



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

Risicoanalyse / LNG-tankstation De Vaalt

Project	183676
Datum	10 juli 2019

Opdrachtgever
AECOM Netherlands B.V.
t.a.v. P. Lojek
Oude Middenweg 17
2491 AC Den Haag

Risicoanalyse / LNG-tankstation De Vaalt

Project	183676
Datum	10 juli 2019
Auteur(s)	ir. G.A.M. Golbach
Versie nr.	Definitief

Opdrachtgever	AECOM Netherlands B.V. t.a.v. P. Lojek Oude Middenweg 17 2491 AC Den Haag
----------------------	--

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Ongevalsscenario's	5
2.1 Beschrijving LNG-installatie	5
2.2 Selectie van bedrijfsonderdelen	8
2.3 Initiële faalfrequentie	9
2.4 Ongevalsscenario's opslagvat	12
2.5 Ongevalsscenario's pomp bulk saturatie	12
2.6 Ongevalsscenario's tank verdamper	13
2.7 Ongevalsscenario's pomp aflevering	14
2.8 Ongevalsscenario's bovengrondse leidingen bij het opslagvat	14
2.9 Ongevalsscenario's naverdampers	15
2.10 Ongevalsscenario's overslag tankauto	16
2.11 Ongevalsscenario's bovengrondse vulleiding tankauto	19
2.12 Ongevalsscenario's ondergrondse afleverleiding	20
2.13 Ongevalsscenario's dispenser	21
2.14 Parameters	22
2.15 Aanwezigheid rond de inrichting	22
3 Resultaat risicoberekening bulk saturatie	25
3.1 Plaatsgebonden risico	25
3.2 Groepsrisico	27
4 Resultaat risicoberekening saturatie bij aflevering	30
4.1 Plaatsgebonden risico	30
4.2 Groepsrisico	32
5 Effectafstand	34
6 Conclusie	36
Referenties	37

1 Inleiding

Men is voornemens om aan de Medelseweg in de gemeente Neder-Betuwe een LNG-tankstation op te richten. In het kader van de wijziging van het bestemmingsplan en de aanvraag voor de omgevingsvergunning is deze risicoanalyse opgesteld.

In hoofdstuk 2 worden de ongevalsscenario's vastgesteld waarmee de risicoberekening wordt uitgevoerd. Hoofdstuk 3 bevat het berekende plaatsgebonden risico en het groepsrisico voor de optie bulk saturatie en hoofdstuk 4 voor de optie saturatie bij aflevering. Hoofdstuk 5 bevat de effectafstanden voor de ongevalsscenario's. Hoofdstuk 6 bevat een beoordeling van het berekende risiconiveau aan de normstelling externe veiligheid voor inrichtingen. Hoofdstuk 7 tenslotte bevat de conclusie.

2 Ongevalsscenario's

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. De (verzadigings)druk en temperatuur van LNG in het opslagvat na een lossing zijn laag. Voor aflevering van LNG is een hogere druk nodig. Twee opties worden gemodelleerd:

- Bulk saturatie: Met een tank verdamper wordt de gehele inhoud van het opslagvat verwarmd (bulk saturatie). De aangenomen werkdruk in het opslagvat is 7 bar(g).
- Saturatie tijdens aflevering: De werkdruk in het opslagvat wordt zo laag mogelijk gehouden. De aangenomen werkdruk in het opslagvat is 2 bar(g). Een naverdamper wordt gebruikt om op de juiste druk af te kunnen leveren.

Vanuit het opslagvat wordt LNG met een pomp, eventueel door een naverdamper (saturatie tijdens aflevering), geleid naar de dispenserslang voor directe aflevering. De dispenser (aflever-installatie) is vrijstaand en verbonden met de rest van de installatie via een leiding in een leidinggoot.

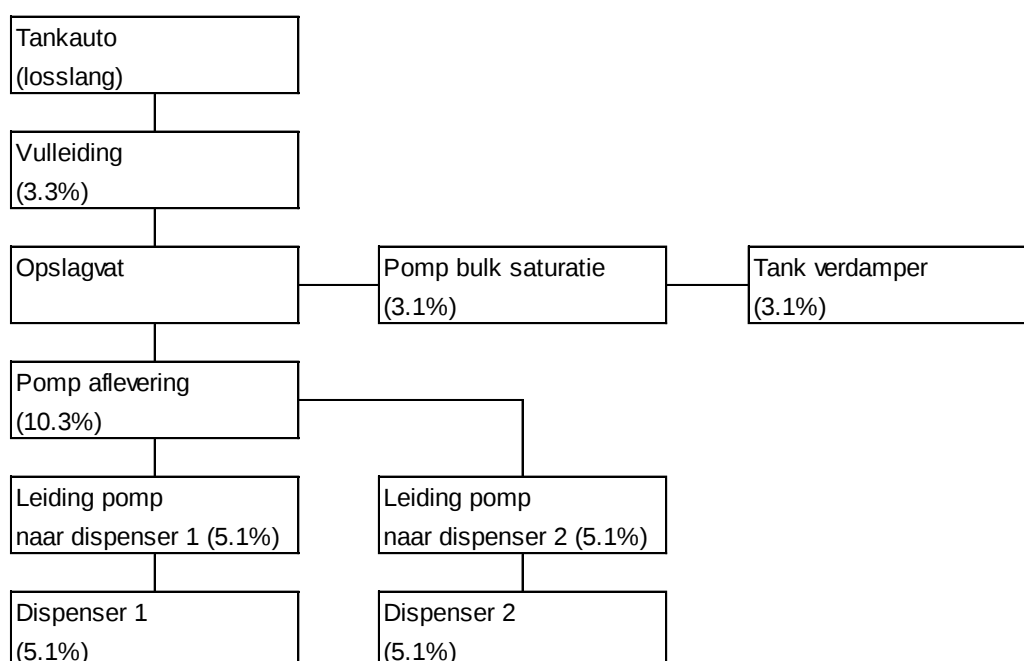
Voor het vullen van het opslagvat vanuit de tankauto wordt gebruik gemaakt van een composiet losslang als verbinding tussen de tankauto en installatie. Indien de tankauto is gekoppeld aan de installatie vormen deze één geheel en maken deel uit van één noodstopcircuit. Het noodstopcircuit van tankauto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

Bij het opslagvat is ook een tank met vloeibare stikstof opgesteld. De stikstof wordt door een coil gesitueerd in het opslagvat geleid om damp te hercondenseren en de druk te reguleren.

De doorzet van LNG is 3500 ton/jr. Uitgaande van een dichtheid van 404.9 kg/m^3 (methaan voor een temperatuur van $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ en een druk van 1.36 bar(g)) is dit gelijk aan $8644\text{ m}^3/\text{jr}$. Het vuldebiet van het opslagvat vanuit een tankauto is 500 l/min. Er vindt dan gedurende circa 288 uur per jaar aanvoer van LNG plaats (dit is 3.3% van het jaar). Het debiet bij aflevering van LNG is circa 160 l/min. Er vindt dan gedurende circa 900 uur per jaar aflevering van LNG plaats (dit is 10.3% van het jaar).

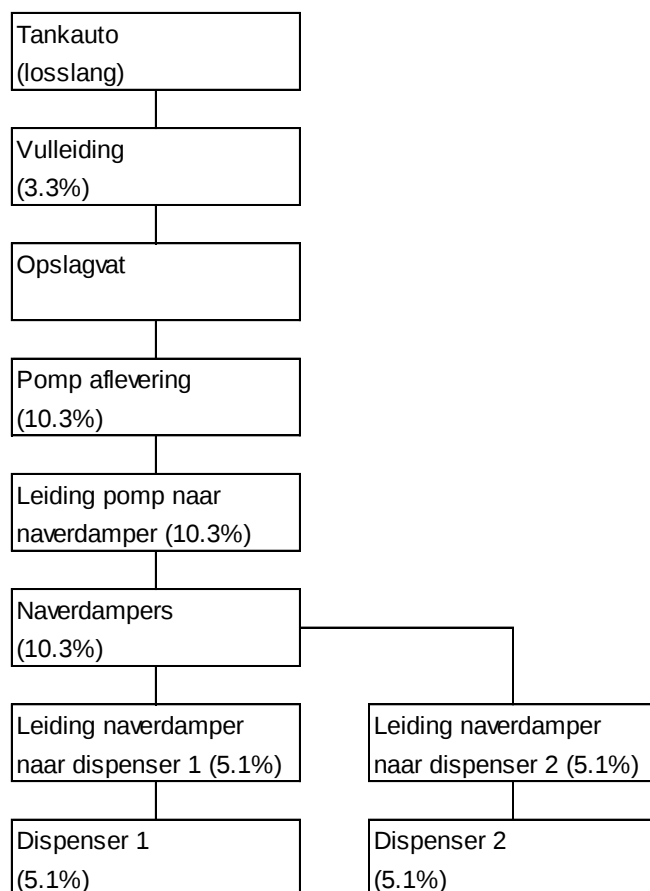
Figuur 1 toont een schematische weergave van de verschillende onderdelen van de installatie voor bulk saturatie. Bij de pomp en leidingen is aangegeven welk gedeelte van de tijd ze in

bedrijf zullen zijn. Voor de overige gegevens wordt verwezen naar de aanvraag voor de omgevingsvergunning en de bij de aanvraag gevoegde situatietekening. Het tankstation heeft twee afzonderlijke dispensers. Bij de modellering van de ongevalsscenario's wordt hiermee rekening gehouden. De pomp en tank verdamper staan zodanig dicht bij elkaar opgesteld dat hier geen onderscheid wordt gemaakt naar positie. In deze configuratie wordt nadat het opslagvat is gevuld eerst de druk in het opslagvat verhoogd door rondpompen over de tank verdamper.



