



Adviesgroep AVIV BV
Langestraat 11
7511 HA Enschede

Risicoanalyse BOL SuperTank te Bunschoten

Project : 163226
Datum : 21 november 2016
Auteur : ir. G.A.M. Golbach

Opdrachtgever:
FMA-Nillesen
t.a.v. H. Klein Velderman
Ecu 37
8305 BA Emmeloord

Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
2. Gegevens risicoberekening	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Ongevalscenario's tank propaan.....	4
2.3. Ongevalscenario's tankauto propaan.....	4
2.4. Opslag gasflessen propaan	6
2.5. Ongevalscenario's tank LPG.....	7
2.6. Ongevalscenario's tankauto LPG.....	7
2.7. Parameters.....	10
2.8. Aanwezigen rond de inrichting	11
3. Plaatsgebonden risico	12
4. Groepsrisico	14
5. Effectafstand	16
6. Conclusie	18
Referenties	19

1. Inleiding

Momenteel wordt een plan ontwikkeld voor een nieuw te realiseren tankstation en wascentrum op het industrieterrein Haarbrug-Zuid in Bunschoten-Spakenburg. Het tankstation zal beschikken over de mogelijkheid om LPG en propaan af te leveren. De opslag vindt plaats in ondergrondse tanks. De risicoanalyse is opgesteld voor de aanvraag van de milieuvergunning.

De gegevens voor de risicoberekening worden samengevat in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 toont het plaatsgebonden risico. In hoofdstuk 4 wordt inzicht gegeven in het groepsrisico veroorzaakt de inrichting. Hoofdstuk 5 bevat een overzicht van de effectafstand van de maatgevende ongevalsscenario's. Hoofdstuk 6 bevat de conclusie.

- De opslag van propaan in twee ondergrondse tanks van elk 50 m³.
- De bevoorradiging van propaan met een tankauto voor een doorzet van 500 m³/jr.

- De opslag van 30 volle gasflessen propaan van elk 25 l.
- De opslag van LPG in een ondergrondse tank van 20 m³.
- De bevoorrading van LPG met een tankauto voor een doorzet van 360 m³/jr.

De flessenvulplaats wordt niet meegenomen. Het vullen van gasflessen gebeurt alleen door personeel van de inrichting. Aan de vulling van gasflessen zijn geen risico's verbonden die van belang zijn voor de externe veiligheid [7].

Ook worden het ondergrondse leidingwerk en de propaan afleverinstallaties niet gemodelleerd. Op de inrichting kunnen alleen geregistreerde en geïnstrueerde gebruikers propaan tanken. De gebruiker maakt zich bekend door legitimatie aan de pomp. Deze onderdelen leiden tot ongevalsscenario's met relatief kleine effecten die niet relevant zijn voor het extern veiligheidsrisico.

De op- en overslag van diesel en benzine wordt niet gemodelleerd. Het risico van de ongevalsscenario's van deze activiteiten is te verwaarlozen vergeleken met de ongevalsscenario's voor propaan. Deze keuze stemt overeen met het voorschrift voor modellering van LPG-tankstations. AD-Blue (een oplossing van ureum in water) is voor de externe veiligheid geen relevante gevaarlijke stof.

2.2. Ongevalscenario's tank propaan

De ondergrondse tank heeft een volume van 50 m³ met een maximale inhoud van 23.1 ton (vullingsgraad maximaal 90%). De berekening wordt uitgevoerd voor de maximale vullingsgraad. Tabel 1 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalscenario's. De bronsterkte is berekend met Safeti-NL. De dichtheid van propaan bij de gehanteerde omgevingstemperatuur van 9.8 °C is 514 kg/m³. Er zijn twee tanks geplaatst.

Scenario		Frequentie [1/jr]	Bron sterkte	Toelichting
O.1	Instantaan	5.0 10 ⁻⁷	23.1 ton	Maximale inhoud.
O.2	Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷	38.6 kg/s	Maximale inhoud in 600 s.
O.3	Continu 10 mm	1.0 10 ⁻⁵	1.1 kg/s	Vloeistofuitstroming

Tabel 1. Ongevalscenario's tank propaan

2.3. Ongevalscenario's tankauto propaan

De tankauto die voor de bevoorrading wordt gebruikt is hetzelfde uitgerust als de tankauto's die worden gebruikt voor LPG-tankstations, maar is niet voorzien van een hittewerende bekleding. Voor de modellering van de ongevalsscenario's is de werkwijze gevolgd voor inrichtingen waar meer dan 50 m³ propaan in een insluitsysteem aanwezig is [3]. Voor de losslang is de faalfrequentie gehanteerd van een composiet (verbeterde) losslang (deze frequentie is een factor tien lager dan van een standaard slang). Bevoorrading vindt plaats op werkdagen overdag.

