

Bijlage 32: Rapport van AVIV, Adviseurs voor de externe veiligheid,
Risicoanalyse Avia tankstation Drievogelstraat in Kerkrade, Rapport
P071207-Wm-9 d.d. 17 september 2008



Adviseurs voor de externe veiligheid

AVIV BV
Langestraat 11
7511 HA Enschede

Risicoanalyse Avia tankstation

Drievogelstraat in Kerkrade

Status : notitie
Project : 071207
Datum : 17 september 2008
Projectdoc. P071207-Wm-9

Opsteller rapportage: Robert Geerts
Ton op den Dries

Opdrachtgever:
Gemeente Kerkrade
t.a.v. de heer Ton van der Velde

deze pagina onbeschreven

Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
2. Gegevens risicoberekening	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Initiële faalfrequentie	3
2.3. Ongevalscenario's ondergronds drukvat LPG	4
2.4. Ongevalscenario's tankauto LPG	4
2.5. BLEVE-frequentie tankauto LPG	5
2.6. Ongevalsscenario's ondergronds drukvat propaan	7
2.7. Ongevalsscenario's tankauto propaan	7
2.8. Ongevalsscenario's opslag gascilinders	8
2.9. Parameters	8
2.10. Aanwezig rond het tankstation	8
3. Plaatsgebonden risico	12
4. Groepsrisico	13
5. Conclusie	15
Referenties	16

1. Inleiding

De gemeente Kerkrade wenst een duidelijk inzicht te krijgen in de externe veiligheidsrisico's binnen de gemeente. Deze risicoanalyse over het Avia tankstation met propaan vulstation aan de Drievogelstraat is hier een onderdeel van. De berekening wordt uitgevoerd voor een maximale doorzet van 500 m³/jr LPG en een doorzet van 150 m³/jr propaan. Tevens wordt de invloed van het aanbrengen van een hittewerende coating op de LPG-tankauto beoordeeld. Ook de aanwezige propaan gasflessen worden meegenomen in de risicoberekening.

De gegevens voor de risicoberekening worden samengevat in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 wordt inzicht gegeven in het plaatsgebonden risico en in hoofdstuk 4 het groepsrisico veroorzaakt door het LPG-tankstation. Hoofdstuk 5 bevat de conclusie.

2. Gegevens risicoberekening

2.1. Inleiding

Informatie betreffende de ligging van de inrichting is verkregen van de opdrachtgever. De inrichting heeft een ondergronds opgestelde LPG tank van 20 m³. De berekening van het groepsrisico wordt uitgevoerd voor de doorzet van maximaal 500 m³/jr. Deze doorzet is vastgelegd in de milieuvergunning.

Voor de LPG-installatie wordt het extern veiligheidsrisico bepaald door ongevalsscenario's van de bovengrondse 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.

De berekeningen voor het vulstation en de opslag van gascilinders zijn gebaseerd op de Handleiding risicoberekeningen Bevi [3].

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.

Component	Faalwijze	Frequentie
Drukvat	Instantaan	5.0 10 ⁻⁷ /jr
	Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷ /jr
	Continu 10 mm gat	1.0 10 ⁻⁵ /jr
	Afblazen veiligheidsventiel	2.0 10 ⁻⁵ /jr
Leidingen	Breuk ondergrondse leiding	5.0 10 ⁻⁷ /m-jr
	Lekkage ondergrondse leiding	1.5 10 ⁻⁶ /m-jr
Tankauto	Instantaan	5.0 10 ⁻⁷ /jr
	Continu grootste aansluiting	5.0 10 ⁻⁷ /jr
	Pomp breuk	1.0 10 ⁻⁴ /jr
	Pomp lekkage	4.4 10 ⁻³ /jr
	Losslang breuk	4.0 10 ⁻⁷ /uur
	Losslang lekkage	4.0 10 ⁻⁵ /uur
	BLEVE door brand tijdens verlading LPG	specifiek
	BLEVE door brand tijdens verlading propaan	5.8 10 ⁻¹⁰ /uur

Tabel 1. Initiële faalfrequentie

De BLEVE van de LPG-tankauto veroorzaakt door externe oorzaken wordt voor een LPG-tankstation specifiek gemodelleerd conform de RIVM voorschriften [4 en 5]. De frequentie voor breuk van de losslang is voor een LPG-installatie een factor tien lager dan de standaard waarde [5]. De kans op een BLEVE van de propaantankauto veroorzaakt door externe oorzaken is conform [7].

