



Adviesgroep AVIV BV
M.H. Tromplaan 55
7513 AB Enschede

Risicoanalyse Green Planet Pesse

Project : 193892

Datum : 6 mei 2019

Auteur : [REDACTED]

Opdrachtgever:

ContrAll Projektrealisatie B.V.

[REDACTED]

Postbus 525

7300 AM Apeldoorn

Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
2. Ongevalsscenario's LNG	3
2.1. Beschrijving LNG-installatie	3
2.2. Selectie van bedrijfsonderdelen	5
2.3. Initiële faalfrequentie	6
2.4. Ongevalsscenario's opslagvat	8
2.5. Ongevalsscenario's dispenser pomp bij het opslagvat	9
2.6. Ongevalsscenario's overslag tankauto	10
2.7. Ongevalsscenario's bovengrondse vulleiding opslagvat	13
2.8. Ongevalsscenario's ondergrondse afleverleiding	14
2.9. Ongevalsscenario's dispenser	15
3. Ongevalsscenario's LPG	16
3.1. Inleiding	16
3.2. Ongevalsscenario's tank	16
3.3. Ongevalsscenario's tankauto	17
3.4. BLEVE-frequentie tankauto	17
4. Ongevalsscenario's waterstof	20
4.1. Inleiding	20
4.2. Ongevalsscenario's buffer tank lage druk	20
4.3. Ongevalsscenario's buffer tubes medium druk	20
4.4. Ongevalsscenario's cilinderpakketten hoge druk	21
4.5. Ongevalsscenario's compressoren	22
4.6. Ongevalsscenario's dispenser personenauto	22
4.7. Ongevalsscenario's dispenser vrachtauto	23
4.8. Ongevalsscenario's tubetrailer	23
5. Overige gegevens	24
5.1. Parameters	24
5.2. Windmolens	24
5.3. Aanwezigen rond de inrichting	24
6. Resultaat risicoberekening	27
6.1. Plaatsgebonden risico	27
6.2. Groepsrisico	29
7. Effectafstand	32
8. Conclusie	34
Referenties	35

1. Inleiding

Het voornemen is een LNG- en H₂-installatie te plaatsen op de inrichting Green Planet gevestigd in Pesse. Tevens zal aan de zuidzijde van de inrichting een belevenissenbos worden gerealiseerd. In het kader van de aanvraag voor de omgevingsvergunning is in 2016 een risicoanalyse opgesteld [8]. Deze risicoanalyse is nu geactualiseerd.

In hoofdstuk 2 worden de ongevalsscenario's vastgesteld waarmee de risicoberekening voor LNG wordt uitgevoerd. Voor LPG worden in hoofdstuk 3 de ongevalsscenario's beschreven. Voor waterstof worden in hoofdstuk 4 de ongevalsscenario's beschreven. Hoofdstuk 5 bevat de overige gegevens waaronder de modellering van de omgeving van de inrichting. Hoofdstuk 6 bevat het berekende plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Het berekende risiconiveau wordt hier getoetst aan de normstelling externe veiligheid voor inrichtingen. Hoofdstuk 7 bevat de effectafstanden voor de ongevalsscenario's. Hoofdstuk 8 tenslotte bevat de conclusie.

2. Ongevalsscenario's LNG

2.1. Beschrijving LNG-installatie

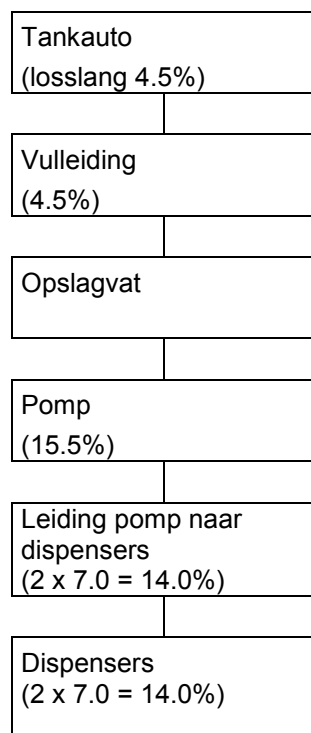
De afkorting LNG betekent: Liquefied Natural Gas, oftewel vloeibaar aardgas. LNG wordt in verschillende delen van de wereld al langere tijd gebruikt als motorbrandstof. Vloeibaar aardgas bestaat voornamelijk uit methaan. LNG heeft bij atmosferische druk een temperatuur van $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vloeibaar aardgas kan daarom onder de cryogene vloeistoffen worden geschaard. Vanwege de vloeibare vorm heeft LNG een grotere energie-inhoud per liter dan CNG. Dit maakt het uitermate geschikt voor langeafstandsvervoer.

Het vloeibaar aardgas wordt met een tankwagen of tankcontainer over de weg vervoerd en verpompt met een pomp op de tankwagen naar het opslagvat. In het opslagvat wordt de LNG ontvangen en opgeslagen met een druk van 4 tot 7 bar(g). Vanuit het opslagvat wordt LNG met een pomp geleid naar de dispenserslang voor directe aflevering. De afleverdruk varieert tussen 7 en 9 bar(g). De beide dispensers (aflever-installaties) zijn vrijstaand en verbonden met de rest van de installatie via een flexibele ondergrondse leiding.

Voor het vullen van het opslagvat vanuit de tankauto wordt gebruik gemaakt van een composiet losslang als verbinding tussen de tankauto en installatie. Indien de tankauto is gekoppeld aan de installatie vormen deze één geheel en maken deel uit van één noodstopcircuit. Het noodstopcircuit van tankauto en opslagvat zijn gekoppeld zodat bij activering van de noodstop zowel het opslagvat als de tankauto worden gestopt en ingeblokt.

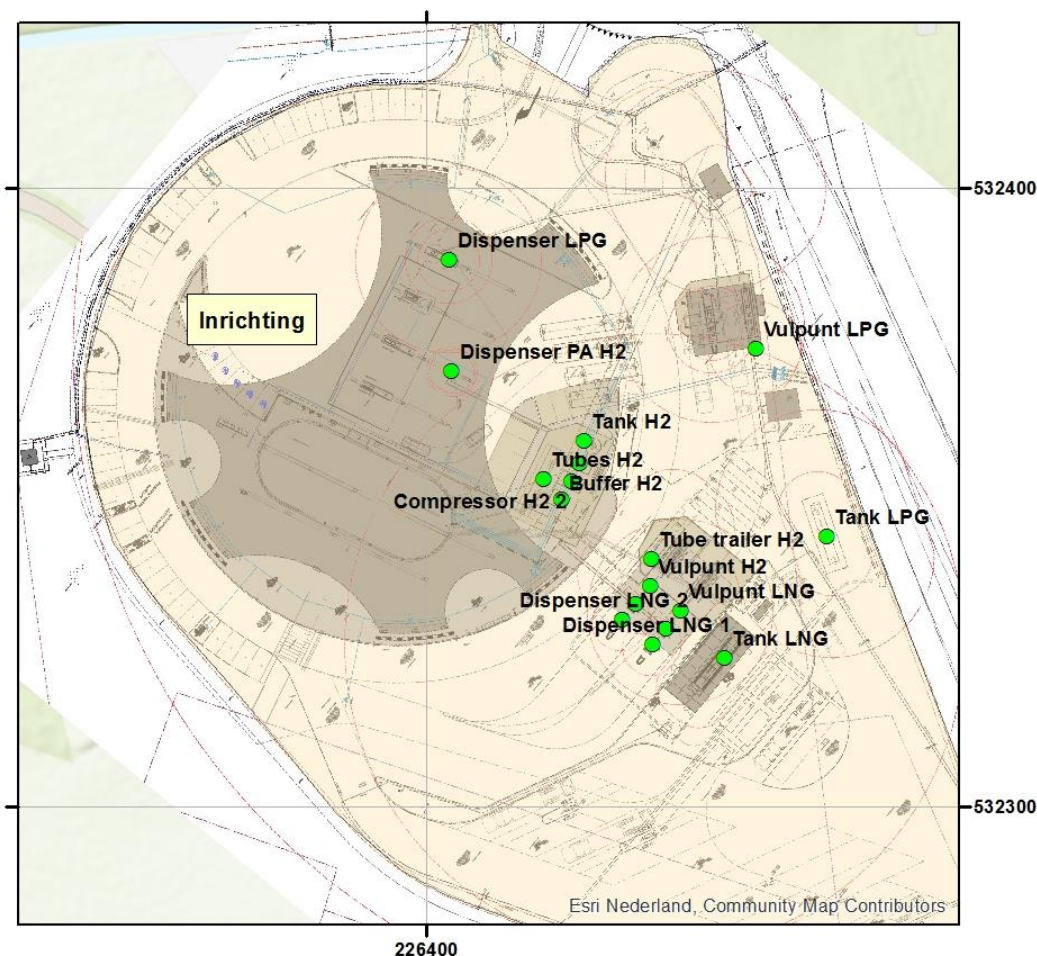
De aangevraagde doorzet van LNG is 5000 ton/jr. Uitgaande van een dichtheid van 422.5 kg/m^3 (voor een temperatuur van $-161.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en een druk van 0 bar(g)) is dit gelijk aan $11834\text{ m}^3/\text{jr}$. Het vuldebiet van het opslagvat vanuit een tankauto is 500 l/min. Er vindt dan gedurende circa 394 uur per jaar aanvoer van LNG plaats (dit is 4.5% van het jaar). Het debiet bij aflevering van LNG is circa 160 l/min. Er vindt dan gedurende circa 1233 uur per jaar aflevering van LNG plaats (dit is 14.0% van het jaar). De pomp bij het opslagvat is 15.5% van het jaar in gebruik.

Figuur 1 toont een schematische weergave van de verschillende onderdelen van de installatie. Bij de pompen en leidingen is aangegeven welk gedeelte van de tijd ze in bedrijf zullen zijn. Voor de overige gegevens wordt verwezen naar de aanvraag voor de omgevingsvergunning en de bij de aanvraag gevoegde situatietekening. Het tankstation bestaat uit twee afzonderlijke dispensers. Bij de modellering van de ongevalsscenario's wordt hiermee rekening gehouden.



