omgevingsveiligheid
& risicoanalyse

Adviesgroep AVIV BV
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Risicoanalyse / LPG-tankstation Abram van Rijckevorselweg Rotterdam

Project 193986
Datum 12 oktober 2022

Opdrachtgever
RHO
t.a.v. S. Lie
Postbus 150
3000 AD Rotterdam

/ aviv.nl

Risicoanalyse / LPG-tankstation Abram van Rijckevorselweg Rotterdam

Project	193986
Datum	12 oktober 2020
Auteur	ing. A.M. op den Dries
Versie nr.	1.0
Opdrachtgever	RHO t.a.v. S. Lie Postbus 150 3000 AD Rotterdam

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

2 Gegevens risicoberekening 5
2.1 Inleiding 5
2.2 Ongevalsscenario's tank 5
2.3 Ongevalsscenario's tankauto 5
2.4 BLEVE-frequentie tankauto 6
2.5 Parameters 9
2.6 Aanwezigen rond het tankstation 9

3 Resultaten risicoberekening 12
3.1 Groepsrisico 12
3.2 Effectafstanden 13

4 Conclusie 14

Referenties 15

1 Inleiding

Men is voornemens een pand met meerdere functies, waaronder wonen en kantoor, te realiseren te realiseren aan de K.P. van der Mandelelaan in Rotterdam. Voor het op te stellen bestemmingsplan is inzicht in de externe veiligheid van het nabij gelegen LPG-tankstation noodzakelijk. In dit rapport wordt inzicht gegeven in de verandering van het groepsrisico door de ruimtelijke ontwikkeling.

De rapportage is als volgt opgebouwd. De gegevens die nodig zijn voor de berekening van het groepsrisico zijn samengevat in hoofdstuk 2. De resultaten staan in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 ten slotte bevat de conclusies.

2 Gegevens risicoberekening

2.1 Inleiding

De gegevens van het LPG-tankstation zijn aangeleverd door de omgevingsdienst. De berekening van het groepsrisico wordt uitgevoerd voor doorzet tot maximaal 1000 m^3/jr. Op het moment van schrijven is de verkoop van LPG gestaakt, maar omdat de vergunning nog in werking is dient het groepsrisico wel berekend te worden.

Voor een LPG-tankstation wordt het extern veiligheidsrisico bepaald door de ongevalsscenario's van de tank en de tankauto die aanwezig is 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 [2], het stappenplan groepsrisico [3] en een specifiek berekeningsvoorschrift [4]. 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 tank opgesteld met een volume van 40 m^3 met een maximale inhoud van 18.4 ton (de maximale vullingsgraad). Tabel 1 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
O.1	Instantaan	$5.0\ 10^{-7}$	18.4 ton	Maximale inhoud
O.2	Continu 10 min	$5.0\ 10^{-7}$	30.9 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 tank

2.3 Ongevalsscenario's tankauto

Voor een doorzet tot 1000 m^3/jr zijn er standaard 70 lossingen nodig van elk 30 min. De lostijd per jaar is dan 35 uur (0.4% 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

ongevalsfrequentie 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 ongevalsfrequentie 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 ongevalsscenario's voor een doorzet tot 1000 m^3/jr.

Scenario		Frequentie [/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 102 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 65 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. Ongevalsscenario's overslag tankauto doorzet tot 1000 m^3/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 [3 en 4]. 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 onbeschermde tankauto. Door de hittewerende bekleding wordt de BLEVE-frequentie verlaagd met een factor twintig [4]. Voor een doorzet tot 1000 m^3/jr volgt dan een frequentie van 0.05 x 35 x 5.8 10^{-10} = 1.0 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 2 10^{-7} /jr (zie tabel 2b in [3] of tabel 5 in [4]).

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	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 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 [4].

