



Risicoanalyse / LNG-tankstation Groenlo

Project	256087
Datum	7 februari 2025

Risicoanalyse / LNG-tankstation Groenlo

Project 256087

Datum 7 februari 2025

Auteur(s)

Review

Versie nr.

1.0

Opdrachtgever

ContrAll Projektrealisatie
Postbus 525
7300 AM Apeldoorn

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Normstelling externe veiligheid	5
2.1 Plaatsgebonden risico	5
2.2 Aandachtsgebieden	6
2.3 Voorschriftengebieden	6
3 Beschrijving inrichting	7
3.1 LNG-installatie	7
3.2 Situatietekening	7
4 Beoordeling veiligheidsafstanden	9
4.1 Plaatsgebonden risico	9
4.2 Aandachtsgebied	10
5 Conclusie	11
Referenties	12
Bijlage 1 Uitgangspunten risicoberekeningen LNG-installatie	13

1 Inleiding

Het voornemen is een tankstation van Kuster Energy, gelegen aan het Bolwerk in Groenlo uit te breiden met een LNG-installatie. In het kader van de aanvraag voor de omgevingsvergunning is deze risicoanalyse opgesteld.

De installatie zal dienen als vervanging van het reeds bestaande station, gelegen aan de Nettelhorsterweg 11 in Borculo.

Hoofdstuk 2 beschrijft het wettelijk kader waarbinnen deze risicoanalyse is uitgevoerd. Hoofdstuk 3 bevat een korte beschrijving van de inrichting. In hoofdstuk 4 worden de veiligheidsafstanden getoond en beoordeeld. Hoofdstuk 5 tenslotte bevat de conclusie.

2 Normstelling externe veiligheid

Sinds 1 januari 2024 is de Omgevingswet van kracht [1]. Onder de Omgevingswet blijft de beoordeling van de externe veiligheidsrisico's op basis van een plaatsgebonden risico (PR) en een groepsrisico (GR) bestaan. Het PR is de kans op overlijden van een onbeschermd persoon die continu op één plek aanwezig is als gevolg van een incident met gevaarlijke stoffen. Het plaatsgebonden risico en de beoordeling daarvan is onder de Omgevingswet onveranderd. In het kader van het groepsrisico moet binnen aandachtsgebieden rekening gehouden worden met de kans op het overlijden van een groep van tien of meer personen per jaar als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval. De Omgevingswet rust op drie pijlers:

1. **Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) [2]**

Beschrijft in Bijlage VII de activiteiten met gevaarlijke stoffen en bijbehorende te berekenen of aan te houden PR-afstanden en aandachtsgebieden.

2. **Besluit activiteit leefomgeving (Bal) [3]**

Beschrijft de activiteiten met (gevaarlijke) stoffen met een kleinere gevaarstelling dan die genoemd in het Bkl en bijbehorende aan te houden (veiligheids)afstanden.

3. **Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) [4]**

Beschrijft typen bouwwerken en de eisen waaraan deze moeten voldoen.

In bijlage VII van het Bkl worden de volgende activiteiten onderscheiden:

- A. Activiteiten met vastgestelde afstanden zonder vergunningplicht (verwijzing naar Bal).
- B. Activiteiten met vastgestelde afstanden met vergunningplicht (voorheen o.a. categoriale Bevi-inrichtingen). Een H2-installatie valt hieronder (categorie B5)
- C. Activiteiten met bij ministeriële regeling vastgestelde afstanden (o.a. basisnet).
- D. Activiteiten met te berekenen afstanden zonder vergunningplicht (o.a. buisleidingen).
- E. Activiteiten met te berekenen afstanden met vergunningplicht (voorheen o.a. Bevi-inrichtingen).

Voor een LNG-installatie geldt een Bkl-categorie E10, een vergunningsplichtige activiteit waarvoor plaatsgebonden risico berekend moet worden en voor aandachtsgebieden vastgestelde afstanden gelden.

2.1 Plaatsgebonden risico

Voor zeer kwetsbare gebouwen¹ (bijv. ziekenhuis, penitentiaire inrichting, kinderdagverblijf) en kwetsbare gebouwen en locaties (bijv. woningen, grote kantoren) is de plaatsgebonden risicocontour PR 10^{-6} per jaar een *grenswaarde* (art. 5.7 Bkl) waar niet van afgeweken mag worden. Voor beperkt kwetsbare gebouwen en locaties is dit een *standaardwaarde* (art. 5.11 Bkl) waar gemotiveerd van af geweken mag worden.

¹ De definities van (zeer) (beperkt) kwetsbare gebouwen en locaties zijn opgenomen in Bkl Bijlage VI

2.2 Aandachtsgebieden

De onder de voormalige wetgeving gehanteerde groepsrisicografiek (fN-curve) is vervangen door aandachtsgebieden. Een aandachtsgebied is het gebied waarbinnen aanwezigen mogelijk kunnen overlijden als gevolg van een incident met gevaarlijke stoffen. Op basis van drie typen effecten die kunnen optreden bij een ongeval met gevaarlijke stoffen, worden drie verschillende aandachtsgebieden bepaald:

- Brandaandachtsgebied (BAG).
- Explosieaandachtsgebied (EAG).
- Gifwolkaandachtsgebied (GAG).