Figuur 1. Schematische weergave onderdelen van de LNG-installatie

Figuur 2 toont schematisch de situatietekening van de inrichting met de positie van de belangrijkste onderdelen van de installatie.



Figuur 2. Situatietekening

2.2. Selectie van bedrijfsonderdelen

De risicoanalyse is uitgevoerd voor een LNG-installatie. De volgende onderdelen en/of activiteiten zijn gemodelleerd (zie ook figuur 1 en 2):

- Het opslagvat.
- De pomp voor aflevering naar de dispensers.
- De bevoorrading met een tankauto.
- De bovengrondse vulleiding van het vulpunt naar het opslagvat.
- De ondergrondse leiding tussen de pomp en de dispensers.
- De afleververbinding tussen de dispenser en de vrachtauto.

Er worden geen scenario's gemodelleerd voor leidingen die alleen gas bevatten. Het effect van deze scenario's is verwaarloosbaar klein.

De CNG installatie is niet gemodelleerd. Deze installatie-onderdelen leveren geen relevante bijdrage aan het extern veiligheidsrisico.

De scenario's voor deze installatie-onderdelen worden beschreven in paragraaf 2.4 t/m 2.9. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de standaard scenario's voor onderdelen zoals voorgeschreven in de definitieve versie van de Rekenmethodiek LNG-Tankstations [3]. Deze standaard scenario's voor de onderdelen worden getoond in paragraaf 2.3.

2.3. Initiële faalfrequentie

Tabel 1 toont de initiële faalfrequentie voor onderdelen van de installatie zoals voorgeschreven in de Rekenmethodiek LNG-Tankstations [3] (en indien nodig aangevuld vanuit de Handleiding risicoberekeningen Bevi [1]).

Component	Faalwijze	Frequentie
Drukvat	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu 10 mm gat	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
Tankauto	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu grootste aansluiting	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Pomp (met pakking) breuk	$1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr
	Pomp (met pakking) lekkage	$4.4 \cdot 10^{-3}$ /jr
	Losslang composiet breuk	$4.0 \cdot 10^{-7}$ /uur
	Losslang composiet lekkage	$4.0 \cdot 10^{-5}$ /uur
	BLEVE door brand tijdens verlading	$5.8 \cdot 10^{-10}$ /uur
	BLEVE door brand in de omgeving	Zie tekst hierna
Pomp (canned)	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
	Lekkage	$5.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
Leiding bovengronds < 3"	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-6}$ /m-jr
	Lekkage	$5.0 \cdot 10^{-6}$ /m-jr
Leiding ondergronds < 3"	Breuk	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /m-jr
	Lekkage	$1.5 \cdot 10^{-6}$ /m-jr
Losslang standaard (gebruikt voor slang aflever-installatie)	Breuk	$4.0 \cdot 10^{-6}$ /uur
	Lekkage	$4.0 \cdot 10^{-5}$ /uur

Tabel 1. Initiële faalfrequentie onderdelen van de installatie

Bevoorrading vindt plaats met een tankauto, waarbij een composiet losslang wordt gebruikt voor de verbinding met het vulpunt. Voor deze slang wordt dezelfde faalfrequentie gebruikt als voor de verbeterde losslang van een LPG-tankauto. Deze frequentie is een factor tien lager dan voor de standaard losslang.

Voor de slangverbinding tussen de dispenser (aflever-installatie) en de vrachtauto is geen specifieke faalfrequentie bekend. De faalfrequentie voor een standaard losslang zal voor deze afleverslang worden gebruikt.

Voor de op- en overslag van tot vloeistof gekoeld (cryogeen) gas zijn voor een druvvat en een tankauto niet specifiek scenario's voorgeschreven. Dit zijn vacuüm geïsoleerde dubbelwandige tanks, zodat verwacht mag worden dat bij het scenario instantaan falen een BLEVE minder frequent zal kunnen voorkomen dan bij een enkelwandige druktank.

De scenario's voor een enkelwandige druktank zullen worden gehanteerd, waarbij een BLEVE nog mogelijk is bij de werkdruk van het insluitsysteem (en niet bij een verhoogde druk).

Voor een BLEVE veroorzaakt door een brand van het LNG-systeem tijdens verlading wordt uitgegaan van een frequentie van $5.8 \cdot 10^{-10}$ /uur voor een onbeschermd tankauto (enkelwandig zonder hittewerende coating). Bij een dubbelwandige geïsoleerde tankauto wordt de BLEVE-frequentie verlaagd met een factor twintig. Aangenomen wordt dat de tankauto maximaal is gevuld.

Voor een BLEVE veroorzaakt door een brand in de omgeving wordt de omgeving van de opstelplaats van de LNG-tankauto beschouwd. Als de afstand tussen met name genoemde objecten en de opstelplaats kleiner is dan een toetsingsafstand, dan kan de brand van een object leiden tot een BLEVE van de tankauto. De toetsing wordt uitgevoerd voor de benzine en LNG/LPG-afleverzuil, voor gebouwen en voor de opstelplaats van de benzinetankauto. Tabel 2 toont de toetsingsafstand.

Object omgevingsbrand		Toetsingsafstand [m]
LNG/LPG-afleverzuil		17.5
Benzine afleverzuil		5
Opstelplaats benzinetankauto		25
Gebouw zonder brandbescherming	Hoogte < 5 m	10
	5 m < hoogte < 10 m	15
	Hoogte > 10 m	20
Gebouw met brandbescherming (en maximaal 50% gevelopeningen)	Hoogte < 5 m	5
	5 m < hoogte < 10 m	10
	Hoogte > 10 m	15

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

De frequentie op een brand nabij de LNG-tankauto is afhankelijk van de uitkomst van de toetsing. Tabel 3 toont de frequentie. Aangenomen wordt dat de tankauto maximaal is gevuld. De kans dat een brand in de omgeving leidt tot een BLEVE is 0.19. Bij een dubbelwandige geïsoleerde tankauto wordt de BLEVE-frequentie verlaagd met een factor twintig.

LNG/LPG afleverzuil	Benzine afleverzuil	Opstelplaats tankauto	Gebouw	Frequentie [jr]
Ja	Ja	Ja	Ja	2.0 10 ⁻⁶
Nee	Ja	Ja	Ja	
Ja	Nee	Ja	Ja	
Ja	Ja	Nee	Ja	
Ja	Nee	Nee	Ja	
Nee	Ja	Nee	Ja	
Nee	Nee	Ja	Ja	
Ja	Ja	Ja	Nee	1.0 10 ⁻⁶
Ja	Nee	Ja	Nee	
Nee	Nee	Nee	Ja	
Ja	Ja	Nee	Nee	8.0 10 ⁻⁷
Nee	Ja	Ja	Nee	
Ja	Nee	Nee	Nee	6.0 10 ⁻⁷
Nee	Nee	Ja	Nee	
Nee	Ja	Nee	Nee	4.0 10 ⁻⁷
Nee	Nee	Nee	Nee	2.0 10 ⁻⁷

Tabel 3. Frequentie van een brand nabij de LNG-tankauto voor een aanwezigheid van 50 uur per jaar

Een BLEVE van de tankauto kan ook plaatsvinden door externe impact (aanrijdingen). De frequentie is afhankelijk van het type opstelplaats. Tabel 4 toont de specifieke BLEVE frequentie. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan de evenwichtsdruk in de tankauto.

Opstelplaats tankauto	Frequentie [jr]
Geïsoleerde opstelplaats waarbij een aanrijding van opzij tegen de leidingkast niet aannemelijk wordt geacht (ook niet met lage snelheid)	2.5 10 ⁻⁹
Opstelplaats op een (wegrij)strook met een toegestane snelheid van maximaal 70 km/uur	4.8 10 ⁻⁸
Overige situaties	2.3 10 ⁻⁷

Tabel 4. BLEVE frequentie tankauto door mechanische inslag (aanrijdingen) voor een aanwezigheid van 50 uur per jaar

2.4. Ongevalsscenario's opslagvat

Tabel 5 toont de kenmerken van het opslagvat benodigd voor de modellering.

Kenmerk	Opslagvat
Inhoud bruto [m ³]	40
Vulgraad maximaal	95%
Werktemperatuur [°C]	-128.7
Werkdruk [bar(g)]	7.0
Insteldruk veerveiligheid [bar(g)]	10

Tabel 5. Kenmerken opslagvat

De grootte van de tank is zodanig gekozen dat rekening is gehouden met een toekomstige situatie.

Tabel 6 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's van een opslagvat. Bij het instantaan vrijkomen wordt geen BLEVE gemodelleerd bij verhoogde druk, omdat het opslagvat dubbelwandig is uitgevoerd. Het afblazen van de veiligheid op hoogte is wegens te verwaarlozen letale effecten op grondniveau niet meegenomen in de risicoberekening.

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$	14.0 ton	Maximale inhoud
Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$	23.3 kg/s	Maximale inhoud in 600 s
Continu 10 mm	$1.0 \cdot 10^{-5}$	1.1 kg/s	Diameter 10 mm

Tabel 6. Ongevalsscenario's opslagvat

2.5. Ongevalsscenario's dispenser pomp bij het opslagvat

Bij het opslagvat staat bovengronds een pomp opgesteld. Het betreft een pomp die werkt vanaf het opslagvat naar de dispensers. Voor de faalfrequentie wordt deze pomp gemodelleerd als canned (zonder pakking). De pomp is circa 15.5% van de tijd in gebruik (14.1% voor levering van LNG en extra 1.4% voor rondpompen). Een breuk van de pomp leidt tot uitstroming uit een leiding met een diameter van 2" die rechtstreeks is verbonden met het opslagvat.

De pomp staat opgesteld in een omkasting. Voor de effectberekening is aangenomen dat de uitstroming plaatsvindt in de open lucht. Met Safeti-NL is de uitstroming van een brandbaar gas binnen een omkasting niet adequaat te modelleren.

