



Adviesgroep AVIV BV
Langestraat 11
7511 HA Enschede

Groepsrisico LPG-tankstation Tolboom en Zn. te Barneveld

Project : 071178
Datum : 10 september 2007
Auteur : ing. L.M.A. Mentink
 ir. G.A.M. Golbach

Opdrachtgever:
Gemeente Barneveld
t.a.v. D. de Groot
Postbus 63
3770 AB Barneveld

Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
2. Gegevens risicoberekening.....	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Initiële faalfrequentie	3
2.3. Ongevalsscenario's ondergronds drukvat.....	4
2.4. Ongevalsscenario's tankauto	4
2.5. BLEVE-frequentie tankauto.....	5
2.6. Parameters.....	7
2.7. Aanwezig rond het tankstation	7
3. Resultaat groepsrisico	11
4. Conclusie	14
Referenties	15
Bijlage 1. Herkomst BLEVE-frequentie LPG-tankauto	16

1. Inleiding

Voor het LPG-tankstation Tolman en Zn. gevestigd aan de Baron van Nagellstraat 121 in Barneveld wordt het groepsrisico berekend voor de huidige situatie. In de toekomst wordt een deel van het invloedsgebied nieuw ingericht. Voor de toekomstige situatie is berekend bij welk maximaal toelaatbaar aantal aanwezigen nog juist aan de oriëntatiewaarde wordt voldaan. Tevens wordt in de toekomstige situatie de invloed van het aanbrengen van een hittewerende coating op de tankauto op het maximaal toelaatbare aantal aanwezigen kwantitatief 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. De berekening van het groepsrisico wordt uitgevoerd voor de gegunde doorzet van maximaal 1000 m³ /jr. De aanwezigheid van personen in de objecten binnen het invloedsgebied van het groepsrisico is afgeleid uit de topografische ondergrond en gegevens verstrekt door de gemeente Barneveld.

Voor een LPG-tankstation wordt het extern veiligheidsrisico bepaald door ongevalsscenario's van de ondergrondse 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 veelal een te verwaarlozen bijdrage aan het risico. De berekening van het risico wordt uitgevoerd volgens de voorschriften opgenomen in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [7] en een specifiek berekeningsvoorschrift [9]. Deze voorschriften zijn gebaseerd op TNO-rapporten [3 t/m 5] die de risicoanalyse beschrijven voor een generiek LPG-tankstation en waarmee de standaard afstanden zijn afgeleid zoals genoemd in het Revi. Tevens houdt het specifieke berekeningsvoorschrift rekening met de invloed van de omgeving op de BLEVE-frequentie van de lossende tankauto [8].

2.2. Initiële faalfrequentie

Tabel 1 toont de initiële faalfrequentie voor een drukvat en een tankauto [3]. Voor een ondergrondse tank worden in principe dezelfde ongevalsscenario's gebruikt als voor een bovengronds opgestelde tank, met als uitzondering dat instantaan falen niet veroorzaakt kan worden door een externe brand. De BLEVE van de tankauto veroorzaakt door externe oorzaken wordt voor een LPG-tankstation specifiek gemodelleerd, zoals ook aangegeven in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [7]. De frequentie voor breuk van de losslang is voor een LPG-tankstation een factor tien lager dan de standaard waarde [9].

Component	Faaltwijze	Frequentie
Drukvat	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu 10 mm gat	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
	Afblazen veiligheidsventiel	$2.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
Leidingen	Breuk ondergrondse leiding	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /m-jr
	Lekkage ondergrondse leiding	$1.5 \cdot 10^{-6}$ /m-jr
Tankauto	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu grootste aansluiting	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Pomp breuk	$1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr
	Pomp lekkage	$5.0 \cdot 10^{-4}$ /jr
	Losslang breuk	$4.0 \cdot 10^{-7}$ /uur
	Losslang lekkage	$4.0 \cdot 10^{-5}$ /uur
	BLEVE door brand tijdens verlading	specifiek

Tabel 1. Initiële faalfrequentie voor een druvvat en een tankauto

2.3. Ongevalsscenario's ondergronds druvvat

Het druvvat heeft een inhoud van 20 m^3 met een maximale inhoud van 9.2 ton. De berekening wordt uitgevoerd voor de maximale vullingsgraad. Tabel 2 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's. Het afblazen van het veiligheidsventiel en falen van de (ondergrondse) leidingen zijn wegens te verwaarlozen letale effecten op grondniveau niet meegenomen in de risicoberekening. Voor deze tank wordt ervan uitgegaan dat bij instantane uitstroming het scenario vuurbal niet optreedt.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$	9.2 ton	Maximale inhoud.
Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$	15.3 kg/s	Maximale inhoud in 600 s.
Continu 10 mm	$1.0 \cdot 10^{-5}$	1 kg/s	Vloeistofuitstroming met uitstroomcoëfficiënt $C_d=0.62$.

Tabel 2. Ongevalsscenario's ondergronds druvvat

2.4. Ongevalsscenario's tankauto

Voor een doorzet van 1000 m^3 /jr zijn er 70 lossingen nodig van elk 30 min. De lostijd per jaar is dan 35 uur, 0.4% van de tijd. Bevoorrading vindt plaats overdag met een tankauto van 60 m^3 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 ongevalsrequentie 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 ongevalsrequentie 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 de doorstroombegrenzer niet sluit is 0.12.

