

Adviesgroep AVIV BV
Langestraat 11
7511 HA Enschede

Groepsrisicoberekening LPG-tankstation B. Kerkhof & Zn in Den Haag

Project : 142768
Datum : 25 november 2014
Auteur : ing. A.M. op den Dries
Review : drs. R. Scheres

Opdrachtgever:
Blaauwendraad Management Consultants BV
t.a.v. Evert H. Blaauwendraad
Eemnesserweg 56
3741 GB Baarn

Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
1.1. Samenvatting	2
2. Gegevens risicoberekening	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Ongevalscenario's tank	3
2.3. Ongevalscenario's tankauto	4
2.4. BLEVE-frequentie tankauto	4
2.5. Parameters	7
2.6. Aanwezig rond het tankstation	7
3. Groepsrisico	10
4. Conclusie	11
Referenties	12

1. Inleiding

Men is voornemens het bestemmingsplan Binckhorst-noord opnieuw vast te stellen. Onderdeel hiervan is het verleggen van de Rotterdamsebaan. Hierdoor moet de bouwmarkt, thans gevestigd aan de Binckhorstlaan 176, verhuizen. Er zijn twee mogelijke locaties voor de bouwmarkt, beide gelegen in de omgeving van LPG-tankstation Kerkhof aan de Binckhorstlaan 100. Voor het bepalen waar de bouwmarkt heen moet verhuizen is het nodig het groepsrisico van het LPG-tankstation te berekenen.

Inzicht in de externe veiligheid vanwege het LPG-tankstation is vereist (Bevi, art. 13 [1]). In deze studie wordt het groepsrisico berekend dat door de voorgenomen nieuwe ontwikkelingen verandert. De berekening wordt gebruikt bij de verantwoording van het groepsrisico. Voor de berekening wordt uitgegaan van de vergunde maximale doorzet van 1500 m³/jr.

Er worden drie situaties doorgerekend, de huidige situatie, de toekomstige situatie waarbij de bouwmarkt gevestigd wordt in het pand met adres Binckhorstlaan 120 en de toekomstige situatie waarbij de bouwmarkt wordt gevestigd op het braakliggende terrein ten noordoosten van het LPG-tankstation.

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 tenslotte bevat de conclusie.

1.1. Samenvatting

Door de activiteiten van het LPG-tankstation wordt een groepsrisico veroorzaakt. Het groepsrisico ligt bij een doorzet tot 1500 m³/jr onder de oriëntatiewaarde.

Ook is het groepsrisico berekend voor de twee gewenste toekomstige situaties, waarbij een bouwmarkt binnen het invloedsgebied mogelijk wordt gemaakt. Het groepsrisico neemt dan toe, maar blijft voor beide situaties onder de oriëntatiewaarde.

Het maximum aantal slachtoffers is circa 50 voor de huidige situatie, circa 150 voor de toekomstige situatie waarbij de bouwmarkt wordt gevestigd op Binckhorstlaan 120 en circa 100 voor de toekomstige situatie waarbij de bouwmarkt wordt gevestigd op het terrein ten noordoosten van het LPG-tankstation. Onderstaande tabel toont het maximaal aantal slachtoffers en de factor van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Een factor lager dan 1 betekent dat het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde ligt.

Situatie	Maximaal aantal slachtoffers	Factor t.o.v. oriëntatiewaarde
Huidig	50	0.05
Toekomstig 1	150	0.42
Toekomstig 2	100	0.19

Maximaal aantal slachtoffers en factor t.o.v. oriëntatiewaarde per situatie

2. Gegevens risicoberekening

2.1. Inleiding

Informatie betreffende de ligging van het LPG-tankstation is verkregen van de opdrachtgever. De inrichting heeft een ondergronds opgestelde tank van 40 m³. De berekening van het groepsrisico wordt uitgevoerd voor de maximaal vergunde doorzet tot 1500 m³/jr. Bevoorrading vindt niet overdag plaats.