De gemeente moet binnen deze aandachtsgebieden rekening houden met het groepsrisico. Hierbij gaat het om de kans per jaar dat tien of meer personen overlijden als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen een aandachtsgebied. Het noemen van het aantal van tien personen betekent niet dat de kans berekend moet worden. Maar dit mag dus wel, bijvoorbeeld als onderbouwing voor eventuele aanvullende maatregelen binnen een aandachtsgebied. De vraag of van een groepsrisico sprake is, kan ook beantwoord worden met demografische gegevens of onderbouwde schattingen. Voor LNG is enkel het BAG van toepassing.

2.3 Voorschriftengebieden

Een gemeente kan binnen een aandachtsgebied voorschriftengebieden aanwijzen (ze is verplicht een besluit te nemen over het wel of niet aanwijzen van voorschriftengebieden binnen een aandachtsgebied (art. 5.14 Bkl)). Dat kan een deel van of het gehele aandachtsgebied zijn. Een gemeente kan ook besluiten geen voorschriftengebied aan te wijzen.

Locaties binnen aandachtsgebieden waar zeer kwetsbare gebouwen zijn toegelaten moeten *altijd* als voorschriftengebied aanwijzen worden (art. 5.14 Bkl). In het aangewezen voorschriftengebied gelden dan aanvullende bouweisen voor nieuwbouw en vervangende nieuwbouw van beperkt kwetsbare, kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen.

2.3.1 Brandvoorschriftengebied

Binnen een brandvoorschriftengebied gelden voor nieuw te bouwen gebouwen aanvullende bouweisen (art. 4.91 t/m 4.95 van het Bbl) die betrekking hebben op de brandwerendheid, de brandklasse van het buitenoppervlak en het dak, de vluchtroute en de sterkte bij brand. Deze eisen hebben tot doel om mensen in een gebouw beter te beschermen tegen de effecten van een brand. Voor gedeelten van het bouwwerk buiten het voorschriftengebied gelden geen aanvullende bouweisen uit het Bbl. Een brandvoorschriftengebied mag niet groter zijn dan het brandaandachtsgebied.

3 Beschrijving inrichting

3.1 LNG-installatie

De afkorting LNG betekent: Liquefied Natural Gas, oftewel vloeibaar aardgas. Vloeibaar aardgas bestaat voornamelijk uit methaan. LNG heeft bij atmosferische druk een temperatuur van -162°C . en 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 voorgesatureerd op maximaal 6 bar(g). Vanuit het opslagvat wordt LNG met een pomp via een VRE (Vapor Return Economizer) geleid naar de dispenserslang voor directe aflevering, al dan niet onder verwarming door de saturatie regeling van de VRE. De VRE zorgt er voor dat warmte die terugkomt van de vrachtwagen wordt opgevangen en niet in het opslagvat terecht komt, maar terug wordt geleverd aan de vrachtwagen.

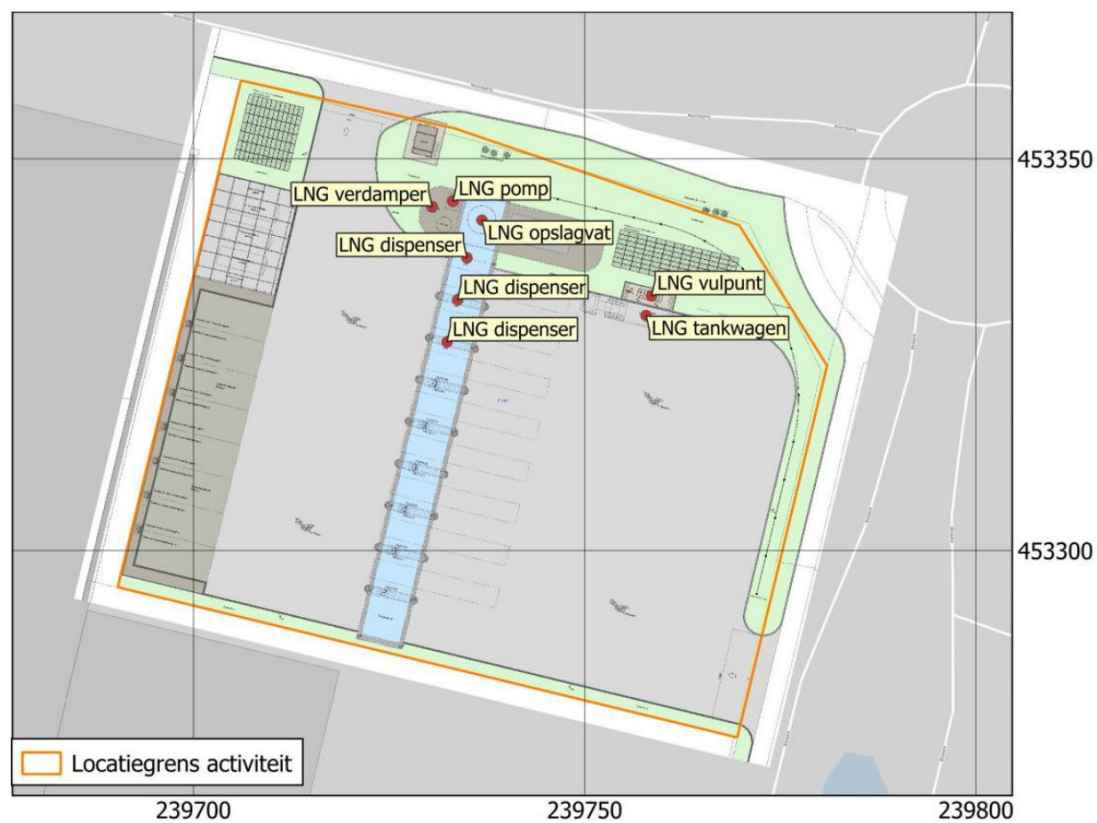
De dispenser (aflever-installatie) is vrijstaand en verbonden met de rest van de installatie via een ondergrondse leiding.