Scenario		Basis frequentie [per 100 verladingen]	Factor	Frequentie [/jr]
B.2	BLEVE vulgraad 100%	$2\ 10^{-7}$	70/100 x 0.333 x 0.19 x 0.05	$4.4\ 10^{-10}$
B.3	BLEVE vulgraad 67%	$2\ 10^{-7}$	70/100 x 0.333 x 0.46 x 0.05	$1.1\ 10^{-9}$
B.4	BLEVE vulgraad 33%	$2\ 10^{-7}$	70/100 x 0.333 x 0.73 x 0.05	$1.7\ 10^{-9}$

Tabel 4. Specifieke BLEVE-frequentie tankauto doorzet tot 1000 m^3/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%	$4.4\ 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.3	BLEVE vulgraad 67%	$1.1\ 10^{-9}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.4	BLEVE vulgraad 33%	$1.7\ 10^{-9}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 5. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet tot 1000 m^3/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%	$2.5\ 10^{-9}$	70/100 x 0.333	$5.8\ 10^{-10}$
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$2.5\ 10^{-9}$	70/100 x 0.333	$5.8\ 10^{-10}$
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$2.5\ 10^{-9}$	70/100 x 0.333	$5.8\ 10^{-10}$

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

Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
B.5	BLEVE vulgraad 100%	$5.8\ 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$5.8\ 10^{-10}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$5.8\ 10^{-10}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 7. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet tot 1000 m^3/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

2.5 Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 8.5 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Rotterdam 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 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.

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 verkregen met de BAG populatieservice geraadpleegd 6 februari 2020 [6]. De gegevens zijn gecontroleerd op basis van de vigerende bestemmingsplannen en waar nodig aangevuld. Tabel 8 toont het aantal personen gemodelleerd binnen het invloedsgebied. De aanduiding in de kolom label stemt overeen met de markering van het gebied in figuur 1 (roze gekleurd).

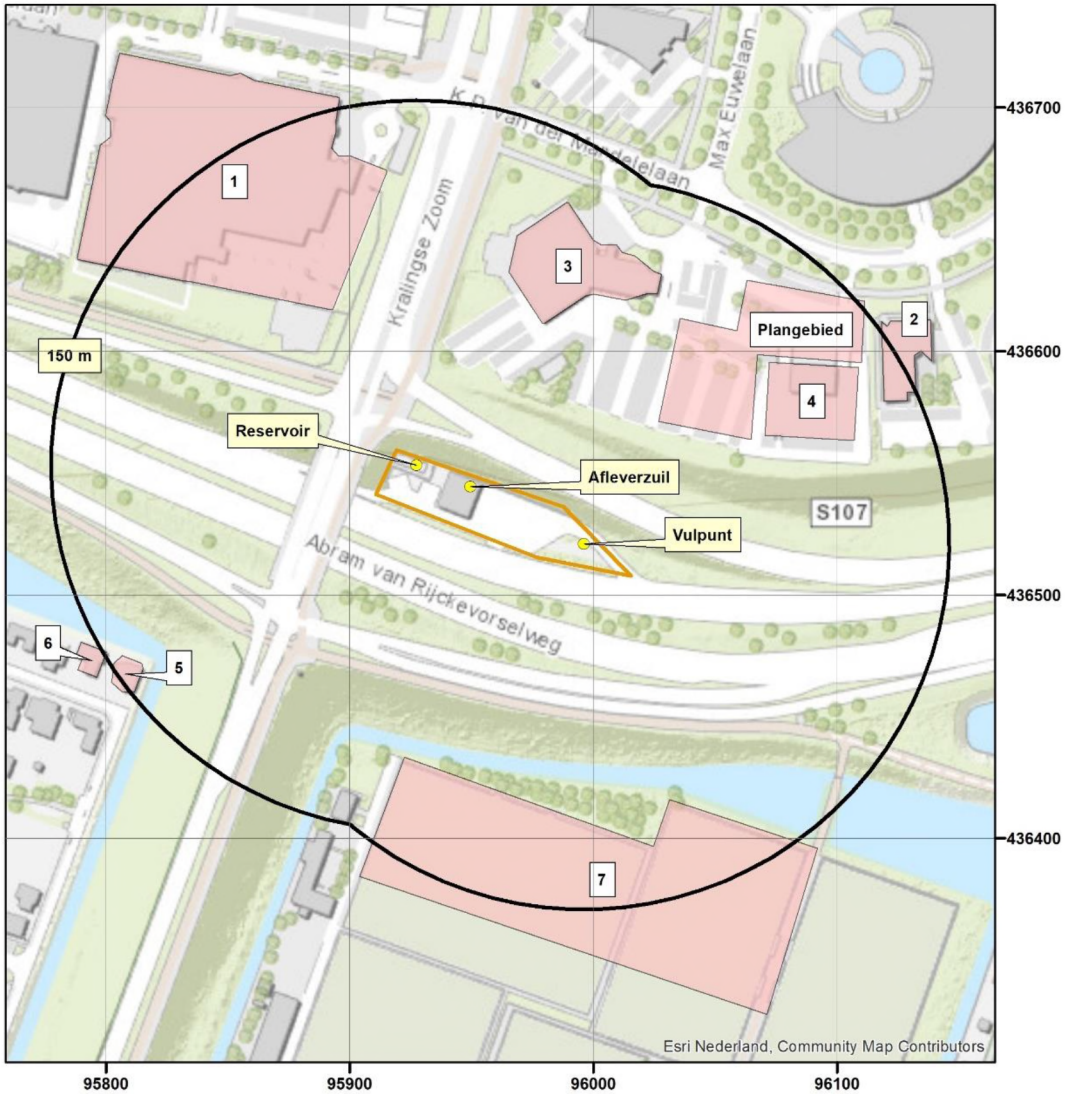
Label	Aantal dag	Aantal avond	Aantal nacht	Opmerking
1	3310.2	0	0	BAG populatieservice
2	65.7	0	0	BAG populatieservice
3	1666.2	1196.9	1196.9	BAG populatieservice
4	100.1	0	0	BAG populatieservice
5	0.8	1.6	1.6	BAG populatieservice
6	0.8	1.6	1.6	BAG populatieservice
7	30.7	30.7	0	Sportterrein 30 pers/ha [9]
Plangebied				Plangebied zie tabel 9