Voor een doorzet van 500 m³/jr is de lostijd per jaar 17.5 uur (0.2% van de tijd). Dit is conform de werkwijze voor LPG-tankstations waar voor een doorzet van 1000 m³/jr de lostijd gelijk wordt gesteld aan 35 uur (70 lossingen van elk 30 min). Bevoorrading vindt plaats met een tankauto van 60 m³ en een maximale inhoud van 26.7 ton (dit is een maximale vullingsgraad van circa 85% conform de bevoorrading van LPG-tankstations). Deze gegevens worden gebruikt om met een initiële ongevalfrequentie 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 ongevalfrequentie vermenigvuldigd met de fractie gedurende het jaar dat de betreffende tankauto aanwezig is binnen de inrichting. Voor deze scenario's is uitgegaan van een verblijftijd van de tankauto die 1.5 keer de lostijd bedraagt. 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.

Voor een BLEVE veroorzaakt door een brand tijdens de verlading wordt standaard uitgegaan van een frequentie van $5.8 \cdot 10^{-10}$ /uur [3]. Voor een doorzet van 500 m³/jr volgt dan een frequentie van $17.5 \times 5.8 \cdot 10^{-10} = 1.0 \cdot 10^{-8}$ /jr op dit scenario B.1. Aangenomen wordt dat de tankauto maximaal is gevuld.

Gelet op de positie van het vulpunt kunnen een omgevingsbrand of mechanische impact door een botsing met een ander voertuig een bijdrage leveren aan de BLEVE-frequentie. De methode voor LPG-tankstations wordt hierna gebruikt om de frequentie af te leiden.

Voor een omgevingsbrand geldt dat de afstand tussen de opstelplaats van de propaan tankauto en een aantal met name genoemde objecten groter moet zijn dan de minimaal benodigde afstand. Toetsing wordt uitgevoerd voor de benzine en propaan afleverzuil, gebouwen en voor de opstelplaats van de benzinetankauto. Tabel 2 vat de beoordeling samen. De frequentie op een omgevingsbrand voor honderd verladingen is dan afgerond $2 \cdot 10^{-7}$ /jr (zie tabel 2b in [4] of tabel 5 in [5]).

Object omgevingsbrand	Toetsings afstand [m]	Vulpunt binnen deze afstand?
Propaan afleverzuil	17.5	Nee
Benzine afleverzuil	5	Nee
Opstelplaats benzinetankauto	25	Nee
Gebouwen zonder brandbescherming (hoogte < 5 m)	10	Nee

Tabel 2. Toetsing bijdrage omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie (toetsingsafstand conform stappenplan RIVM)

De kans op een BLEVE gegeven een omgevingsbrand is afhankelijk van de vulgraad. Deze kans is 0.19 voor de maximale vulgraad. Er is aangenomen dat de tankwagen met

propaan steeds voor 100% is gevuld. De frequentie is dan gelijk is aan $35 / 100 \times 0.19 \times 2.0 \cdot 10^{-7} = 1.3 \cdot 10^{-8}$ /jr. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan 24.5 bara.

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. Voor honderd verladingen is de frequentie $2.5 \cdot 10^{-9}$ /jr, zodat voor deze inrichting de frequentie gelijk is aan $35 / 100 \times 2.5 \cdot 10^{-9} = 8.8 \cdot 10^{-10}$ /jr. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan de evenwichtsdruk bij omgevingstemperatuur.

Tabel 3 toont de ongevalsscenario's voor een doorzet van 500 m³/jr. Voor de berekening van de bronsterkte wordt verwezen naar het rekenvoorschrift voor LPG-tankstations [4]. Mogelijk kleine en te verwaarlozen verschillen ontstaan doordat het rekenvoorschrift uitgaat van een omgevingstemperatuur van 8.85 °C en deze studie van 9.8 °C.

Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
T.1	Instantaan vulgraad 100%	$1.5 \cdot 10^{-9}$	26.7 ton	Maximale inhoud
T.2	Continu grootste aansluiting	$1.5 \cdot 10^{-9}$	66.9 kg/s	Vloeistof 3 inch gat
P.1	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit	$1.9 \cdot 10^{-7}$	20.7 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
P.2	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit niet	$1.2 \cdot 10^{-8}$	20.7 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 1800 s
P.3	Lekkage pomp	$8.8 \cdot 10^{-6}$	0.7 kg/s	Vloeistof 7.6 mm gat
L.1	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit	$6.2 \cdot 10^{-6}$	8.5 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
L.2	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit niet	$8.4 \cdot 10^{-7}$	8.5 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 1800 s
L.3	Lekkage losslang	$7.0 \cdot 10^{-4}$	0.3 kg/s	Vloeistof 5 mm gat
B.1	BLEVE door brand tijdens verlading	$1.0 \cdot 10^{-8}$	26.7 ton	Maximale inhoud
B.2	BLEVE door omgevingsbrand	$1.3 \cdot 10^{-8}$	26.7 ton	Maximale inhoud
B.3	BLEVE door mechanische impact	$8.8 \cdot 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud

Tabel 3. Ongevalsscenario's overslag tankauto doorzet 500 m³/jr propaan

2.4. Opslag gasflessen propaan

Op de inrichting vindt opslag plaats van maximaal 30 volle propaan gasflessen van elk 25 l. De ongevalsscenario's voor een gascilinder zijn instantaan vrijkomen met een frequentie van $5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr en continu vrijkomen uit een gat met een diameter van 3.3 mm met eveneens een frequentie van $5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr [7].

Brand in de omgeving van de cilinders kan worden uitgesloten:

- De opstelplaats van de gascilinders is niet in de directe nabijheid van brandbare vloeistoffen.
- De gascilinders staan niet opgesteld tegen een gebouw met brandbare stoffen.
- In de directe omgeving van de gascilinders zijn geen grote hoeveelheden brandbare materialen aanwezig.

Tabel 4 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalscenario's. De bronsterkte voor een lekkage is berekend met Safeti-NL.

Inhoud [kg]	Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
13	G.1	Instantaan	$1.5 \cdot 10^{-5}$	13 kg	Maximale inhoud
	G.2	Continu	$1.5 \cdot 10^{-5}$	0.12 kg/s	Vloeistof 3.3 mm gat duur 103 s

Tabel 4. Ongevalscenario's gasflessen

2.5. Ongevalscenario's tank LPG

De tank heeft een volume van 20 m^3 met een maximale inhoud van 9.2 ton. De berekening wordt uitgevoerd voor de maximale vullingsgraad van 90%. Tabel 1 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalscenario's.

Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
O.1	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$	9.2 ton	Maximale inhoud.
O.2	Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$	15.4 kg/s	Maximale inhoud in 600 s.
O.3	Continu 10 mm	$1.0 \cdot 10^{-5}$	1.1 kg/s	Vloeistofuitstroming
O.4	Vloeistofleiding – breuk	$1.8 \cdot 10^{-5}$	2.9 kg/s	Lengte 35 m, diameter 1.25"
O.5	Vloeistofleiding – lekkage	$5.3 \cdot 10^{-5}$	0.11 kg/s	Lengte 35 m,
O.6	Afleverleiding – breuk	$1.0 \cdot 10^{-5}$	2.9 kg/s	Lengte 20 m, diameter 1.25"
O.7	Afleverleiding – lekkage	$3.0 \cdot 10^{-5}$	0.11 kg/s	Lengte 20 m

Tabel 5. Ongevalscenario's tank LPG

2.6. Ongevalscenario's tankauto LPG

Voor een doorzet van $360 \text{ m}^3/\text{jr}$ is de lostijd per jaar 12.6 uur (0.14% van de tijd). Bevoorrading vindt plaats 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 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 6 toont de ongevalsscenario's voor een doorzet van 360 m³/jr. De BLEVE scenario's worden hierna toegelicht en zijn niet in deze tabel opgenomen.

Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
T.1	Instantaan vulgraad 100%	7.2 10 ⁻¹⁰	26.7 ton	Maximale inhoud
T.2	Continu grootste aansluiting	7.2 10 ⁻¹⁰	66.9 kg/s	Vloeistof 3 inch gat
P.1	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit	1.4 10 ⁻⁷	20.7 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
P.2	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit niet	8.6 10 ⁻⁹	20.7 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 1800 s
P.3	Lekkage pomp	6.3 10 ⁻⁶	0.7 kg/s	Vloeistof 7.6 mm gat
L.1	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit	4.4 10 ⁻⁶	8.5 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 5 s en leidinginhoud 23 kg
L.2	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit niet	6.0 10 ⁻⁷	8.5 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 1800 s
L.3	Lekkage losslang	5.0 10 ⁻⁴	0.3 kg/s	Vloeistof 5 mm gat