Tabel 7 toont de ongevalsscenario's zonder doorstroombegrenzer in de leiding tussen het opslagvat en de pomp. De bronsterkte is berekend met Safeti-NL door uit te gaan van een leiding aan een vat met een lengte van 5 m. De inbloevoorziening is niet gemodelleerd omdat deze geen invloed heeft op het resultaat.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	0.155 (tijdsfractie in bedrijf) \times $1.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
Lekkage	0.155 (tijdsfractie in bedrijf) \times $5.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie lekkage per jaar in bedrijf)

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$1.5 \cdot 10^{-6}$	10.6	Diameter 50 mm, lengte 5 m, duur 1318 s
Lekkage	$7.7 \cdot 10^{-6}$	0.3	Diameter 5 mm, duur 1800 s

Tabel 7. Ongevalsscenario's dispenser pomp aangesloten aan het opslagvat

2.6. Ongevalsscenario's overslag tankauto

De doorzet van LNG is 11834 m³/jr. Er is aangenomen dat de bevoorrading plaatsvindt met een dubbelwandige geïsoleerde tankauto. De tankauto heeft een bruto inhoud van 53 m³. De maximale effectieve inhoud is 50.35 m³, dit is 95% vulling bij de afsteldruk van de veerveiligheid van 10 bar(g) en de bijbehorende evenwichtstemperatuur van -121.9 °C). Bij deze condities is de dichtheid 354.6 kg/m³, zodat er maximaal 17.9 ton in de tankauto aanwezig is. Bij aankomst is de druk 1.4 bar(g) bij een temperatuur van -150 °C. Tijdens het lossen wordt de druk in de tankauto verhoogd naar 3 bar(g). Het pompdebiet is 500 l/min. De tijd voor het lossen is dan 394 uur per jaar. Aangenomen is dat de tankauto 1.5 keer zo lang op de inrichting aanwezig is (totaal 592 uur, dit is 6.8% van het jaar). Het lossen vindt plaats met een composiet losslang.

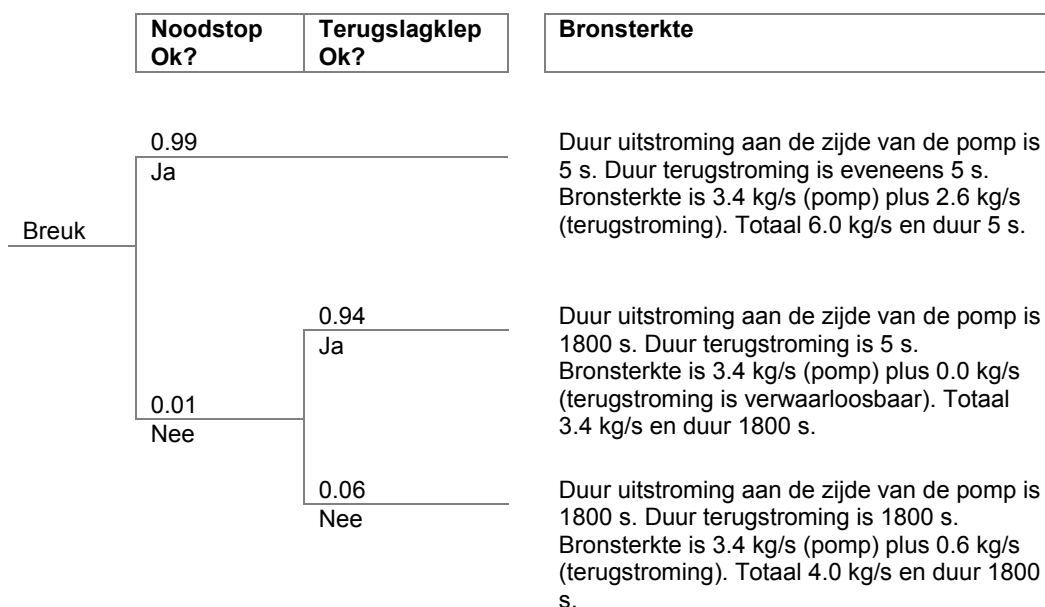
Bij het scenario breuk van de pomp zal de operator ingrijpen en wordt onmiddellijk de pomp gestopt en de bodemklep van de tankauto gesloten. Conform de handleiding is aangenomen dat de kans op succes ingrijpen door de operator gelijk is aan 0.9 en de uitstroomduur is dan 120 s. Bij het scenario lekkage van de pomp is ingrijpen niet gemodelleerd. De bronsterkte bij breuk van de pomp is berekend door uit te gaan van breuk van de zuigleiding (2") bij de pomp. De bronsterkte daarvan is berekend met Safeti-NL door uit te gaan van een leiding aan een vat met een lengte van 5 m. De bronsterkte is 14.2 kg/s bij een druk van 3.0 bar(g) in de tankauto.

Bij het scenario breuk van de losslang mag worden aangenomen dat de druk in de slang vrijwel onmiddellijk wegvalt, omdat de inhoud van de slang relatief klein is. Er is een lage druk sensor geïnstalleerd die is aangesloten op het ESD-systeem van de installatie en de tankauto. Dit systeem detecteert automatisch een breuk van de losslang, stopt de pomp en sluit de bodemklep van de tankauto en de ESD-klep bij de tank. De kans op succes is gelijk aan 0.99 en de uitstroomduur is dan 5 s. Het is te conservatief om de bronsterkte te baseren op de condities in de slang vlak voordat de breuk optreedt. Deze condities bepalen weliswaar de initiële bronsterkte, maar de afname in bronsterkte door het wegvallen van de pompdruk is snel. De vulleiding lost in de tank boven het vloeistofniveau. Bij breuk van de slang zal eerst de inhoud van de leiding vanaf de plaats van de breuk tot de tank uitstromen en vervolgens dient rekening te worden gehouden met terugstroming van damp uit de ontvangende tank.

Terugstroming wordt eveneens verhinderd door terugslagkleppen in de vulleiding. Voor de uitstroomtijd bij het juist functioneren van een terugslagklep is 5 s voorgeschreven. Deze tijdsduur is gelijk aan de gekozen tijdsduur voor het juist functioneren van het noodstopstelsel. Gelet hierop is het juist functioneren van de terugslagklep niet aanvullend gemodelleerd.

Het scenario breuk van de losslang is gemodelleerd als een "fixed duration" uitstroming. De bronsterkte wordt bepaald door de pomp en door terugstroming uit het opslagvat. Het

pompdebiet is 500 l/min. De bronsterkte aan de zijde van de pomp is dan 3.4 kg/s. Voor het bepalen van de bronsterkte door terugstroming vanuit het opslagvat wordt uitgegaan van vulling aan de dampzijde van het opslagvat. Tijdens het vullen zal de druk in het opslagvat snel dalen vanaf de maximale werkdruk van 9 bar(g) tot minimaal 3 bar(g). Terugstroming leidt tot uitstroming van de vloeistof aanwezig in de vulleiding en vervolgens van damp uit een 40 mm gat uit een leiding 15 m vanaf het opslagvat met een druk van 3 bar(g) en een temperatuur van -150 °C. De inhoud van de vulleiding is circa 8 kg vloeistof. Deze leiding loopt dan leeg met een debiet van circa 2.6 kg/s. Deze benadering is conservatief, er kan ook worden aangenomen dat geen terugstroming optreedt, zoals bij het vaststellen van het concept interim beleid wordt gedaan. Als de noodstop en de terugslagklep niet succesvol zijn, dan vindt na het leeglopen van de leiding nog uitstroming van damp plaats met een debiet van circa 0.6 kg/s.



Voor een omgevingsbrand geldt dat de afstand tussen de opstelplaats van de LNG-tankauto en een aantal met name genoemde objecten groter moet zijn dan de minimaal benodigde afstand. Toetsing wordt uitgevoerd voor de benzine en LNG/LPG-afleverzuil, gebouwen en voor de opstelplaats van de benzinetankauto. Tabel 8 vat de beoordeling samen. De frequentie op een omgevingsbrand voor 100 verladings met een duur van 50 uur is dan afgerond $6 \cdot 10^{-7}$.

Object omgevingsbrand		Toetsings afstand [m]	Vulpunt binnen deze afstand?
LNG/LPG-aflerverzuil		17.5	Ja
Benzine aflerverzuil		5	Nee
Opstelplaats benzinetankauto		25	Nee
Gebouw zonder brandbescherming	Hoogte < 5 m	10	Nee
	5 m < hoogte < 10 m	15	Nee
	Hoogte > 10 m	20	Nee
Gebouw met brandbescherming (en maximaal 50% gevelopeningen)	Hoogte < 5 m	5	Nee
	5 m < hoogte < 10 m	10	Nee
	Hoogte > 10 m	15	Nee

Tabel 8. Toetsing bijdrage omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie

De insteldruk van de veerveiligheid van de tankauto is 10 bar(g). Voor de BLEVE bij verhoogde druk is uitgegaan van een druk van 12.2 bar(g) (dit is 1.2 keer de absolute insteldruk van de veerveiligheid).

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 op een (wegrij)strook met een toegestane snelheid van maximaal 70 km/uur van $4.8 \cdot 10^{-8}$ voor 100 verladingen met een duur van 50 uur. Externe impact is gemodelleerd als een BLEVE bij een druk van 1.4 bar(g).

Tabel 9 toont de ongevalsscenario's voor de overslag van LNG per tankauto. Het lossen kan zowel overdag (tussen 7:00 en 19:00 uur), 's avonds (tussen 19:00 en 23:00 uur) als 's nachts (tussen 23:00 en 7:00 uur) plaatsvinden. Aangenomen is dat het lossen 45% overdag, 15% 's avonds en 40% 's nachts plaatsvindt.