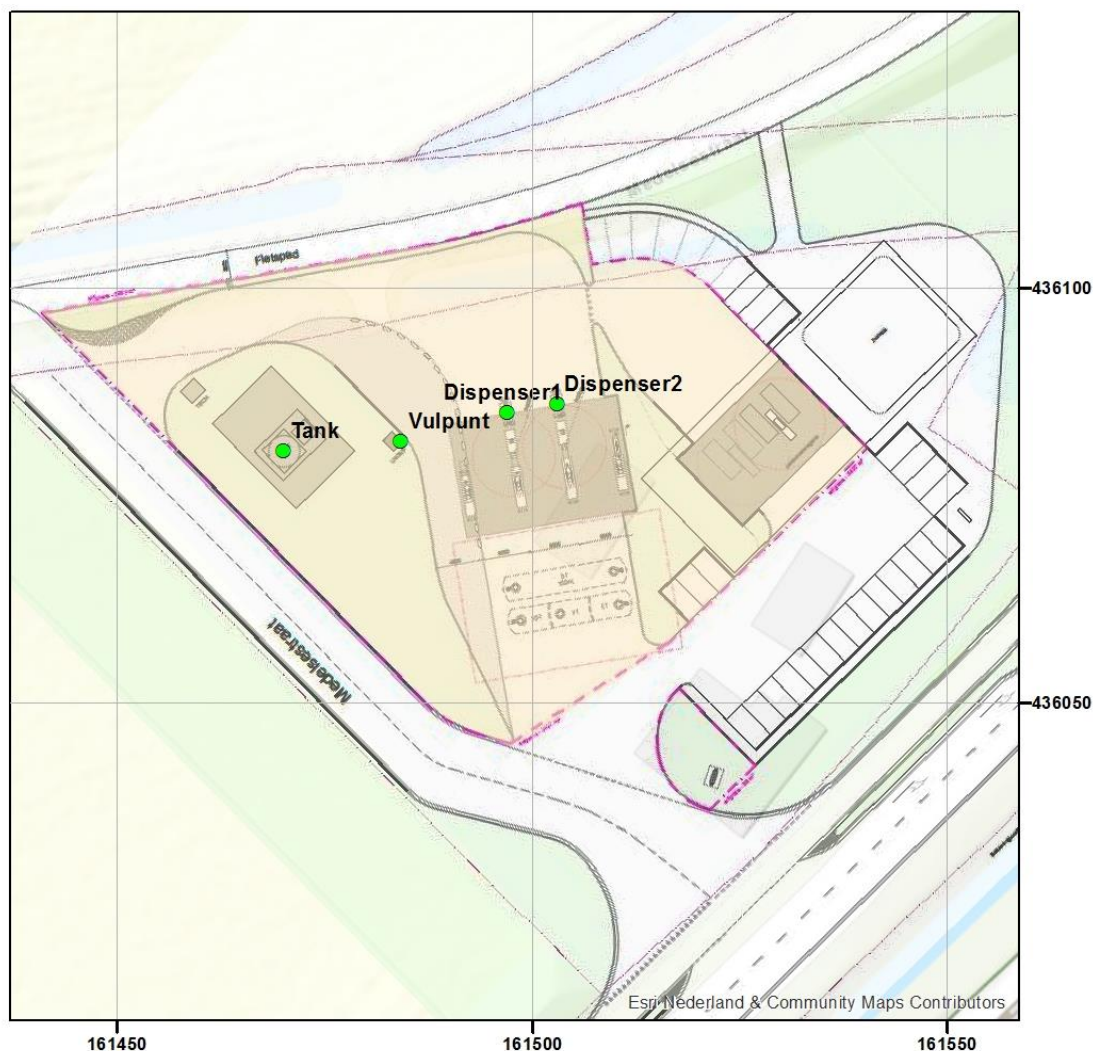
Figuur 1. Schematische weergave onderdelen van de installatie voor bulk saturatie

Figuur 2 toont een schematische weergave van de verschillende onderdelen van de installatie voor saturatie tijdens aflevering. De druk in het opslagvat wordt niet verhoogd, maar tijdens aflevering wordt door een naverdamper de druk op het gewenste niveau gebracht.



Figuur 2. Schematische weergave onderdelen van de installatie voor saturatie bij aflevering

Figuur 3 toont schematisch de situatietekening van de inrichting met de positie van de belangrijkste onderdelen van de installatie.



Figuur 3. 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 t/m 3):

- Het opslagvat.
- De pomp voor aflevering naar de dispenser (eventueel via een naverdamper)
- De pomp tijdens bulk saturatie.
- De tank verdamper tijdens bulk saturatie.
- De bovengrondse leiding tussen de pomp en de naverdamper voor saturatie tijdens aflevering.
- De naverdamper voor saturatie tijdens aflevering.
- De bevoorrading met een tankauto.
- De bovengrondse vulleiding van het vulpunt naar het opslagvat.

- De ondergrondse leiding in een leidinggoot tussen de pomp/naverdamper en de dispenser.
- 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 installatie met stikstof wordt niet gemodelleerd, omdat het een beperkte hoeveelheid betreft en stikstof niet brandbaar en niet toxisch is [1].

De scenario's voor deze installatie-onderdelen worden beschreven in paragraaf 2.4 t/m 2.13 conform de uitgangspunten samengevat in een notitie van de initiatiefnemer [7]. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de standaard scenario's voor onderdelen zoals voorgeschreven in de definitieve versie van het Rekenvoorschrift 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 Handleiding risicoberekeningen Bevi [1] en het Rekenvoorschrift LNG-Tankstations [3].

Component	Faaltwijze	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
	BLEVE door externe impact	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
Verdamper	Breuk 10 pijpen	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
	Breuk 1 pijp	$1.0 \cdot 10^{-3}$ /jr
	Lekkage	$1.0 \cdot 10^{-2}$ /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 metal braided slangverbinding tussen de dispenser (aflever-installatie) en de vrachtauto is geen specifieke faalfrequentie bekend. De faalfrequentie voor een standaard slang zal voor deze afleverslang worden gebruikt.

Voor de op- en overslag van tot vloeistof gekoeld (cryogeen) gas zijn voor een drukvat 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 personenauto's		17.5
Benzine afleverzuil personenauto's		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	$2.0 \cdot 10^{-6}$
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	$1.0 \cdot 10^{-6}$
Ja	Nee	Ja	Nee	
Nee	Nee	Nee	Ja	
Ja	Ja	Nee	Nee	$8.0 \cdot 10^{-7}$
Nee	Ja	Ja	Nee	
Ja	Nee	Nee	Nee	$6.0 \cdot 10^{-7}$
Nee	Nee	Ja	Nee	
Nee	Ja	Nee	Nee	$4.0 \cdot 10^{-7}$
Nee	Nee	Nee	Nee	$2.0 \cdot 10^{-7}$

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)	$2.5 \cdot 10^{-9}$
Opstelplaats op een (wegrij)strook met een toegestane snelheid van maximaal 70 km/uur	$4.8 \cdot 10^{-8}$
Overige situaties	$2.3 \cdot 10^{-7}$

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. De maximale inhoud in het vat is gelijk aan 93% van het bruto volume bij de insteldruk van de veerveiligheid van 11 bar(g). De dichtheid van methaan bij deze druk is 350.5 kg/m³. De maximale inhoud is dan gelijk aan 22.8 ton.

Kenmerk	Opslagvat
Inhoud bruto [m ³]	70
Inhoud netto [ton]	22.8
Werktemperatuur [°C]	-128.7 / -146.4
Werkdruk [bar(g)]	7.0 / 2.0
Insteldruk veerveiligheid [bar(g)]	11

Tabel 5. Kenmerken opslagvat

Voor de optie bulk saturatie wordt conservatief uitgegaan van een werkdruk van 7 bar(g) en voor de optie saturatie tijdens aflevering conservatief van 2 bar(g).

Tabel 6 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's van een opslagvat bij de maximale inhoud. 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 [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	5.0 10 ⁻⁷	22.8 ton	Maximale inhoud
Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷	38.0 kg/s	Maximale inhoud in 600 s
Continu 10 mm	1.0 10 ⁻⁵	1.1 / 0.6 kg/s	Diameter 10 mm

Tabel 6. Ongevalsscenario's opslagvat voor 7 en 2 bar(g) maximale inhoud

2.5 Ongevalsscenario's pomp bulk saturatie

Bulk saturatie vindt plaats gedurende circa anderhalf uur na bevoorrading door de tankauto. Jaarlijks is dit 276 uur (dit is 3.1% van het jaar). Een breuk van de pomp leidt tot uitstroming uit een leiding met een diameter van 2" die rechtstreeks is verbonden met het opslagvat.

Tabel 7 toont de ongevalsscenario's. De bronsterkte is berekend met Safeti-NL door uit te gaan van een leiding aan een vat met een lengte van 5 m en een maximale druk van 7 bar(g).

