avonds wordt het groepsrisico bepaald door de aanwezigheid van de ondergrondse tank, want bij een BLEVE of ander ongeval tijdens het lossen 's avonds zullen er minder dan 10 doden vallen.



Figuur 3. Groepsrisico voor de huidige situatie, voor een doorzet tot 1000 m³/jr, zonder hittewerende coating

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 [5]. De faalfrequenties van de scenario's B1 t/m B4 zijn daarom vermenigvuldigd met 0.05. Op grond van uitvoering van het LPG-convenant [9] zullen vanaf 2011 alle tankwagens voorzien zijn van een hittewerende coating.

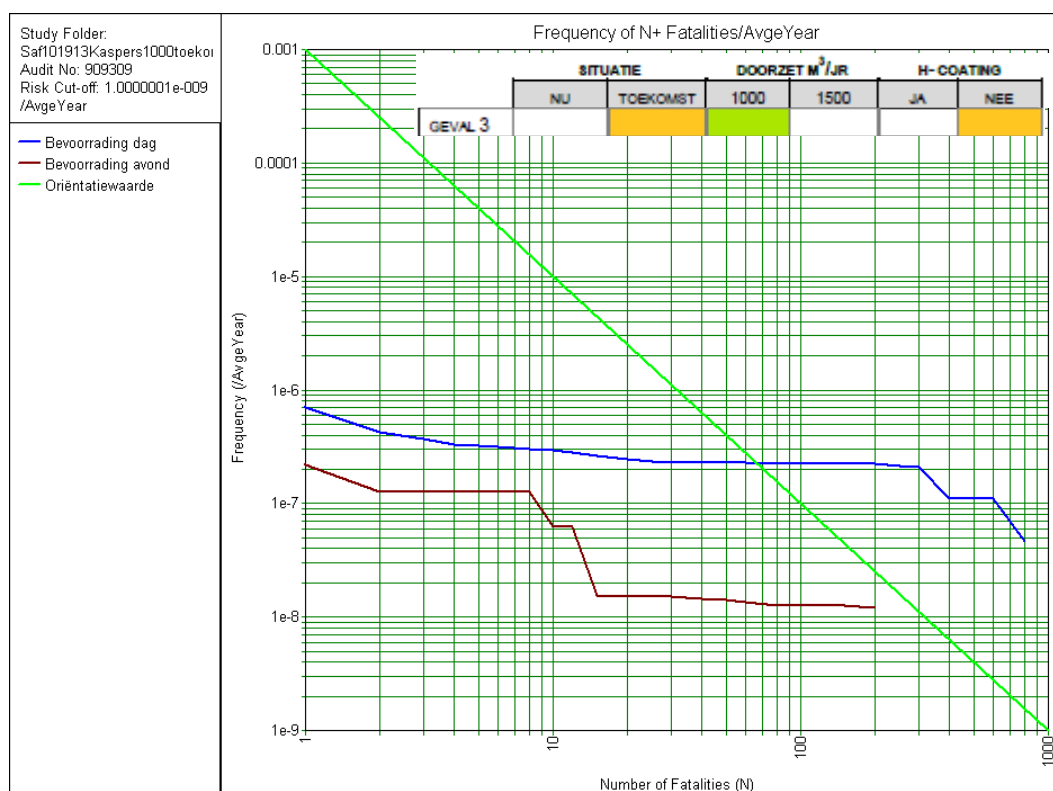
Figuur 4 toont de invloed van de hittewerende coating op het groepsrisico in de huidige situatie. Zowel bij bevoorrading overdag als 's avonds ligt het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde. Bij bevoorrading overdag ligt het groepsrisico circa een factor drie onder de oriëntatiewaarde. De hoogte van het groepsrisico wordt nu voornamelijk bepaald door de aanwezigheid van de ondergrondse tank. Het groepsrisico is groter bij bevoorrading overdag dan bij bevoorrading 's avonds. Het maximum aantal doden is circa 300 bij bevoorrading overdag en circa 80 bij bevoorrading 's avonds.



Figuur 4. Groepsrisico voor de huidige situatie, voor een doorzet tot 1000 m³/jr, met tankauto voorzien van hittewerende coating

Figuur 5 toont het groepsrisico voor het conserverend bestemmingsplan, zonder hittewerende coating, voor een doorzet tot 1000 m³/jr.