Tabel 8. Aantal personen aanwezig rond de inrichting

De aanwezigheid in de toekomstige situatie is afgeleid uit de gegevens verstrekt door de opdrachtgever. Daarnaast zijn kentallen uit de Handleiding Populatieservice gehanteerd [9]. Per woning met een bruto vloeroppervlak (bvo) van minder dan 60 m^2 worden 1.2 personen verondersteld, waarvan 50% aanwezig overdag en 100% 's nachts. Voor de horecafunctie wordt uitgegaan van 1 persoon per 5 m^2, waarvan 100% aanwezig overdag en 0% 's nachts. Tabel 9 geeft een overzicht van het veronderstelde aantal personen in het plangebied.

Plangebied	Personen toekomstig	
	Dag	Nacht
Woningen < 60 m^2 bvo (614 woningen)	368	737
Horeca (385 m^2 bvo)	77	0
Totaal	**445**	**737**

Tabel 9. Aantal personen in het plangebied in de toekomstige situatie

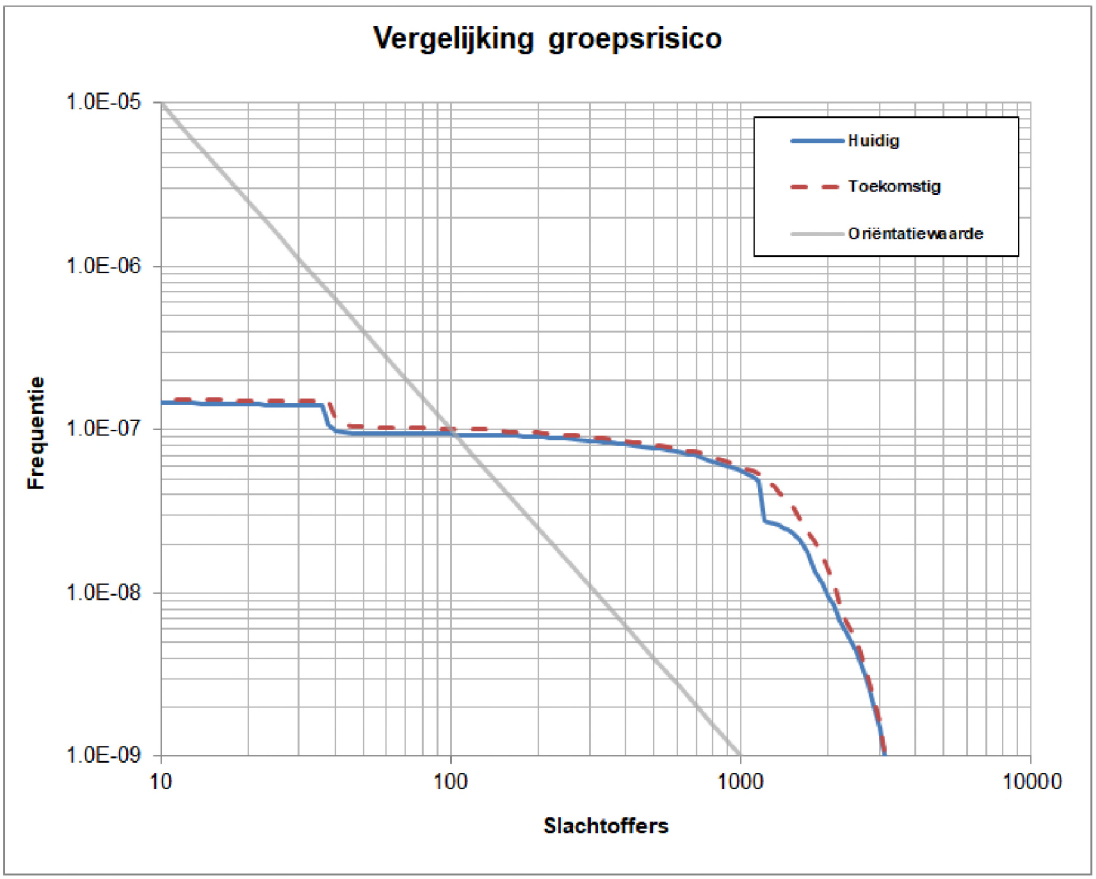


Figuur 1. Omgeving LPG-tankstation

3 Resultaten risicoberekening

3.1 Groepsrisico

Figuur 2 toont de vergelijking van het groepsrisico. Het groepsrisico is zowel in de huidige als in de toekomstige situatie groter dan de oriëntatiewaarde. Het maximaal aantal slachtoffers is circa 3100 in zowel de huidige als de toekomstige situatie. Door de ruimtelijke ontwikkeling neemt het groepsrisico toe. Het groepsrisico wordt vrijwel geheel bepaald door het ondergrondse LPG-reservoir. In de bijlage wordt het groepsrisico getoond van de toekomstige situatie indien het reservoir niet een maximale vulgraad van 90% heeft, maar van 45%.