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	0.031 (tijdsfractie in bedrijf) x $1.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
Lekkage	0.031 (tijdsfractie in bedrijf) x $5.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie lekkage per jaar in bedrijf)

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$3.1 \cdot 10^{-7}$	10.0	Diameter 50 mm, lengte 5 m, duur 1009 s
Lekkage	$1.6 \cdot 10^{-6}$	0.3	Diameter 5 mm, duur 1800 s

Tabel 7. Ongevalsscenario's pomp tijdens bulk saturatie

2.6 Ongevalsscenario's tank verdamper bulk saturatie

De tank verdamper wordt gebruikt tijdens bulk saturatie. De verdamper is gemodelleerd als een pijpwarmtewisselaar. De leiding naar de verdamper heeft een diameter van 50 mm. De diameter van een pijp van de verdamper is eveneens 50 mm. Er is aangenomen dat de uitstroming bij breuk van 10 pijpen en bij breuk van 1 pijp gelijk is aan 150% van het pompdebiet. Het pompdebiet tijdens bulk saturatie is maximaal 400 l/min (circa 2.7 kg/s). Tabel 8 toont de ongevalsscenario's.

Onderdeel	Scenario	Toelichting frequentie
Tank verdamper	Breuk 10 pijpen	0.031 (tijdsfractie in bedrijf) x $1.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
	Breuk 1 pijp	0.031 (tijdsfractie in bedrijf) x $1.0 \cdot 10^{-3}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
	Lekkage	0.031 (tijdsfractie in bedrijf) x $1.0 \cdot 10^{-2}$ (frequentie lekkage per jaar in bedrijf)

Onderdeel	Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Tank verdamper	Breuk 10 pijpen	$3.1 \cdot 10^{-7}$	4.1	Pompdebiet 150%, duur 1800 s
	Breuk 1 pijp	$3.1 \cdot 10^{-5}$	4.1	Pompdebiet 150%, duur 1800 s
	Lekkage	$3.1 \cdot 10^{-4}$	0.3	Gat 5 mm, duur 1800 s

Tabel 8. Ongevalsscenario's tank verdamper

2.7 Ongevalsscenario's pomp aflevering

Bij het opslagvat staan bovengronds een pomp opgesteld. Het betreft een pomp die werkt vanaf het opslagvat, eventueel via de naverdamper, naar de dispenser. Voor de faalfrequentie wordt deze pomp gemodelleerd als canned (zonder pakking). De pompen zijn samen circa 10.3% van de tijd in gebruik. Een breuk van de pomp leidt tot uitstroming uit een leiding met een diameter van 2" die rechtstreeks is verbonden met het opslagvat.

Tabel 9 toont de ongevalsscenario's van beide pompen samen. De bronsterkte is berekend met Safeti-NL door uit te gaan van een leiding aan een vat met een lengte van 5 m.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	0.103 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
Lekkage	0.103 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie lekkage per jaar in bedrijf)

Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$1.0 \cdot 10^{-6}$	10.0 / 6.6	Diameter 50 mm, lengte 5 m, duur 1009 / 1362 s
Lekkage	$5.2 \cdot 10^{-6}$	0.3 / 0.2	Diameter 5 mm, duur 1800 s

Tabel 9. Ongevalsscenario's dispenser pompen aangesloten aan het opslagvat voor 7 en 2 bar(g)

2.8 Ongevalsscenario's bovengrondse leidingen bij het opslagvat

Het bovengrondse leidingwerk bij het opslagvat is gemodelleerd met de leidingsectie vanaf de pomp naar de verdamper. De diameter van de leidingsectie is 1". Voor de berekening van de ongevals-frequentie is als lengte voor elke sectie de voorgeschreven minimale lengte van 10 m aangenomen (conform het rekenvoorschrift Handleiding risicoberekeningen Bevi versie

3.2 module C blz. 44 aandachtspunt 4). De leiding tussen het opslagvat en de aangesloten pomp is niet gemodelleerd. De lengte van deze leiding is hiervoor te klein.

Het pompdebiet is gelijk aan 160 l/min. Uitgaande van de condities in het opslagvat is dit debiet gelijk aan circa 1.0 kg/s. Bij breuk van de leiding zal gedurende korte tijd uitstroming plaatsvinden met een bronsterkte die afhangt van de condities in de leiding op het moment van de breuk. De leiding is relatief kort, zodat de pompdruk snel wegvalt. Voor breuk van de leiding stroomafwaarts van de pomp is conform de voorbeeldstudie RIVM de bronsterkte gelijk aan 150% van het pompdebiet.

Een leidingsectie is 10.3% van de tijd in gebruik. Als ze niet in gebruik zijn, dan staan de leidingen ingeblokt. De gevolgen van het falen van een ingeblokte leiding zijn verwaarloosbaar. Tabel 10 toont de ongevalsscenario's.

Leiding	Scenario	Toelichting frequentie
Pomp naar warmtewisselaar	Breuk	0.103 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf per meter) $\times 10$ (leidinglengte in m)
	Lekkage	0.103 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie lekkage per jaar in bedrijf per meter) $\times 10$ (leidinglengte in m)

Leiding	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Pomp naar warmtewisselaar	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-6}$	1.5	Pompdebiet 150%, duur 1800 s
	Lekkage	$5.2 \cdot 10^{-6}$	0.1	Diameter 2.5 mm, duur 1800 s

Tabel 10. Ongevalsscenario's bovengrondse leidingen

2.9 Ongevalsscenario's naverdampers

De beide naverdampers zijn gemodelleerd als een pijpwarmtewisselaar. Tabel 11 toont de ongevalsscenario's. Deze naverdampers worden alleen gemodelleerd voor de optie saturatie tijdens aflevering.

Onderdeel	Scenario	Toelichting frequentie
Naverdamper	Breuk 10 pijpen	0.103 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
	Breuk 1 pijp	0.103 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.0 \cdot 10^{-3}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
	Lekkage	0.103 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.0 \cdot 10^{-2}$ (frequentie lekkage per jaar in bedrijf)

Onderdeel	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Naverdamper	Breuk 10 pijpen	$1.0 \cdot 10^{-6}$	1.5	Pompdebiet 150%, duur 1800 s
	Breuk 1 pijp	$1.0 \cdot 10^{-4}$	1.5	Pompdebiet 150%, duur 1800 s
	Lekkage	$1.0 \cdot 10^{-3}$	0.07	Gat 2.5 mm, duur 1800 s

Tabel 11. Ongevalsscenario's naverdampers

2.10 Ongevalsscenario's overslag tankauto

De doorzet van LNG is 3500 ton/jrr. Er is aangenomen dat de bevoorrading plaatsvindt met een dubbelwandige geïsoleerde tankauto. De tankauto heeft een bruto inhoud van 54.5 m³ en een effectieve inhoud van 19.1 ton (95% vulling bij de afsteldruk van de veerveiligheid van 7 bar(g)). Bij aankomst is de druk 1.36 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 288 uur per jaar. Aangenomen is dat de tankauto 1.5 keer zo lang op de inrichting aanwezig is (totaal 432 uur, dit is 4.9% van het jaar). Het lossen vindt plaats met een composiet losslang.

Bij het scenario breuk van de pomp mag worden aangenomen dat de druk na de pomp vrijwel onmiddellijk wegvalt. Er is een lage druk sensor geïnstalleerd die is aangesloten op het ESD-systeem van de installatie en de tankauto. Dit systeem detecteert automatisch het wegvallen van de druk, 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. 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 (2.5") 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 24.4 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 [6]. 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 twee terugslagkleppen in de vulleiding. Voor de kans op falen is conservatief de waarde van een enkele klep genomen. 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 noodstopsysteem. 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 7 bar(g) tot minimaal 1.4 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 30 m vanaf het opslagvat met een druk van 1.4 bar(g) en een temperatuur van -150 °C. De inhoud van de vulleiding is circa 16 kg vloeistof. Deze leiding loopt dan leeg met een debiet van circa 2.9 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.

	Noodstop Ok?	Terugslagklep Ok?	Bronsterkte
Breuk	0.99		
	Ja		Duur uitstroming aan de zijde van de pomp is 5 s. Duur terugstroming is eveneens 5 s. Bronsterkte is 3.4 kg/s (pomp) plus 2.9 kg/s (terugstroming). Totaal 6.3 kg/s en duur 5 s.
	0.01	0.94	
	Nee	Ja	Duur uitstroming aan de zijde van de pomp is 1800 s. Duur terugstroming is 5 s. Bronsterkte is 3.4 kg/s (pomp) plus 0.0 kg/s (terugstroming is verwaarloosbaar). Totaal 3.4 kg/s en duur 1800 s.
		0.06	
		Nee	Duur uitstroming aan de zijde van de pomp is 1800 s. Duur terugstroming is 1800 s. Bronsterkte is 3.4 kg/s (pomp) plus 0.6 kg/s (terugstroming). Totaal 4.0 kg/s en duur 1800 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 12 vat de beoordeling samen. De frequentie op een omgevingsbrand voor 100 verladingen met een duur van 50 uur is dan afgerond $6 \cdot 10^{-7}$.

Object omgevingsbrand		Toetsings afstand [m]	Vulpunt binnen deze afstand?
LNG/LPG-afleverzuil personenauto's		17.5	Ja
Benzine afleverzuil personenauto's		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 12. Toetsing bijdrage omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie

De insteldruk van de veerveiligheid van de tankauto is 7 bar(g). Voor de BLEVE bij verhoogde druk is uitgegaan van een druk van 8.6 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 geïsoleerde opstelplaats van $2.9 \cdot 10^{-9}$ 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 13 toont de ongevalsscenario's voor de overslag van LNG per tankauto. Het lossen kan zowel overdag (tussen 8:00 en 19:00 uur) als 's avonds plaatsvinden (tussen 19:00 en 23:00 uur).