Voor een LPG-tankstation wordt het extern veiligheidsrisico bepaald door ongevalsscenario's van de opslagtank en de tankauto aanwezig tijdens de bevoorrading. Andere ongevalsscenario's, bijvoorbeeld het falen van de vloeistofleiding tussen het vulpunt en de tank of tussen de tank en de afleverzuil, leveren een te verwaarlozen bijdrage aan het groepsrisico. De berekening van het risico wordt uitgevoerd volgens de voorschriften opgenomen in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [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. Ongevalsscenario's tank

Er is een ondergrondse opslagtank opgesteld met een volume van 40 m³ met een maximale inhoud van 18.4 ton (de maximale vullingsgraad). Tabel 1 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario		Frequentie [1/jr]	Bron sterkte	Toelichting
O.1	Instantaan	5.0 10 ⁻⁷	18.4 ton	Maximale inhoud
O.2	Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷	30.6 kg/s	Maximale inhoud in 600 s
O.3	Continu 10 mm	1.0 10 ⁻⁵	1.1 kg/s	Vloeistofuitstroming met uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
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	0.1 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	0.1 kg/s	Lengte 75 m

Tabel 1. Ongevalsscenario's per tank

2.3. Ongevalscenario's tankauto

Voor een doorzet tot 1500 m³/jr zijn er standaard 105 lossingen nodig van elk 30 min. De lostijd per jaar is dan 52.5 uur (0.6% van de tijd). Bevoorrading vindt plaats met een tankauto van 60 m³ en een maximale inhoud van 26.7 ton. De tankauto kan volgens het rekenvoorschrift 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 2 toont de ongevalscenario's voor een doorzet tot 1500 m³/jr.

Scenario		Frequentie [1/jr]	Bron sterkte	Toelichting
T.1	Instantaan vulgraad 100%	3.0 10 ⁻⁹	26.7 ton	Maximale inhoud
T.2	Continu grootste aansluiting	3.0 10 ⁻⁹	65.8 kg/s	Vloeistof 3 inch gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
P.1	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit	5.6 10 ⁻⁷	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 5 s en leidinginhoud 102 kg
P.2	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit niet	3.6 10 ⁻⁸	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 1800 s
P.3	Lekkage pomp	2.6 10 ⁻⁵	0.7 kg/s	Vloeistof 7.6 mm gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
L.1	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit	1.8 10 ⁻⁵	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 5 s en leidinginhoud 65 kg
L.2	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit niet	2.5 10 ⁻⁶	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 1800 s
L.3	Lekkage losslang	2.1 10 ⁻³	0.3 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60

Tabel 2. Ongevalscenario's overslag tankauto doorzet tot 1500 m³/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 onbeschermde tankauto. Door de hittewerende coating wordt de BLEVE-frequentie verlaagd met een factor twintig [5]. Voor een doorzet tot $1500 \text{ m}^3/\text{jr}$ volgt dan een frequentie van $0.05 \times 52.5 \times 5.8 \cdot 10^{-10} = 1.5 \cdot 10^{-9}$ /jr op dit scenario B.1. Aangenomen wordt dat de tankauto maximaal is gevuld.

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 $1 \cdot 10^{-6}$ /jr (zie tabel 2b in [4] of tabel 5 in [5]).

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

Tabel 3. Toetsing bijdrage omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie (toetsingsafstand conform stappenplan RIVM)

Tabel 4 toont de specifieke BLEVE frequentie voor de huidige situatie 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%.

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

Scenario		Basis frequentie [per 100 verladingsen]	Factor	Frequentie [/jr]
B.2	BLEVE vulgraad 100%	$1 \cdot 10^{-6}$	$105/100 \times 0.333 \times 0.19 \times 0.05$	$3.3 \cdot 10^{-9}$
B.3	BLEVE vulgraad 67%	$1 \cdot 10^{-6}$	$105/100 \times 0.333 \times 0.46 \times 0.05$	$8.0 \cdot 10^{-9}$
B.4	BLEVE vulgraad 33%	$1 \cdot 10^{-6}$	$105/100 \times 0.333 \times 0.73 \times 0.05$	$1.3 \cdot 10^{-8}$

Tabel 4. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet tot 1500 m³/jr door externe brand

Tabel 5 toont de ongevalsscenario's. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan 24.5 bara.

Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
B.2	BLEVE vulgraad 100%	$3.3 \cdot 10^{-9}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.3	BLEVE vulgraad 67%	$8.0 \cdot 10^{-9}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.4	BLEVE vulgraad 33%	$1.3 \cdot 10^{-8}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 5. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet tot 1500 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. Dit tankstation heeft 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%	$2.5 \cdot 10^{-9}$	$105/100 \times 0.333$	$8.7 \cdot 10^{-10}$
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$2.5 \cdot 10^{-9}$	$105/100 \times 0.333$	$8.7 \cdot 10^{-10}$
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$2.5 \cdot 10^{-9}$	$105/100 \times 0.333$	$8.7 \cdot 10^{-10}$

Tabel 6. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet tot 1500 m³/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

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

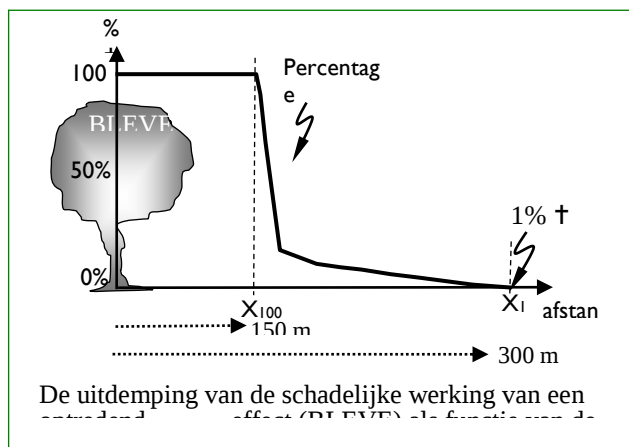
Tabel 7. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet 1500 tot m³/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

2.5. Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 6.54 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Ypenburg 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 de schatting van het aantal mogelijke dodelijke slachtoffers van een BLEVE geldt dat binnen het invloedsgebied van 150 meter (gebaseerd op de 35 kW/m^2 contour) iedereen zal overlijden, ongeacht beschermende factoren zoals kleding of het verblijf in een gebouw¹. Buiten deze contour geldt dat alleen personen overlijden door de warmtestraling die zich buitenshuis bevinden, waarbij tevens conform PGS 3 het beschermende effect van de kleding (een reductiefactor voor de kans op overlijden van 0.14) nog mee dient te worden genomen. De bijdrage aan het totaal aantal dodelijke slachtoffers buiten de 35 kW/m^2 contour is daarom te verwaarlozen. In het Revi wordt om deze reden als invloedsgebied voor het groepsrisico een cirkelvormig gebied met een straal van 150 m voorgeschreven. Hieronder is de invloed van de warmtestraling op het percentage doden dat zal vallen als functie van de afstand gestileerd weergegeven. Het “omslagpunt” ligt op 150 meter waar de warmtestraling is afgenomen tot 35 kW/m^2 .



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 onbeschermde blootstelling is weliswaar circa 300 m, maar personen aanwezig op grotere afstand dan 150 m hebben, zoals opgemerkt, 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

¹ De afstand van 150 meter geldt alleen voor 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].