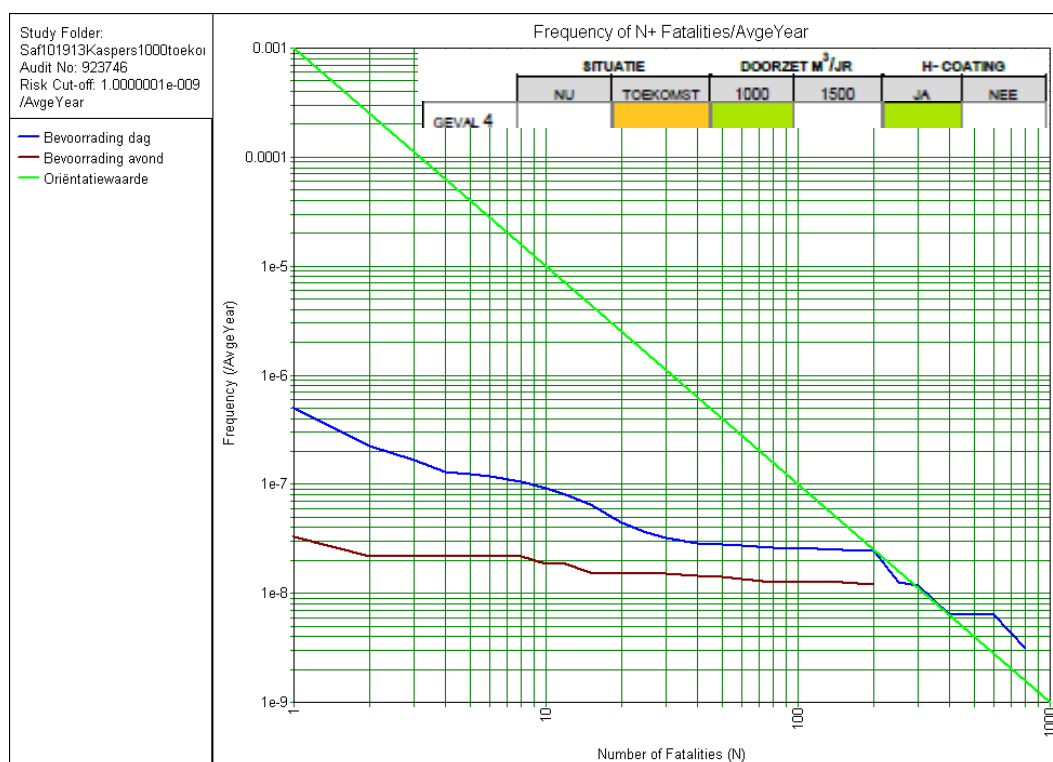
Bij bevoorrading overdag ligt het groepsrisico circa een factor veertig boven de oriëntatiewaarde. Bij bevoorrading 's avonds ligt het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal doden bij bevoorrading overdag is circa 800 en bij bevoorrading 's avonds circa 200. De hoogte van het groepsrisico wordt, bij lossen zonder hittewerende coating, voornamelijk bepaald door deze losactiviteit.



Figuur 5. Groepsrisico voor het conserverend bestemmingsplan, voor een doorzet tot 1000 m³/jr, zonder hittewerende coating

Figuur 6 toont het groepsrisico voor het conserverend bestemmingsplan, met hittewerende coating, voor een doorzet tot 1000 m³/jr.