2.3. Ongevalscenario's ondergronds drukvat LPG

De tank heeft een volume van 20 m³ 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 ongevalscenario'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 [jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	5.0 10 ⁻⁷	9.2 ton	Maximale inhoud.
Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷	15.3 kg/s	Maximale inhoud in 600 s.
Continu 10 mm	1.0 10 ⁻⁵	1 kg/s	Vloeistofuitstroming met uitstroomcoëfficiënt Cd=0.62.

Tabel 2. Ongevalscenario's ondergronds drukvat

2.4. Ongevalscenario's tankauto LPG

Voor een doorzet van 500 m³/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 m³ 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 ongevalscenario's voor de inrichting af te leiden. Voor de ongevalscenario'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 3 toont de ongevalscenario's voor een doorzet van 500 m³/jr.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan vulgraad 100%	$1.0 \cdot 10^{-9}$	26.7 ton	Maximale inhoud
Continu grootste aansluiting	$1.0 \cdot 10^{-9}$	65.8 kg/s	Vloeistof 3 inch gat, uitstroomcoëfficiënt $C_d=0.60$
Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit	$1.9 \cdot 10^{-7}$	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit niet	$1.2 \cdot 10^{-8}$	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 1800 s
Lekkage pomp	$8.8 \cdot 10^{-6}$	0.7 kg/s	Vloeistof 7.6 mm gat, uitstroomcoëfficiënt $C_d=0.60$
Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit	$6.2 \cdot 10^{-6}$	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit niet	$8.4 \cdot 10^{-7}$	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 1800 s
Lekkage losslang	$7.0 \cdot 10^{-4}$	0.3 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, uitstroomcoëfficiënt $C_d=0.60$

Tabel 3. Ongevalscenario's overslag tankauto doorzet $500 \text{ m}^3/\text{jr}$

2.5. BLEVE-frequentie tankauto LPG

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 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. 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 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 4 vat de beoordeling samen. De bijdrage van de omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie is hiermee $0.225 / 0.3 \times 100\% = 75\%$ van de totaal mogelijk geachte frequentie.

Object omgevingsbrand	Afstand benodigd [m]	Kans maximaal	Afstand specifiek	Kans specifiek
LPG-afleverzuil personenauto's	17.5	0.05	17	0.05
Benzine afleverzuil personenauto's	5	0.025	Groter	0.0
Opstelplaats benzinetankauto	25	0.05	n.v.t.	0.0
Gebouwen zonder brandbescherming (hoogte < 5 m)	10	0.15	8	0.15
Overig	0	0.025	n.v.t.	0.025
Totaal		0.30		0.225

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 14 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 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]	Bronsterkte	Toelichting
BLEVE vulgraad 100%	$3.3 \cdot 10^{-8}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
BLEVE vulgraad 67%	$8.4 \cdot 10^{-8}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
BLEVE vulgraad 33%	$1.3 \cdot 10^{-7}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 5. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 500 m³/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 opstelplaats langs een weg met een snelheidslimiet < 70 km/uur van $1.7 \cdot 10^{-8}$ /jr voor 35 verladingen. Tabel 6 toont de drie ongevalsscenario's. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan de evenwichtsdruk bij omgevingstemperatuur.

Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte	Toelichting
BLEVE vulgraad 100%	$5.6 \cdot 10^{-9}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
BLEVE vulgraad 67%	$5.6 \cdot 10^{-9}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
BLEVE vulgraad 33%	$5.6 \cdot 10^{-9}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 6. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 500 m³/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

2.6. Ongevalsscenario's ondergronds drukvat propaan

Het drukvat heeft een inhoud van 20 m³ met een maximale inhoud van 9.2 ton. De berekening wordt uitgevoerd voor de maximale vullingsgraad. Tabel 7 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 10 ⁻⁷	9.2 ton	Maximale inhoud.
Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷	15.3 kg/s	Maximale inhoud in 600 s.
Continu 10 mm	1.0 10 ⁻⁵	1 kg/s	Vloeistofuitstroming met uitstroomcoëfficiënt Cd=0.62.