Scenario	Toelichting frequentie
Instantaan	0.049 (tijdsfractie aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Continu grootste aansluiting	0.049 (tijdsfractie aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Breuk pomp noodstop Ok	288 (uren in bedrijf) / 8760 (uren per jaar) $\times 1.0 \cdot 10^{-4}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 0.99$ (kans noodstop succesvol)
Breuk pomp noodstop niet Ok	288 (uren in bedrijf) / 8760 (uren per jaar) $\times 1.0 \cdot 10^{-4}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 0.01$ (kans noodstop niet succesvol)
Lekkage pomp	288 (uren in bedrijf) / 8760 (uren per jaar) $\times 4.4 \cdot 10^{-3}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
Breuk losslang noodstop Ok	288 (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	288 (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	288 (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	288 (uren in bedrijf) $\times 4.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie lekkage per uur in bedrijf)

Scenario	Toelichting frequentie
BLEVE door brand tijdens lossen	288 (uren in bedrijf) x $5.8 \cdot 10^{-10}$ (frequentie per uur in bedrijf) x 0.05 (kans BLEVE voor een dubbelwandige vacuüm geïsoleerde tankauto)
BLEVE door brand in de omgeving	432 (uren aanwezig) / 50 x $6.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per 50 uur aanwezig) x 0.19 (kans aanstraling damp ruimte) x 0.05 (kans BLEVE voor een dubbelwandige vacuüm geïsoleerde tankauto)
BLEVE door externe impact	432 (uren aanwezig) / 50 x $2.5 \cdot 10^{-9}$ (frequentie per 50 uur aanwezig voor een geïsoleerde opstelplaats)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$2.5 \cdot 10^{-8}$	19.1 ton	Maximale inhoud
Continu grootste aansluiting	$2.5 \cdot 10^{-8}$	29.2 kg/s	Vloeistof 62.5 mm gat, duur 654 s
Breuk pomp noodstop Ok	$3.3 \cdot 10^{-6}$	24.4 kg/s	Diameter 62.5 mm, leidinglengte 5 m, duur 5 s
Breuk pomp noodstop niet Ok	$3.3 \cdot 10^{-8}$	24.4 kg/s	Diameter 62.5 mm, leidinglengte 5 m, duur 782 s
Lekkage pomp	$1.4 \cdot 10^{-4}$	0.3 kg/s	Vloeistof 6.3 mm gat, duur 1800 s
Breuk losslang noodstop Ok	$1.1 \cdot 10^{-4}$	6.3 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 5 s
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep Ok	$1.1 \cdot 10^{-6}$	3.4 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 1800 s
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep niet Ok	$6.9 \cdot 10^{-8}$	4.0 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 1800 s
Lekkage losslang	$1.2 \cdot 10^{-2}$	0.1 kg/s	Vloeistof 4 mm gat, duur 1800 s
BLEVE door brand tijdens lossen	$8.4 \cdot 10^{-9}$	19.1 ton	Maximale inhoud, druk 8.6 bar(g)
BLEVE door brand in de omgeving	$4.9 \cdot 10^{-8}$	19.1 ton	Maximale inhoud, druk 8.6 bar(g)
BLEVE door externe impact	$2.2 \cdot 10^{-8}$	19.1 ton	Maximale inhoud, druk 1.4 bar(g), temperatuur -150 °C

Tabel 13. Ongevalsscenario's overslag tankauto

2.11 Ongevalsscenario's bovengrondse vulleiding tankauto

De bovengrondse vulleiding van het vulpunt naar het opslagvat heeft een diameter van 40 mm en een lengte van circa 20 m. De leiding wordt gedurende 288 uur per jaar gebruikt voor vullen (dit is 3.3% per jaar). Het pompdebiet is 500 l/min. Er wordt rekening gehouden met het automatisch insluitsysteem. Tabel 14 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	0.033 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per meter per jaar in bedrijf) $\times 20$ (leidinglengte in m) $\times 0.99$ (kans noodstop succesvol)
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep Ok	0.033 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 20$ (leidinglengte in m) $\times 0.01$ (kans noodstop niet succesvol) $\times 0.94$ (kans terugslagklep succesvol)
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	0.033 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 20$ (leidinglengte in m) $\times 0.01$ (kans noodstop niet succesvol) $\times 0.06$ (kans terugslagklep niet succesvol)
Lekkage vulleiding	0.033 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie lekkage per jaar in bedrijf) $\times 20$ (leidinglengte in m)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Breuk vulleiding noodstop Ok terugslagklep Ok	$6.5 \cdot 10^{-7}$	6.3 kg/s	Bronsterkte zie tekst paragraaf 2.8, duur 5 s
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep Ok	$6.2 \cdot 10^{-9}$	3.4 kg/s	Bronsterkte zie tekst paragraaf 2.8, duur 1800 s
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	$3.9 \cdot 10^{-10}$	4.0 kg/s	Bronsterkte zie tekst paragraaf 2.8, duur 1800 s
Lekkage vulleiding	$3.3 \cdot 10^{-6}$	0.1 kg/s	Vloeistof 4 mm gat, duur 1800 s

Tabel 14. Ongevalsscenario's bovengrondse vulleiding

2.12 Ongevalsscenario's ondergrondse afleverleiding

De ondergrondse afleverleidingen (in een leidinggoot) naar de dispenser hebben een diameter van 25 mm en een lengte van circa 24 en 30 m. De beide leidingen zijn elk circa 5.1% 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 15 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 15 toont de ongevalsscenario's.

Leiding	Scenario	Toelichting frequentie
Pomp naar dispenser 1	Breuk	0.051 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per meter per jaar) $\times 24$ (leidinglengte in m)
	Lekkage	0.051 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.5 \cdot 10^{-6}$ (frequentie lekkage per jaar) $\times 24$ (leidinglengte in m)
Pomp naar dispenser 2	Breuk	0.051 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per meter per jaar) $\times 30$ (leidinglengte in m)
	Lekkage	0.051 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.5 \cdot 10^{-6}$ (frequentie lekkage per jaar) $\times 30$ (leidinglengte in m)

Leiding	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Pomp naar dispenser 1	Breuk	$6.2 \cdot 10^{-7}$	1.5	Pompdebiet 150%, duur 1800 s
	Lekkage	$1.9 \cdot 10^{-6}$	0.1	Vloeistof 2.5 mm gat, 15 bar(g), duur 1800 s
Pomp naar dispenser 2	Breuk	$7.7 \cdot 10^{-7}$	1.5	Pompdebiet 150%, duur 1800 s
	Lekkage	$2.3 \cdot 10^{-6}$	0.1	Vloeistof 2.5 mm gat, 15 bar(g), duur 1800 s

Tabel 15. Ongevalsscenario's ondergrondse afleverleiding

2.13 Ongevalsscenario's dispenser

De beide dispensers (aflever-installaties) zijn elk circa 5.1% van het jaar in gebruik voor het afleveren van LNG naar een vrachtauto (dit is 450 uur). Het pompdebiet is maximaal 160 l/min. Voor de faalfrequentie van de afleververbinding is die van een standaard slang 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 inblokafsluiters is 120 s. Tevens zal bij een incident de operator de bekrachtigingsknop loslaten (kans op falen 0.01 en de uitstrooftijd 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 15 bar(g). Tabel 16 toont de ongevalsscenario's.

Slang	Scenario	Toelichting frequentie
Dispenser	Breuk bekrachtigingsknop Ok	$424 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-6} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)} \times 0.99 \text{ (bekrachtigingsknop succesvol)}$
	Breuk bekrachtigingsknop niet Ok, noodstop Ok	$424 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-6} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)} \times 0.01 \text{ (bekrachtigingsknop niet succesvol)} \times 0.999 \text{ (kans noodstop succesvol)}$
	Breuk bekrachtigingsknop niet Ok, noodstop niet Ok	$424 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-6} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)} \times 0.01 \text{ (bekrachtigingsknop niet succesvol)} \times 0.001 \text{ (kans noodstop niet succesvol)}$
	Lekkage	$424 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-5} \text{ (frequentie lekkage per uur in bedrijf)}$

Slang	Scenario	Frequentie [l/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Dispenser	Breuk bekrachtigingsknop Ok	$1.8 \cdot 10^{-3}$	1.5	Zie tekst, duur 5 s
	Breuk bekrachtigingsknopniet Ok, noodstop Ok	$1.8 \cdot 10^{-5}$	1.5	Zie tekst, duur 120 s
	Breuk bekrachtigingsknopniet Ok, noodstop niet Ok	$1.8 \cdot 10^{-8}$	1.5	Zie tekst, duur 1800 s
	Lekkage	$1.8 \cdot 10^{-2}$	0.1	Vloeistof 2.5 mm gat, druk 15 bar(g), duur 1800 s