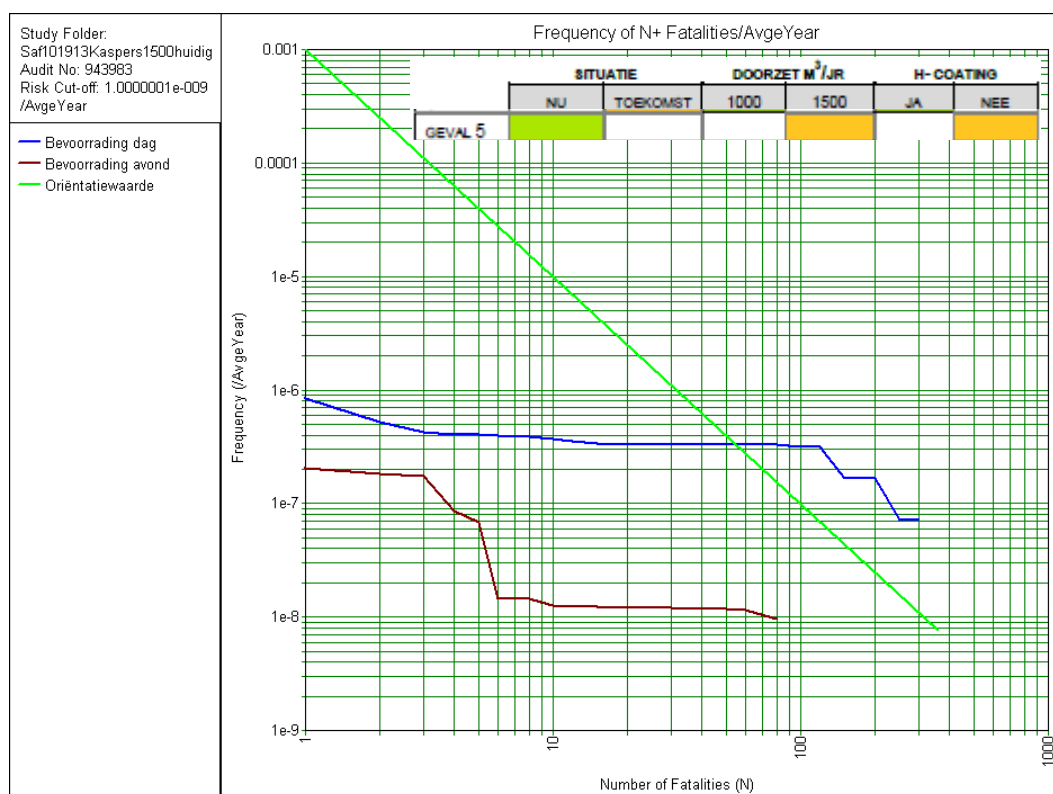
Bij bevoorrading overdag ligt het groepsrisico circa een factor twee boven de oriëntatiewaarde. Bij bevoorrading 's avonds ligt het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal doden bij bevoorrading overdag is circa 800 en bij bevoorrading 's avonds circa 200. De hoogte van het groepsrisico wordt zowel bepaald door het lossen van de tankauto, als door de aanwezigheid van de ondergrondse tank.



Figuur 6. Groepsrisico voor het conserverend bestemmingsplan, voor een doorzet tot 1000 m³/jr met tankauto voorzien van hittewerende coating

Figuur 7 toont het groepsrisico voor de huidige situatie zonder hittewerende coating, waarbij de doorzet is verhoogt tot 1500 m³/jr.

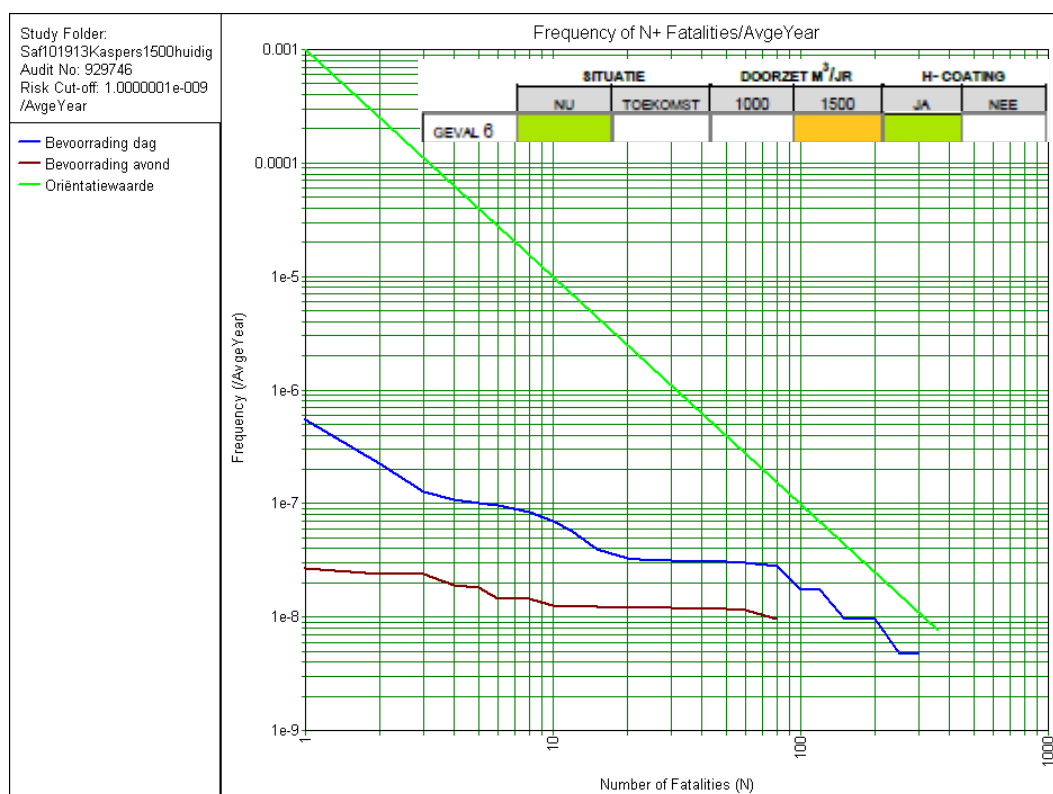
Bij bevoorrading overdag ligt het groepsrisico circa een factor zeven boven de oriëntatiewaarde. Bij bevoorrading 's avonds ligt het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal doden bij bevoorrading overdag is circa 300 en bij bevoorrading 's avonds circa 80. De hoogte van het groepsrisico wordt, bij lossen zonder hittewerende coating, voornamelijk bepaald door deze losactiviteit.