Tabel 7. Ongevalsscenario's ondergronds drukvat

2.7. Ongevalsscenario's tankauto propaan

De doorzet van propaan is 150 m³ /jr. Voor deze doorzet is aangenomen dat er 10.5 lossingen nodig zijn van elk 30 min. De lostijd per jaar is dan 5 uur en 15 minuten, 0.06% van de tijd. Bevoorrading vindt plaats overdag met een tankauto van 20 m³ en een maximale inhoud van 8.9 ton. Voor de ongevalsscenario's instantaan falen en uitstroming uit de grootste aansluiting wordt de initiële ongevals-frequentie vermenigvuldigd met de fractie gedurende het jaar dat de betreffende tankauto aanwezig is binnen de inrichting.

Tabel 8 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	3.0 10 ⁻¹⁰	8.9 ton	Maximale inhoud 100%
Continu grootste aansluiting	3.0 10 ⁻¹⁰	65.9 kg/s	Vloeistof 3 inch gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
Breuk losslang	2.1 10 ⁻⁵	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 2.8 s en leidinginhoud 23 kg
Lekkage losslang	2.1 10 ⁻⁴	0.3 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
BLEVE door brand tijdens verlading propaan	3.05 10 ⁻⁹	8.9 ton	Barstdruk gelijk aan 24.5 bara

Tabel 8. Ongevalsscenario's overslag tankauto propaan doorzet 150 m³ /jr

2.8. Ongevalsscenario's opslag gascilinders

De opslag voor propaan gascilinders bevat circa 40 cilinders van 27 l en 10 cilinders van 61 l. Tabel 9 toont de ongevalsscenario's.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$2.0 \cdot 10^{-5}$	13.2 kg	Maximale inhoud. Cilinder 27 liter.
Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-6}$	29.9 kg	Maximale inhoud. Cilinder 61 liter.
Continu 3.3 mm	$2.0 \cdot 10^{-5}$	0.12 kg/s	Vloeistofuitstroming met uitstroomcoëfficiënt $C_d=0.62$. Cilinder 27 liter
Continu 3.3 mm	$5.0 \cdot 10^{-6}$	0.12 kg/s	Vloeistofuitstroming met uitstroomcoëfficiënt $C_d=0.62$. Cilinder 61 liter

Tabel 9. Ongevalsscenario's opslag gascilinders

2.9. Parameters

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

2.10. 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 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^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.