Tabel 16. Ongevalsscenario's dispenser

2.14 Parameters

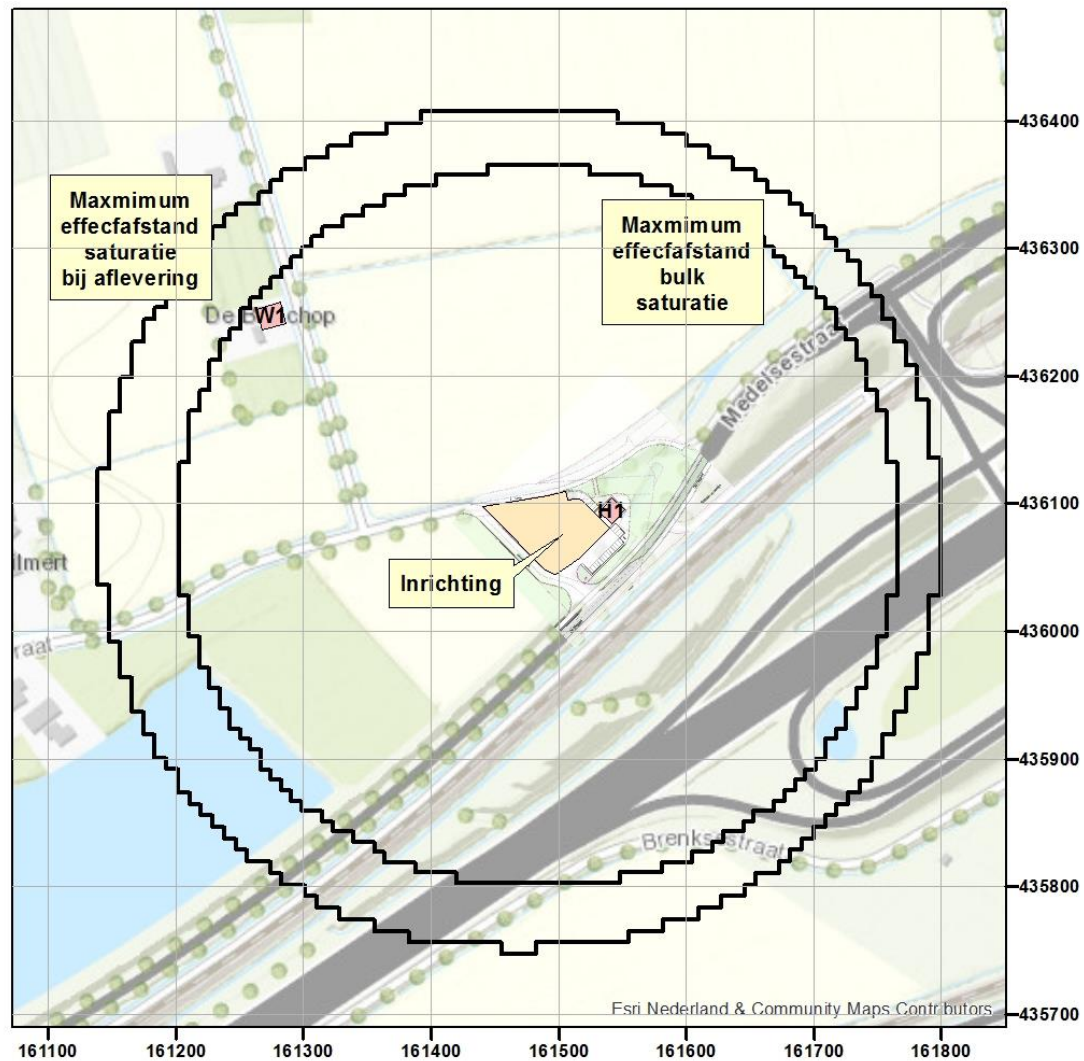
De standaard parameters van Safeti-NL versie 6.54 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Deelen worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. Voor de ruwheidslengte is de standaard waarde van 0.3 m gehanteerd.

Binnen het invloedsgebied zijn een aantal externe ontstekingsbronnen gemodelleerd. Dit zijn de autosnelweg A15 en de Betuweroute.

2.15 Aanwezigen rond de inrichting

Figuur 4 toont het invloedsgebied rond de inrichting begrensd door de maximale effectafstand van circa 320 m voor saturatie tijdens aflevering (zie hoofdstuk 5). De figuur toont tevens de ligging van de gebieden die voor de berekening van het groepsrisico zijn gemodelleerd. Deze gebieden zijn roze gemarkeerd.

Het invloedsgebied ligt in het bestemmingsplan Buitengebied Dodewaard en Echteld. Binnen het invloedsgebied ligt een boerderij en de te realiseren horecavoorziening. Tabel 17 toont het gemodelleerde aantal personen voor de horecavoorziening onderscheiden naar verschillende tijdsperiodes. Voor de boerderij is het aantal personen 1.2 overdag en 2.4 's nachts.



Figuur 4. Bevolkingsgebieden rond de inrichting

Label	Periode	Aantal H1	Kans opslag	Kans tankauto
Nacht2	07:00-08:00	55	0.0417	-
Dag1	08:00-09:00	55	0.0417	0.0714
Dag2	09:00-12:00	14	0.1250	0.2143
Dag3	12:00-14:00	69	0.0833	0.1429
Dag4	14:00-18:00	17	0.1667	0.2857
Dag5	18:00-18:30	110	0.0208	0.0357
Avond1	18:30-20:00	110	0.0625	0.1071
Avond2	20:00-22:00	10	0.0833	0.1429
Nacht1	22:00-07:00	0	0.3750	-

Tabel 17. Aantal personen aanwezig in de horeca en kans op onderscheiden tijdsperiodes voor opslag en verlading

3 Resultaat risicoberekening bulk saturatie

3.1 Plaatsgebonden risico

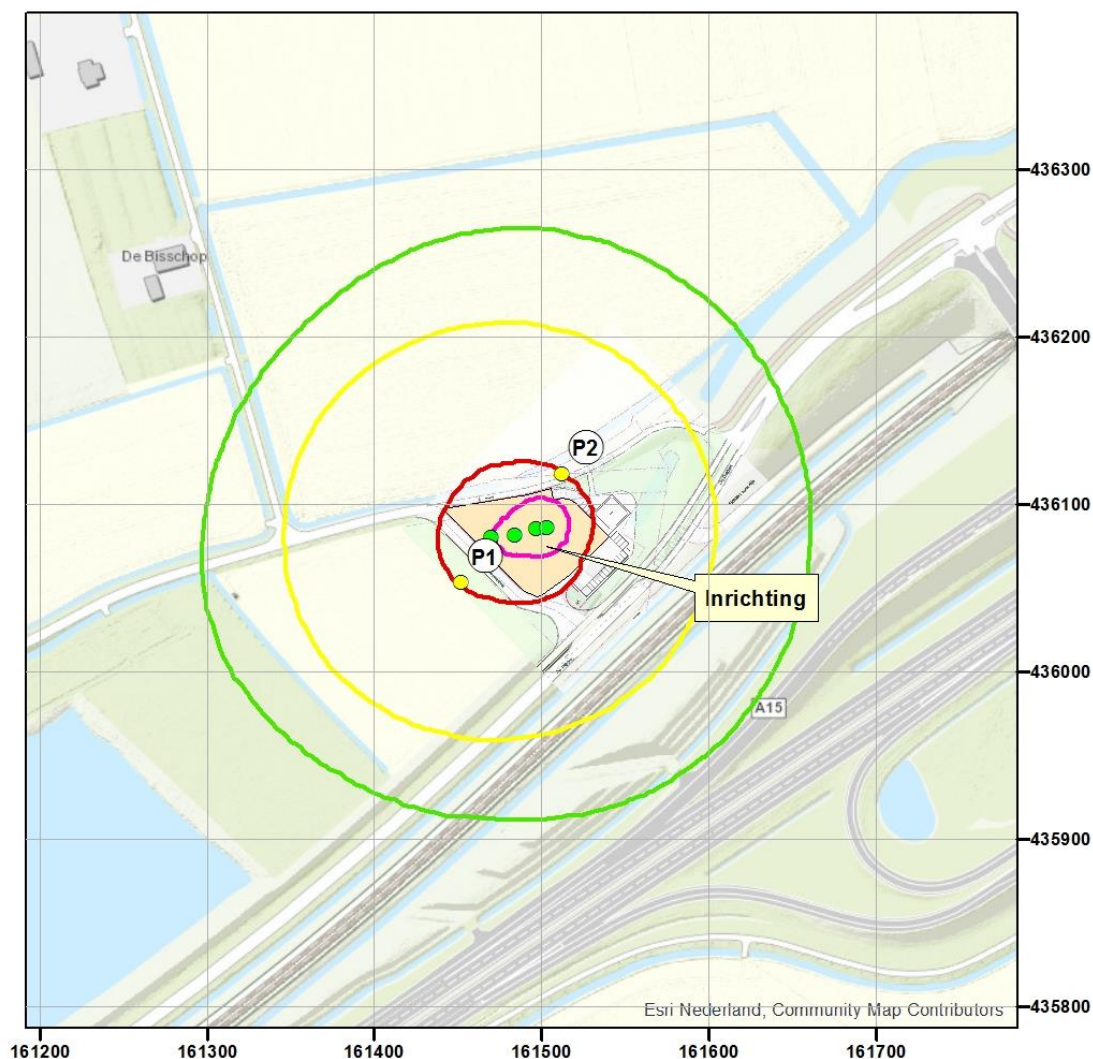
Het plaatsgebonden risico is de kans per jaar dat een persoon, die zich continu en onbeschermd op een bepaalde plaats in de omgeving van een inrichting bevindt, overlijdt door een ongeval met gevaarlijke stoffen. Plaatsen met een gelijk risico worden door risicocontouren op een kaart weergegeven. Het 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 5 toont de plaatsgebonden risicocontouren. De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt vrijwel geheel buiten de inrichting.

Tabel 18 toont de relatieve bijdrage van de ongevalsscenario's aan het plaatsgebonden risico in de punten P1 en P2 (zie figuur 5 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 zijn de scenario's breuk van de pomp en breuk van de slang tijdens het lossen van de tankauto.