Voor het vullen van het opslagvat vanuit de tankauto wordt gebruik gemaakt van een composiet losslang als verbinding tussen de tankauto en installatie.

De vergunde doorzet van LNG is $1500\text{ m}^3/\text{jr}$. Het vuldebiet van het hoofdopslagvat vanuit een tankauto is 500 l/min. Er vindt dan gedurende circa 50 uur per jaar aanvoer van LNG plaats (dit is 0.6% van het jaar). Het debiet bij aflevering van LNG is circa 150 l/min. De LNG-pomp is daarmee 167 uur per jaar in bedrijf (dat is 1.9% van het jaar). Verdeeld over drie dispensers, vindt dan gedurende circa 56 uur per jaar aflevering van LNG plaats (dit is 0.6% van het jaar). Alle uitgangspunten en ongevalsscenario's zijn genoemd in de bijlage 1.

3.2 Situatietekening

Figuur 1 toont schematisch de situatietekening van de inrichting met de positie van de belangrijkste onderdelen van de waterstof-installatie.



Figuur 1. Situatietekening

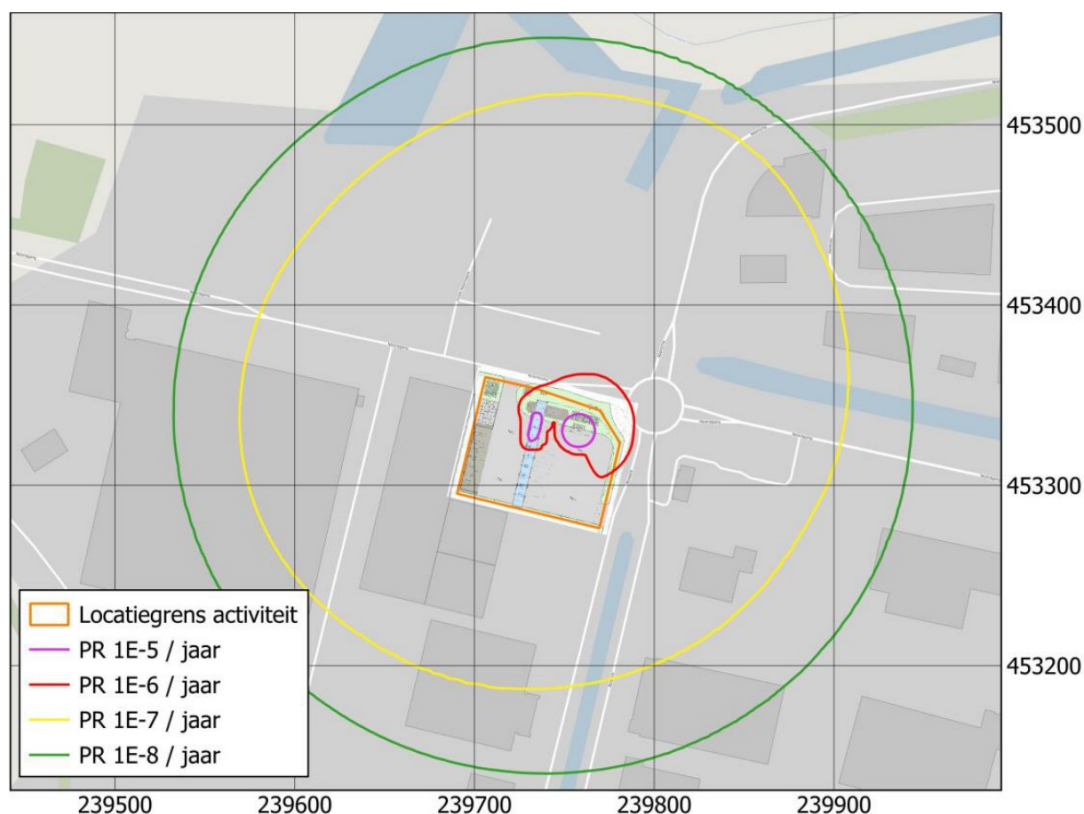
4 Beoordeling veiligheidsafstanden

4.1 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 Bkl gehanteerd te worden als grenswaarde voor kwetsbare objecten en als standaardwaarde voor beperkt kwetsbare objecten.