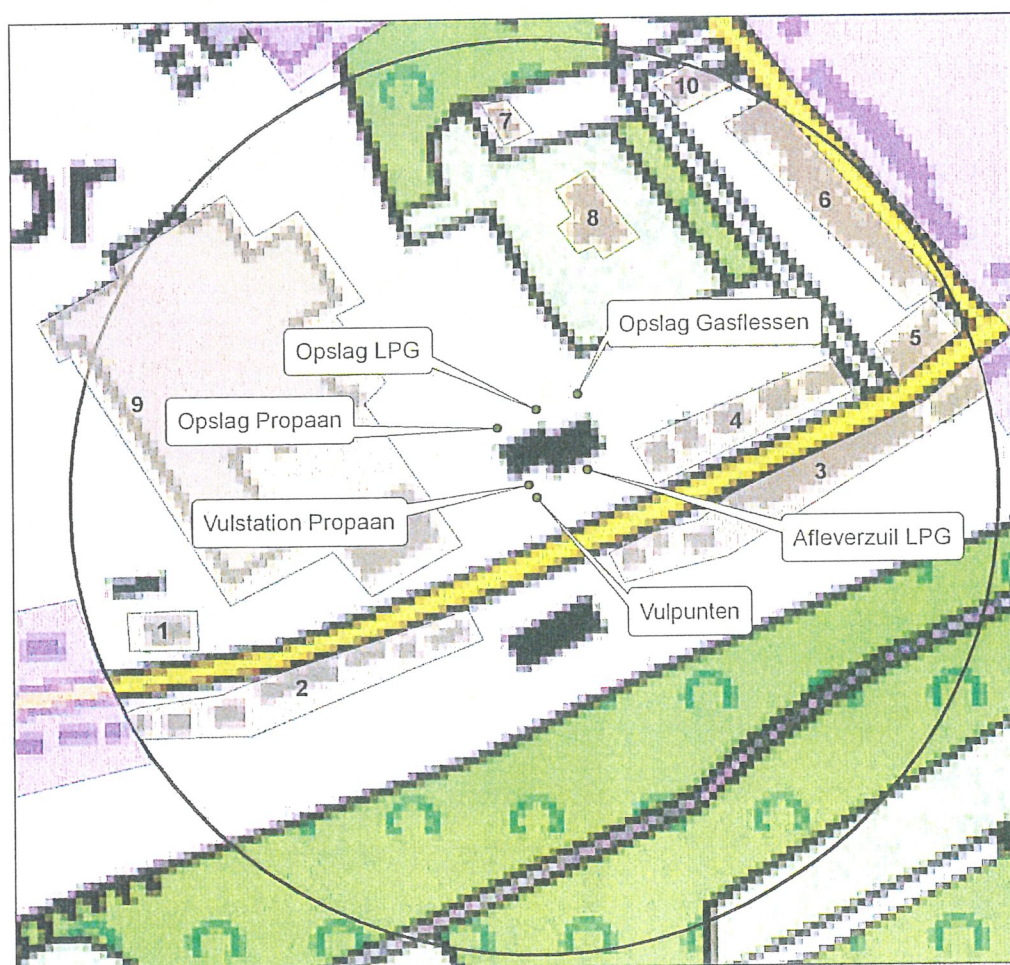
Omdat er bij dit tankstation ook een propaanvulstation en een gasflessendepot met propaan aanwezig zijn moet men volgens de handleiding rekenen met het 1% letaliteitsgebied. Deze is ongeveer 300 meter voor dit tankstation. Omdat uit berekeningen blijkt dat buiten de 150 meter de aanwezige personen een niet significante bijdrage leveren aan het groepsrisico hebben wij ervoor gekozen deze laatste groep niet gedetailleerd te modelleren.

Figuur 1 toont de directe 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 oranje gemarkeerd. Voor de aanwezigheid van personen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

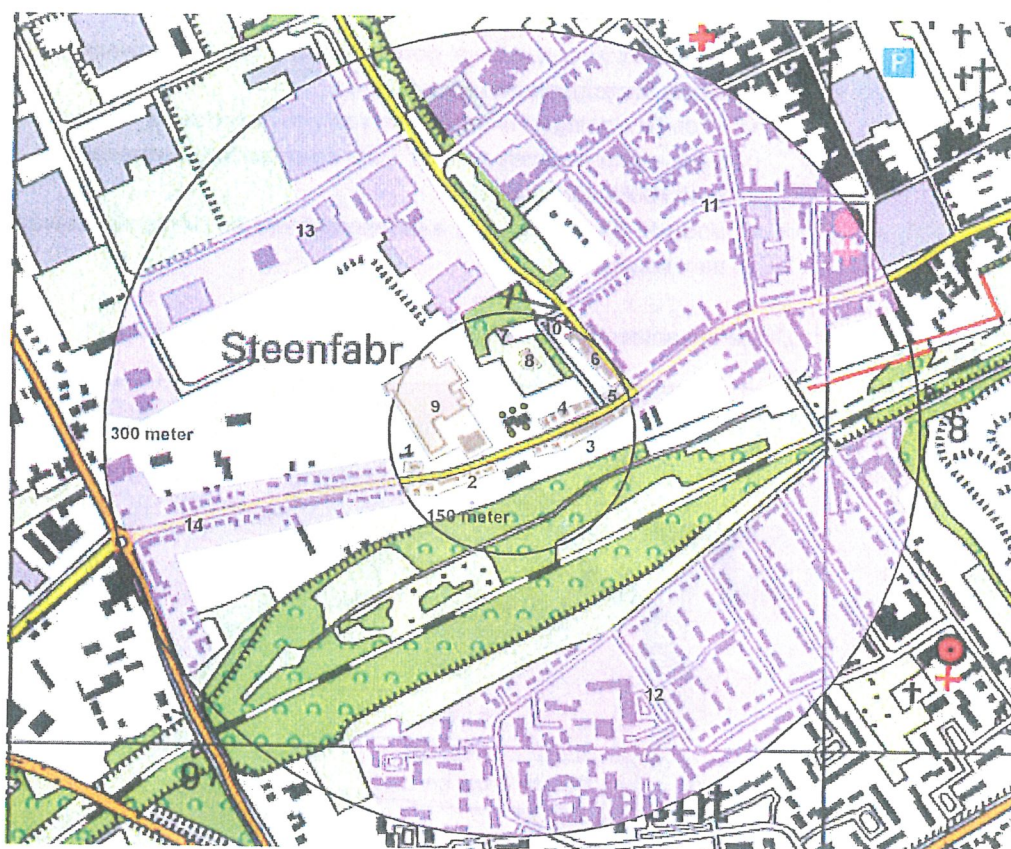
- Voor de woningen is uitgegaan van een gemiddelde van 2.4 personen per woning, die overdag op werkdagen voor 50% en overdag in het weekend, 's avonds en 's nachts voor 100% aanwezig zijn.
- Voor de Steenfabriek is aangenomen dat er 20 personen werkzaam zijn overdag op de werkdagen.