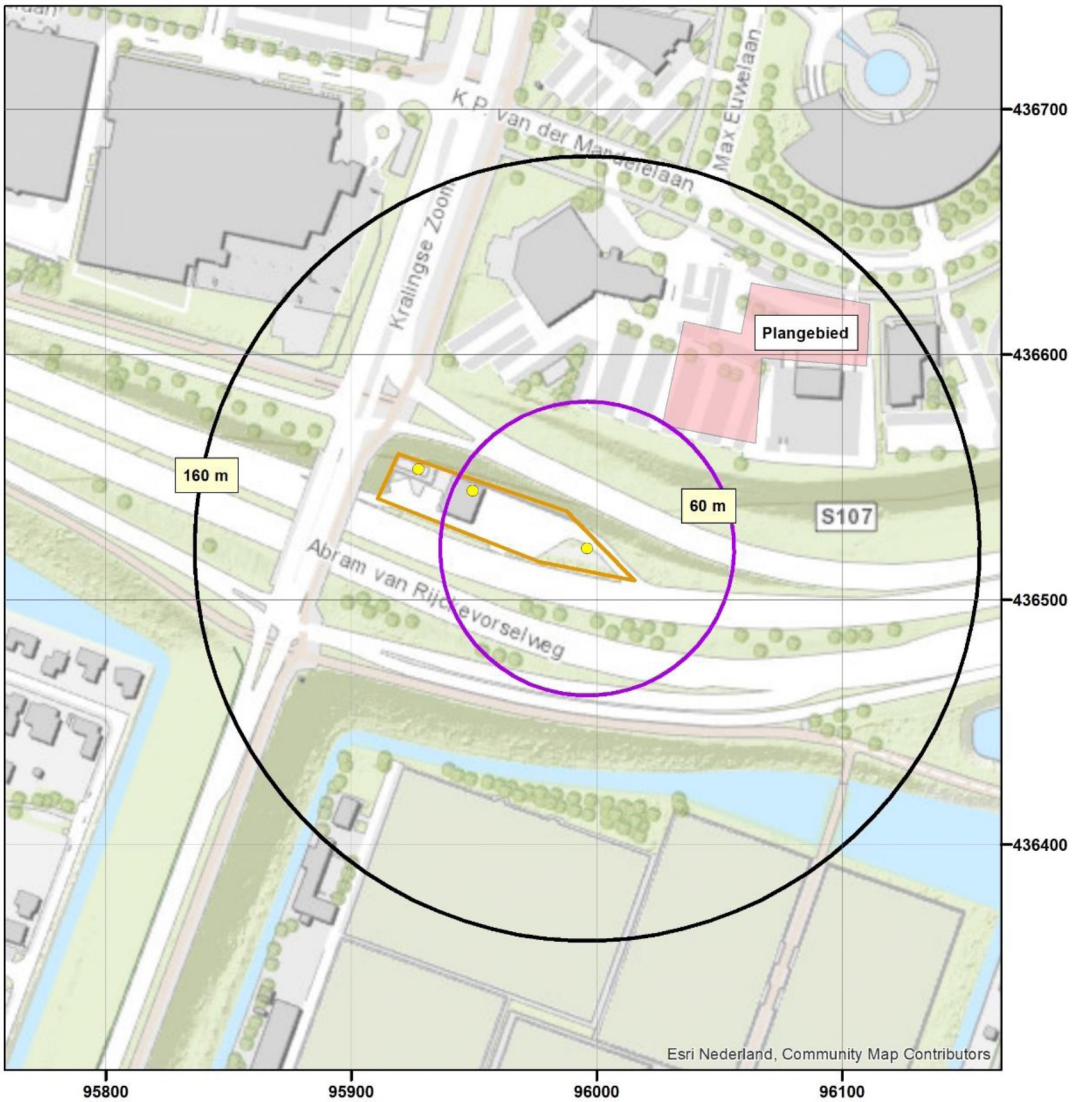


Figuur 2. Groepsrisico

3.2 Effectafstanden

Bij de verantwoording van het risico van een LPG-tankstation moet sinds 29 juni 2016 ook rekening worden gehouden met de zogeheten effectbenadering [7]. Voor (beperkt) kwetsbare objecten geldt de 60 m effectafstand en als (beperkt) kwetsbare objecten binnen deze afstand komen te liggen, dan moet deze situatie gemotiveerd worden [8]. Hetzelfde geldt voor zeer kwetsbare objecten binnen de 160 m effectafstand. Beide afstanden worden gemeten vanaf het vulpunt. De afstanden gelden alleen bij besluiten waarbij het risico toeneemt. Bij bijvoorbeeld conserverende bestemmingsplannen gelden deze afstanden niet.

Beide effectafstanden worden getoond in figuur 4. Het plangebied is een kwetsbaar object en ligt buiten de daarvoor geldende 60 m effectafstand. Er wordt voldaan aan de gestelde eisen.



Figuur 3. Ligging effectafstanden

4 Conclusie

Men is voornemens een pand met meerdere functies, waaronder wonen en kantoor, te realiseren te realiseren aan de K.P. van der Mandelelaan in Rotterdam. Voor het op te stellen bestemmingsplan is inzicht in de externe veiligheid van het nabij gelegen LPG-tankstation noodzakelijk. In dit rapport is het groepsrisico berekend en zijn de effectafstanden rond de installaties getoond.

Groepsrisico