Voor de LNG-installatie is de plaatsgebonden risicocontour berekend met het rekenprogramma Safeti-NL 9.2. De uitgangspunten voor de berekening zijn opgenomen in bijlage 1.

Figuur 2 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 de contour bevinden zich geen (geprojecteerde) gebouwen of locaties van derden. Het plaatsgebonden risico vormt hiermee geen belemmering voor de ontwikkeling.



Figuur 2. Plaatsgebonden risicocontouren

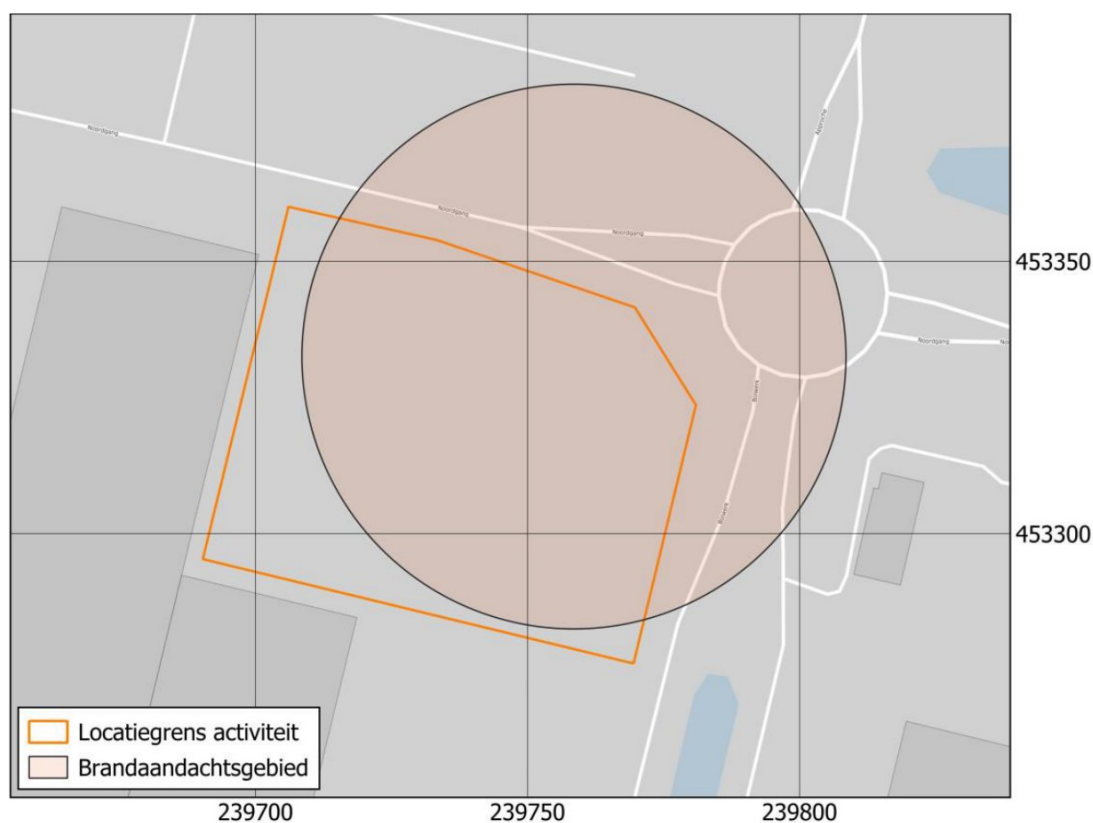
4.2 Aandachtsgebied

Conform het Bkl heeft de LNG-installatie het brandaandachtsgebied (BAG). Voor deze installatie is het volgende van toepassing:

- Reactietijd noodstop-voorziening is 5 seconden of minder.
- De opslagtank wordt van boven gevuld.
- Verlading geschiedt door middel van een pomp.
- Er wordt geen gebruik gemaakt van voordruk groter dan 420 kPa.

Het gebied is begrensd op 50 m rondom het vulpunt. Figuur 3 toont het BAG rondom de installatie.

Binnen het BAG bevinden zich geen (geprojecteerde) gebouwen of locaties van derden. De gemeente is niet verplicht een voorschriftgebied aan te wijzen.