De gehanteerde gegevens worden getoond in tabel 10 en 11.



Figuur 1. Nabije omgeving tankstation (straal 150 meter)

Figuur 2 toont de gebieden buiten de 150 meter. Deze gebieden zijn paars gemarkeerd.

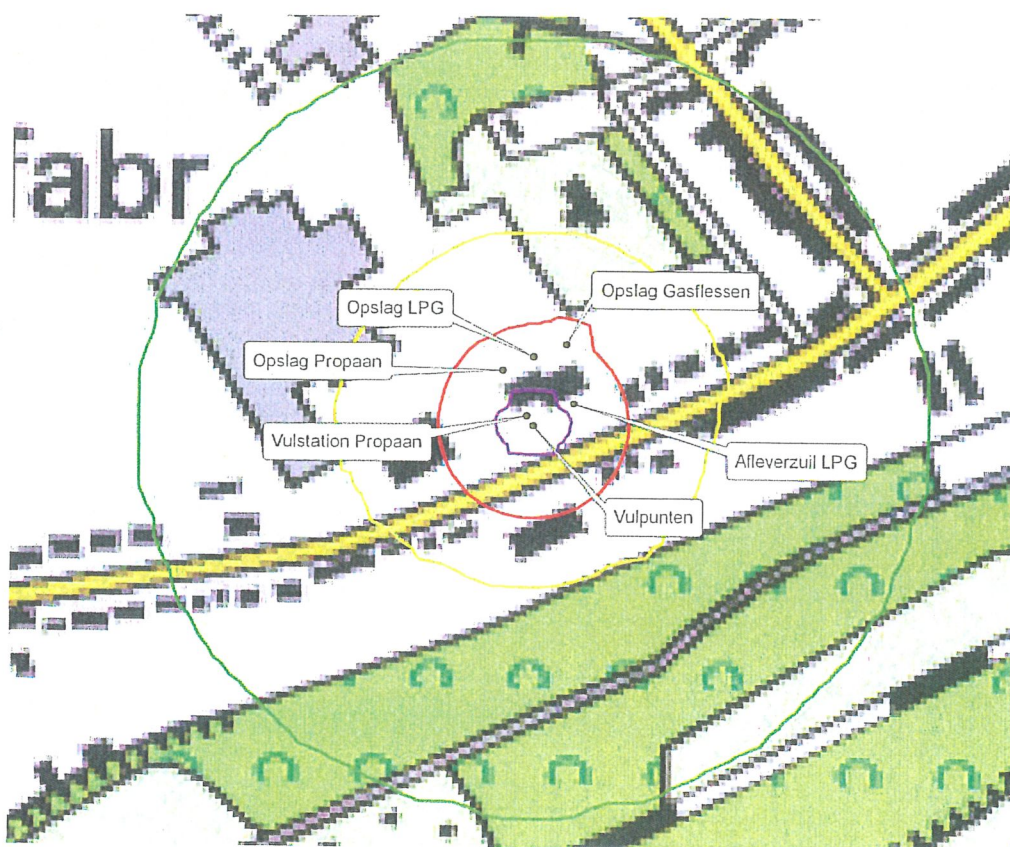


Figuur 2. Omgeving tankstation (straal 300 meter)

Tabel 10 en 11 ontbreken vooralsnog.