Het groepsrisico ligt in zowel de huidige als de toekomstige situatie boven de oriëntatiewaarde. Het maximaal aantal slachtoffers wordt bepaald door het ondergrondse opslagreservoir. Het groepsrisico moet worden verantwoord conform artikel 13 van het Bevi [1].

Effectafstanden

Het plangebied bevat een kwetsbaar object. Het plangebied valt buiten de aan te houden effectafstand voor kwetsbare objecten. Het is hierdoor niet nodig aanvullende bouwtechnische maatregelen te eisen.

Referenties

1.	Ministerie VROM	2004	Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) Stb. 2004, 250
2.	RIVM	2021	Handleiding risicoberekeningen Bevi (versie 4.3 gedateerd 1 januari 2021)
3.	RIVM	2008	Stappenplan groepsrisicoberekening LPG- tankstations (versie gedateerd 12 augustus 2008)
4.	RIVM	2008	QRA berekening LPG-tankstations (versie 1.1 gedateerd 29 mei 2008)
5.	VROM	2007	Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico (versie 1.0 gedateerd november 2007)
6.	Provincie Zuid-Holland	2015	http://populatieservice.demis.nl/
7.	Ministerie IenM	2016	Circulaire effectafstanden externe veiligheid LPG-tankstations voor besluiten met gevolgen effecten ongeval Stcrt. 2016, 31453
8.	Rijkswaterstaat/ Infomil	2016	Effectbenadering besluitvorming rondom LPG-tankstations (versie 1 juli 2016)
9.	Provincie Zuid-Holland	2018	Handleiding Populatieservice (versie 1.0 gedateerd juni 2018)