Tabel 6. Ongevalsscenario's overslag tankauto doorzet 360 m³/jr 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 van een BLEVE is een omgevingsbrand. De afspraak in het LPG-convenant om een hittewerende bekleding 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 10⁻¹⁰ /uur voor een onbeschermd tankauto. Door de hittewerende bekleding wordt de BLEVE-frequentie verlaagd met een factor twintig [5]. Voor een doorzet van 360 m³/jr volgt dan een frequentie van 0.05 x 12.6 x 5.8 10⁻¹⁰ = 3.7 10⁻¹⁰ /jr op dit

scenario B.1. Aangenomen wordt dat de tankauto maximaal is gevuld. Bevoorrading vindt plaats op werkdagen overdag.

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 7 vat de beoordeling samen. De frequentie op een omgevingsbrand voor 100 verladingen (dit is een doorzet van circa 1500 m³/jr) is dan afgerond $2 \cdot 10^{-7}$ /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 met 30 minuten brandbescherming (hoogte < 5 m)	5	Nee

Tabel 7. Toetsing bijdrage omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie (toetsingsafstand conform stappenplan RIVM)

Tabel 8 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%.

Verder wordt ervan uitgegaan dat de tankauto is voorzien van een hittewerende bekleding. 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%	$2 \cdot 10^{-7}$	$25/100 \times 0.333 \times 0.19 \times 0.05$	$1.6 \cdot 10^{-10}$
B.3 BLEVE vulgraad 67%	$2 \cdot 10^{-7}$	$25/100 \times 0.333 \times 0.46 \times 0.05$	$3.8 \cdot 10^{-10}$
B.4 BLEVE vulgraad 33%	$2 \cdot 10^{-7}$	$25/100 \times 0.333 \times 0.73 \times 0.05$	$6.1 \cdot 10^{-10}$

Tabel 8. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 360 m³/jr door externe brand

Tabel 9 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%	$1.6 \cdot 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.3	BLEVE vulgraad 67%	$3.8 \cdot 10^{-10}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.4	BLEVE vulgraad 33%	$6.1 \cdot 10^{-10}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 9. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet 360 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 10 toont de specifieke BLEVE frequentie. Tabel 11 toont de ongevalsscenario's. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan de evenwichtsdruk bij omgevingstemperatuur.

Scenario		Basis frequentie [per 100 verladings]	Factor	Frequentie [jr]
B.5	BLEVE vulgraad 100%	$2.5 \cdot 10^{-9}$	25/100 x 0.333	$2.1 \cdot 10^{-10}$
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$2.5 \cdot 10^{-9}$	25/100 x 0.333	$2.1 \cdot 10^{-10}$
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$2.5 \cdot 10^{-9}$	25/100 x 0.333	$2.1 \cdot 10^{-10}$

Tabel 10. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 360 m³/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

Scenario		Frequentie [jr]	Bron sterkte	Toelichting
B.5	BLEVE vulgraad 100%	$2.1 \cdot 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$2.1 \cdot 10^{-10}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$2.1 \cdot 10^{-10}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 11. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet 360 m³/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

