



Adviesgroep AVIV BV
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Risicoanalyse / BioLNG-installatie Katwijk

Project	214639
Datum	4 maart 2022

Opdrachtgever
Derks Advies
Boxmeerseweg 9
5835 AB Beugen

Risicoanalyse / BioLNG-installatie Katwijk

Project 214639

Datum 4 maart 2022

Auteur(s) ing. A.M. op den Dries
B. A. Overvelde BSc BEd

Versie nr. 1.1

Opdrachtgever Derks Advies
Boxmeerseweg 9
5835 AB Beugen

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Beschrijving inrichting	5
2.1 LBG-installatie	5
2.2 Situatietekening	6
3 Ongevalsscenario's LBG	7
3.1 Selectie van bedrijfsonderdelen	7
3.2 Initiële faalfrequentie	7
3.3 Ongevalsscenario's opslagvaten	10
3.4 Ongevalsscenario's bovengrondse leidingen bij het opslagvat	11
3.5 Ongevalsscenario's Liquefier	11
3.6 Ongevalsscenario's overslag tankauto	12
3.7 Ongevalsscenario's gashouders	16
4 Ongevalsscenario's CO2	17
4.1 Selectie van bedrijfsonderdelen	17
4.2 Ongevalsscenario's opslagvaten	17
5 Overige aspecten	18
5.1 Parameters	18
5.2 Aanwezigen rond de inrichting	18
6 Resultaat risicoberekening	19
6.1 Plaatsgebonden risico	19
6.2 Groepsrisico	20
7 Effectafstand	22
8 Conclusie	23
Referenties	24

1 Inleiding

Het voornemen is een biovergister met LBG¹-tank en installatie te plaatsen aan de Lange Oijen te Katwijk. Het geproduceerde biogas wordt opgewaardeerd en vloeibaar gemaakt voor distributie naar LNG-afnemers, zoals bijvoorbeeld LNG-tankstations. In het kader van de aanvraag voor de omgevingsvergunning is deze risicoanalyse opgesteld. Een LBG-installatie valt niet onder het Bevi mits de totaal aanwezige hoeveelheid methaan onder de lage BRZO-grens (50 ton) blijft. De risicoanalyse van de LBG-installatie is opgesteld conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi en de Rekenmethodiek LNG-Tankstations [1 en 2].

Hoofdstuk 2 bevat een korte beschrijving van de inrichting. In hoofdstuk 3 worden de ongevalsscenario's vastgesteld waarmee de risicoberekening voor LNG wordt uitgevoerd. Hoofdstuk 4 toont de ongevalsscenario's van de opslag van gekoeld CO₂. Hoofdstuk 5 bevat o.a. 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 bevat de conclusie.

¹ Liquefied Bio Gas

2 Beschrijving inrichting

2.1 LBG-installatie

De afkorting LBG betekent: Liquefied Bio Gas, oftewel vloeibaar biogas. De eigenschappen zijn gelijk aan LNG (Liquefied Natural Gas). LNG wordt in verschillende delen van de wereld al langere tijd gebruikt als motorbrandstof. Vloeibaar biogas 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 biogas wordt geproduceerd met negen vergisters. Vervolgens wordt het biogas opgewerkt tot aardgaskwaliteit. Dit gas wordt met een ondergrondse leiding (in een leidingtunnel) getransporteerd naar de Liquefier die het aardgas vloeibaar maakt middels een compressor en meerdere warmtewisselaars. Het LBG wordt naar het nabijgelegen opslagvat verpompt en hier opgeslagen op maximaal 8 bar(g). Vanuit het opslagvat wordt LBG met een pomp en ondergrondse leiding geleid naar de laadinstallatie waar maximaal 2 keer per dag de LBG-tankwagen wordt gevuld.