Tabel 3 toont de ongevalsscenario's per tankauto. Wegens de geringe bronsterkte zijn er geen ongevalsscenario's beschouwd voor de dampretourleiding.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan vulgraad 100%	$6.6 \cdot 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
Instantaan vulgraad 67%	$6.6 \cdot 10^{-10}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
Instantaan vulgraad 33%	$6.6 \cdot 10^{-10}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%
Continu grootste aansluiting	$2.0 \cdot 10^{-9}$	65.8 kg/s	Vloeistof 3 inch gat, uitstroomcoëfficiënt $C_d=0.60$
Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit	$3.8 \cdot 10^{-7}$	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit niet	$2.4 \cdot 10^{-8}$	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 1800 s
Lekkage pomp	$2.0 \cdot 10^{-6}$	0.7 kg/s	Vloeistof 7.6 mm gat, uitstroomcoëfficiënt $C_d=0.60$
Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit	$1.2 \cdot 10^{-5}$	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit niet	$1.7 \cdot 10^{-6}$	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 1800 s
Lekkage losslang	$1.4 \cdot 10^{-3}$	0.3 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, uitstroomcoëfficiënt $C_d=0.60$

Tabel 3. Ongevalsscenario's overslag tankauto doorzet 1000 m^3 /jr

2.5. BLEVE-frequentie tankauto

Voor de frequentie van een BLEVE door brand wordt de modellering in het stappenplan voor de berekening van het groepsrisico gevolgd [8]. In bijlage 1 is aangegeven hoe deze standaard BLEVE-frequentie is afgeleid en welke onderliggende oorzaken hierbij van belang zijn. De belangrijkste oorzaak 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 de bijlage 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 geïsoleerde opstelplaats is deze oorzaak verwaarloosbaar.

Voor de specifieke kenmerken geldt het volgende:

- Voor mechanische inslag wordt voor dit tankstation uitgegaan van de waarde voor een geïsoleerde opstelplaats.

- Voor een omgevingsbrand geldt dat de afstand tussen de opstelplaats van de LPG-tankauto en de genoemde objecten groter moet zijn dan de minimaal benodigde afstand. Dit geldt voor de LPG- en de benzine afleverzuil en voor de opstelplaats van de benzinetankauto. Deze oorzaken zijn daarmee uit te sluiten. De tankauto staat wel opgesteld binnen de benodigde afstand tot gebouwen. Tabel 4 vat deze beoordeling samen. De bijdrage van de omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie is hiermee $0.175 / 0.3 \times 100\% = 58.3\%$.

Object omgevingsbrand	Afstand benodigd [m]	Kans maximaal	Afstand specifiek	Kans specifiek
LPG-afleverzuil personenauto's	17.5	0.05	Groter	0.0
Benzine afleverzuil personenauto's	5	0.025	Groter	0.0
Opstelplaats benzinetankauto	25	0.05	Groter	0.0
Gebouwen zonder brandbescherming (hoogte < 5 m)	10	0.15	Kleiner	0.15
Overig	0	0.025	n.v.t.	0.025
Totaal		0.30		0.175

Tabel 4. Bijdrage omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie (benodigde afstanden conform stappenplan RIVM)

Tabel 5 toont de drie BLEVE ongevalsscenario's veroorzaakt door een externe brand afhankelijk van de vulgraad voor 70 verladingen. 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 BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk 24.5 bar. 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.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
BLEVE vulgraad 100%	$5.4 \cdot 10^{-8}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
BLEVE vulgraad 67%	$1.3 \cdot 10^{-7}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
BLEVE vulgraad 33%	$2.1 \cdot 10^{-7}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 5. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet $1000 \text{ m}^3/\text{jr}$ 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 van $1.8 \cdot 10^{-9}$ /jr voor 70 verladingen. Tabel 6 toont de drie ongevalsscenario's. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan de evenwichtsdruk bij omgevingstemperatuur.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
BLEVE vulgraad 100%	$5.8 \cdot 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
BLEVE vulgraad 67%	$5.8 \cdot 10^{-10}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
BLEVE vulgraad 33%	$5.8 \cdot 10^{-10}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 6. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 1000 m^3 /jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

2.6. Parameters

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

2.7. Aanwezigen rond het tankstation

Voor een schatting van het aantal dodelijke slachtoffers van een BLEVE geldt dat binnen de (cirkelvormige) 35 kW/m^2 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 CPR 18 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^2 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.

Figuur 1 toont het invloedsgebied van het LPG-tankstation. Binnen het cirkelvormige invloedsgebied met een straal van 150 m bevinden zich een bedrijventerrein met een aantal woningen en het plangebied. Het plangebied beslaat een gedeelte van het invloedsgebied ten westen van de Baron van Nagellstraat. De figuur toont de gedefinieerde bebouwingsgebieden voor de modellering van de omgeving van het tankstation.