Scenario	Toelichting frequentie
Instantaan	0.068 (tijdsfractie aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Continu grootste aansluiting	0.068 (tijdsfractie aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Breuk pomp noodstop Ok	394 (uren in bedrijf) / 8760 (uren per jaar) $\times 1.0 \cdot 10^{-4}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 0.9$ (kans noodstop succesvol)
Breuk pomp noodstop niet Ok	394 (uren in bedrijf) / 8760 (uren per jaar) $\times 1.0 \cdot 10^{-4}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 0.1$ (kans noodstop niet succesvol)
Lekkage pomp	394 (uren in bedrijf) / 8760 (uren per jaar) $\times 4.4 \cdot 10^{-3}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
Breuk losslang noodstop Ok	394 (uren in bedrijf) $\times 4.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf) $\times 0.99$ (kans noodstop succesvol)
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep Ok	394 (uren in bedrijf) $\times 4.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf) $\times 0.01$ (kans noodstop niet succesvol) $\times 0.94$ (kans terugslagklep succesvol)
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep niet Ok	394 (uren in bedrijf) $\times 4.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf) $\times 0.01$ (kans noodstop niet succesvol) $\times 0.06$ (kans terugslagklep niet succesvol)
Lekkage losslang	394 (uren in bedrijf) $\times 4.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie lekkage per uur in bedrijf)
BLEVE door brand tijdens	394 (uren in bedrijf) $\times 5.8 \cdot 10^{-10}$ (frequentie per uur in bedrijf) \times

Scenario	Toelichting frequentie
lossen	0.05 (kans BLEVE voor een dubbelwandige vacuüm geïsoleerde tankauto)
BLEVE door brand in de omgeving	592 (uren aanwezig) / 50 x 6.0 10 ⁻⁷ (frequentie per 50 uur aanwezig) x 0.19 (kans aanstraling dampruimte) x 0.05 (kans BLEVE voor een dubbelwandige vacuüm geïsoleerde tankauto)
BLEVE door externe impact	592 (uren aanwezig) / 50 x 4.8 10 ⁻⁸ (frequentie per 50 uur aanwezig voor een opstelplaats op een (wegrij)strook met een toegestane snelheid van maximaal 70 km/uur)

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	3.4 10 ⁻⁸	17.9 ton	Maximale inhoud
Continu grootste aansluiting	3.4 10 ⁻⁸	31.6 kg/s	Vloeistof 75 mm gat, duur 565 s
Breuk pomp noodstop Ok	4.1 10 ⁻⁶	14.2 kg/s	Diameter 50 mm, leidinglengte 5 m, duur 120 s
Breuk pomp noodstop niet Ok	4.5 10 ⁻⁷	14.2 kg/s	Diameter 50 mm, leidinglengte 5 m, duur 1255 s
Lekkage pomp	2.0 10 ⁻⁴	0.2 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, duur 1800 s
Breuk losslang noodstop Ok	1.6 10 ⁻⁴	6.0 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 5 s
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep Ok	1.5 10 ⁻⁶	3.4 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 1800 s
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep niet Ok	9,5 10 ⁻⁸	4.0 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 1800 s
Lekkage losslang	1.6 10 ⁻²	0.2 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, duur 1800 s
BLEVE door brand tijdens lossen	1.1 10 ⁻⁸	17.9 ton	Maximale inhoud, druk 12.2 bar(g)
BLEVE door brand in de omgeving	6.7 10 ⁻⁸	17.9 ton	Maximale inhoud, druk 12.2 bar(g)
BLEVE door externe impact	5.7 10 ⁻⁷	17.9 ton	Maximale inhoud, druk 1.4 bar(g), temperatuur -150 °C

Tabel 9. Ongevalsscenario's overslag tankauto

2.7. Ongevalsscenario's bovengrondse vulleiding opslagvat

De bovengrondse vulleiding van het vulpunt naar het opslagvat heeft een diameter van 40 mm en een lengte van circa 15 m. De leiding wordt gedurende 394 uur per jaar gebruikt voor vullen (dit is 4.5% per jaar). Het pompdebiet is 500 l/min. Er wordt rekening gehouden met het automatisch insluitsysteem. Tabel 10 toont de ongevalsscenario's. De frequentie is berekend voor de lengte van een leidingsectie van 15 m. De bronsterkte is dezelfde als voor de losslang scenario's.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk vulleiding noodstop Ok terugslagklep Ok	0.045 (tijdsfractie in bedrijf) x 1.0 10 ⁻⁶ (frequentie breuk per meter per jaar in bedrijf) x 15 (leidinglengte in m) x 0.99 (kans noodstop succesvol)
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep Ok	0.045 (tijdsfractie in bedrijf) x 1.0 10 ⁻⁶ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) x 15 (leidinglengte in m) x 0.01 (kans noodstop niet succesvol) x 0.94 (kans terugslagklep succesvol)

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	0.045 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 15$ (leidinglengte in m) $\times 0.01$ (kans noodstop niet succesvol) $\times 0.06$ (kans terugslagklep niet succesvol)
Lekkage vulleiding	0.045 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie lekkage per jaar in bedrijf) $\times 15$ (leidinglengte in m)

Scenario	Frequentie [./jr]	Bronsterkte	Toelichting
Breuk vulleiding noodstop Ok terugslagklep Ok	$6.7 \cdot 10^{-7}$	6.0 kg/s	Bronsterkte zie tekst paragraaf 2.8, duur 5 s
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep Ok	$6.3 \cdot 10^{-9}$	3.4 kg/s	Bronsterkte zie tekst paragraaf 2.8, duur 1800 s
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	$4.0 \cdot 10^{-10}$	4.0 kg/s	Bronsterkte zie tekst paragraaf 2.8, duur 1800 s
Lekkage vulleiding	$3.4 \cdot 10^{-6}$	0.1 kg/s	Vloeistof 4 mm gat, duur 1800 s

Tabel 10. Ongevalsscenario's bovengrondse vulleiding

2.8. Ongevalsscenario's ondergrondse afleverleiding

De ondergrondse afleverleiding van de pomp naar een dispenser heeft een diameter van 25 mm en een lengte van maximaal circa 15 m. Er zijn twee leidingen, elke leiding is circa 7.0% van het jaar in gebruik. Het maximale pompdebiet is 160 l/min. Voor de bronsterkte bij breuk wordt 1.5 kg/s aangenomen, zoals eerder afgeleid voor het falen van de bovengrondse leidingsectie. Deze bronsterkte wordt onafhankelijk verondersteld van de afleverdruk. Voor de lekkage wordt uitgegaan van 7 bar(g). De bijdrage van deze ongevalsscenario's aan het risico is gering, er is daarom geen rekening gehouden met het noodstopstelsel gebaseerd op de bewaking van het vacuüm. Tabel 11 toont de ongevalsscenario's voor een leiding.

Leiding	Scenario	Toelichting frequentie
Pomp naar dispenser	Breuk	0.07 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per meter per jaar) $\times 15$ (leidinglengte in m)
	Lekkage	0.07 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.5 \cdot 10^{-6}$ (frequentie lekkage per jaar) $\times 15$ (leidinglengte in m)

Leiding	Scenario	Frequentie [./jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Pomp naar dispenser	Breuk	$5.3 \cdot 10^{-7}$	1.5	Pompdebiet 150%, duur 1800 s
	Lekkage	$1.6 \cdot 10^{-6}$	0.1	Vloeistof 2.5 mm gat, 7 bar(g), duur 1800 s

Tabel 11. Ongevalsscenario's ondergrondse afleverleidingen

2.9. Ongevalsscenario's dispenser

Er zijn twee dispensers opgesteld. Een dispenser (aflever-installatie) is circa 7.0% van het jaar in gebruik voor het afleveren van LNG naar een vrachtauto (dit is 616 uur). Het pompdebiet is maximaal 160 l/min. Voor de faalfrequentie van de afleververbinding is die van een composiet losslang gebruikt. De diameter van de slang is 25 mm. Er is een automatisch noodstopsysteem gebaseerd op gasdetectie en meting van flow en druk. De kans op falen per aanspraak van het noodstopsysteem is 0.001 en de tijd nodig voor het sluiten van de inlokafsluiters is 120 s. Tevens zal bij een incident de operator de bekrachtigingsknop loslaten (kans op falen 0.01 en de uitstroomtijd is 5 s). De gevolgen van een lekkage zijn verwaarloosbaar, het noodstopsysteem is voor dit scenario niet gemodelleerd. Voor de bronsterkte bij breuk wordt 1.5 kg/s aangenomen, zoals eerder afgeleid voor het falen van de bovengrondse leidingsectie. Deze bronsterkte is onafhankelijk van de afleverdruk. Voor de lekkage wordt uitgegaan van 7 bar(g). Tabel 12 toont de ongevalsscenario's.

Slang	Scenario	Toelichting frequentie
Dispenser	Breuk bekrachtigingsknop Ok	$616 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-6} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)} \times 0.99 \text{ (bekrachtigingsknop succesvol)}$
	Breuk bekrachtigingsknop niet Ok, noodstop Ok	$616 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-6} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)} \times 0.01 \text{ (bekrachtigingsknop niet succesvol)} \times 0.999 \text{ (kans noodstop succesvol)}$
	Breuk bekrachtigingsknop niet Ok, noodstop niet Ok	$616 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-6} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)} \times 0.01 \text{ (bekrachtigingsknop niet succesvol)} \times 0.001 \text{ (kans noodstop niet succesvol)}$
	Lekkage	$616 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-5} \text{ (frequentie lekkage per uur in bedrijf)}$

Slang	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Dispenser	Breuk bekrachtigingsknop Ok	$2.4 \cdot 10^{-3}$	1.5	Zie tekst, duur 5 s
	Breuk bekrachtigingsknop niet Ok, noodstop Ok	$2.5 \cdot 10^{-5}$	1.5	Zie tekst, duur 120 s
	Breuk bekrachtigingsknop niet Ok, noodstop niet Ok	$2.5 \cdot 10^{-8}$	1.5	Zie tekst, duur 1800 s
	Lekkage	$2.5 \cdot 10^{-2}$	0.1	Vloeistof 2.5 mm gat, druk 7 bar(g), duur 1800 s

Tabel 12. Ongevalsscenario's dispenser

3. Ongevalsscenario's LPG

3.1. Inleiding

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. Bevoorrading kan zowel overdag (tussen 7:00 en 19:00 uur) als 's avonds plaatsvinden (tussen 19:00 en 23:00 uur). Aangenomen is dat de bevoorrading 75% overdag en 25% 's avonds plaatsvindt.