3. Plaatsgebonden risico

Figuur 2 toont de plaatsgebonden risico contouren die worden veroorzaakt door het tankstation met LPG-installatie, propaanvulstation en gasflessendepot. Binnen de 10^{-6} contour ligt een kwetsbaar object. Het gaat hier om Drievogelweg 83. Hiermee wordt niet voldaan aan het Bevi.

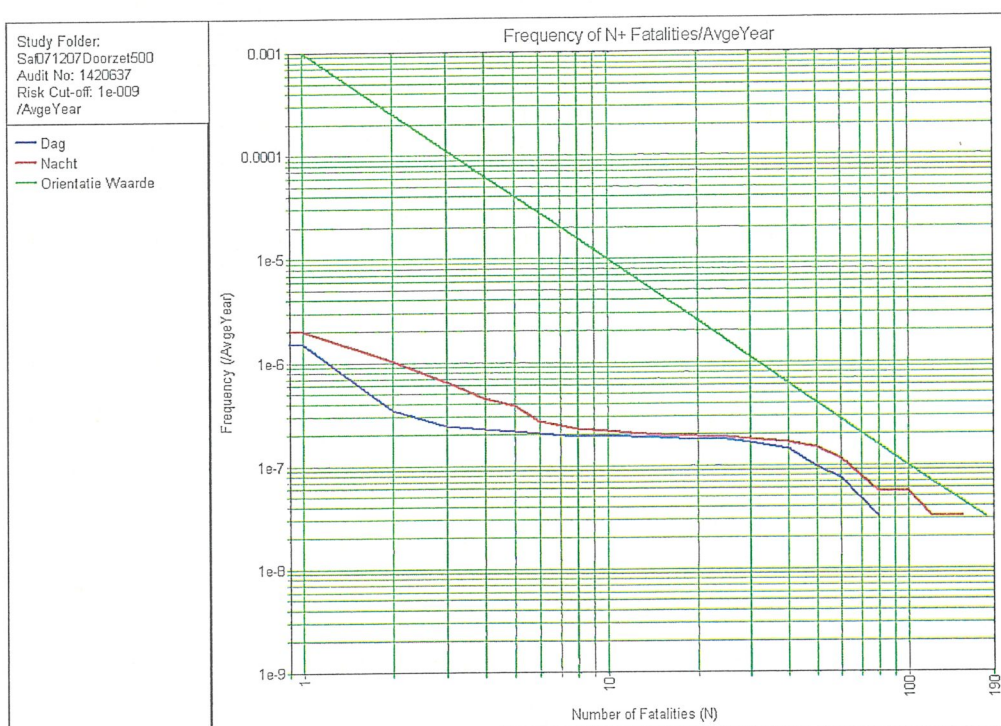


Figuur 3. Contouren plaatsgebonden risico



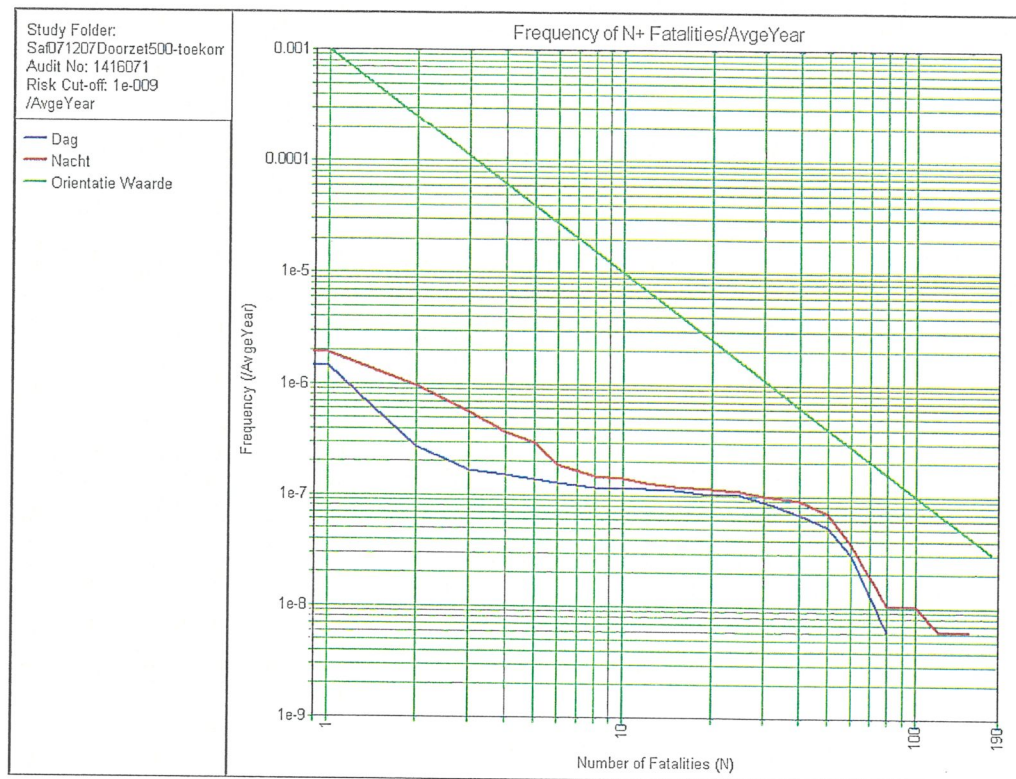
4. Groepsrisico

Figuur 2 toont het groepsrisico voor een doorzet van 500 m³/jr en de veronderstelde aanwezigheid van personen voor bevoorrading op werkdagen gedurende twee tijdvensters (overdag tussen 7:00 en 19:00 uur of 's avonds tussen 19:00 en 23:00 uur). Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde en wordt volledig bepaald door het lossen van de tankauto. Het maximum aantal slachtoffers is circa 150. Bevoorrading 's avonds resulteert in een hoger groepsrisico dan bevoorrading overdag.



Figuur 4. Groepsrisico Avia tankstation voor twee tijdvensters voor de bevoorrading en een doorzet van 500 m³/jr

De kans op optreden van een BLEVE van de LPG-tankauto kan o.a. worden gereduceerd door het aanbrengen van een hittewerende coating op de LPG-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 voor de bevoorrading overdag en 's avonds neemt af. Het getoonde maximum aantal slachtoffers is ook nu circa 150.