Figuur 1. Invloedsgebied LPG-tankstation

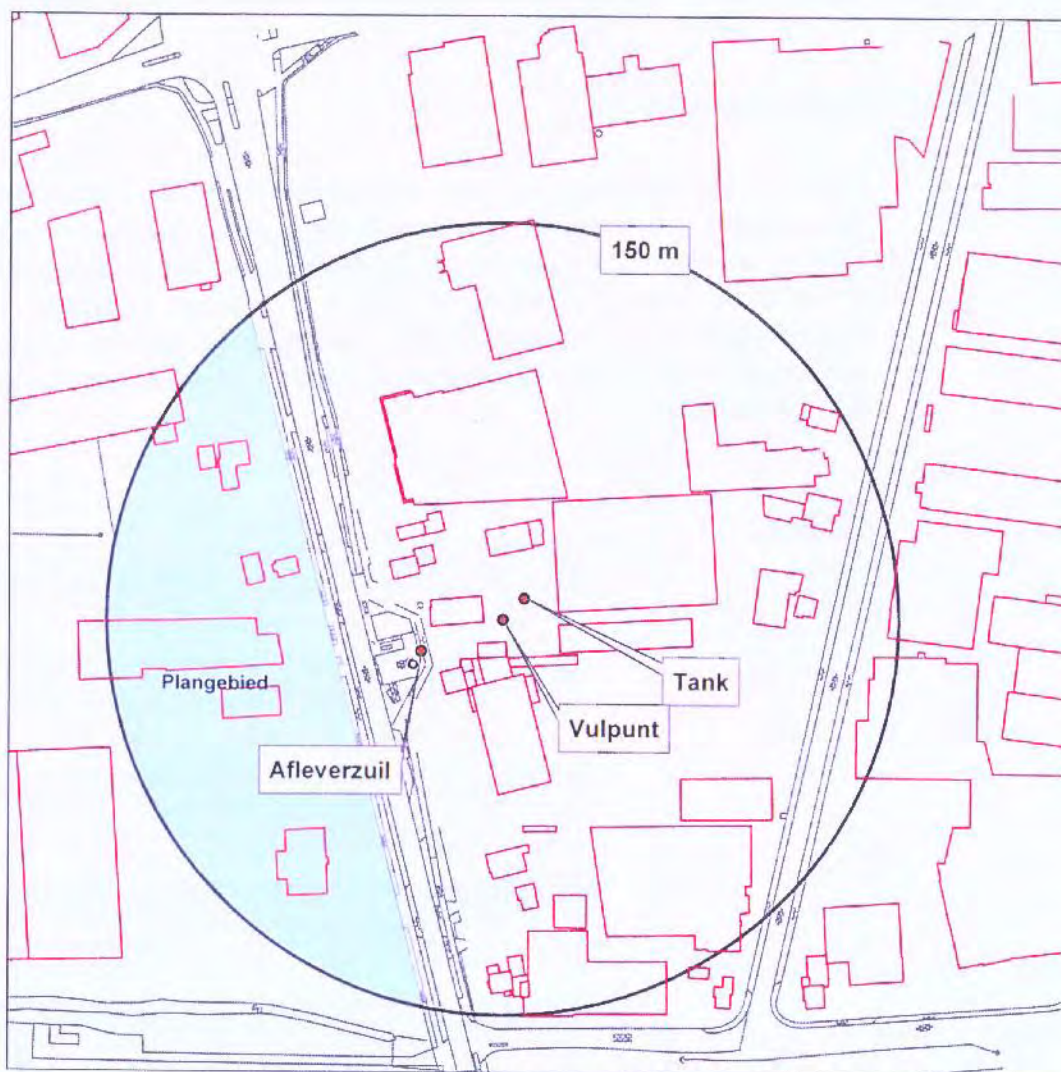
Voor de woningen heeft de opdrachtgever het aantal bewoners geleverd. Verondersteld wordt dat de bewoners overdag voor 50% en 's avonds voor 100% aanwezig zijn. Voor de bedrijfsgebouwen is in de dagsituatie 100% aanwezigheid en in avond en nacht situatie geen aanwezigheid verondersteld. Voor het aantal aanwezige personen is uitgegaan van 40 personen per hectare. De gebieden zijn wat ruimer gedefinieerd dan de begrenzing van het invloedsgebied.

Tabel 7 vat de gegevens van de objecten (gedeeltelijk) gelegen in het invloedsgebied samen. Overdag bevinden zich maximaal 125 personen binnen het invloedsgebied en 's avonds 28 personen.

Object ID	Aantal personen dag	Aantal personen avond	Opmerking
1	27	0	Bedrijven
2	37	6	Bedrijven met woningen
3	1	2	Woning
4	7	2	Bedrijven met woningen
5	6	8	Bedrijven met woningen
6	15	6	Bedrijven met woningen
7	7	0	Bedrijven
8	2	0	Bedrijven
9	11	0	Bedrijven
10	1	2	Bedrijven met woningen
11	2	2	Bedrijven met woningen
12	7	0	Bedrijven
13	78	0	Bedrijven