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 [1], 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.

3.2. Ongevalsscenario's tank

De ondergrondse tank heeft een volume van 20 m³ met een maximale inhoud van 9.2 ton (de maximale vullingsgraad). Tabel 13 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario		Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
O.1	Instantaan	5.0 10 ⁻⁷	9.2 ton	Maximale inhoud
O.2	Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷	15.3 kg/s	Maximale 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	2.0 10 ⁻⁵	2.9 kg/s	Lengte 40 m, diameter 1.25"
O.5	Vloeistofleiding – lekkage	6.0 10 ⁻⁵	0.11 kg/s	Lengte 40 m
O.6	Afleverleiding – breuk	2.0 10 ⁻⁵	2.9 kg/s	Lengte 40 m, diameter 1.25"
O.7	Afleverleiding – lekkage	6.0 10 ⁻⁵	0.11 kg/s	Lengte 40 m

Tabel 13. Ongevalsscenario's tank

3.3. Ongevalsscenario's tankauto

Voor een doorzet tot 1000 m³/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 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 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 14 toont de ongevalsscenario's voor een doorzet van 1000 m³/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 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	1.210 ⁻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 14. Ongevalsscenario's overslag tankauto doorzet 1000 m³/jr

3.4. 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 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 $5.8 \cdot 10^{-10}$ /uur voor een onbeschermd tankauto. Door de hittewerende bekleding wordt de BLEVE-frequentie verlaagd met een factor twintig [5]. Voor een doorzet tot $1000 \text{ m}^3/\text{jr}$ 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 15 vat de beoordeling samen. De frequentie op een omgevingsbrand voor 100 verladingen is dan afgerond $6 \cdot 10^{-7}$ /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	Ja
Benzine afleverzuil personenauto's	5	Nee
Opstelplaats benzinetankauto	25	n.v.t.
Gebouwen zonder brandbescherming (hoogte < 5 m)	10	Nee

Tabel 15. Toetsing bijdrage omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie (toetsingsafstand conform stappenplan RIVM)

Tabel 16 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 [5].

Scenario		Basis frequentie [per 100 verladingsen]	Factor	Frequentie [/jr]
B.2	BLEVE vulgraad 100%	$6 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.19 \times 0.05$	$1.3 \cdot 10^{-9}$
B.3	BLEVE vulgraad 67%	$6 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.46 \times 0.05$	$3.2 \cdot 10^{-9}$
B.4	BLEVE vulgraad 33%	$6 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.73 \times 0.05$	$5.1 \cdot 10^{-9}$

 Tabel 16. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 1000 m³/jr door externe brand

Tabel 17 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%	$1.3 \cdot 10^{-9}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.3	BLEVE vulgraad 67%	$3.2 \cdot 10^{-9}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.4	BLEVE vulgraad 33%	$5.1 \cdot 10^{-9}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

 Tabel 17. 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 opstelplaats op een (wegrij)strook met een toegestane snelheid van maximaal 70 km/uur. Tabel 18 toont de specifieke BLEVE frequentie. Tabel 19 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%	$4.8 \cdot 10^{-8}$	$70/100 \times 0.333$	$1.1 \cdot 10^{-8}$
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$4.8 \cdot 10^{-8}$	$70/100 \times 0.333$	$1.1 \cdot 10^{-8}$
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$4.8 \cdot 10^{-8}$	$70/100 \times 0.333$	$1.1 \cdot 10^{-8}$

 Tabel 18. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet 1000 m³/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
B.5	BLEVE vulgraad 100%	$1.1 \cdot 10^{-8}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$1.1 \cdot 10^{-8}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$1.1 \cdot 10^{-8}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

 Tabel 19. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet 1000 m³/jr door mechanische inslag (aanrijdingen)

4. Ongevalsscenario's waterstof

4.1. Inleiding

Voor de waterstof installatie worden de volgende onderdelen en activiteiten gemodelleerd:

- De buffer tank lage druk.
- De buffer tubes medium druk.
- De cilinderpakketten hoge druk.
- De compressoren voor het vullen van de cilinderpakketten.
- De aanvoer met een tubetrailer.
- De dispenser voor vracht- en personenauto's.

Andere componenten, zoals de leidingsecties, hebben een te verwaarlozen bijdrage aan het extern veiligheidsrisico. De faalkans van een leidingsectie is bijvoorbeeld aanzienlijk kleiner dan die van een compressor, terwijl het effect hetzelfde is. De ongevalsscenario's zijn gedefinieerd conform de landelijk opgestelde rekenvoorschriften [1 en 10].

Er is een toekomstige situatie gemodelleerd met een doorzet van 730 ton/jr. Er zijn een lage druk tank van 50 m³, tubes met medium druk, twee cilinderpakketten met hoge druk en drie dispensers gemodelleerd. De aanvoer vindt plaats met een tubetrailer.

4.2. Ongevalsscenario's buffer tank lage druk

De bovengrondse tank heeft een volume van 50 m³ en een druk van maximaal 80 bar(g). Tabel 20 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario	Frequentie [//jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	5.0 10 ⁻⁷	327 kg	Maximale inhoud
Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷	0.5 kg/s	Maximale inhoud in 600 s
Continu 10 mm	1.0 10 ⁻⁵	0.3 kg/s	Uitstroomduur 949 s

Tabel 20. Ongevalsscenario's tank lage druk

4.3. Ongevalsscenario's buffer tubes medium druk

Er zijn 16 bovengrondse tubes aanwezig elk met een inhoud van 2.4 m³. De druk is maximaal 500 bar(g). Tabel 21 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario	Frequentie [//jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	8.0 10 ⁻⁶	75 kg	Maximale inhoud
Continu 10 min	8.0 10 ⁻⁶	0.1 kg/s	Maximale inhoud in 600 s

Scenario	Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
Continu 10 mm	$1.6 \cdot 10^{-4}$	2.0 kg/s	Uitstroomduur 38 s

Tabel 21. Ongevalsscenario's tubes medium druk

4.4. Ongevalsscenario's cilinderpakketten hoge druk

Er zijn twee cilinderpakketten aanwezig voor hoge druk opslag (werkdruk 900 bar(g), elk pakket 48 cilinders van 50 l).

Voor een cilinderpakket met N gascilinders dient alleen het scenario 'instantaan falen' meegenomen te worden met een faalfrequentie gelijk aan $N \times 5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr. Bij het instantaan falen van één gascilinder zal de gehele inhoud van het cilinderpakket vrijkomen. De uitstroming kan worden beschouwd als het instantaan falen van de eerste cilinder, waarna de inhoud van de overige $N - 1$ cilinders door middel van een 5 mm gat uitstroomt. Het instantaan falen van het gehele cilinderpakket wordt niet aannemelijk geacht.

Het is niet aannemelijk dat een langdurige brand uitbreekt door het falen van een cilinder met brandbaar gas. Daarvoor is de inhoud van een gascilinder namelijk te klein. Wel kan een brand uitbreken door de aanwezigheid van brandbare (vloeistof)stoffen in de directe nabijheid van de opslaglocatie, waardoor gascilinders worden aangestraald (of midden in een plasbrand komen te staan). Pas bij een langdurige brand zal een deel van de opgeslagen cilinders kunnen falen. Het meenemen van het brandscenario is dus afhankelijk van locatiespecifieke omstandigheden. In veel gevallen kan dit scenario worden uitgesloten.

- Wanneer er geen brandbare vloeistoffen en vaste stoffen in de nabijheid van een opslag van gascilinders aanwezig zijn, worden de scenario's "plasbrand" en "brand overig" niet aannemelijk geacht.
- Voor scenario "gevelbrand" geldt dat het betreffende gebouw volgens de PGS 15 richtlijn in ieder geval 60 minuten brandwerend dient te zijn uitgevoerd. Desondanks is een gevelbrand niet volledig uit te sluiten.
- Scenario "brand in een in pandige opslag" tenslotte wordt niet aannemelijk geacht indien de constructie van de betreffende opslagruimte van onbrandbaar materiaal is vervaardigd en er geen brandbare vloeistoffen en vaste stoffen in zowel dezelfde ruimte als in aangrenzende ruimten zijn opgeslagen. De effecten van een in pandige opslag worden gemodelleerd als buiten zijnde.
- Indien brandbare vloeistoffen in de nabijheid van gascilinders aanwezig zijn, kan een plasbrand ontstaan waarbij simultaan falen van meerdere gascilinders niet is uit te sluiten. Bij opslagen van cilinders met brandbare (tot vloeistof verdichte) gassen resulteert dit in gecumuleerde warmtestraling, hetgeen tot grotere effectafstanden zal leiden. Bij de overige gassen heeft het simultaan falen geen extra effecten tot gevolg.

Indien brand niet kan worden uitgesloten, moet de kans op brand van $1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr voor elke opslag afzonderlijk toegepast worden.

Voor deze installatie wordt een brand in de omgeving van de gascilinders uitgesloten geacht.

Tabel 22 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's van elk cilinderpakket. Er is instantaan falen van een cilinder aangenomen met daarna uitstroming plaats van de gehele inhoud van een pakket door een gat van 5 mm. Hiermee wordt de uitstroomduur gemaximaliseerd. Met Safeti-NL is het niet mogelijk om beide bronsterktes in één scenario te modelleren. Er wordt daarom apart een instantaan en een continu scenario doorgerekend.

Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$2.4 \cdot 10^{-5}$	2.3 kg	Maximale inhoud van één cilinder
Continu 5 mm	$2.4 \cdot 10^{-5}$	0.8 kg/s	Inhoud van 2350 l, uitstroomduur 130 s

Tabel 22. Ongevalsscenario's cilinderpakket hoge druk

4.5. Ongevalsscenario's compressoren

Voor elk cilinderpakket is er een compressor geplaatst. De kans op breuk is $1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr en op lekkage $4.4 \cdot 10^{-3}$ /jr. Aangenomen is een leidingdiameter van 5 mm en een bedrijfsduur van 50% van het jaar. Bij breuk vindt uitstroming plaats uit de leiding aan de zuigzijde. Tabel 23 toont de scenario's

Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Breuk	$5.0 \cdot 10^{-5}$	0.1 kg/s	5 mm gat, 80 bar(g)
Lekkage	$2.2 \cdot 10^{-3}$	< 0.1 kg/s	0.5 mm gat, 80 bar (g)

Tabel 23. Ongevalsscenario's compressor

4.6. Ongevalsscenario's dispenser personenauto

De afleversnelheid is circa 1.7 kg/min. Uitgaande van aflevering van 182.5 ton/jr (25% van het totaal) is de afleverduur 1789 uur/jr. Tabel 24 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's. De maximale hoeveelheid die uitstroomt is beperkt tot 250 l.

Scenario	Frequentie [./jr]	Bron sterkte	Toelichting
Breuk slang	$7.2 \cdot 10^{-3}$	1.7 kg/s	Diameter 8 mm, druk 700 bar(g), duur 6 s
Lekkage slang	$7.2 \cdot 10^{-2}$	0.02 kg/s	Diameter 0.8 mm, druk 700 bar(g), duur 574 s

Tabel 24. Ongevalsscenario's dispenser personenauto

4.7. Ongevalsscenario's dispenser vrachtauto

De afleversnelheid is circa 7.2 kg/min. Er zijn twee dispensers aanwezig. Uitgaande van aflevering van 274 ton/jr (37.5% van het totaal) per dispenser is de afleverduur 634 uur/jr. Tabel 25 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's. De maximale hoeveelheid die uitstroomt is beperkt tot 250 l.

Scenario	Frequentie [./jr]	Bron sterkte	Toelichting
Breuk slang	$2.5 \cdot 10^{-3}$	0.91 kg/s	Diameter 8 mm, druk 350 bar(g), duur 7 s
Lekkage slang	$2.5 \cdot 10^{-2}$	0.01 kg/s	Diameter 0.8 mm, druk 350 bar(g), duur 654 s

Tabel 25. Ongevalsscenario's dispenser vrachtauto

4.8. Ongevalsscenario's tubetrailer

De tubetrailer is gemodelleerd met 114 tubes van elk 0.35 m³. Bij aankomst is de druk in de tubetrailer 300 bar(g). Levering van de waterstof vindt plaats door een standaard slang met een inwendige diameter van 11 mm. De tubetrailer is de continu met een slang verbonden aan de installatie.

Tabel 26 toont de ongevalsscenario's voor een tubetrailer.

Scenario	Frequentie [./jr]	Bron sterkte	Toelichting
Instantaan tube	$5.7 \cdot 10^{-5}$	7.4 kg	Maximale inhoud tube
Continu 10 min tube	$5.7 \cdot 10^{-5}$	0.01 kg/s	Maximale inhoud tube in 600 s
Continu 10 mm tube	$1.1 \cdot 10^{-3}$	1.2 kg/s	Duur 6 s
Breuk slang	$3.6 \cdot 10^{-2}$	4.9 kg/s	Diameter 11 mm, duur 171 s
Lekkage slang	$3.6 \cdot 10^{-1}$	0.05 kg/s	Diameter 1.1 mm, duur 1800 s

Tabel 26. Ongevalsscenario's overslag tubetrailer

5. Overige gegevens

5.1. Parameters

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

De A28 is als externe ontstekingsbron gemodelleerd. Er is uitgegaan van een jaargemiddelde werkdagintensiteit van 48400 voertuigen (overdag 3267, 's avonds 1573 en 's nachts 363 voertuigen per uur).

Twee puntbronnen zijn als externe ontstekingsbron gemodelleerd, namelijk de schoorsteen van de open haard van het entreegebouw en de barbecue plaats.

Voor waterstof wordt een kans op directe ontsteking van 1.0 gehanteerd [10].

5.2. Windmolens

Op de inrichting staan twee kleine windmolens (miniturbines) met een horizontale draaias opgesteld. De hoogte van de mast (ashoogte) is 25 m. De rotordiameter is 7.1 m. Het vermogen is 9.8 kW. De kleinste afstand tussen een windmolen en de LNG-installatie is circa 45 m.

Een windmolen kan bijvoorbeeld falen door breuk van de mast of door breuk van een rotorblad [6]. Het falen van een windmolen kan leiden tot een domino-effect als een lossende tankauto of de LNG opslagtank wordt geraakt door de omgevallen mast of een weggeslingerd rotorblad. Gelet op de afstand tot de opstelplaats van de tankauto's en de LNG opslagtank kan breuk van de mast niet leiden tot een domino-effect. Een afgebroken weggeslingerd rotorblad zou mogelijk wel een bovengronds opgesteld installatie-onderdeel kunnen treffen. Voor de frequentie op breuk van een rotorblad en de berekening van de trefkans zou mogelijk de methodiek uit het handboek risicozonering windturbines kunnen worden gebruikt. Deze methodiek is echter opgesteld voor windturbines met minstens een factor honderd groter vermogen en zal niet zonder aanpassingen geschikt zijn voor toepassing op miniturbines. Het is onduidelijk welke aanpassingen er in de methodiek nodig zijn. Op dit moment is er geen rekenvoorschrift beschikbaar. Vooralsnog is aangenomen dat rotorbreuk van een miniturbine niet tot een relevant domino-effect zal leiden.

5.3. Aanwezigen rond de inrichting

Figuur 3 toont de werkgebieden binnen het gebied begrensd door de maximale effectafstand van circa 325 m (zie hoofdstuk 6). Het aantal aanwezige personen binnen

de vlakken zijn geschat met gegevens van de BAG (Basisadministratie Adressen en Gebouwen, waarin opgenomen de functie van een gebouw en het bruto vloeroppervlak). Voor woningen is uitgegaan van het standaard kencijfer van 2.4 personen per woning (50% overdag aanwezig en 100% 's avonds en 's nachts).

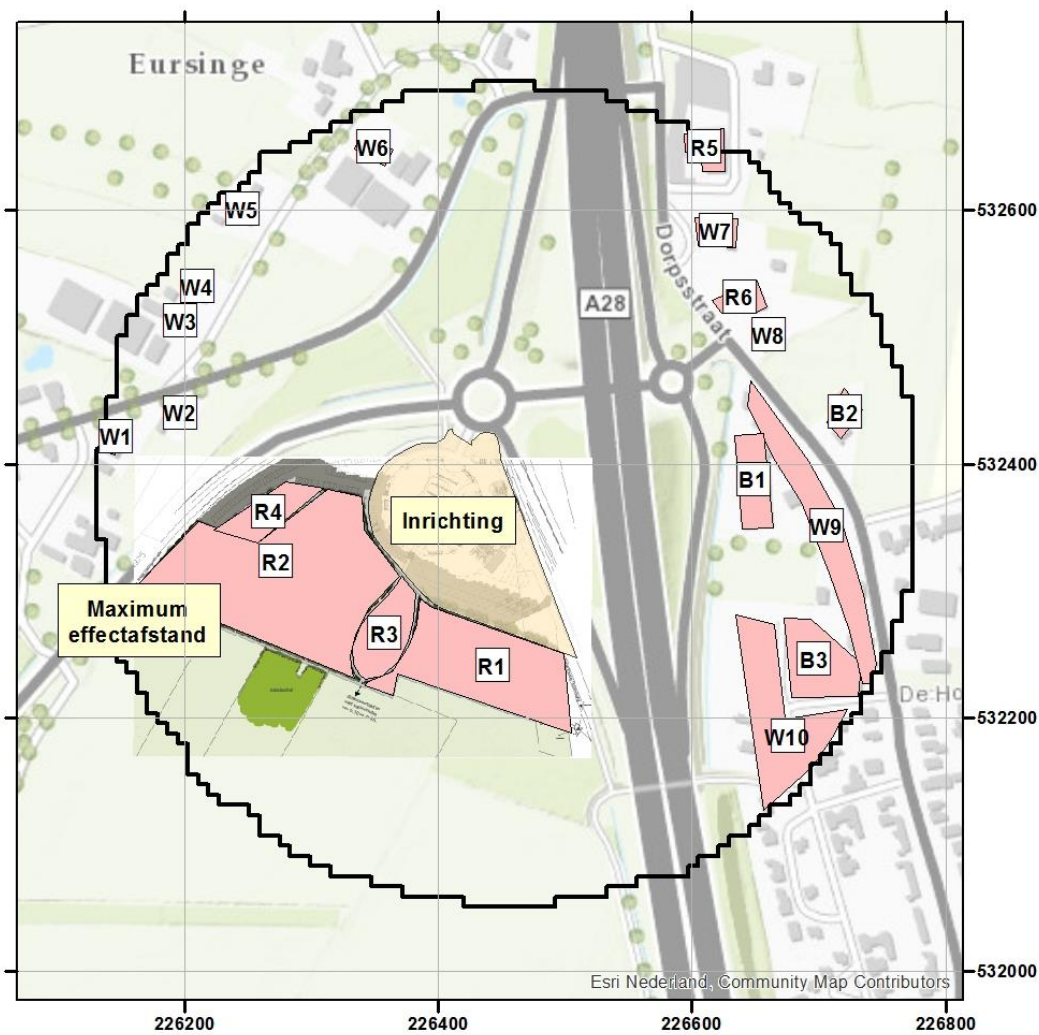
De aanwezigheid van personen in het te realiseren belevenissenbos gebied R1 t/m R4 is aangeleverd door de opdrachtgever. In het marktonderzoek uitgevoerd in 2016 wordt uitgegaan van een jaarlijks aantal bezoekers tussen de 55 en 82.5 duizend [11]. Dit leidt tot een schatting van gemiddeld circa 226 bezoekers per dag. De aantallen gehanteerd in deze risicoanalyse worden beschouwd als een 'worst case' invulling.