Figuur 3. Brandaandachtsgebied LNG-station

5 Conclusie

Het voornemen is een tankstation van Kuster Energy, gelegen aan het Bolwerk in Groenlo uit te breiden met een LNG installatie. In het kader van de aanvraag voor de omgevingsvergunning is deze risicoanalyse opgesteld.

De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt gedeeltelijk buiten de inrichting. Binnen de contour bevinden zich geen (geprojecteerde) gebouwen of locaties van derden. Het plaatsgebonden risico vormt hiermee geen belemmering voor de ontwikkeling.

Binnen het brandaandachtsgebied bevinden zich geen (geprojecteerde) zeer kwetsbare gebouwen of locaties van derden. De gemeente is niet verplicht een voorschriftengebied aan te wijzen.

Referenties

1. Ministerie BZK 2018 Omgevingsbesluit
Staatsblad 2018, nr. 290
Laatst gewijzigd Stb. 2023, nr. 470
2. Ministerie BZK 2018 Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)
Staatsblad 2018, nr. 292
Laatst gewijzigd Stb. 2023, nr. 492
3. Ministerie BZK 2018 Besluit activiteiten leefomgeving (Bal)
Staatsblad 2018, nr. 293
Laatst gewijzigd Stb. 2023, nr. 470
4. Ministerie BZK 2018 Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl)
Staatsblad 2018, nr. 291
Laatst gewijzigd Stb. 2023, nr. 470
5. RIVM 2025 Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid.
Versie januari 2025

Bijlage 1 Uitgangspunten risicoberekeningen LNG-installatie

Selectie van bedrijfsonderdelen

De risicoanalyse is uitgevoerd voor de LNG-installatie. De volgende insluitsystemen en/of activiteiten zijn gemodelleerd (zie ook figuur 1 op pagina 8 in het rapport):

- De tankauto en de verlading daarvan, inclusief de BLEVE scenario's.
- De ondergrondse vulleiding.
- Het opslagvat.
- De pomp.
- De warmtewisselaar.
- De ondergrondse leidingen tussen de installatie en de dispensers.
- De afleververbinding tussen de dispensers en voertuigen.

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

De scenario's voor deze insluitsystemen worden verder in deze bijlage beschreven. Hierbij wordt voor elk insluitsysteem gebruik gemaakt van de standaard scenario's voor onderdelen zoals voorgeschreven in het rekenvoorschrift omgevingsveiligheid [5].

Initiële faalfrequentie

Tabel 1 toont de initiële faalfrequentie voor onderdelen van de installatie zoals voorgeschreven in rekenvoorschrift [5].

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
	Losslang composiet breuk	$4.0 \cdot 10^{-7}$ /uur
	Losslang composiet lekkage	$4.0 \cdot 10^{-6}$ /uur
	BLEVE door brand tijdens verlading	$5.8 \cdot 10^{-10}$ /uur
	BLEVE door brand in de omgeving	divers
	BLEVE door externe impact	divers
Pomp (zuiger)	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr
	Lekkage	$4.4 \cdot 10^{-3}$ /jr
Pijpwarmtewisselaar	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
Leiding ondergronds	Breuk	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /m-jr
	Lekkage	$1.5 \cdot 10^{-6}$ /m-jr
Afleverslang composiet (gebruikt voor slang aflever-installatie)	Breuk	$4.0 \cdot 10^{-7}$ /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 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 toetsingsafstanden.

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.

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.

LNG/LPG afleverzuil	Benzine afleverzuil	Opstelplaats benzinetankauto	Gebouw	Frequentie [/uur]
Ja	Ja	Ja	Ja	4.0 10 ⁻⁸
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	2.0 10 ⁻⁸
Ja	Nee	Ja	Nee	
Nee	Nee	Nee	Ja	
Ja	Ja	Nee	Nee	1.6 10 ⁻⁸
Nee	Ja	Ja	Nee	
Ja	Nee	Nee	Nee	1.2 10 ⁻⁸
Nee	Nee	Ja	Nee	
Nee	Ja	Nee	Nee	8.0 10 ⁻⁹
Nee	Nee	Nee	Nee	4.0 10 ⁻⁹

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

Opstelplaats tankauto	Frequentie [/uur]
Geïsoleerde opstelplaats waarbij een aanrijding van opzij tegen de leidingkast niet aannemelijk wordt geacht (ook niet met lage snelheid)	5 10 ⁻¹¹
Opstelplaats op een (wegrij)strook met een toegestane snelheid van maximaal 70 km/uur	9.6 10 ⁻¹⁰
Overige situaties	4.6 10 ⁻⁹

Tabel 4. BLEVE frequentie tankauto door mechanische inslag (aanrijdingen) per uur aanwezigheid van de tankauto

Ongevalsscenario's hoofdopslagvat

Tabel 5 toont de kenmerken van het hoofdopslagvat benodigd voor de modellering. De werkdruk varieert tussen 3 en 8 bar(g). Voor de modellering is de hoogste werkdruk gehanteerd van 8 bar(g).