Punt	Waarde	Scenario	Bijdrage [%]
P1	$1.3 \cdot 10^{-6}$	Tankauto\BreukSlangNoodstopOk	30.5
		Tankauto\BreukPompNoodstopOk	26.3
		Opslagvat\Instantaan	25.0
		Tank verdamper\Breuk1pijp	4.2
		Tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	3.7
		Opslagvat\Continu10min	2.2
		Tankauto\BLEVE door externe impact	1.6
		PompTankAflevering\Continu50mm	1.6
P2	$1.0 \cdot 10^{-6}$	Tankauto\BreukPompNoodstopOk	41.2
		Opslagvat\Instantaan	28.9
		Tankauto\BreukSlangNoodstopOk	7.6
		Opslagvat\Continu10min	6.4
		Tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	4.9
		PompTankAflevering\Continu50mm	3.0
		Tankauto\BLEVE door externe impact	2.2
		Tankauto\Instantaan	1.9

Tabel 18. Relatieve bijdrage scenario's

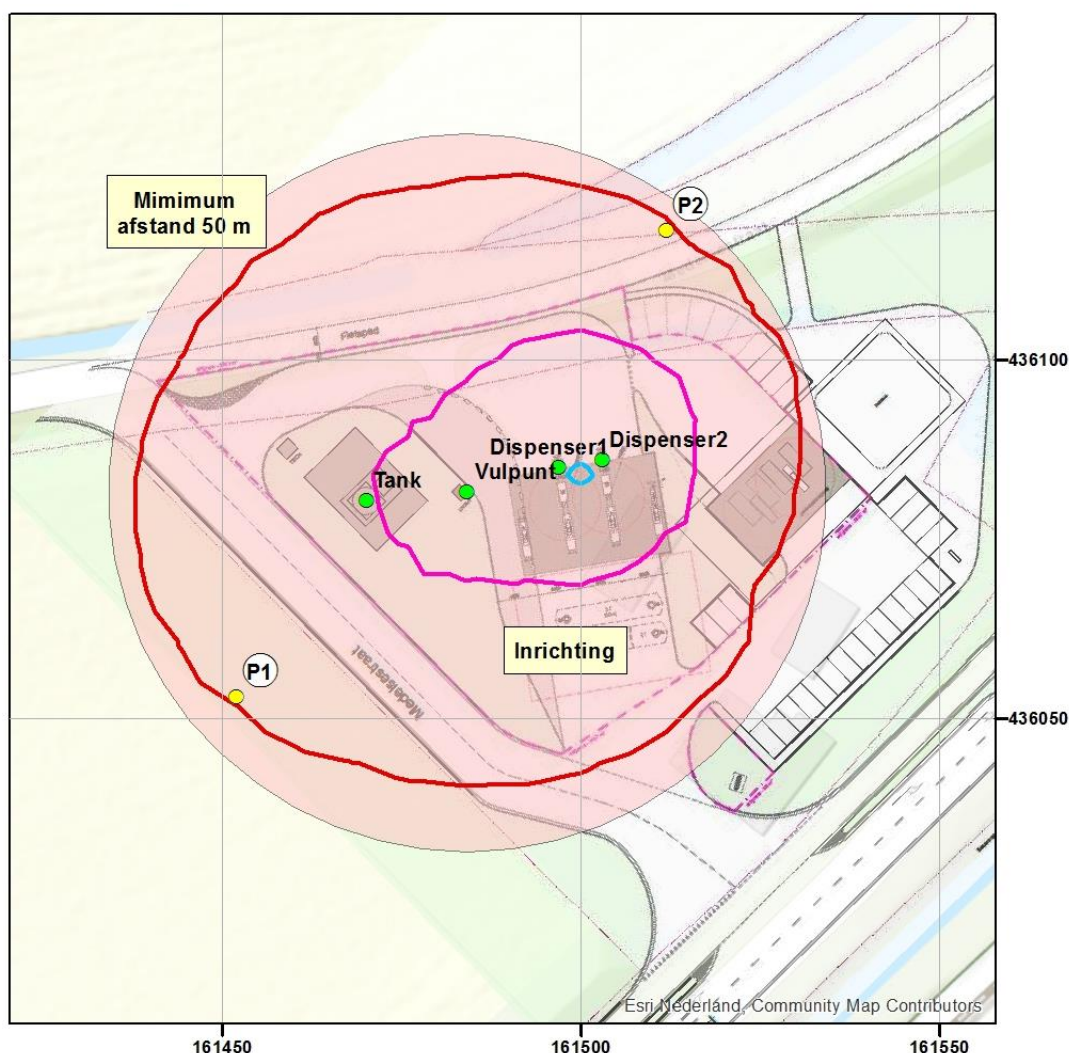


Figuur 5. Plaatsgebonden risicocontouren

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

Het ministerie I&M heeft een interim beleid voor LNG-tankstations ontwikkeld. Inmiddels is de Circulaire externe veiligheid LNG-tankstations verschenen [4]. 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 dampruimte, lossen vanuit de tankauto met een pomp en een voordruk kleiner dan 3.2 bar(g)) is deze minimum afstand 50 m. Figuur 6 toont deze minimum afstand samen met de berekende grenswaarde van het plaatsgebonden risico. De grenswaarde ligt binnen het gebied van 50 m rond het vulpunt.

Voor de beoordeling is dan het gebied begrensd door de minimum afstand maatgevend. Dit gebied ligt voor een groot gedeelte buiten de inrichting.



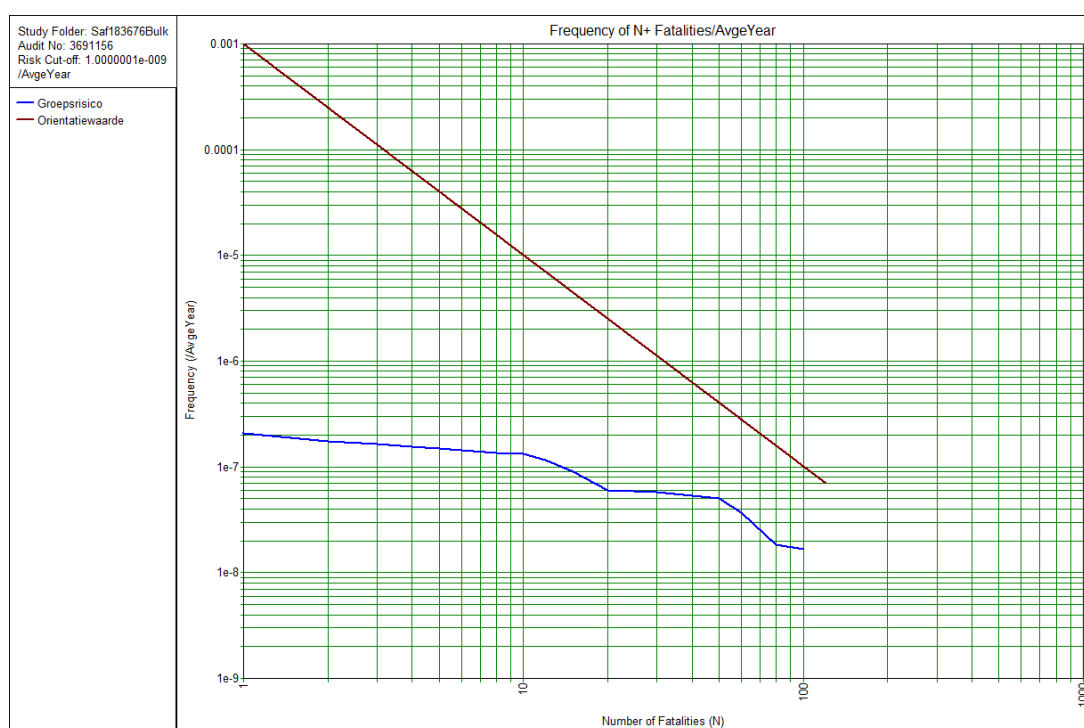
Figuur 6. Ministerie I&M interim beleid LNG-tankstations

3.2 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 7 toont het berekende groepsrisico (blauwe lijn) en de oriëntatiewaarde $fN^2 = 10^{-3}$ (bruine lijn) voor de omgeving gebaseerd op informatie van de projectontwikkelaar. Het groepsrisico ligt onder de oriëntatiewaarde.

Tabel 19 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 een BLEVE door een omgevingsbrand van de tankauto en het falen van de pomp van de tankauto.