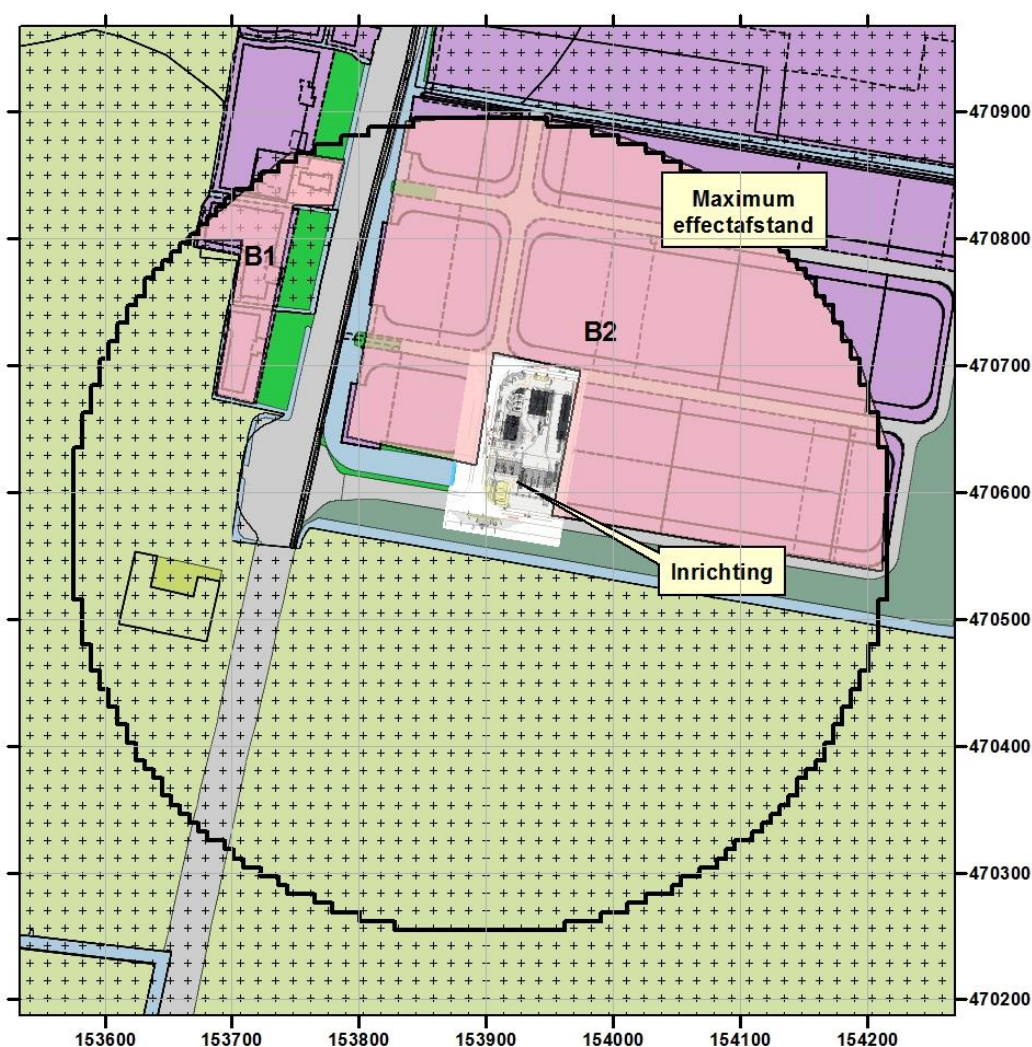
2.7. Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 6.54 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Soesterberg worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. De standaard ruwheidslengte van 0.3 m is gehanteerd.

2.8. Aanwezigen rond de inrichting

Figuur 2 toont de omgeving van de inrichting en de begrenzing van het invloedsgebied voor de berekening van het groepsrisico. Het invloedsgebied is cirkelvormig rond het vulpunt propaan met een straal van circa 320 m. De figuur toont tevens de ligging van de twee industriegebieden, die voor de berekening van het groepsrisico zijn gemodelleerd. Deze gebieden zijn roze gemarkeerd.

Voor het industriegebied is uitgegaan van 40 personen per hectare overdag en 4 personen per hectare 's nachts. Dit kencijfer komt uit de Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico voor een gemiddeld druk industrieterrein [6].