Kenmerk	Hoofdopslagvat
Inhoud bruto [m ³]	57
Vulgraad maximaal	95%
Werktemperatuur [°C]	-134.4
Werkdruk [bar(g)]	5.0
Insteldruk veerveiligheid [bar(g)]	10

Tabel 5. Kenmerken hoofdopslagvat

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 [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$	20.5 ton	Maximale inhoud
Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$	34.2 kg/s	Maximale inhoud in 600 s
Continu 10 mm	$1.0 \cdot 10^{-5}$	1.0 kg/s	Diameter 10 mm

Tabel 6. Ongevalsscenario's hoofdopslagvat

Ongevalsscenario's pomp

Bij het hoofdopslagvat staat bovengronds een pomp met pakking opgesteld. Het betreft een pomp die werkt vanaf het opslagvat naar de dispensers. De pomp is circa 1.9% van de tijd in gebruik. Een breuk van de pomp leidt tot uitstroming uit een leiding met een diameter van 75 mm die rechtstreeks is verbonden met het opslagvat.

Tabel 7 toont de ongevalsscenario's in de leiding tussen het hoofdopslagvat 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.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	0.019 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.0 \cdot 10^{-4}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
Lekkage	0.019 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 4.4 \cdot 10^{-3}$ (frequentie lekkage per jaar in bedrijf)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$1.9 \cdot 10^{-6}$	21.6	Diameter 75 mm, lengte 5 m, 950 s
Lekkage	$8.4 \cdot 10^{-5}$	0.5	Diameter 7.5 mm, 1800 s

Tabel 7. Ongevalsscenario's pomp aangesloten aan het hoofdopslagvat

Ongevalsscenario's warmtewisselaar

De warmtewisselaar bestaat uit een stuk verwarmde leiding en is gemodelleerd als een leidingsegment van 10 meter. De warmtewisselaar is circa 1.9% van het jaar in gebruik. Het maximale pompdebiet is 150 l/min. Voor de bronsterkte bij breuk wordt 1.5 kg/s aangenomen (dit is 1.5 keer het afleverdebiet). Tabel 8 toont de ongevalsscenario's.

Warmtewisselaar	Scenario	Toelichting frequentie		
Pijp/mantel	Breuk	0.019 (tijdsfractie in bedrijf) x 1.0 10 ⁻⁵ (frequentie breuk per jaar)		
Warmtewisselaar	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Pijp/mantel	Breuk	1.9 10 ⁻⁷	1.5	Zie tekst, duur 1800 s