Figuur 7. Groepsrisico

Scenario	Risico integraal [1/jr]	Risico integraal [% totaal]	Freq 10-100 [1/jr]	Freq > 100 [1/jr]
Tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	1.9E-06	34.0	3.5E-08	7.0E-09
Opslagvat\Instantaan	1.2E-06	21.7	2.1E-08	4.3E-09
Tankauto\BreukPompNoodstopOk	8.2E-07	14.7	1.9E-08	9.3E-10
Opslagvat\Continu10min	6.2E-07	11.1	1.2E-08	1.3E-09
Tankauto\BLEVE tijdens verlading	3.3E-07	5.8	6.0E-09	1.2E-09
Tankauto\Instantaan	2.1E-07	3.8	2.2E-09	9.8E-10
Tankauto\BreukPompNoodstopNietOk	1.4E-07	2.4	2.4E-09	4.2E-10
Tankauto\ContinuGrootsteAansluiting	1.2E-07	2.1	2.1E-09	3.6E-10
Tankauto\BreukSlangNoodstopNietOkTskOk	1.0E-07	1.9	1.7E-09	0.0E+00

Tabel 19. Scenario's bepalend voor het groepsrisico

4 Resultaat risicoberekening saturatie bij aflevering

4.1 Plaatsgebonden risico

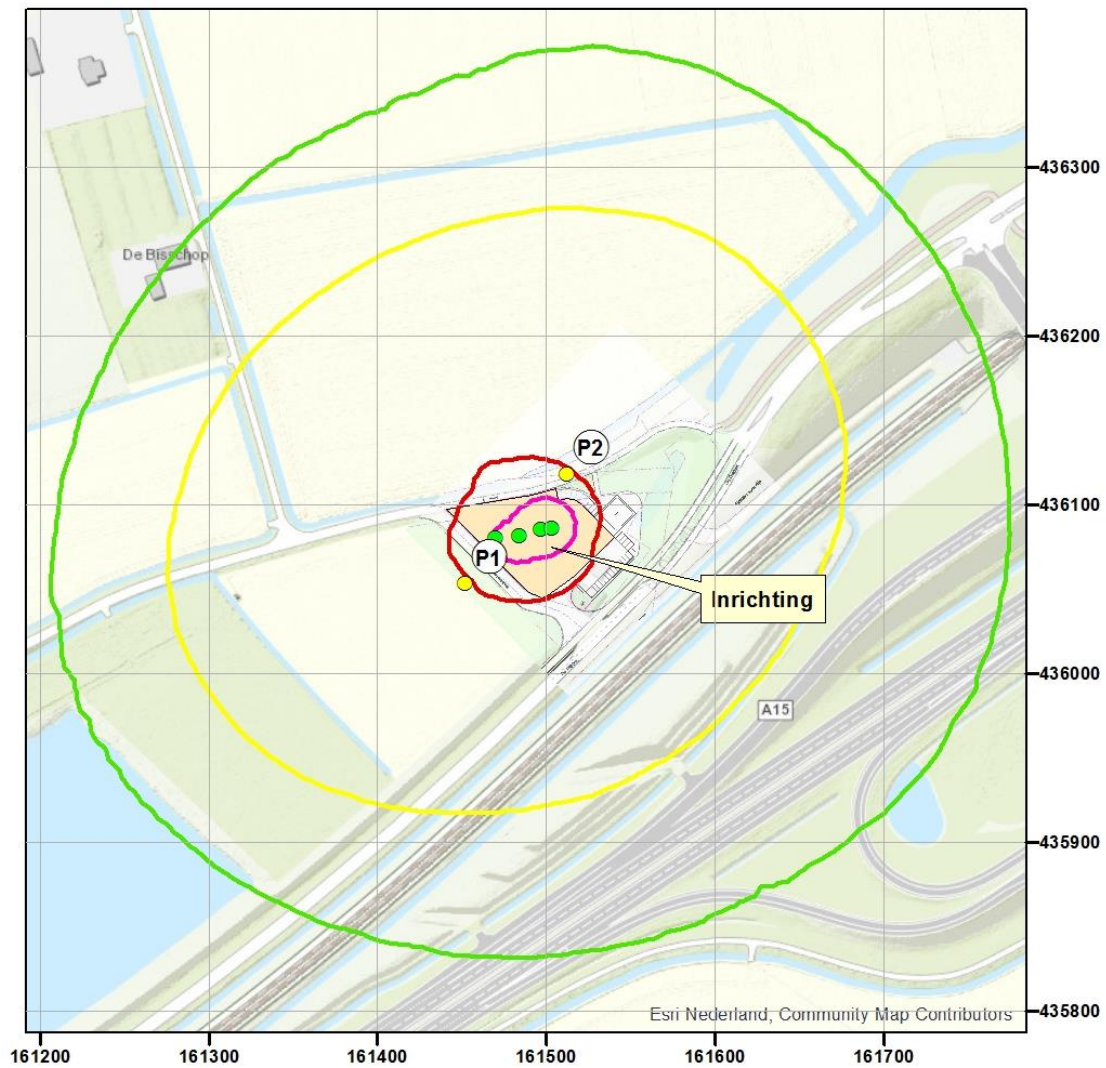
Figuur 9 toont de plaatsgebonden risicocontouren. De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt vrijwel geheel buiten de inrichting.

Tabel 20 toont de relatieve bijdrage van de ongevalsscenario's aan het plaatsgebonden risico in de punten P1 en P2 (zie figuur 8 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 is het instantaan falen van het opslagvat en het scenario breuk van de pomp en breuk van de slang tijdens het lossen van de tankauto.

Punt	Waarde	Scenario	Bijdrage [%]
P1	$1.3 \cdot 10^{-6}$	Tankauto\BreukSlangNoodstopOk	32.0
		Tankauto\BreukPompNoodstopOk	27.7
		Opslagvat\Instantaan	20.4
		Opslagvat\Continu10min	5.8
		PompTank\Continu50mm	3.9
		Tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	3.9
		Tankauto\BLEVE door externe impact	1.7
		Tankauto\Instantaan	1.4
P2	$1.0 \cdot 10^{-6}$	Tankauto\BreukPompNoodstopOk	40.6
		Opslagvat\Instantaan	27.5
		Opslagvat\Continu10min	9.5
		Tankauto\BreukSlangNoodstopOk	7.5
		Tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	4.9
		PompTank\Continu50mm	3.0
		Tankauto\BLEVE door externe impact	2.2
		Tankauto\Instantaan	1.9

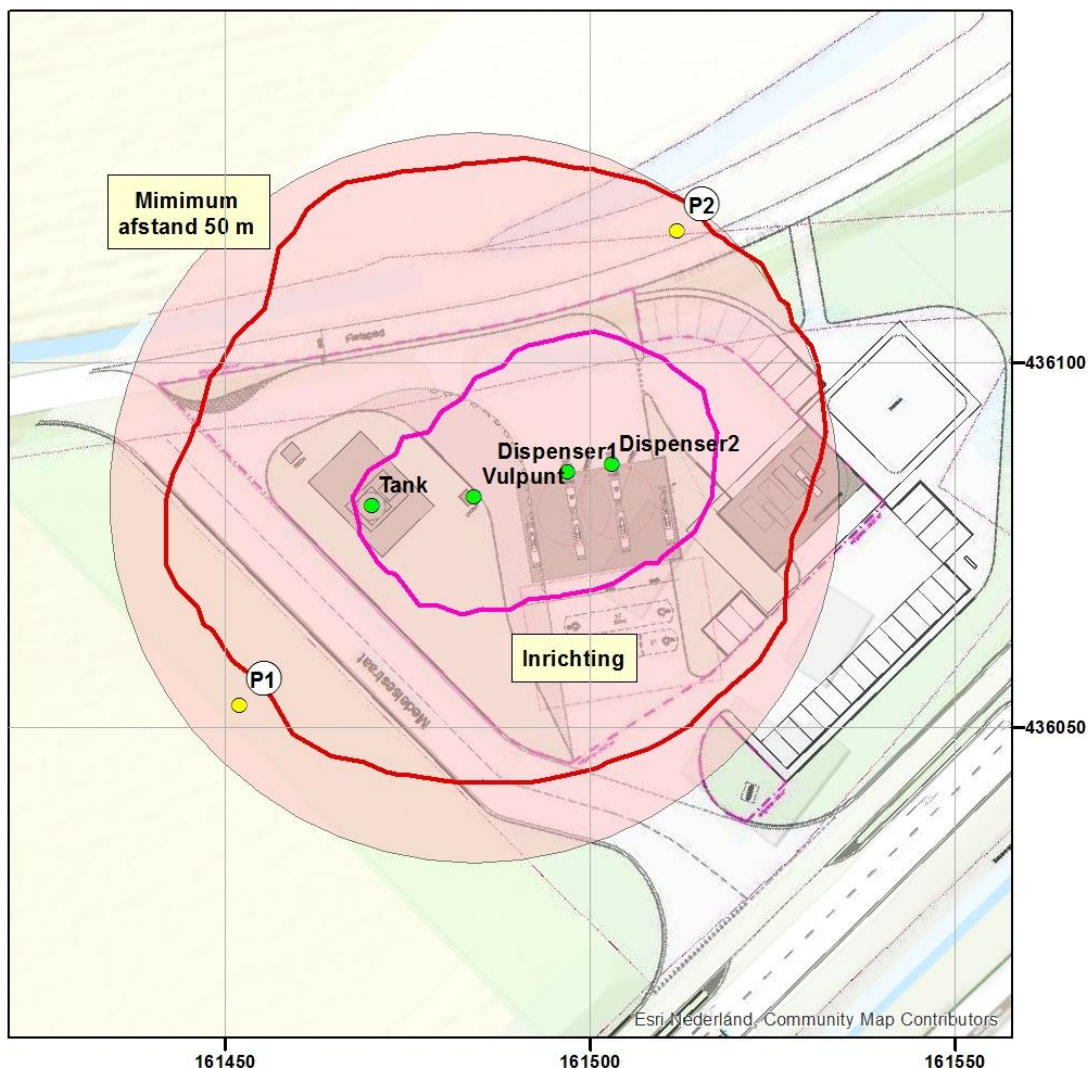
Tabel 20. Relatieve bijdrage scenario's

Figuur 10 toont de minimum afstand van 50 m rond het vulpunt conform de Circulaire externe veiligheid LNG-tankstations samen met de berekende grenswaarde van het plaatsgebonden risico. De grenswaarde ligt zowel binnen als buiten het gebied van 50 m rond het vulpunt. Voor de beoordeling is dan het gebied begrensd door het maximum van de minimum afstand of de grenswaarde maatgevend. Dit gebied ligt voor een groot gedeelte buiten de inrichting.