Figuur 2. Omgeving inrichting

3. Plaatsgebonden risico

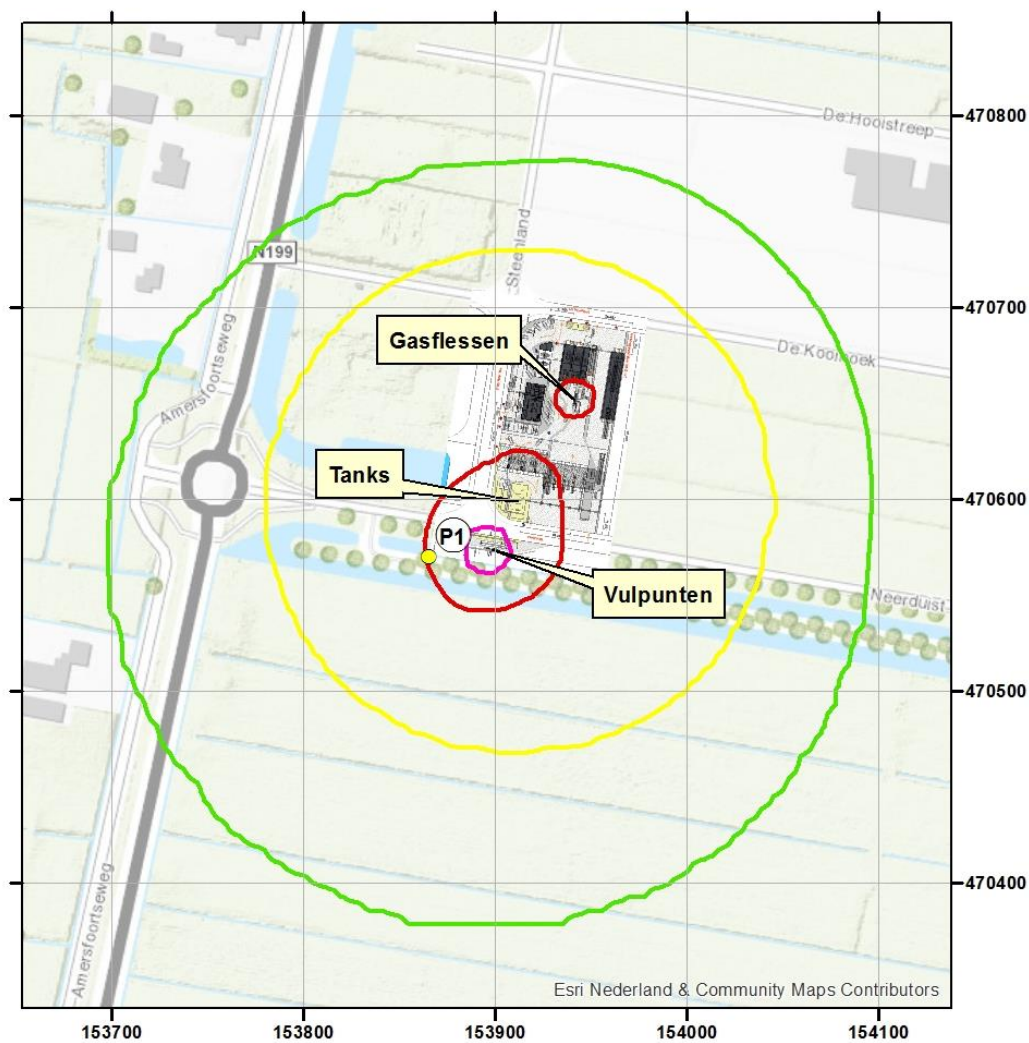
Het plaatsgebonden risico is de kans per jaar dat een persoon, die zich continu en onbeschermd op een bepaalde plaats in de omgeving van een inrichting bevindt, overlijdt door een ongeval met gevaarlijke stoffen. Plaatsen met een gelijk risico worden door risicocontouren op een kaart weergegeven. Het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr dient volgens het Bevi (Besluit externe veiligheid inrichtingen) gehanteerd te worden als grenswaarde voor kwetsbare objecten en als richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten.

Figuur 3 toont het plaatsgebonden risico. De contour voor de grenswaarde van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt aan de zuidzijde rond het vulpunt gedeeltelijk buiten de inrichting. Het vigerende bestemmingsplan laat geen bebouwing binnen deze contour toe.

Voor het punt P1 (voor de ligging zie figuur 3) wordt de relatieve bijdrage van de ongevalscenario's aan het plaatsgebonden risico getoond in tabel 12. Een aantal scenario's met een minieme bijdrage is niet afgedrukt.

Punt	PR	Scenario	Bijdrage [%]
P1	$1.1 \cdot 10^{-6}$	TankautoPropaan\L.1 Breuk losslang, doorstroombegrenzer sluit	31.3
		TankautoLPG\L.1 Breuk losslang, doorstroombegrenzer sluit	23.1
		OpslagvatPropaan2\O.1 Opslagvat - Instantaan falen	10.4
		OpslagvatPropaan1\O.1 Opslagvat - Instantaan falen	10.0
		OpslagvatLPG\O.1 Opslagvat - Instantaan falen	9.3
		TankautoPropaan\L.2 Breuk losslang, doorstroombegrenzer sluit niet	4.2
		TankautoLPG\L.2 Breuk losslang, doorstroombegrenzer sluit niet	3.1
		TankautoPropaan\P.1 Breuk pomp, doorstroombegrenzer sluit	3.1
		TankautoLPG\P.1 Breuk pomp, doorstroombegrenzer sluit	2.3
		TankautoPropaan\B.2 BLEVE Omgevingsbrand 100%	1.2