Tabel 7. Schatting personen aanwezig rond het LPG-tankstation

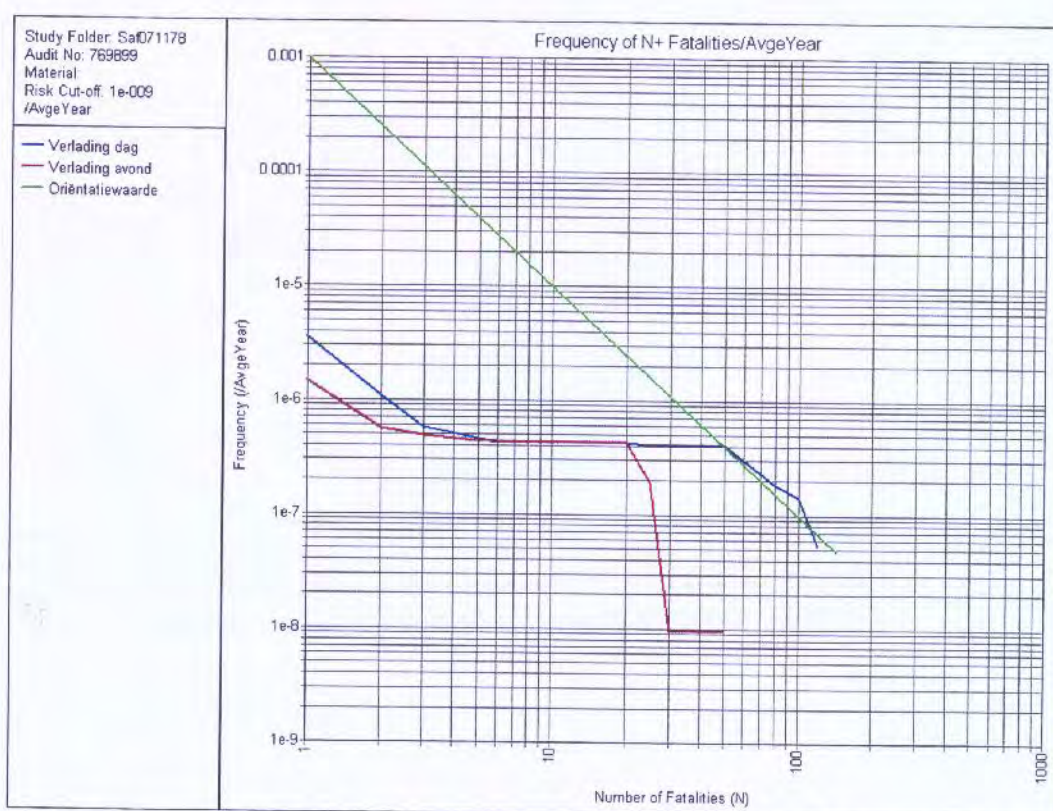
Voor de groepsrisicoberekening in de toekomstige situatie is gebruik gemaakt van de aanwezigen zoals in tabel 7 beschreven zijn. In de toekomstige situatie zullen de gebieden 8 t/m 12 worden gesloopt. Hiervoor komt een nieuwe invulling in de plaats. In deze studie is bekeken hoeveel personen maximaal aanwezig mogen zijn op het plangebied binnen het invloedsgebied van het LPG tankstation waarbij nog juist aan de oriëntatiewaarde wordt voldaan. In figuur 2 wordt dit gebied met een blauwe kleur aangegeven en heeft een oppervlakte van ca. 1.64 hectare.



Figuur 2. Plangebied binnen invloedsgebied LPG-tankstation

3. Resultaat groepsrisico

Figuur 3 toont het groepsrisico voor een doorzet van $1000 \text{ m}^3/\text{jr}$ en de veronderstelde aanwezigheid van personen voor bevoorrading alleen overdag en alleen 's avonds. Overdag bevinden zich maximaal 125 personen binnen het invloedsgebied en 's avonds 28 personen. Het groepsrisico is voor bevoorrading 's avonds kleiner dan de oriëntatiewaarde en voor bevoorrading overdag groter dan de oriëntatiewaarde. Het groepsrisico wordt bepaald door de aanwezigheid van het aantal personen overdag in de omliggende bedrijven.