Figuur 8. Plaatsgebonden risicocontouren

—	1.0×10^{-5} /jr
—	1.0×10^{-6} /jr
—	1.0×10^{-7} /jr
—	1.0×10^{-8} /jr

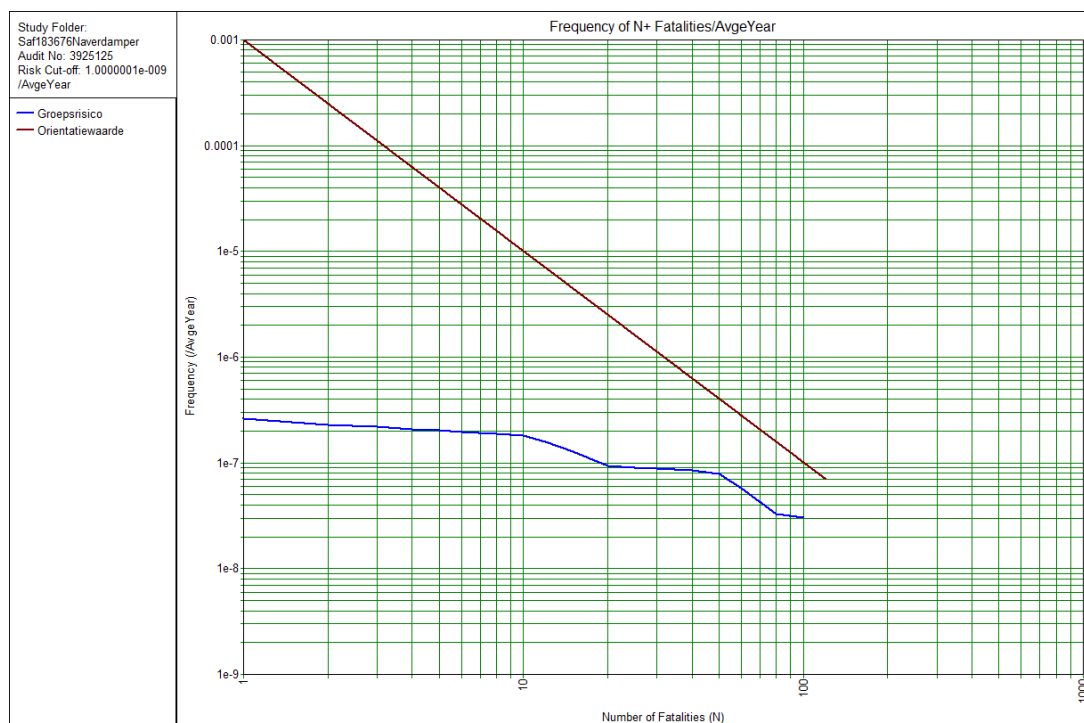


Figuur 9. Ministerie I&M interim beleid LNG-tankstations

4.2 Groepsrisico

Figuur 11 toont het berekende groepsrisico (blauwe lijn) en de oriëntatiewaarde $fN^2 = 10^{-3}$ (bruine lijn) voor de omgeving gebaseerd op informatie van de projectontwikkelaar. Het groepsrisico ligt onder de oriëntatiewaarde.

Tabel 21 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 het falen van de pomp bij aflevering en het instantaan falen van de opslagtank.



Figuur 10. Groepsrisico

Scenario	Risico integraal [/jr]	Risico integraal [% totaal]	Freq 10-100 [/jr]	Freq > 100 [/jr]
Opslagvat\Instantaan	1.9E-06	39.4	3.5E-08	7.0E-09
Tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	8.2E-07	17.0	1.9E-08	9.3E-10
Opslagvat\Continu10min	3.3E-07	6.8	6.0E-09	1.2E-09
Tankauto\BreukPompNoodstopOk	2.4E-07	5.0	4.1E-09	8.6E-10
Tankauto\BLEVE tijdens verlading	2.1E-07	4.4	2.2E-09	9.8E-10
Tankauto\Instantaan	2.1E-07	4.3	4.5E-09	2.9E-10
PompTank\Continu50mm	1.5E-07	3.1	2.5E-09	2.5E-10
Tankauto\BreukPompNoodstopNietOk	1.4E-07	2.8	2.4E-09	4.2E-10
Tankauto\ContinuGrootsteAansluiting	1.2E-07	2.6	2.4E-09	2.7E-10

Tabel 21. Scenario's bepalend voor het groepsrisico

5 Effectafstand

Effectafstanden zijn berekend voor alle scenario's. Tabel 22 toont 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) voor de bulk saturatie. 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	219	193
	Continu10min	150	159
	Continu10mm	21	25
Pomp bulk saturatie	Breuk	63	73
	Lekkage	11	13
Tank verdamper bulk saturatie	Breuk 10 pijpen	37	45
	Breuk 1 pijp	37	45
	Lekkage	6	7
Pomp aflevering	Breuk	63	73
	Lekkage	11	13
Tankauto	Instantaan	283	237
	ContinuGrootsteAansluiting	134	183
	BreukPompNoodstopOk	117	165
	BreukPompNoodstopNietOk	116	165
	LekkagePomp	13	16
	BreukSlangNoodstopOk	51	62
	BreukSlangNoodstopNietOk	39	62
	TerugslagklepOk		
	BreukSlangNoodstopNietOk TerugslagklepNietOk	42	69
	LekkageSlang	9	11
	BLEVE tijdens verlading	196	196
	BLEVE omgevingsbrand	196	196
	BLEVE externe impact	71	71
Vulleiding	BreukNoodstopOk	51	62
	BreukNoodstopNietOk TerugslagklepOk	39	62
	BreukNoodstopNietOk TerugslagklepNietOk	42	69
	Lekkage	9	11
Afleverleiding dispenser	Breuk	12	7
	Lekkage	4	3
Slang dispenser	BreukKnopOk	22	26
	BreukNoodstopOk	24	29
	BreukNoodstopNietOk	24	29
	Lekkage	6	8

Tabel 22. Effectafstand tot 1% kans op overlijden bulk saturatie

Tabel 23 toont de afstand tot 1% kans op overlijden (bij onbeschermde blootstelling) voor saturatie tijdens aflevering.

Onderdeel	Scenario	D-5.0	F-1.5
Hoofdpopslagvat	Instantaan	307	248
	Continu10min	153	241
	Continu10mm	18	22
Pomp aflevering	Breuk	55	99
	Lekkage	10	12
Leiding pomp-naverdamper	Breuk	24	29
	Lekkage	6	7
Naverdamper	Breuk 10 pijpen	24	29
	Breuk 1 pijp	24	29
	Lekkage	6	7
Tankauto	Instantaan	283	237
	ContinuGrootsteAansluiting	134	183
	BreukPompNoodstopOk	117	165
	BreukPompNoodstopNietOk	116	165
	LekkagePomp	13	16
	BreukSlangNoodstopOk	51	62
	BreukSlangNoodstopNietOk	39	62
	TerugslagklepOk		
	BreukSlangNoodstopNietOk	42	69
	TerugslagklepNietOk		
	LekkageSlang	9	11
	BLEVE tijdens verlading	196	196
	BLEVE omgevingsbrand	196	196
	BLEVE externe impact	71	71
Vulleiding	BreukNoodstopOk	51	62
	BreukNoodstopNietOk	39	62
	TerugslagklepOk		
	BreukNoodstopNietOk	42	69
	TerugslagklepNietOk		
Afleverleiding dispenser	Lekkage	9	11
	Breuk	12	7
Slang dispenser	Lekkage	4	3
	BreukKnopOk	22	26
	BreukNoodstopOk	24	29
	BreukNoodstopNietOk	24	29
	Lekkage	6	8

Tabel 23. Effectafstand tot 1% kans op overlijden saturatie bij aflevering

6 Conclusie

Men is voornemens om aan de Medelseweg in de gemeente Neder-Betuwe een LNG-tankstation op te richten. In het kader van de wijziging van het bestemmingsplan en de aanvraag voor de omgevingsvergunning is deze risicoanalyse opgesteld. Er zijn twee opties gemodelleerd voor de bedrijfsvoering: bulk saturatie en saturatie bij aflevering. Het onderstaande is valide voor beide opties.

De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt grotendeels buiten het terrein van de inrichting.

Het ministerie I&M heeft een interim beleid voor LNG-tankstations ontwikkeld. 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 dampruimte, 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 binnen het gebied van 50 m rond het vulpunt. Voor de beoordeling is dan het gebied begrensd door de minimum afstand maatgevend. Dit gebied ligt grotendeels buiten de inrichting.

De wijziging van het bestemmingsplan dient in ieder geval de vestiging van kwetsbare objecten en mogelijk ook van beperkt kwetsbare objecten binnen de minimum afstand van 50 m rond het vulpunt onmogelijk te maken.

Het groepsrisico is afhankelijk van de gekozen modellering van de personendichtheid binnen het invloedsgebied. Het groepsrisico dient bij de verdere besluitvorming conform het Bevi door het bevoegd gezag te worden verantwoord.

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 2017 Rekenmethodiek LNG-tankstations
Versie 1.0.2 gedateerd 25 april 2017
4. I&M 2015 Circulaire externe veiligheid LNG-tankstations
Kenmerk IENM/BSK-20 14/270558 gedateerd 28 januari 2015
5. VROM 2007 Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico
Versie 1.0 gedateerd november 2007
6. Shell Global Solutions 2014 Technical note ESD interlink LNG trailer for NL
7. Shell Global Solutions 2017 Standard input data QRA for LNG retail stations for
CHART Bulk Satration and CHART SOF design