



Adviesgroep AVIV BV
Langestraat 11
7511 HA Enschede

Groepsrisico LPG-tankstation BP Kuipersdijk te Enschede

Project : 112033
Datum : 22 juli 2011
Auteur : ir. G.A.M. Golbach

Opdrachtgever:
Gemeente Enschede
t.a.v. R. Kuipers
Postbus 20
7500 AA Enschede

Inhoudsopgave

1. Inleiding	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
3.1. Huidige situatie	10
3.2. Toekomstige situatie	10
4. Conclusie	12
Referenties	13

1. Inleiding

Het groepsrisico van het BP tankstation aan de Kuipersdijk 420 in Enschede dient te worden vastgesteld wegens het voornemen binnen het invloedsgebied twee woningen te bouwen.

Dit rapport toont de uitgangspunten voor de berekeningen en de berekende groepsrisico's van de huidige en toekomstige situatie. Voor de berekening wordt uitgegaan van een maximale doorzet tot 1000 m³/jr en bevoorrading van de LPG-tank tussen 20:00 uur 's avonds en 8:00 uur 's ochtends. Deze doorzet en het tijdvenster voor bevoorrading is opgenomen in de vergunning. Verder is aangenomen dat de maatregelen uit het LPG-convenant (verbeterde losslang, hittewerende coating van de tankauto) worden toegepast.

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 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 bevoorrading van de LPG-tank tussen 20:00 uur 's avonds en 8:00 uur 's ochtends.

Voor een LPG-tankstation wordt het extern veiligheidsrisico bepaald door ongevalsscenario's van de tank en de tankauto aanwezig tijdens de bevoorrading. Andere ongevalsscenario's, bijvoorbeeld het falen van de vloeistofleiding tussen het vulpunt en de tank of tussen de tank en de afleverzuil, leveren een te verwaarlozen bijdrage aan het risico. De berekening van het risico wordt uitgevoerd volgens de voorschriften opgenomen in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [3], het stappenplan groepsrisico [4] en een specifiek berekeningsvoorschrift [5]. Het stappenplan en het specifieke berekeningsvoorschrift houden rekening met de invloed van de omgeving op de BLEVE-frequentie van de lossende tankauto.

2.2. Ongevalsscenario's tank

De tank heeft een volume van 20 m³ met een maximale inhoud van 9.2 ton (de maximale vullingsgraad). Tabel 1 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's. Voor de toekomstige situatie wordt het groepsrisico ook berekend voor een inhoud beperkt tot 13.5 m³ (dit is 7.0 ton). Dit heeft invloed op de bronsterkte van de scenario's O.1 en O.2.

Scenario		Frequentie [1/jr]	Bron sterkte	Toelichting
O.1	Instantaan	5.0 10 ⁻⁷	9.2 / 7.0 ton	Maximale inhoud / beperkte inhoud.
O.2	Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷	15.3 / 11.7 kg/s	Maximale inhoud / beperkte inhoud in 600 s.
O.3	Continu 10 mm	1.0 10 ⁻⁵	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	0.11 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. Ongevalsscenario's tank

2.3. Ongevalscenario's tankauto

Voor een doorzet van 1000 m³/jr zijn er standaard 70 lossingen nodig van elk 30 min. De lostijd per jaar is dan 35 uur (0.24 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 2 toont de ongevalscenario's voor een doorzet van 1000 m³/jr.

Scenario		Frequentie [1/jr]	Bron sterkte	Toelichting
T.1	Instantaan 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 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 onbeschermd tankauto. Door de hittewerende coating wordt de BLEVE-frequentie verlaagd met een factor twintig [5]. Voor een doorzet van $1000 \text{ m}^3/\text{jr}$ volgt dan een frequentie van $0.05 \times 35 \times 5.8 \cdot 10^{-10} = 1.0 \cdot 10^{-9}$ /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 verladingen is dan afgerond $4 \cdot 10^{-7}$ /jr (zie tabel 2b in [4] of tabel 5 in [5]).