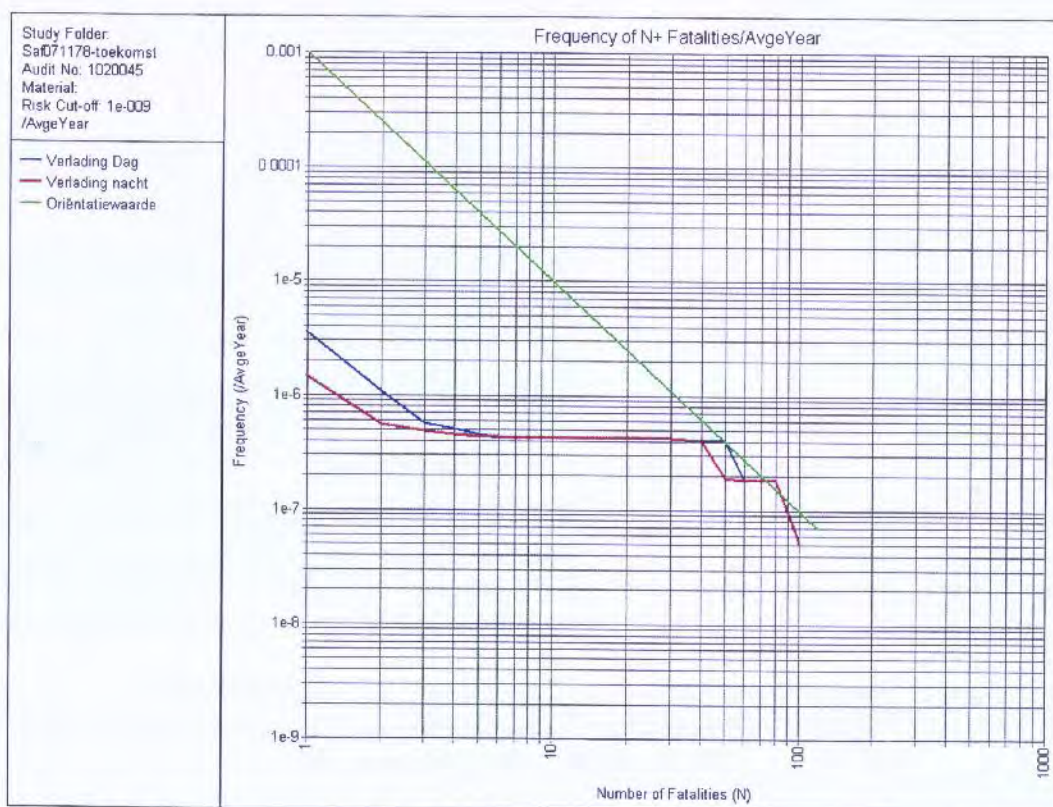


Figuur 3. Groepsrisico LPG-tankstation huidige situatie bevoorrading overdag en 's avonds

Bij de berekening van het groepsrisico is voor de situatie overdag uitgegaan van een 'gemiddelde' aanwezigheid en voor de situatie 's avonds van een maximale aanwezigheid. Overdag zullen er tijdsperiodes zijn waarop er meer of minder personen dan dit gemiddelde aanwezig zijn. Hiermee kan eventueel in de berekening rekening worden gehouden, waardoor de curve van het groepsrisico minder rechthoekig zal worden.

In overleg met de ondernemer is afgesproken dat de LPG tussen 19.00 en 23.00 uur wordt geleverd. Hierdoor is het aantal aanwezigen in het invloedsgebied geminimaliseerd. Deze afspraak is niet in de vergunning vastgelegd

Voor de toekomstige situatie is binnen het invloedsgebied bekeken hoeveel personen maximaal in het plangebied (zie figuur 2) aanwezig kunnen zijn waarbij nog juist aan de oriëntatiewaarde wordt voldaan. Hierbij is de overige aanwezigheid uit de huidige situatie onveranderd verondersteld. Het groepsrisico waarbij de oriëntatiewaarde net wordt overschreden wordt bereikt bij een aanwezigheid overdag van maximaal 0 personen en 's avonds van maximaal 47 personen per hectare in het plangebied. De aanwezigheid in de gebieden 1 t/m 7 en 13 samen is overdag zodanig dat de oriëntatiewaarde minimaal wordt overschreden. Als de bevoorrading 's avonds plaatsvindt is de aanwezigheid overdag niet aan een maximum gebonden en vice versa. Figuur 4 toont de groepsrisicocurven.



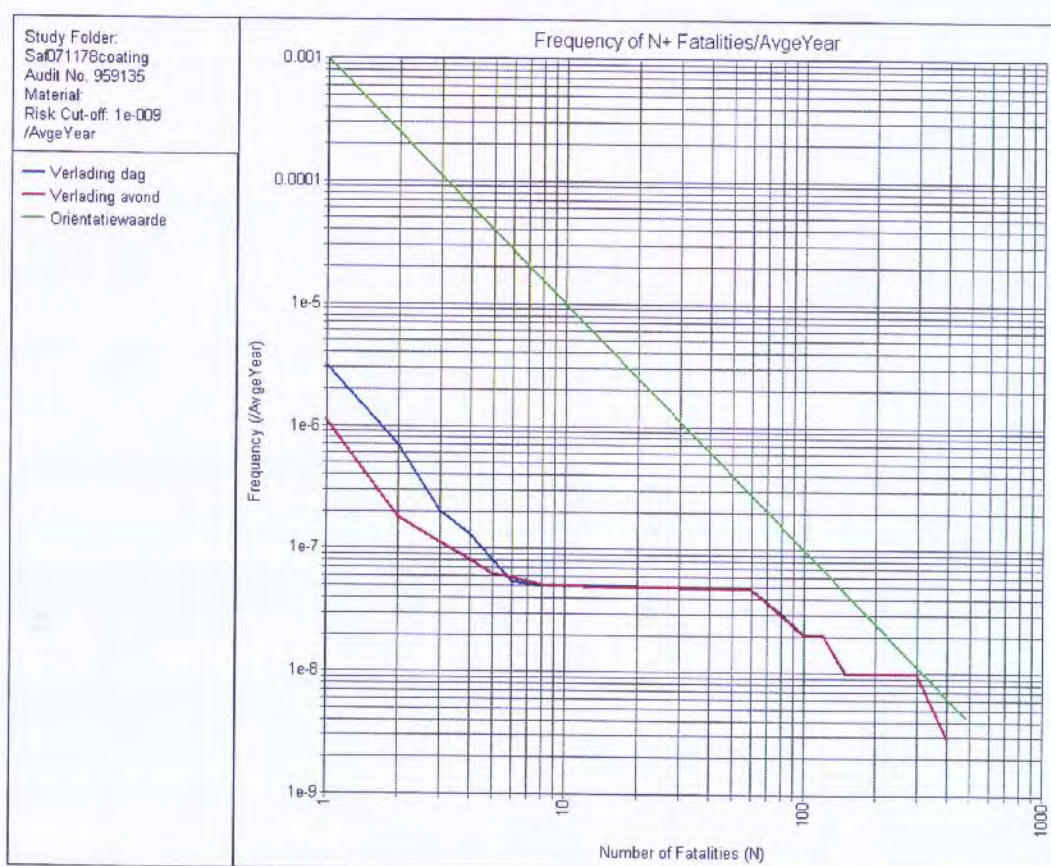
Figuur 4. Groepsrisico LPG-tankstation toekomstige situatie bevoorrading overdag en 's avonds