Tabel 27 toont het aantal personen maximaal aanwezig bij de bedrijven en woningen. De aanduiding in de kolom label stemt overeen met de markering van de gebieden in figuur 3. Bij de berekening van het groepsrisico wordt onderscheid gemaakt in dag (7:00 tot 19:00 uur), avond (19:00 tot 23:00 uur) en nacht (23:00 tot 7:00 uur).

Label	Aantal dag	Aantal avond	Aantal nacht	Opmerking
W1 t/m W8	1.2	2.4	2.4	Woningen (1)
W9	15.6	31.2	31.2	Woningen (13)
W10	15.6	31.2	31.2	Woningen (13)
R1	100	100	40	Oostelijk adventure deel
R2	150	150	40	Westelijk adventure deel
R3	60	60	0	Open veld
R4	50	50	0	Educatie/horeca/showroom
R5	200	200	0	Restaurant Happy Grill
R6	75	75	0	Restaurant Het Erfgoed
B1	20	0	0	Constructiebedrijf
B2	5	2.4	2.4	Winkel met woning
B3	20	0	0	Garage

Tabel 27. Aantal personen aanwezig rond de inrichting

Aanvullend zijn evenementen gemodelleerd die maximaal acht keer per jaar plaatsvinden waarbij in gebied R2 en R3 totaal 140 personen gedurende de dag en de avond extra aanwezig zijn (er zijn dan maximaal 500 personen aanwezig in het plangebied R1 t/m R4). Voor deze tijdsperiode zijn in Safeti-NL aparte run rows gedefinieerd.



Figuur 3. Bevolkingsgebieden rond de inrichting

6. Resultaat risicoberekening

6.1. 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 4 toont de plaatsgebonden risicocontouren. De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt gedeeltelijk buiten de inrichting. Binnen deze contour bevindt zich geen (geprojecteerde) bebouwing.





Tabel 28 toont de relatieve bijdrage van de ongevalsscenario's aan het plaatsgebonden risico in de punt P1 en P2 (zie figuur 4 voor de ligging van deze punten). Deze punten zijn representatief voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico. Scenario's met een relatief kleine bijdrage zijn niet afgedrukt. Bepalend voor de ligging van de contour van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr in punt P1 is het falen van de pomp van de LNG tankauto en in punt P2 de breuk van de losslang van de LPG tankauto.

Punt	Waarde	Scenario	Bijdrage [%]
P1	$9.1 \cdot 10^{-7}$	LNG\Tankauto\BreukPompNoodstopOk	41.0
		LNG\Opslagvat\Instantaan	22.7
		LNG\Tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	7.7
		LPG\Ondergronds opslagvat onder druk\O.1 Opslagvat - Instantaan falen	6.1
		LNG\Tankauto\BreukPompNoodstopNietOk	4.5
		LNG\Opslagvat\Continu10min	3.4
		LNG\PompTank\Continu50mm	2.7
		LNG\Tankauto\BreukSlangNoodstopOk	1.8
		P2	$1.3 \cdot 10^{-6}$
LNG\Tankauto\BreukPompNoodstopOk	22.3		
LNG\Opslagvat\Instantaan	13.6		
LPG\Ondergronds opslagvat onder druk\O.1 Opslagvat - Instantaan falen	9.9		
LNG\Tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	5.4		
LPG\Falen van de pomp\P.1 Breuk pomp, doorstroombegrenzer sluit	4.7		
LPG\Falen van de losslang\L.2 Breuk losslang, doorstroombegrenzer sluit niet	4.2		
LNG\Tankauto\BreukPompNoodstopNietOk	2.5		

Tabel 28. Relatieve bijdrage scenario's



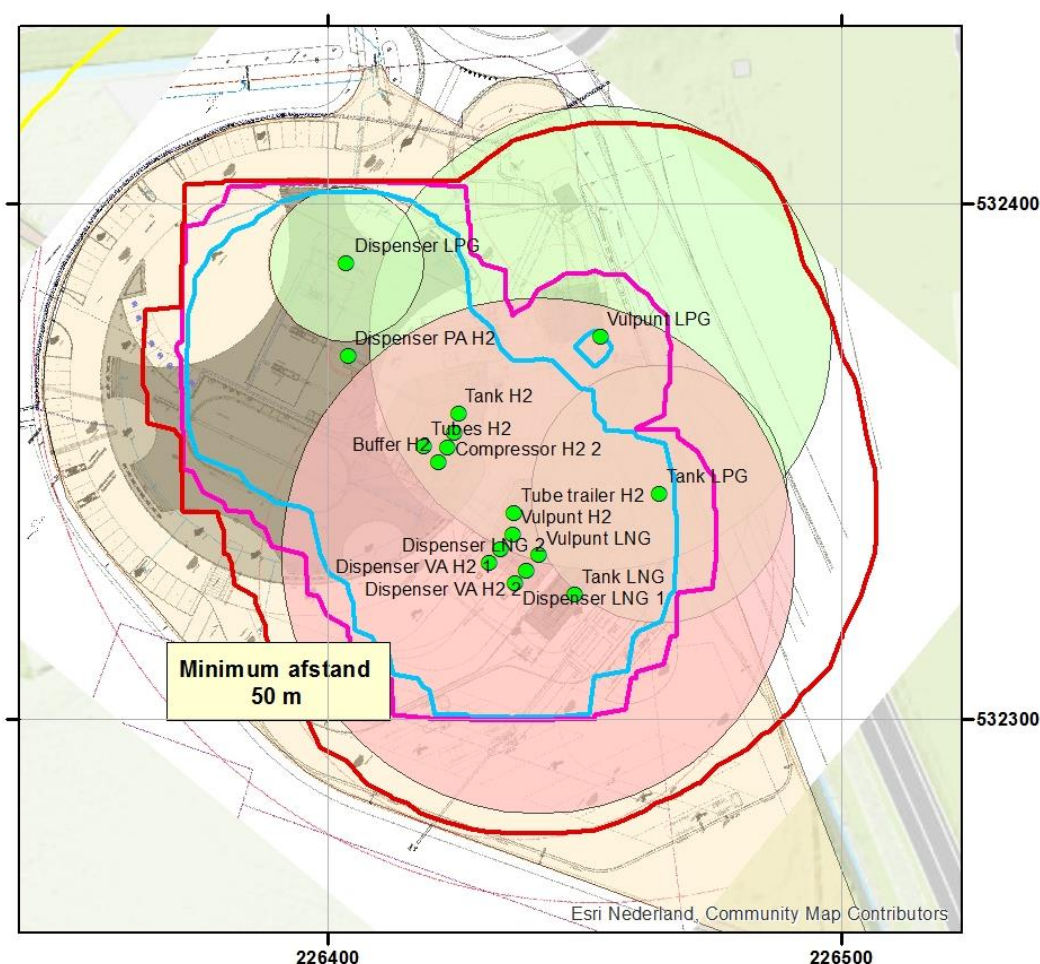
Figuur 4. Plaatsgebonden risicocontouren

	$1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr
	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
	$1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr
	$1.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	$1.0 \cdot 10^{-8}$ /jr

Het ministerie I&M heeft een interim beleid voor LNG-tankstations ontwikkeld. Inmiddels is de Circulaire externe veiligheid LNG-tankstations verschenen [7]. Eén van de uitgangspunten is een aan te houden minimum afstand vanaf het vulpunt tot kwetsbare objecten. Voor de hier beschreven installatie (ESD-systeem waarmee de uitstroming bij breuk van de losslang wordt gedetecteerd en ingeblokt, vullen van het opslagvat via de damp ruimte, lossen vanuit de tankauto met een pomp en een voordruk kleiner dan 3.2 bar(g)) is deze minimum afstand 50 m. Figuur 5 toont deze minimum afstand samen met de nu berekende grenswaarde van het plaatsgebonden risico. De grenswaarde ligt buiten het gebied van 50 m rond het vulpunt. Voor de beoordeling is dan het gebied begrensd door de grenswaarde maatgevend.

In figuur 5 zijn tevens de afstanden opgenomen die volgens het Revi moeten worden aangehouden rond de onderdelen van de LPG-installatie. Deze afstanden zijn 45 m rond

het vulpunt, 25 m rond de ondergrondse tank en 15 m rond de dispenser. In een circulaire is thans vastgelegd om voor LPG een effectafstand van 60 m te hanteren als minimaal aan te houden afstand rond het LPG vulpunt (zoals de 50 m rond het LNG vulpunt) [9]. Deze afstand is niet in figuur 5 opgenomen. Ook binnen dit gebied bevindt zich geen (geprojecteerde) bebouwing

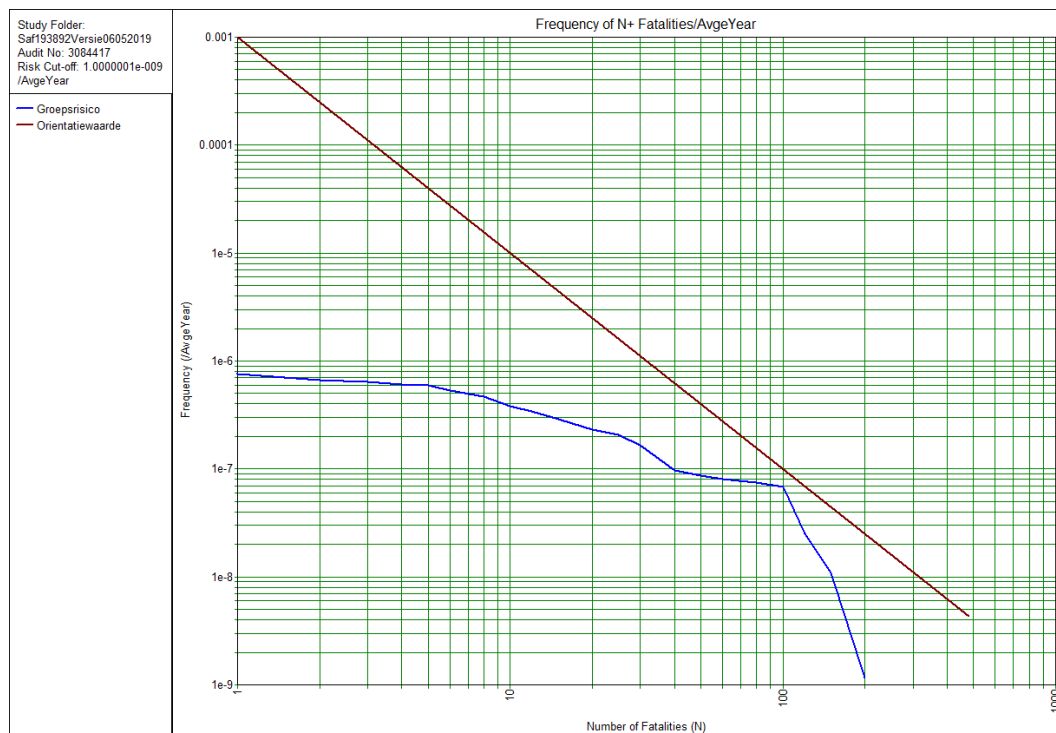


Figuur 5. Ministerie I&M interim beleid LNG-tankstations

6.2. 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 6 toont het berekende groepsrisico (blauwe lijn) en de oriëntatiewaarde $fN^2 = 10^{-3}$ (bruine lijn). Het groepsrisico ligt onder de oriëntatiewaarde.