Tabel 12. Relatieve bijdrage ongevalsscenario's aan het plaatsgebonden risico



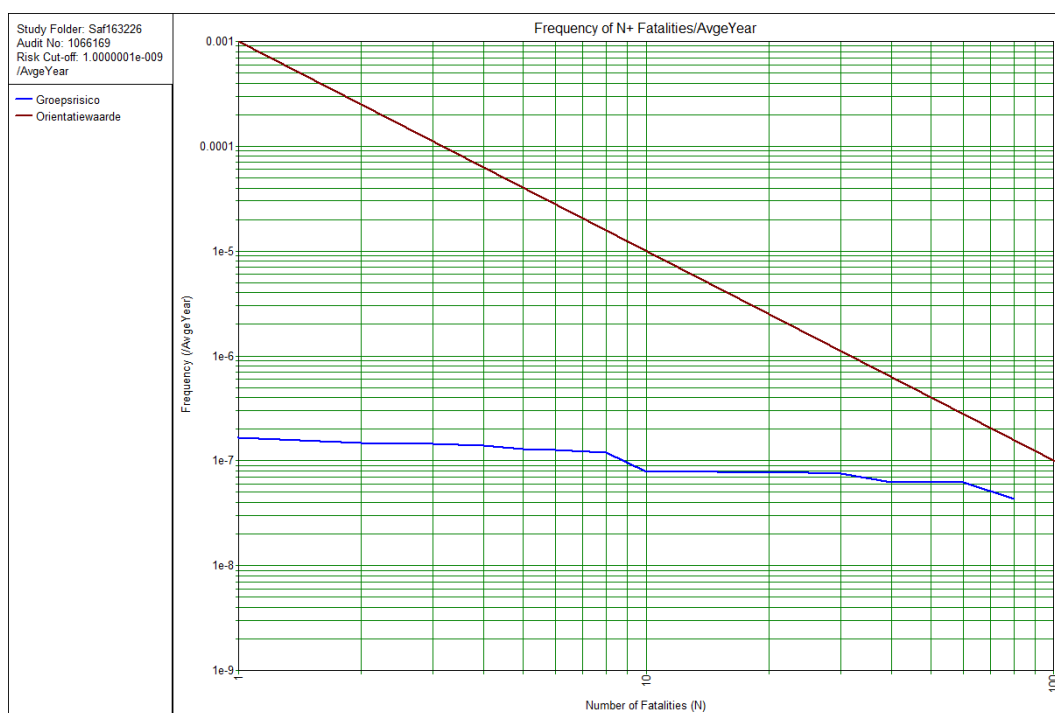
Figuur 3. Plaatsgebonden risico

—	1.0 10 ⁻⁴ /jr
—	1.0 10 ⁻⁵ /jr
—	1.0 10 ⁻⁶ /jr
—	1.0 10 ⁻⁷ /jr
—	1.0 10 ⁻⁸ /jr

4. Groepsrisico

Het groepsrisico geeft aan wat de kans is op een ongeval met tien of meer dodelijke slachtoffers in de omgeving van de inrichting. Het aantal personen dat in de omgeving van de inrichting verblijft, bepaalt daardoor mede de hoogte van het groepsrisico. Het groepsrisico wordt weergegeven in een zogenaamde fN-curve: op de verticale as staat de cumulatieve kans per jaar f op een ongeval met N of meer slachtoffers en op de horizontale as het aantal slachtoffers N . De oriëntatiewaarde voor het groepsrisico is gelijk aan $10^{-3} / N^2$, dat wil zeggen een frequentie van 10^{-5} /jr voor 10 slachtoffers, 10^{-7} /jr voor 100 slachtoffers en geldt vanaf het punt met 10 slachtoffers.

Figuur 4 toont het groepsrisico. Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal slachtoffers is circa 80 bij een frequentie van circa $4.0 \cdot 10^{-8}$ /jr.



Figuur 4. Groepsrisico

Tabel 13 toont de scenario's die bepalend zijn voor het groepsrisico. De scenario's zijn gerangschikt naar de relatieve bijdrage aan de risico integraal (het oppervlak van de bijdrage van dit scenario aan de fN-curve). Tevens is aangeduid de frequentie in het bereik > 10 slachtoffers. De belangrijkste scenario's zijn het instantaan falen van de ondergrondse vaten en de BLEVE van de propaan tankauto tijdens een omgevings- en verladingsbrand.

Het bevoegd gezag dient bij het verlenen van de omgevingsvergunning voor een inrichting die onder het Bevi valt (de toename van) het groepsrisico te verantwoorden, zoals voorgeschreven in artikel 12 van het Bevi.