De kans op voorkomen van een BLEVE kan o.a worden gereduceerd door:

- Het aanbrengen van een hittewerende coating op de tankauto zoals afgesproken in het LPG-convenant. Dit leidt tot een forse reductie met 95% van de kans op een BLEVE veroorzaakt door een langdurige lekkage of een brand in de omgeving.

Door een lagere frequentie schuift de curve van het groepsrisico naar beneden en kunnen er meer personen binnen het invloedsgebied aanwezig zijn waarbij nog juist aan de oriëntatiewaarde wordt voldaan.

Figuur 5 toont het groepsrisico als de tankauto wordt voorzien van een hittewerende coating. Het groepsrisico waarbij nog juist aan de oriëntatiewaarde wordt voldaan wordt bereikt bij een aanwezigheid overdag van maximaal 180 personen en 's avonds van maximaal 240 personen per hectare. Dit aantal is aanzienlijk groter dan in de situatie zonder hittewerend coating.



Figuur 5. Groepsrisico LPG-tankstation bevoorrading overdag en 's avonds (tankauto voorzien van een hittewerende coating)

4. Conclusie

Het groepsrisico veroorzaakt door het LPG-tankstation Tolboom en Zn. gevestigd aan de Baron van Nagellstraat 121 in Barneveld is berekend.

Het groepsrisico is berekend voor een doorzet van 1000 m³ /jr voor bevoorrading alleen overdag en alleen 's avonds. Overdag bevinden zich maximaal 125 personen binnen het invloedsgebied en 's avonds 28 personen. Het groepsrisico is voor bevoorrading 's avonds kleiner dan de oriëntatiewaarde en voor bevoorrading overdag groter dan de oriëntatiewaarde. Het groepsrisico wordt bepaald door de aanwezigheid van het aantal personen overdag in de omliggende bedrijven.

Voor de toekomstige situatie is binnen het invloedsgebied bekeken hoeveel personen maximaal in het plangebied aanwezig kunnen zijn waarbij nog juist aan de oriëntatiewaarde wordt voldaan. Het groepsrisico waarbij nog juist aan de oriëntatiewaarde wordt voldaan wordt bereikt bij een aanwezigheid overdag van maximaal 0 personen per hectare en 's avonds van maximaal 47 personen per hectare in het plangebied. De aanwezigheid in de gebieden buiten het plangebied is overdag zodanig dat de oriëntatiewaarde minimaal wordt overschreden. Als de bevoorrading 's avonds plaatsvindt is de aanwezigheid overdag niet aan een maximum gebonden en omgekeerd.

Als de tankauto wordt voorzien van een hittewerende coating dan neemt het groepsrisico af. Het groepsrisico waarbij nog juist aan de oriëntatiewaarde wordt voldaan wordt bereikt bij een aanwezigheid overdag van maximaal 180 personen per hectare en 's avonds van maximaal 240 personen per hectare.

Referenties

1. VROM 2004 Besluit externe veiligheid inrichtingen
Staatsblad 2004, 250
2. VROM 2004 Regeling externe veiligheid inrichtingen
Staatscourant 23 september 2004, nr. 183
3. TNO 2001 Kwantitatieve risico-analyse generiek voor LPG-
tankstations
TNO-rapport R2001/435
4. TNO 2004 Invloed systeemreacties LPG-tankinstallatie op risico
LPG-tankstation (ligging PR-contour)
TNO-rapport R2004/107
5. RIVM 2004 Beoordeling onderbouwing faaldata VVG voor
scenario 'breuk losslang' bij een LPG-tankstation
6. TNO 1985 Reductie BLEVE-frequentie van een LPG-tankauto
op een autotankstation
7. RIVM 2006 Handleiding risicoberekeningen Bevi
(concept versie 1.2 gedateerd 13 november 2006)
8. RIVM 2007 Stappenplan groepsrisicoberekening LPG-
tankstations
(concept gedateerd 22 mei 2007)
9. RIVM 2006 Specifieke risicoberekeningen Bevi
(concept versie 1.0 gedateerd 22 november 2006)

Bijlage 1. Herkomst BLEVE-frequentie LPG-tankauto

In deze bijlage is een samenvatting opgenomen van het rapport 'Reductie BLEVE-frequentie van een LPG-tankauto op een autotankstation' [6]. De BLEVE-frequentie die thans maatgevend wordt geacht voor een generiek tankstation is gebaseerd op dit rapport. De beschreven werkwijze is ook opgenomen in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [7] en twee voorschriften opgesteld specifiek voor de risicoberekening van LPG-tankstations.