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

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

Tabel 4 toont de specifieke BLEVE frequentie 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 verladingen]	Factor	Frequentie [/jr]
B.2	BLEVE vulgraad 100%	$4 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.19 \times 0.05$	$8.8 \cdot 10^{-10}$
B.3	BLEVE vulgraad 67%	$4 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.46 \times 0.05$	$2.1 \cdot 10^{-9}$
B.4	BLEVE vulgraad 33%	$4 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.73 \times 0.05$	$3.4 \cdot 10^{-9}$

Tabel 4. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 1000 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%	$8.8 \cdot 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.3	BLEVE vulgraad 67%	$2.1 \cdot 10^{-9}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.4	BLEVE vulgraad 33%	$3.4 \cdot 10^{-9}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 5. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet 1000 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 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 verladingen]	Factor	Frequentie [/jr]
B.5	BLEVE vulgraad 100%	$2.5 \cdot 10^{-9}$	$70/100 \times 0.333$	$5.8 \cdot 10^{-10}$
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$2.5 \cdot 10^{-9}$	$70/100 \times 0.333$	$5.8 \cdot 10^{-10}$
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$2.5 \cdot 10^{-9}$	$70/100 \times 0.333$	$5.8 \cdot 10^{-10}$

Tabel 6. 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 7. 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 Twente worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. De ruwheidslengte is 0.3 m.

2.6. Aanwezigheid rond het tankstation

Voor een schatting van het aantal dodelijke slachtoffers van een BLEVE geldt dat binnen de (cirkelvormige) 35 kW/m² 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/m² contour is te verwaarlozen. In het Revi wordt daarom ook als invloedsgebied voor het groepsrisico een cirkelvormig gebied met een straal van 150 m voorgeschreven.

Voor deze berekening is de aanwezigheid van personen geïnventariseerd tot een afstand van circa 150 m rond het vulpunt en de tank. De maximale effectafstand voor 1% letaliteit bij onbeschermde blootstelling is weliswaar circa 300 m, maar personen aanwezig op grotere afstand dan 150 m hebben een te verwaarlozen bijdrage aan het groepsrisico.