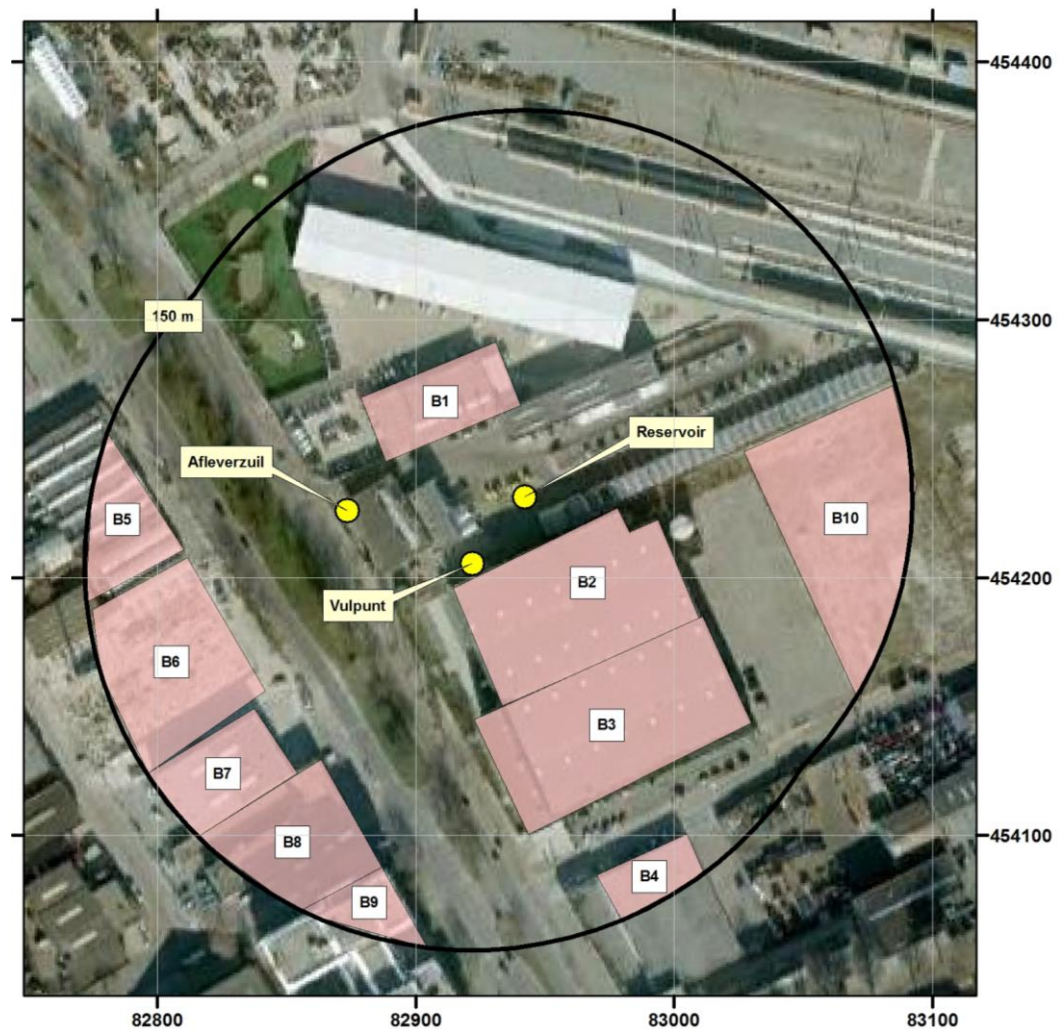
samengevat in tabel 8. Er is onderscheid gemaakt tussen dag (8:00 tot 18:30 uur) en nacht (18:30 tot 8:00 uur).

Voor de inventarisatie van personen zijn aannamen gemaakt met betrekking tot functie en aantal aanwezige personen. Deze inventarisatie is gecontroleerd door de gemeente en goedgekeurd voor het maken van deze berekeningen. Er zijn verder de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- In de bedrijven zijn werknemers alleen op werkdagen overdag aanwezig.
- Er bevinden zich geen personen in de gebouwen die niet zijn gemarkeerd.
- De bouwmarkt kan worden geplaatst in vlak B3 (situatie 1) of in vlak B10 (situatie 2). Voor de bouwmarkt wordt in beide situaties uitgegaan van 1 persoon per 30 m².

Label	Dag	Nacht	Opmerking
B1	5	0	Autoschadeherstelbedrijf.
B2	21	0	Groothandel in sanitair (Verploegen). Aantal gebaseerd op 1 persoon per 200 m ² .
B3	23/151	0	Nu een opslagmagazijn met een klein kantoor. Aantal gebaseerd op 1 persoon per 200 m ² . Voorzien wordt een functiewijziging naar een bouwmarkt. Toekomstige situatie 1
B4	6	0	Winkel Carpetland. Opgave gemeente
B5	13	0	Autodealer. Aantal gebaseerd op 1 persoon per 100 m ² .
B6	32	0	Autoshowroom. Aantal gebaseerd op 1 persoon per 100 m ² .
B7	14	0	Winkel Brugman keukens. Aantal gebaseerd op 1 persoon per 100 m ² .
B8	22	0	Voormalige ANWB garage. Aantal gebaseerd op 1 persoon per 100 m ² .
B9	132	0	Kantoor met zes verdiepingen. Aantal gebaseerd op 1 persoon per 30 m ² .
B10	0/144	0	Nu braakliggend. Voorzien wordt een functiewijziging naar een bouwmarkt. Toekomstige situatie 2