Figuur 7. Groepsrisico voor de huidige situatie, voor een doorzet tot 1500 m³/jr, zonder hittewerende coating

Figuur 8 toont het groepsrisico voor de huidige situatie met hittewerende coating, waarbij de doorzet is verhoogd tot 1500 m³/jr.

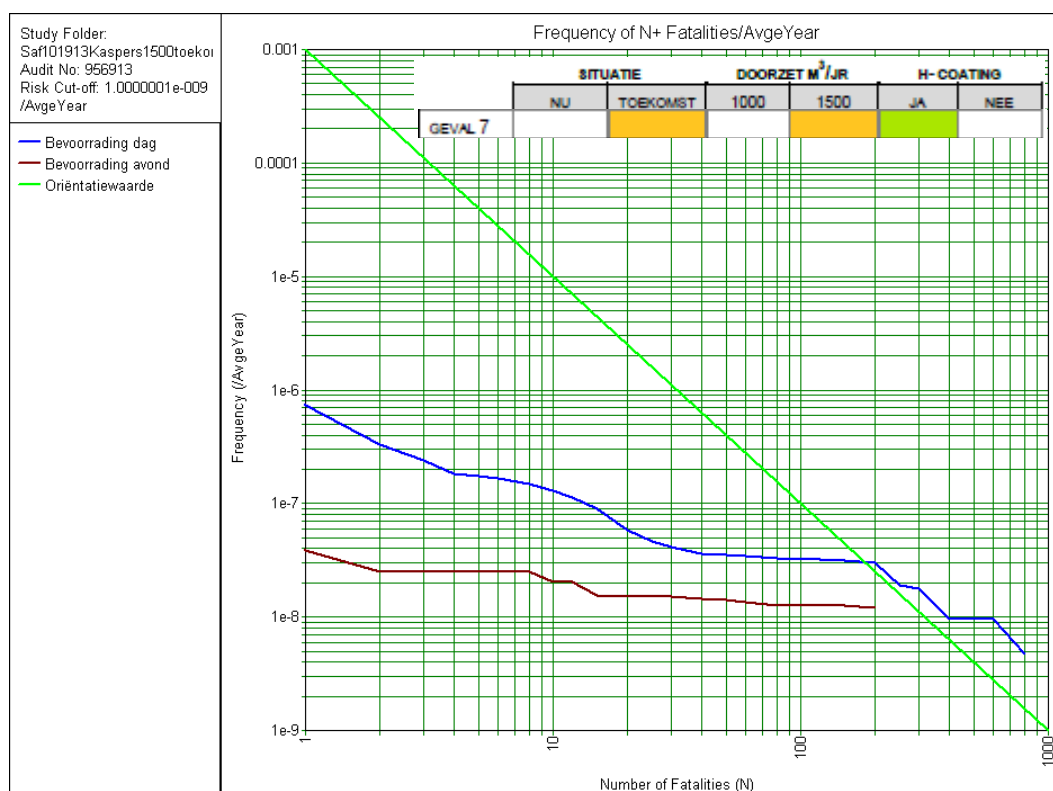
Bij zowel bevoorrading overdag als bevoorrading 's avonds ligt het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde. Bij bevoorrading overdag ligt het groepsrisico circa een factor twee onder de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal doden bij bevoorrading overdag is circa 300 en bij bevoorrading 's avonds circa 80. De hoogte van het groepsrisico wordt voornamelijk bepaald door de aanwezigheid van de ondergrondse tank.



Figuur 8. Groepsrisico voor de huidige situatie, voor een doorzet tot 1500 m³/jr, met tankauto voorzien van hittewerende coating

Figuur 9 toont het groepsrisico voor het conserverend bestemmingsplan met hittewerende coating, waarbij de doorzet is verhoogd tot 1500 m³/jr.