Figuur 6. Groepsrisico

Tabel 29 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 10-100 en > 100 slachtoffers. De belangrijkste scenario's zijn de BLEVE door een omgevingsbrand van de LNG tankauto, de breuk van de pomp van de LNG tankauto en het instantaan falen van de LNG opslagtank.

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 [jr]	Risico integraal [% totaal]	Freq 10-100 [jr]	Freq > 100 [jr]
LNG\tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	6.0E-06	33.0	2.7E-08	4.4E-08
LNG\tankauto\BreukPompNoodstopOk	3.9E-06	21.8	1.4E-07	8.8E-11
LNG\Opslagvat\Instantaan	3.0E-06	16.7	4.7E-08	1.0E-08
LNG\tankauto\BreukPompNoodstopNietOk	9.9E-07	5.5	3.4E-08	1.5E-11
LNG\tankauto\BLEVE tijdens verlading	9.8E-07	5.4	4.4E-09	7.2E-09
LNG\tankauto\Instantaan	8.9E-07	4.9	9.1E-09	2.5E-09
LPG\Ondergronds opslagvat onder druk\O.1 Opslagvat - Instantaan falen	8.0E-07	4.4	2.2E-08	6.5E-10
LNG\Opslagvat\Continu10min	3.7E-07	2.0	9.7E-09	0.0E+00
LPG\BLEVE van de LPG tankauto\B.3 BLEVE Omgevingsbrand 67%	2.7E-07	1.5	3.1E-09	6.9E-11
LPG\BLEVE van de LPG tankauto\B.2 BLEVE Omgevingsbrand 100%	2.2E-07	1.2	0.0E+00	1.3E-09
LNG\tankauto\ContinuGrootsteAansluiting	2.1E-07	1.2	6.8E-09	9.5E-11
LPG\BLEVE van de LPG tankauto\B.1 BLEVE Verladingsbrand 100%	1.7E-07	0.9	0.0E+00	1.0E-09
LPG\LPG Tankauto\T.1 Tankauto - Instantaan falen (100%)	1.4E-07	0.8	4.2E-11	8.2E-10

Tabel 29. Scenario's bepalend voor het groepsrisico

7. Effectafstand

Effectafstanden zijn berekend voor alle scenario's. Tabel 30 t/m 32 tonen de afstand tot 1% kans op overlijden (bij onbeschermde blootstelling) voor weersklasse D-5.0 overdag (neutraal weer met een windsnelheid van 5 m/s) en tabel weersklasse F-1.5 's nachts (zeer stabiel weer met een windsnelheid van 1.5 m/s). De aanduiding in de kolommen onderdeel en scenario zijn een referentie naar de tekst in hoofdstuk 2.

Onderdeel	Scenario	D-5.0	F-1.5
Hoofdopslagvat	Instantaan	186	151
	Continu10min	111	122
	Continu10mm	21	25
Pomp hoofdopslagvat	Breuk	66	76
	Lekkage	11	14
Tankauto	Instantaan	276	231
	ContinuGrootsteAansluiting	135	222
	BreukPompNoodstopOk	88	152
	BreukPompNoodstopNietOk	88	151
	LekkagePomp	11	13
	BreukSlangNoodstopOk	50	61
	BreukSlangNoodstopNietOk	39	63
	TerugslagklepOk		
	BreukSlangNoodstopNietOk	42	72
	TerugslagklepNietOk		
	LekkageSlang	11	13
	BLEVE tijdens verlading	217	217
	BLEVE omgevingsbrand	217	217
	BLEVE externe impact	67	67
Vulleiding	BreukNoodstopOk	50	61
	BreukNoodstopNietOk	39	63
	TerugslagklepOk		
	BreukNoodstopNietOk	42	72
	TerugslagklepNietOk		
Afleverleiding dispenser	Lekkage	9	11
	Breuk	16	12
Slang dispenser	Lekkage	4	2
	BreukKnopOk	24	29
	BreukNoodstopOk	24	29
	BreukNoodstopNietOk	24	29
	Lekkage	6	7

Tabel 30. Effectafstand tot 1% kans op overlijden LNG

Onderdeel	Scenario	D-5.0	F-1.5
Tank	Instantaan	134	96
	Continu10min	38	37
	Continu10mm	13	10
Vloeistof leiding	Breuk	19	16
	Lekkage	5	3
Afleverleiding	Breuk	19	16
	Lekkage	5	3
Tankauto	Instantaan	309	309
	ContinuGrootsteAansluiting	179	191
	BreukPomp	76	89
	DoorstroombegrenzerOk		
	BreukPomp	85	96
	DoorstroombegrenzerNietOk		
	LekkagePomp	16	19
	BreukSlang	51	59
	DoorstroombegrenzerOk		
	BreukSlang	51	59
	DoorstroombegrenzerNietOk		
	LekkageSlang	11	13
	BLEVE Verladingsbrand 100%	309	309
	BLEVE Omgevingsbrand 100%	309	309
	BLEVE Omgevingsbrand 67%	256	256
BLEVE Omgevingsbrand 33%	182	182	
BLEVE Impact 100%	236	236	
BLEVE Impact 67%	193	193	
BLEVE Impact 33%	133	133	

Tabel 31. Effectafstand tot 1% kans op overlijden LPG

Onderdeel	Scenario	D-5.0	F-1.5
Tank lage druk	Instantaan	49	49
	Continu10min	19	17
	Continu10mm	15	14
Tubes medium druk	Instantaan	31	31
	Continu10min	9	8
	Continu10mm	33	30
Cilinderpakket hoge druk	Instantaan	11	11
	Continu5mm	23	20
Compressor	Breuk	8	7
	Lekkage	1	1
Dispenser personenauto	BreukSlang	31	28
	LekkageSlang	3	3
Dispenser vrachtauto	BreukSlang	24	21
	LekkageSlang	2	2
Tubetrailer	Instantaan	16	16
	Continu10min	3	2
	Continu10mm	27	24
	BreukSlang	29	27
	LekkageSlang	3	3

Tabel 32. Effectafstand tot 1% kans op overlijden waterstof

8. Conclusie

Het voornemen is een LNG- en H₂-installatie te plaatsen op de inrichting Green Planet gevestigd in Pesse. Tevens zal aan de zuidzijde van de inrichting een belevissenbos worden gerealiseerd. In het kader van de aanvraag voor de omgevingsvergunning is een kwantitatieve risicoanalyse opgesteld.

De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt gedeeltelijk buiten het terrein van de inrichting. Binnen deze contour bevindt zich geen (geprojecteerde) bebouwing.

Het ministerie I&M heeft een interim beleid voor LNG-tankstations ontwikkeld. Inmiddels is de Circulaire externe veiligheid LNG-tankstations verschenen. Eén van de uitgangspunten is een aan te houden minimum afstand vanaf het vulpunt tot kwetsbare objecten. Voor de hier beschreven installatie (ESD-systeem waarmee de uitstroming bij breuk van de losslang wordt gedetecteerd en ingeblokt, vullen van het opslagvat via de damp ruimte, lossen vanuit de tankauto met een pomp en een voordruk kleiner dan 3.2 bar(g)) is deze minimum afstand 50 m. De grenswaarde van het plaatsgebonden risico ligt buiten het gebied van 50 m rond het vulpunt. Voor de beoordeling is dan het gebied begrensd door de grenswaarde maatgevend. Ook rond de LPG installatie-onderdelen dienen de afstanden uit het Revi (en de concept circulaire) op dezelfde wijze als maatgevend te worden beschouwd. Ook binnen dit gebied bevindt zich geen (geprojecteerde) bebouwing.

Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde.

Referenties

1. RIVM 2015 Handleiding risicoberekeningen BEVI (versie 3.3 gedateerd 1 juli 2015)
2. RIVM 2008 QRA berekening LPG-tankstations Versie 1.1 gedateerd 29 mei 2008
3. RIVM 2015 Rekenmethodiek LNG-tankstations Versie 1.0.1 gedateerd 2 februari 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. DNV GL 2014 Handboek risicozonering windturbines Versie 3.1 gedateerd september 2014
7. I&M 2015 Circulaire externe veiligheid LNG-tankstations Kenmerk IENM/BSK-2014/270558 gedateerd 28 januari 2015
8. AVIV 2016 Risicoanalyse Green Planet Pesse Rapport nr. 163078 gedateerd 3 juni 2016
9. I&M 2016 Circulaire effectafstanden externe veiligheid LPG-tankstations voor besluiten met gevolgen voor de externe veiligheid Kenmerk IENM/BSK-2016/120424 gedateerd 14 juni 2016
10. RIVM 2016 Risico- en effectafstanden waterstoftankstations Memo kenmerk 20160149 VLH HAS/Sta/sij gedateerd 3 oktober 2016
11. Bureau voor Ruimte & Vrije Tijd 2016 Marktonderzoek Green Edge Outdoor & Adventure Park Pesse