Figuur 5. Groepsrisico Avia tankstation voor twee tijdvensters voor de bevoorrading door een LPG-tankauto voorzien van een hittewerende coating en een doorzet van 500 m³/jr

5. Conclusie

Het veiligheidsrisico is berekend voor het Avia tankstation gelegen aan de Drievogelstraat in Kerkrade.

De PR 10^{-6} contour ligt over een woonhuis heen. Omdat een woonhuis een kwetsbaar object is wordt hier niet voldaan aan het Bevi. Het Bevi schrijft voor dat deze situatie voor 1 januari 2010 opgelost moet zijn.

Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde en wordt volledig bepaald door het lossen van de tankauto. Het maximum aantal slachtoffers is circa 150. Bevoorrading 's avonds resulteert in een hoger groepsrisico dan bevoorrading overdag. Als de tankauto is voorzien van een hittewerende coating dan neemt het groepsrisico duidelijk af.

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. RIVM 2008 Handleiding risicoberekeningen Bevi
(versie 3.0 gedateerd 1 januari 2008)
4. RIVM 2008 Stappenplan groepsrisicoberekening LPG-
tankstations
(versie gedateerd 6 juni 2008)
5. RIVM 2008 QRA berekening LPG-tankstations
(versie 1.1 gedateerd 29 mei 2008)
6. VROM 2007 Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico
(Versie 1.0 november 2007)