Tabel 8. Ongevalsscenario's warmtewisselaar

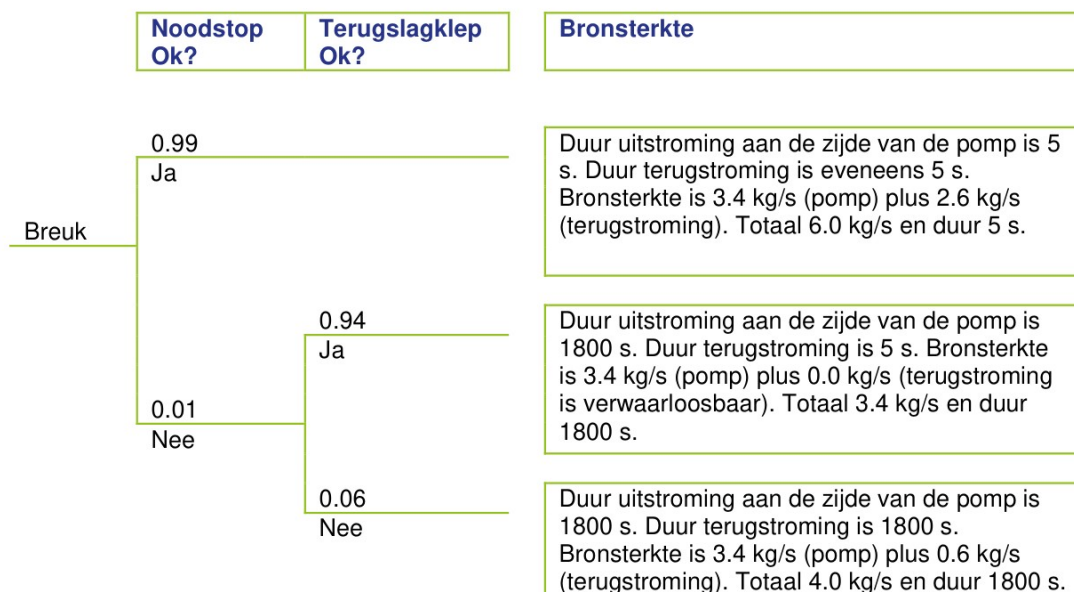
Ongevalsscenario's overslag tankauto

De doorzet van LNG is 1500 m³/jr. Er is aangenomen dat de bevoorrading plaatsvindt met een dubbelwandige geïsoleerde tankauto. De tankauto heeft een bruto inhoud van 59 m³ en een effectieve inhoud van 53.7 m³ (gebaseerd op 95% vulling bij de insteldruk van de veerveiligheid van 3.5 bar(g), temperatuur van -139.6 °C en een dichtheid van 387.7 kg/m³). De druk bij aankomst op de inrichting is 1.4 bar(g) bij een temperatuur van -150 °C. Tijdens het lossen wordt de druk in de tankauto verhoogd naar maximaal 3.2 bar(g). Het pompdebiet is 500 l/min. De tijd voor het lossen is dan 50 uur per jaar. Aangenomen is dat de tankauto 1.5 keer zo lang op de inrichting aanwezig is (totaal 75 uur, dit is 0.9% van het jaar). Het lossen vindt plaats met een composiet losslang. De insteldruk van de veerveiligheid van de tankauto is 3.5 bar(g). Voor de BLEVE bij verhoogde druk is uitgegaan van een druk van 4.5 bar(g) (dit is 1.2 keer de insteldruk van de veerveiligheid).

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 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 "line rupture" met de beperkte uitstroomtijd. 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. 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 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 onbeschermde 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 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 9 vat de beoordeling samen. De frequentie op een omgevingsbrand per uur aanwezigheid van de tankauto is dan afgerond $4.0 \cdot 10^{-9}$.

Object omgevingsbrand		Toetsings afstand [m]	Vulpunt binnen deze afstand?
LNG/LPG-afleverzuil		17.5	Nee
Benzine afleverzuil		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 9. Toetsing bijdrage omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie

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 $5.0 \cdot 10^{-11}$ per uur aanwezigheid van de tankauto. Externe impact is gemodelleerd als een BLEVE bij een druk van 1.4 bar(g).

Tabel 10 toont de ongevalsscenario's voor de overslag van LNG per tankauto.

Scenario	Toelichting frequentie
Instantaan	0.009 (tijdsfractie aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Continu grootste aansluiting	0.009 (tijdsfractie aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Breuk losslang noodstop Ok	50 (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 terugslagklep Ok	50 (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 terugslagklep niet Ok	50 (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	50 (uren in bedrijf) $\times 4.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie lekkage per uur in bedrijf)
BLEVE door brand tijdens lossen	50 (uren in bedrijf) $\times 5.8 \cdot 10^{-10}$ (frequentie per uur in bedrijf) $\times 0.05$ (kans BLEVE voor een dubbelwandige vacuüm geïsoleerde tankauto)
BLEVE door brand in de omgeving	75 (uren aanwezig) $\times 4.0 \cdot 10^{-9}$ (frequentie per uur aanwezig) $\times 0.19$ (kans aanstraling damp ruimte) $\times 0.05$ (kans BLEVE voor een dubbelwandige vacuüm geïsoleerde tankauto)
BLEVE door externe impact	75 (uren aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-11}$ (frequentie per uur aanwezig voor een geïsoleerde opstelplaats)

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$4.3 \cdot 10^{-9}$	21.7 ton	Maximale inhoud
Continu grootste aansluiting	$4.3 \cdot 10^{-9}$	12.8 kg/s	Vloeistof 50 mm gat
Breuk losslang noodstop Ok	$2.0 \cdot 10^{-5}$	6.0 kg/s	Zie tekst, duur 5 s
Breuk losslang noodstop niet Ok terugslagklep Ok	$1.9 \cdot 10^{-7}$	3.4 kg/s	Zie tekst, duur 1800 s
Breuk losslang noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	$1.2 \cdot 10^{-8}$	4.0 kg/s	Zie tekst, duur 1800 s
Lekkage losslang	$2.0 \cdot 10^{-3}$	0.1 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, duur 1800 s
BLEVE door brand tijdens lossen	$1.5 \cdot 10^{-9}$	21.7 ton	Maximale inhoud, druk 4.5 bar(g)
BLEVE door brand in de omgeving	$2.9 \cdot 10^{-9}$	21.7 ton	Maximale inhoud, druk 4.5 bar(g)
BLEVE door externe impact	$3.8 \cdot 10^{-9}$	21.7 ton	Maximale inhoud, druk 1.4 bar(g)