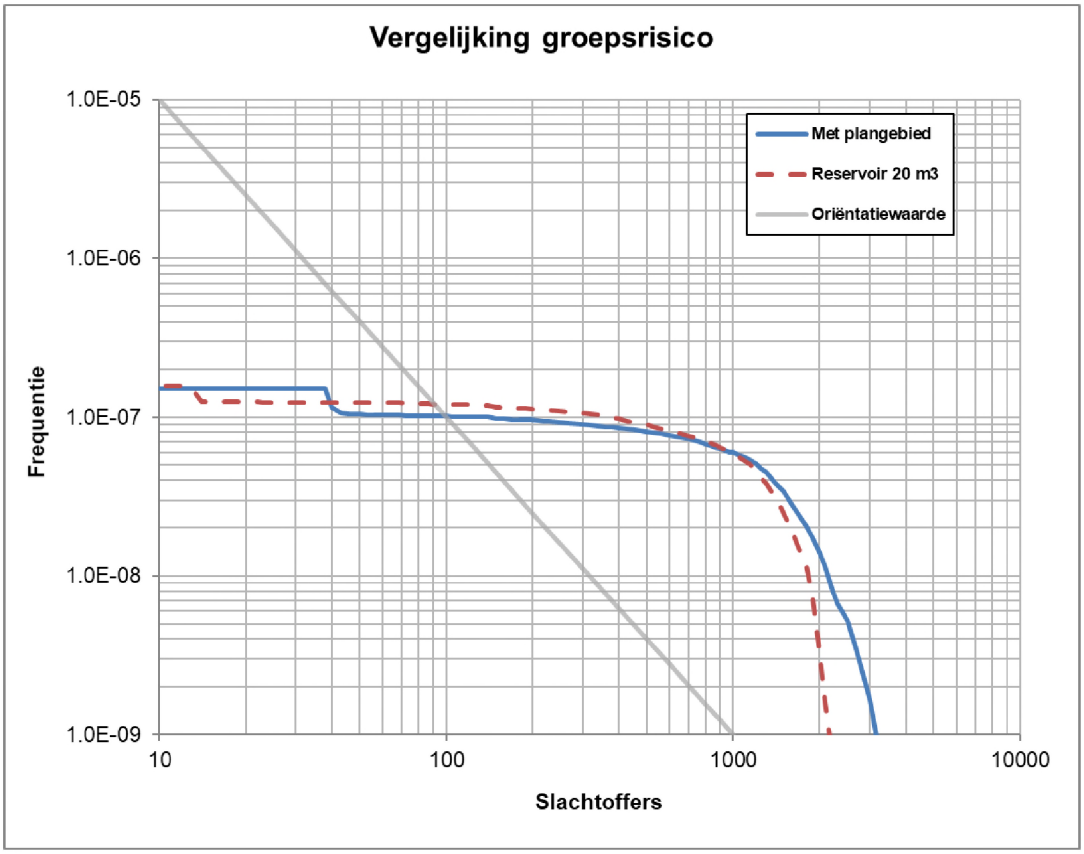
Bijlage 1 Vergelijking groepsrisico verlaagde vulgraad reservoir

In deze bijlage wordt een vergelijking gemaakt van het groepsrisico indien het reservoir niet een maximale vulgraad 90% heeft, maar 45%. Tabel 10 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
O.1	Instantaan	$5.0\ 10^{-7}$	9.2 ton	Maximale inhoud
O.2	Continu 10 min	$5.0\ 10^{-7}$	15.5 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 10. Ongevalsscenario's tank vulgraad 45%

Figuur 2 toont de vergelijking van het groepsrisico. Het groepsrisico is zowel in toekomstige situatie als de toekomstige situatie met lagere vulgraad van het reservoir groter dan de oriëntatiewaarde. Het maximaal aantal slachtoffers is circa 3100 in de toekomstige situatie en neemt af tot maximaal circa 2100 bij het verlagen van de vulgraad.



Figuur 4. Groepsrisico vergelijking lagere vulgraad reservoir