Onderstaande tabel toont de standaard BLEVE-frequentie onderscheiden naar drie ongevalsscenario's. De frequentie geldt voor de situatie dat een LPG-tankauto aanwezig is op het tankstation voor 100 overslagen per jaar met een verblijftijd van 45 min per overslag (verblijftijd totaal 75 uur per jaar, 30 min overslagduur per overslag, doorzet 500 ton/jr, ongeveer 1000 m³ /jr, maximaal overslagdebiet 20 m³ /uur). Overigens wordt in de recente studie van TNO aangenomen dat de verblijftijd per overslag 30 in plaats van 45 minuten is en het maximaal overslagdebiet 30 m³ /uur in plaats van 20 m³ /uur, zodat de frequentie in de tabel nu in principe zou moeten gelden voor een doorzet van 2250 m³ /jr (een verblijftijd gelijk aan een overslagduur van 75 uur per jaar). In de TNO studie wordt echter verondersteld dat de frequentie geldt voor een doorzet van 1500 m³ /jr. De BLEVE-frequentie veroorzaakt door een omgevingsbrand is opgebouwd uit een frequentie op een relevante omgevingsbrand en een kans van 0.5 op een druktoename die leidt tot catastrofaal falen. Voor de foutenboom wordt verwezen naar figuur 1.1 aan het eind van deze bijlage.

Ongevalsscenario	BLEVE-frequentie [/jr]
Brand van het LPG-systeem	2.9 10 ⁻⁸
Mechanische inslag (aanrijdingen)	2.3 10 ⁻⁷
Omgevingsbrand	1.0 10 ⁻⁶
Totaal	1.3 10 ⁻⁶

Hierna wordt samengevat welke marges er mogelijk zijn in de frequenties veroorzaakt door de oorzaken mechanische inslag en omgevingsbrand voor een specifiek tankstation. Deze marges zijn in het TNO-rapport uit 1985 aangegeven.

1. Mechanische inslag

Voor mechanische inslag wordt de frequentie gedifferentieerd naar de situatie van de opstelplaats. De situatie van de opstelplaats bepaalt de frequentie in hoge mate.

Opstelplaats	Frequentie [/jr]
Geïsoleerde opstelplaats	2.5 10 ⁻⁹
Toegestane snelheid 50 km/uur	4.8 10 ⁻⁸
Toegestane snelheid 70 km/uur	
Opstelplaats op wegstrook	
Overige situaties	2.3 10 ⁻⁷

2. Omgevingsbrand

Voor omgevingsbrand wordt de frequentie gedifferentieerd naar de afstand tussen de opstelplaats van de tankauto en de plaats van een brand in de omgeving.

Frequentie omgevingsbrand

Brand op een tankstation volgt uit CBS periode 1975 t/m 1983 gemiddeld aantal branden 7.4 /jr. Aantal tankstations is gemiddeld 8300. Dus frequentie van een brand op een tankstation is $8.92 \cdot 10^{-4}$ /jr.

LPG-tankauto aanwezig voor 100 overslagen per jaar met een verblijftijd van 45 min per overslag (30 min overslagduur per overslag). Fractie is 0.00856.

Frequentie brand op een tankstation en een LPG-tankauto is aanwezig dan $8.92 \cdot 10^{-4} \times 0.00856 = 7.64 \cdot 10^{-6}$ /jr (afgerond $8 \cdot 10^{-6}$ //jr).

Omvang van de brand

Niet elke brand zal een BLEVE van de LPG-tankauto kunnen veroorzaken. Uit een gedetailleerdere beschrijving van 40 branden is afgeleid dat 12 branden veroorzaakt zijn door lekkage van het LPG-systeem en 16 branden een te kleine omvang/tijdsduur hebben (er is niet aangegeven welk criterium is gehanteerd). Er blijven 12 branden over die als relevant zijn gekarakteriseerd (dit is 30% van het totaal). De frequentie is dan $7.64 \cdot 10^{-6} \times 0.3 = 2.29 \cdot 10^{-6}$ /jr (afgerond $2 \cdot 10^{-6}$ //jr).

Plaats van de brand

De kansverdeling over de plaats van alleen de 30% relevante branden wordt onderstaand getoond (de totale kans in deze tabel is 0.3).

Plaats	Kans
LPG-afleverzuil personenauto's	0.05
Benzine afleverzuil personenauto's	0.025
Opstelplaats benzinetankauto	0.05
Gebouwen	0.15
Overig	0.025

Maximale afstand tussen omgevingsbrand en LPG-tankauto

Per plaats wordt een maximale afstand toegekend. Buiten deze afstand is de kans verwaarloosbaar klein dat de brand een BLEVE van de tankauto veroorzaakt.