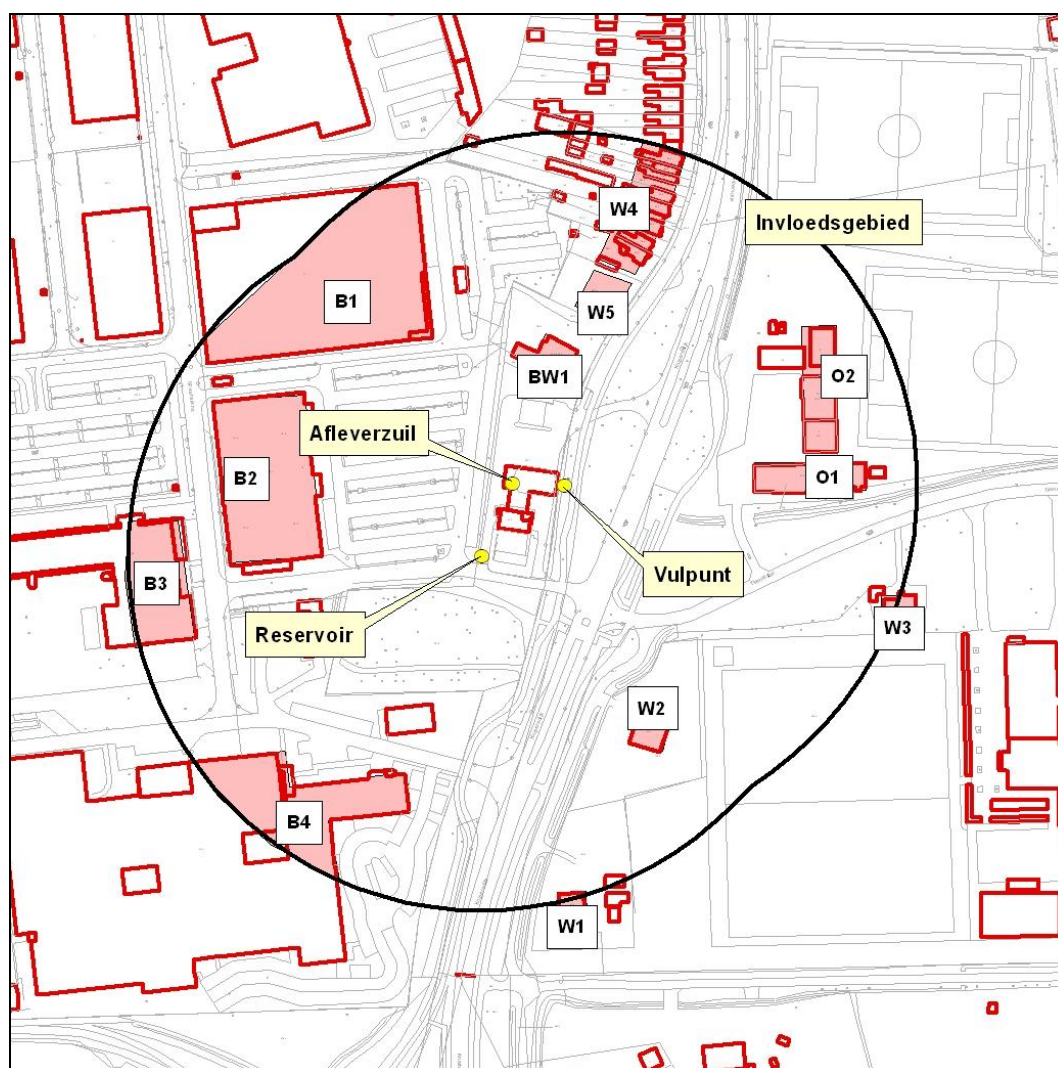
Figuur 1 toont de omgeving van het LPG-tankstation. De figuur toont tevens de ligging van de gebieden die voor de berekening van het groepsrisico zijn gemodelleerd. Deze gebieden zijn roze gemarkeerd. De gegevens voor de aanwezigheid van personen zijn samengevat in tabel 8 t/m 11. Er is onderscheid gemaakt tussen dag (8:00-18:00 uur), avond1 (18:00 tot 20:00 uur), avond2 (20:00 uur tot 23:00 uur) en nacht (23:00 tot 8:00 uur) voor werkdagen en tussen dag (8:00-18:00 uur) en avond/nacht (18:00 tot 8:00 uur) voor zaterdag en zondag.

De aanwezigheid van het aantal werkende personen is verstrekt door de gemeente. Het aantal woningen is gebaseerd op de topografische ondergrond. 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 en anders voor 100%.
- Voor de bedrijven B1 t/m B4 wordt uitgegaan van een personendichtheid van één persoon per 30 m² op werkdagen overdag (brandweer en DCW) en voor de winkels (Praxis, Nettorama) ook 's avonds tot 20:00 uur en op zaterdag overdag.
- Er bevinden zich geen personen in de gebouwen die niet zijn gemarkeerd.

Label	Gegevens
B1	Praxis, 4315 m ² binnen invloedsgebied, 142 personen
B2	Nettorama e.a., 5400 m ² (twee bouwlagen) binnen invloedsgebied, 178 personen
B3	Brandweer, 2550 m ² (begane grond, daarboven twee bouwlagen gedeeltelijk) binnen invloedsgebied, 84 personen
B4	DCW, 2190 m ² binnen invloedsgebied, 72 personen
BW1	Makelaar en woning, werkdagen overdag 10 personen, anders 2.4 personen
W1	1 woning
W2	1 woning
W3	1 woning
W4	8 woningen
W5	Toekomst: 2 woningen
O1	Spel & Sportuitleen, werkdagen overdag 4 personen
O2	Voetbal PW e.a., werkdagen 's avonds tussen 18:00 en 22:00 uur 20 personen, zaterdag en zondag overdag 40 personen

Tabel 8. Basisgegevens voor schatting personen voor berekening van het groepsrisico