Tabel 10. Ongevalsscenario's overslag tankauto

Ongevalsscenario's ondergrondse vulleiding tankauto

De ondergrondse vulleiding van het vulpunt naar het hoofdopslagvat heeft een diameter van 50 mm en een lengte van circa 30 m. De leiding wordt gedurende 50 uur per jaar gebruikt voor vullen (dit is 0.6% per jaar). Het pompdebiet is 500 l/min. Er wordt rekening gehouden met het activeren van de noodstop. Tabel 11 toont de ongevalsscenario's.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk vulleiding noodstop Ok	0.006 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per meter per jaar in bedrijf) $\times 30$ (leidinglengte in m) $\times 0.99$ (kans noodstop succesvol)
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep Ok	0.006 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 30$ (leidinglengte in m) $\times 0.01$ (kans noodstop niet succesvol) $\times 0.94$ (kans terugslagklep succesvol)
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	0.006 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 30$ (leidinglengte in m) $\times 0.01$ (kans noodstop niet succesvol) $\times 0.06$ (kans terugslagklep niet succesvol)
Lekkage vulleiding	0.006 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.5 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 30$ (leidinglengte in m)

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte	Toelichting
Breuk vulleiding noodstop Ok	$8.5 \cdot 10^{-8}$	6.0 kg/s	Zie tekst, duur 5 s
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep Ok	$8.0 \cdot 10^{-10}$	3.4 kg/s	Zie tekst, duur 1800 s
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	$5.1 \cdot 10^{-11}$	4.0 kg/s	Zie tekst, duur 1800 s
Lekkage vulleiding	$2.6 \cdot 10^{-7}$	0.1 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, duur 1800 s

Tabel 11. Ongevalsscenario's ondergrondse vulleiding

Ongevalsscenario's ondergrondse afleverleiding

De ondergrondse afleverleiding van de warmtewisselaar naar de dispensers heeft een diameter van 25 mm en een lengte van circa 20 m. De leiding is circa 1.9% van het jaar in gebruik. Het maximale pompdebiet is 150 l/min. Voor de bronsterkte bij breuk wordt 1.5 kg/s aangenomen. Deze bronsterkte wordt onafhankelijk verondersteld van de afleverdruk. Voor de lekkage wordt uitgegaan van 9 bar(g). De bijdrage van deze ongevalsscenario's aan het risico is gering, er is daarom geen rekening gehouden met het noodstopsysteem gebaseerd op de bewaking van het vacuüm. Tabel 12 toont de ongevalsscenario's voor de leiding.

Leiding	Scenario	Toelichting frequentie
Afleverleiding	Breuk	0.019 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per meter per jaar) $\times 20$ (leidinglengte in m)
	Lekkage	0.019 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.5 \cdot 10^{-6}$ (frequentie lekkage per jaar) $\times 10$ (leidinglengte in m)

Leiding	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Afleverleiding	Breuk	$1.9 \cdot 10^{-7}$	1.5	Diameter 25 mm, lengte 20 m, 1800 s
	Lekkage	$5.7 \cdot 10^{-7}$	0.1	Vloeistof 2.5 mm gat, 9 bar(g), duur 1800 s

Tabel 12. Ongevalsscenario's ondergrondse afleverleiding

Ongevalsscenario's dispensers

De dispensers (aflever-installaties) zijn elk circa 0.6% van het jaar in gebruik voor het afleveren van LNG naar een vrachtauto (dit is 56 uur). Het pompdebiet is maximaal 150 l/min. Voor de faalfrequentie van de afleververbinding is, bij gebrek aan betere gegevens, die van een standaard 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. Deze bronsterkte is onafhankelijk van de afleverdruk. Voor de lekkage wordt uitgegaan van 9 bar(g). Tabel 13 toont de ongevalsscenario's.

Slang	Scenario	Toelichting frequentie
Dispenser	Breuk bekrachtigingsknop Ok	$56 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-7} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)} \times 0.99 \text{ (bekrachtigingsknop succesvol)}$
	Breuk bekrachtigingsknop niet Ok, noodstop Ok	$56 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-7} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)} \times 0.01 \text{ (bekrachtigingsknop niet succesvol)} \times 0.999 \text{ (kans noodstop succesvol)}$
	Breuk bekrachtigingsknop niet Ok, noodstop niet Ok	$56 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-7} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)} \times 0.01 \text{ (bekrachtigingsknop niet succesvol)} \times 0.001 \text{ (kans noodstop niet succesvol)}$
	Lekkage	$56 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-5} \text{ (frequentie lekkage per uur in bedrijf)}$

Slang	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Dispenser	Breuk bekrachtigingsknop Ok	$2.2 \cdot 10^{-5}$	1.5	Zie tekst, duur 5 s
	Breuk bekrachtigingsknop niet Ok, noodstop Ok	$2.0 \cdot 10^{-7}$	1.5	Zie tekst, duur 120 s
	Breuk bekrachtigingsknop niet Ok, noodstop niet Ok	$2.2 \cdot 10^{-8}$	1.5	Zie tekst, duur 1800 s
	Lekkage	$2.2 \cdot 10^{-3}$	0.1	Vloeistof 2.5 mm gat, druk 15 bar(g), duur 1800 s

Tabel 13. Ongevalsscenario's dispenser

Overige parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 9.2 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Twente worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. Voor de ruwheidslengte is de standaard waarde van 0.3 m gehanteerd.