Scenario	Risico integraal [1/jr]	Risico integraal [% totaal]	Freq >10 [1/jr]
OpslagvatPropan1\O.1 Opslagvat - Instantaan falen	1.8E-06	29.3	2.0E-08
OpslagvatPropan2\O.1 Opslagvat - Instantaan falen	1.6E-06	27.4	2.0E-08
TankautoPropan\B.2 BLEVE Omgevingsbrand 100%	1.1E-06	17.5	1.3E-08
TankautoPropan\B.1 BLEVE Verladingsbrand 100%	8.1E-07	13.5	1.0E-08
OpslagvatLPG\O.1 Opslagvat - Instantaan falen	5.5E-07	9.2	1.3E-08

Tabel 13. Bijdrage ongevalsscenario's aan het groepsrisico

5. Effectafstand

De effectafstanden tot 1% letaliteit van de ongevalsscenario's voor het plaatsgebonden risico en het groepsrisico worden getoond in tabel 14 voor propaan en tabel 15 voor LPG. Getoond worden de afstanden voor weersklasse D-5.0 (neutraal weer met een windsnelheid van 5 m/s) en voor weersklasse F-1.5 (zeer stabiel weer met een windsnelheid van 1.5 m/s). Voor de frequentie en de bronsterkte van de scenario's wordt verwezen naar hoofdstuk 2. De bevoorrading door een tankauto vindt alleen overdag plaats. Weersklasse F-1.5 kan alleen 's nachts optreden, dus is er voor de betreffende scenario's geen effectafstand in deze tabel opgenomen.

Scenario	Afstand D-5 [m]	Afstand F-1.5 [m]
O.1 Opslagvat - Instantaan falen	201	142
O.2 Opslagvat - 10 minuten	55	55
O.3 Opslagvat - 10 mm gat	14	11
T.1 Tankauto - Instantaan (100%)	309	
T.2 Tankauto - Grootste aansluiting (100%)	180	
P.1 Breuk pomp, doorstroombegrenzer sluit	81	
P.2 Breuk pomp, doorstroombegrenzer sluit niet	85	
P.3 Lek pomp	16	
L.1 Breuk losslang, doorstroombegrenzer sluit	51	
L.2 Breuk losslang, doorstroombegrenzer sluit niet	51	
L.3 Lek losslang	11	
B.1 BLEVE Verladingsbrand 100%	309	
B.2 BLEVE Omgevingsbrand 100%	309	
B.3 BLEVE Mechanische impact100%	205	
Instantaan	8	8
Continu	7	9

Tabel 14. Afstand tot 1% letaliteit van de ongevalsscenario's met propaan

Scenario	Afstand D-5 [m]	Afstand F-1.5 [m]
O.1 Opslagvat - Instantaan falen	133	104
O.2 Opslagvat - 10 minuten	38	37
O.3 Opslagvat - 10 mm gat	13	10
O.4 Vloeistofleiding - Breuk leiding	19	17
O.5 Vloeistofleiding - Lek	5	3
O.6 Afleverleiding - Breuk	19	17
O.7 Afleverleiding - Lek	5	3
T.1 Tankauto - Instantaan falen (100%)	312	
T.2 Tankauto - Grootste aansluiting (vulgraad 100%)	178	
P.1 Breuk pomp, doorstroombegrenzer sluit	79	
P.2 Breuk pomp, doorstroombegrenzer sluit niet	84	
P.3 Lek pomp	16	
L.1 Breuk losslang, doorstroombegrenzer sluit	51	
L.2 Breuk losslang, doorstroombegrenzer sluit niet	51	
L.3 Lek losslang	11	
B.1 BLEVE Verladingsbrand 100%	312	
B.2 BLEVE Omgevingsbrand 100%	312	
B.3 BLEVE Omgevingsbrand 67%	258	
B.4 BLEVE Omgevingsbrand 33%	183	
B.5 BLEVE Impact 100%	232	
B.6 BLEVE Impact 67%	189	
B.7 BLEVE Impact 33%	130	

Tabel 15. Afstand tot 1% letaliteit van de ongevalscenario's met LPG

6. Conclusie

Een kwantitatieve risicoanalyse is opgesteld voor een te realiseren tankstation op het industriegebied Haarbrug-Zuid.

De plaatsgebonden risicocontour voor de grenswaarde van $10 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt aan de zuidzijde rond het propaan vulpunt gedeeltelijk buiten de inrichting. Het vigerende bestemmingsplan laat binnen deze contour geen bebouwing toe.

Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal slachtoffers is circa 80.

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	2015	Handleiding risicoberekeningen Bevi (versie 3.3 gedateerd 1 juli 2015)
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.	VROM	2007	Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico Versie 1.0 november 2007
7.	RIVM	2008	Modellering gascilinders uit Handleiding risicoberekeningen Bevi concept versie 1.4