Figuur 1. Omgeving LPG-tankstation

Label	Dag	Avond1	Avond2	Nacht
B1	142	142	0	0
B2	178	178	0	0
B3	84	0	0	0
B4	72	0	0	0
BW1	10	2.4	2.4	2.4
W1	1.2	2.4	2.4	2.4
W2	1.2	2.4	2.4	2.4
W3	1.2	2.4	2.4	2.4
W4	9.6	19.2	19.2	19.2
W5	2.4	4.8	4.8	4.8
O1	4	0	0	0
O2	0	20	20	0

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

Label	Dag	Avond/ nacht
B1	142	0
B2	178	0
B3	0	0
B4	0	0
BW1	2.4	2.4
W1	2.4	2.4
W2	2.4	2.4
W3	2.4	2.4
W4	19.2	19.2
W5	4.8	4.8
O1	0	0
O2	40	0

Tabel 10. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico op zaterdag

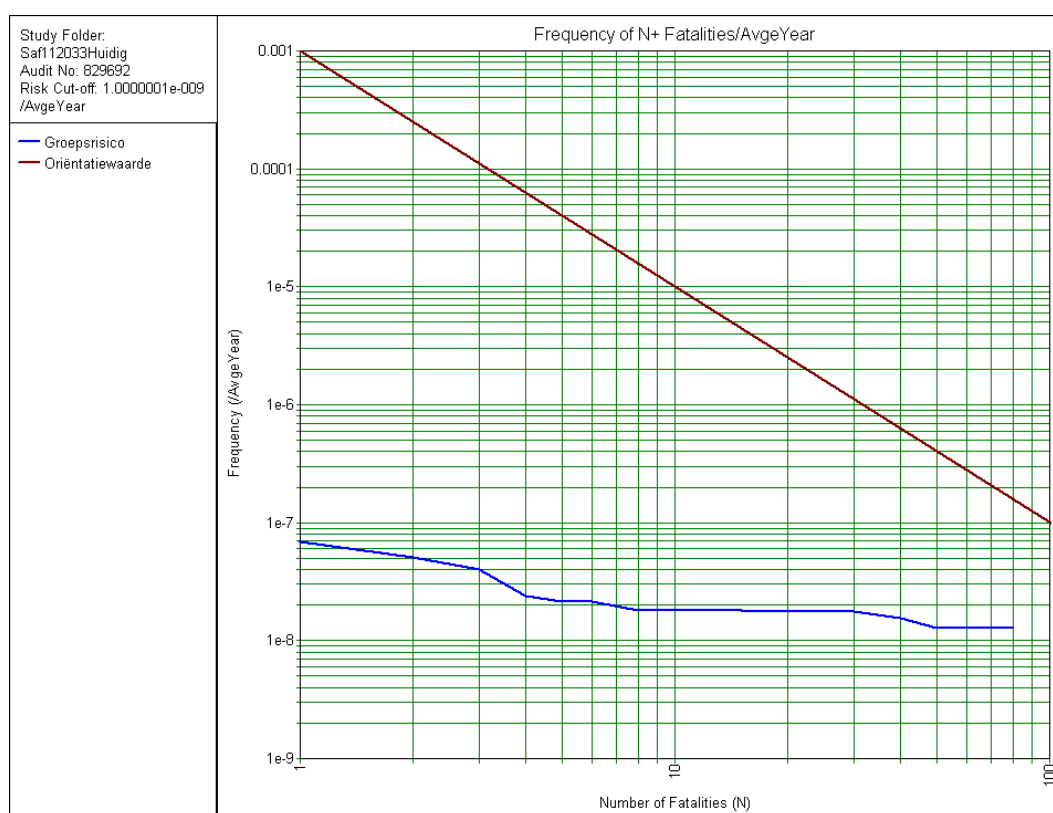
Label	Dag	Avond/ nacht
B1	0	0
B2	0	0
B3	0	0
B4	0	0
BW1	2.4	2.4
W1	2.4	2.4
W2	2.4	2.4
W3	2.4	2.4
W4	19.2	19.2
W5	4.8	4.8
O1	0	0
O2	40	0