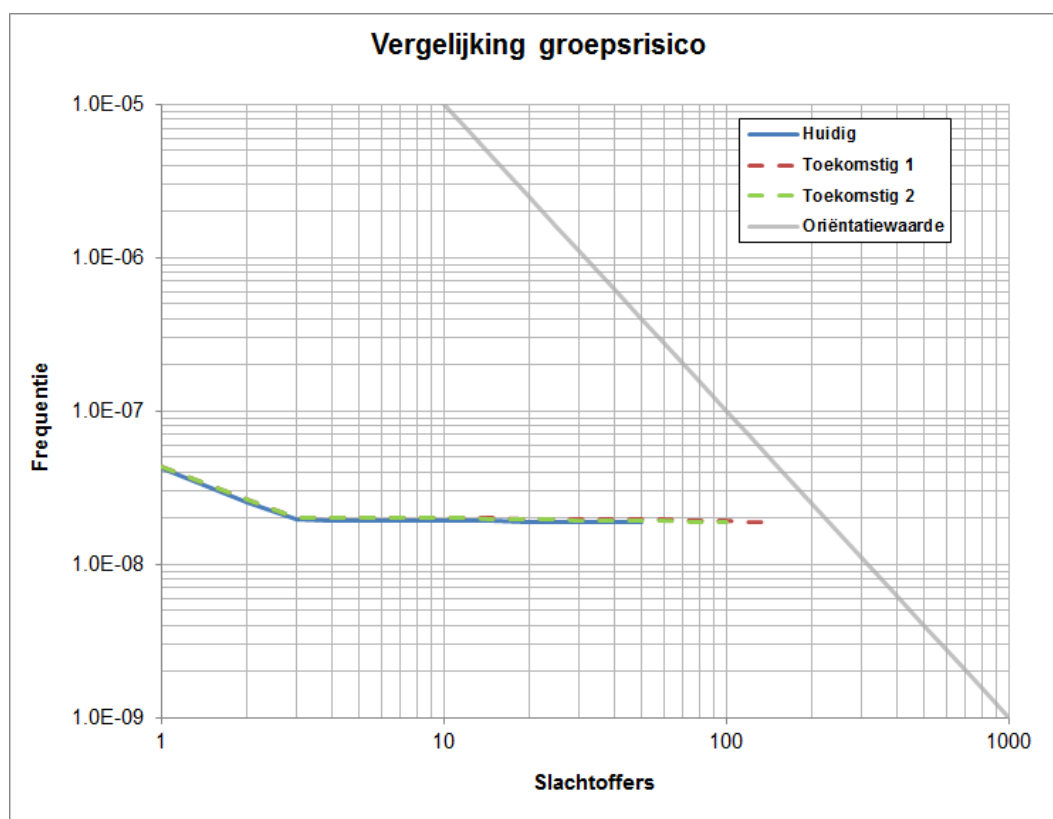
Tabel 8. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico



Figuur 1. Omgeving LPG-tankstation en invloedsgebied

3. Groepsrisico

Figuur 2 toont het groepsrisico voor de huidige en toekomstige situaties bij bevoorrading buiten werktijd. Het groepsrisico is in zowel de huidige situatie als de beide mogelijke toekomstige situaties kleiner dan de oriëntatiewaarde. Het maximaal aantal slachtoffers wordt bepaald door het ondergrondse LPG-reservoir. Door de ruimtelijke ontwikkeling stijgt het groepsrisico. Het maximum aantal slachtoffers is circa 50 voor de huidige situatie, 150 voor toekomstige situatie 1 en 100 voor toekomstige situatie 2.



Figuur 2. Groepsrisico bij doorzet tot 1500 m³/jr bij bevoorrading buiten werktijden

4. Conclusie

Door de activiteiten van het LPG-tankstation wordt een groepsrisico veroorzaakt. Het groepsrisico ligt bij een doorzet tot 1500 m³/jr onder de oriëntatiewaarde.

Ook is het groepsrisico berekend voor de twee gewenste toekomstige situaties, waarbij een bouwmarkt binnen het invloedsgebied mogelijk wordt gemaakt. Het groepsrisico neemt dan toe, maar blijft voor beide situaties onder de oriëntatiewaarde.

Het maximum aantal slachtoffers is circa 50 voor de huidige situatie, circa 150 voor de toekomstige situatie waarbij de bouwmarkt wordt gevestigd op Binckhorstlaan 120 en circa 100 voor de toekomstige situatie waarbij de bouwmarkt wordt gevestigd op het terrein ten noordoosten van het LPG-tankstation. Tabel 9 toont het maximaal aantal slachtoffers en de factor van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Een factor lager dan 1 betekent dat het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde ligt.

Situatie	Maximaal aantal slachtoffers	Factor t.o.v. oriëntatiewaarde
Huidig	50	0.05
Toekomstig 1	150	0.42
Toekomstig 2	100	0.19

Tabel 9. Maximaal aantal slachtoffers en factor t.o.v. oriëntatiewaarde per situatie

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 2 nr. 2 juni 2005