Plaats		Afstand benodigd [m]
LPG-aflieverzuil personenauto's		15
Benzine aflieverzuil personenauto's		5
Opstelplaats benzinetankauto		25
Gebouwen zonder brandbescherming	Hoogte < 5 m	5
	5 m < Hoogte < 10 m	10
	Hoogte > 10 m	20
Gebouwen met brandbescherming (50% gevelopeningen)	Hoogte < 5 m	2.5
	5 m < Hoogte < 10 m	5
	Hoogte > 10 m	15
Overig		0

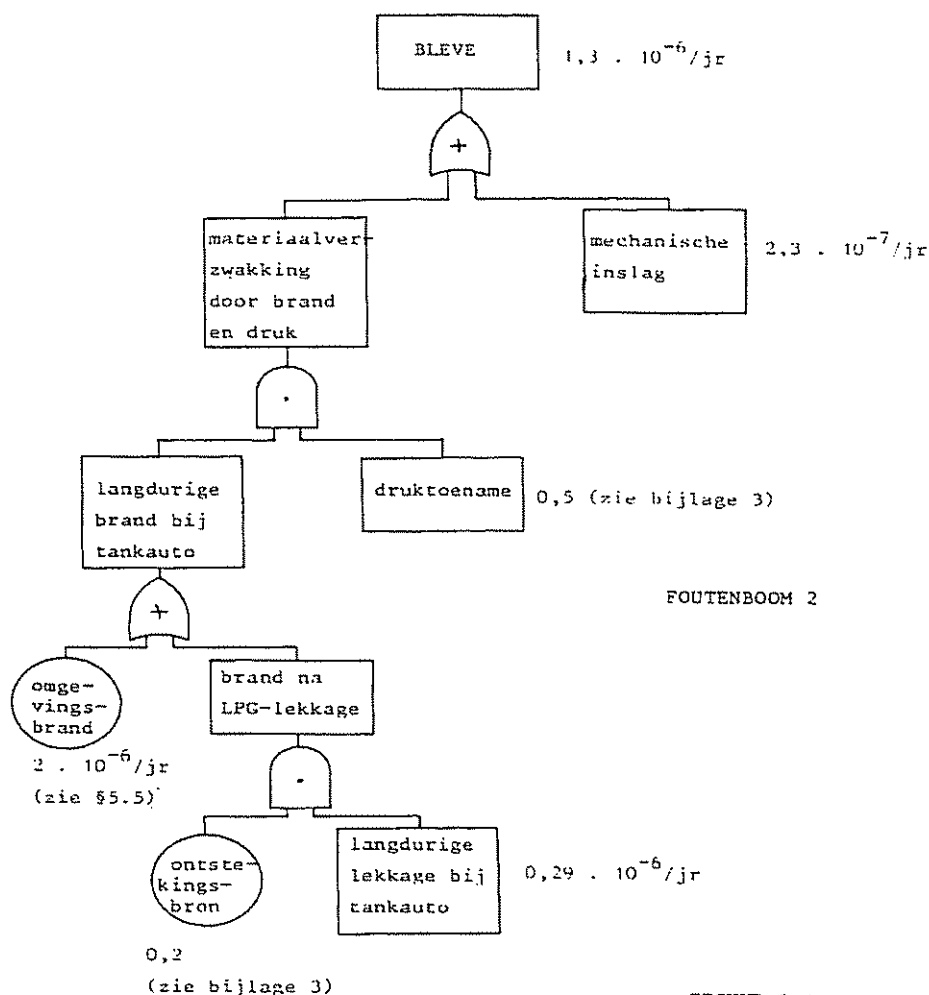
Voorbeeld toepassing methode omgevingsbrand

Voor een specifiek tankstation kan de BLEVE-frequentie worden aangepast afhankelijk van de interne zonering. Onderstaande tabel geeft hiervan een voorbeeld. De frequentie op een relevante omgevingsbrand voor dit tankstation is dan $7.64 \cdot 10^{-6} \times 0.125 = 9.55 \cdot 10^{-7}$ /jr (afgerond $1 \cdot 10^{-6}$ /jr). De resulterende BLEVE-frequentie is dan $9.55 \cdot 10^{-7} \times 0.5$ (kans op een relevante druktoename) = $4.78 \cdot 10^{-7}$ /jr (afgerond $5 \cdot 10^{-7}$ /jr).

Plaats	Afstand benodigd	Kans max	Afstand voorbeeld	Kans voorbeeld
LPG-aflieverzuil personenauto's	15	0.05	10	0.05
Benzine aflieverzuil personenauto's	5	0.025	10	0.0
Opstelplaats benzinetankauto	25	0.05	15	0.05
Gebouwen zonder brandbescherming (hoogte < 5 m)	5	0.15	5	0.0
Overig	0	0.025	n.v.t.	0.025
Totaal		0.30		0.125

85-01237/vd8/05

- 37 -



FIGUUR 6.1

$$F(\text{BLEVE}) = \{(0,29 \cdot 10^{-6} \cdot 0,2) + 2 \cdot 10^{-6}\} \cdot 0,5 + 2,3 \cdot 10^{-7} = 1,3 \cdot 10^{-6}/\text{jr}$$

Figuur 1.1. Foutenboom voor de BLEVE van een LPG-tankauto overgenomen uit het TNO-rapport 'Reductie BLEVE-frequentie van een LPG-tankauto op een autotankstation'