Bij bevoorrading overdag ligt het groepsrisico circa een factor drie boven de oriëntatiewaarde. Bij bevoorrading 's avonds ligt het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal doden bij bevoorrading overdag is circa 800 en bij bevoorrading 's avonds circa 200. De hoogte van het groepsrisico wordt zowel bepaald door het lossen van de tankauto, als door de aanwezigheid van de ondergrondse tank.



Figuur 9. Groepsrisico voor het conserverend bestemmingsplan, voor een doorzet tot 1500 m³/jr, met tankauto voorzien van hittewerende coating

4. Conclusie en discussie

Door de activiteiten van het LPG-tankstation wordt een groepsrisico veroorzaakt. Het schema als weergegeven in tabel 17 geeft beschouwde situaties weer waarbij is aangegeven of het groepsrisico de oriëntatiewaarde al dan niet overschrijdt. Hierbij is het onderscheid tussen lossen overdag en lossen 's avonds weergegeven. Het blijkt dat lossen overdag, op twee gevallen na (2 en 6), een groepsrisico oplevert dat boven de oriëntatiewaarde ligt. Het schema laat ook zien dat in alle situaties het lossen 's avonds samengaat met een groepsrisico dat onder de oriëntatiewaarde blijft.

Een ander in het oog springend resultaat is dat overdag een BLEVE tot duidelijk meer slachtoffers leidt dan 's avonds. Ten slotte kan worden geconcludeerd dat er onderlinge verschillen optreden tussen de nacht situatie wat betreft het maximum aantal doden. Dit geldt ook voor de dagsituatie.

	SITUATIE		DOORZET M ³ /JR		H- COATING		GROEPSRISICO LOSSEN OVERDAG		GROEPSRISICO LOSSEN 'S NACHT	
	NU	TOEK.	1000	1500	JA	NEE	ONDER OW	BOVEN OW	ONDER OW	BOVEN OW
GEVAL 1										
GEVAL 2										
GEVAL 3										
GEVAL 4										
GEVAL 5										
GEVAL 6										
GEVAL 7										

Tabel 17. Overzicht groepsrisico ten opzichte van oriëntatiewaarde

Als het groepsrisico wordt berekend voor de situatie waarbij de tankauto is voorzien van een hittewerende coating, dan neemt het groepsrisico af. Dit komt omdat de kans op een BLEVE door brand is hierdoor 20 keer lager wordt. In de huidige situatie is het maximum aantal slachtoffers circa 300 bij bevoorrading overdag en circa 80 bij bevoorrading 's avonds.

Als wordt uitgegaan van het maximaal toelaatbare binnen het nieuwe bestemmingsplan, dan ligt het groepsrisico voor bevoorrading van LPG overdag, zonder hittewerende coating, boven de oriëntatiewaarde. De hittewerende coating verlaagt de hoogte van het groepsrisico wel, maar het groepsrisico blijft desondanks boven de oriëntatiewaarde. Voor bevoorrading van LPG 's avonds ligt het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde, ongeacht het toepassen van de hittewerende coating. In de toekomstige situatie is het maximum aantal slachtoffers circa 800 bij bevoorrading overdag en circa 200 bij bevoorrading 's avonds.

Het verhogen van de doorzet, leidt tot een toename van het groepsrisico. De kans op een ongeval waarbij slachtoffers kunnen vallen wordt hierdoor immers verhoogt. In de huidige situatie, met hittewerende coating, blijft het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde,

ongeacht wanneer bevoorrading van LPG plaatsvindt. In de toekomstige situatie, met hittewerende coating, blijft het groepsrisico boven de oriëntatiewaarde voor bevoorrading van LPG overdag en onder de oriëntatiewaarde voor bevoorrading van LPG 's avonds.

Voor de groepsrisicoberekeningen voor het nieuwe bestemmingsplan dient te worden opgemerkt dat uit is gegaan van een maximale invulling van het bestemmingsplan. De huidige bebouwing past ook binnen het nieuwe bestemmingsplan, maar hierbij is het groepsrisico veel lager.

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
7. VROM 2007 Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico
(versie 1.0 november 2007)
8. TNO 2001 Kwantitatieve Risico-analyse generiek voor LPG-
tankstations
(kenmerk R2001/435a)
9. VROM/VVG 2005 Convenant LPG-autogas
(22 juni 2005)
10. AVIV 2008 Uitgangspunten Risicoberekeningen Basisnet Spoor
(Versie 10 gedateerd 17 juli 2008)