Tabel 11. Schatting personen voor berekening van het groepsrisico op zondag

3. Groepsrisico

3.1. Huidige situatie

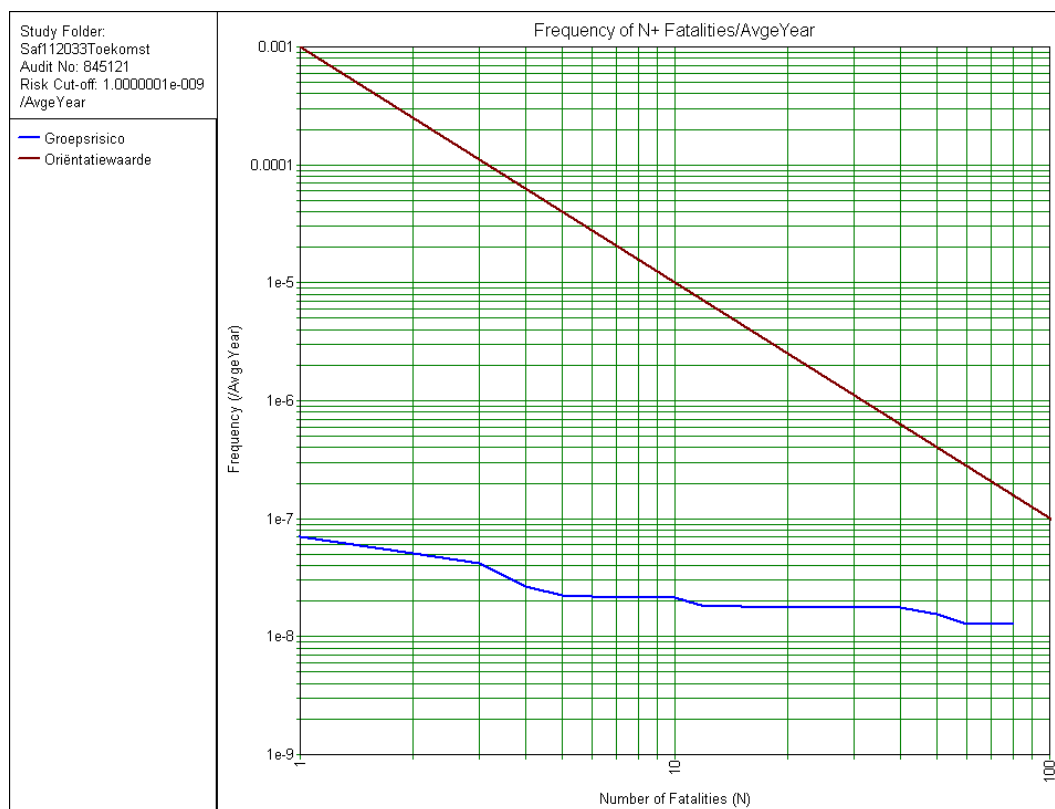
Figuur 2 toont het groepsrisico voor een doorzet tot 1000 m³/jr en bevoorrading op werkdagen in het tijdvenster van 20:00 tot 8:00 uur (buiten winkeltijden) voor de huidige situatie. Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal slachtoffers is circa 80. De hoogte van het groepsrisico wordt bepaald door de ondergrondse tank.



Figuur 2. Groepsrisico huidige situatie

3.2. Toekomstige situatie

Figuur 3 toont het groepsrisico voor de gewenste toekomstige situatie. Er is nauwelijks verschil zichtbaar tussen het groepsrisico voor de huidige en de gewenste toekomstige situatie.



Figuur 3. Groepsrisico gewenste toekomstige situatie

4. Conclusie

Het groepsrisico van het tankstation van BP aan de Kuipersdijk 420 in Enschede is berekend. Bij de berekening is uitgegaan van een maximale doorzet tot 1000 m³/jr en bevoorrading op werkdagen in het tijdvenster van 20:00 tot 8:00 uur (buiten winkeltijden).

Het groepsrisico is berekend voor de huidige en de gewenste toekomstige situatie met twee nieuw te bouwen woningen binnen het invloedsgebied. Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal slachtoffers is circa 80. De hoogte van het groepsrisico wordt bepaald door de ondergrondse tank. Er is nauwelijks verschil zichtbaar tussen het groepsrisico voor de huidige en de gewenste toekomstige situatie.

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 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)