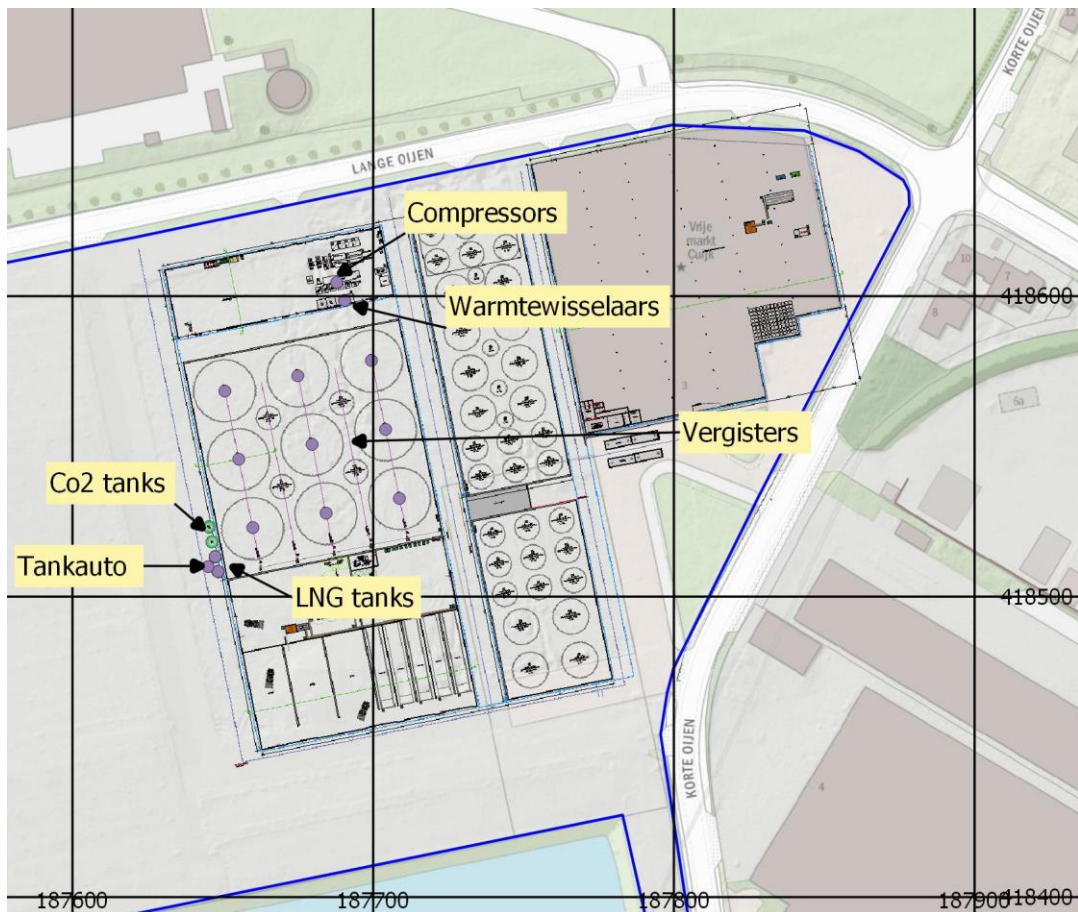
Voor het vullen van de tankauto vanuit het opslagvat wordt gebruik gemaakt van een losslang als verbinding tussen de tankauto en installatie.

De aangevraagde doorzet van LBG is 24564 ton/jr. Het vuldebiet van een tankauto vanuit het opslagvat is gemiddeld 900 l/min. Bij een druk van 8 bar(g) en temperatuur van $-134\text{ }^{\circ}\text{C}$ is de dichtheid 378 kg/m^3 . Er vindt dan gedurende circa 1806 uur per jaar afvoer van LBG plaats (dit is 21% van het jaar). Verondersteld wordt dat de aanvoer van biogas continu is waardoor de compressors en warmtewisselaars continu gebruikt worden.

Voor de overige gegevens wordt verwezen naar de aanvraag voor de omgevingsvergunning en de bij de aanvraag gevoegde situatietekening.

2.2 Situatietekening

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



Figuur 1. Situatietekening

3 Ongevalsscenario's LBG

3.1 Selectie van bedrijfsonderdelen

De volgende onderdelen en/of activiteiten voor de LBG-installatie zijn gemodelleerd (zie ook figuur 1):

- De vergisters
- Het opslagvat voor LBG.
- De compressor voor het comprimeren van het opgewerkte biogas.
- De warmtewisselaars.
- De pomp voor aflevering naar het opslagvat.
- Het laden van de tankauto.
- De ondergrondse vulleiding van het opslagvat naar de laadinstallatie.

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 installatie-onderdelen worden beschreven in paragraaf 3.3 t/m 3.11. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de standaard scenario's voor onderdelen zoals beschreven in de definitieve versie van het Rekenvoorschrift LNG-Tankstations [2]. Deze standaard scenario's voor de onderdelen worden getoond in paragraaf 3.2.

3.2 Initiële faalfrequentie

Tabel 1 toont de initiële faalfrequentie voor onderdelen van de installatie zoals beschreven in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [1] en het Rekenvoorschrift LNG-Tankstations [2].

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 ondergronds < 3"	Breuk	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /m-jr
	Lekkage	$1.5 \cdot 10^{-6}$ /m-jr
Compressor (canned)	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
	Lekkage	$5.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
Warmtewisselaar met gevaarlijke stof zowel in de binnenmantel als in de buitenmantel	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
	Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
	Continu 10 mm gat	$1.0 \cdot 10^{-3}$ /jr
	Breuk 10 pijpen	$1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr
Gashouder	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-6}$ /jr
	Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-6}$ /jr
	Continu 10 mm gat	$1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr

Tabel 1. Initiële faalfrequentie onderdelen van de installatie

Voor de op- en overslag van tot vloeistof gekoeld (cryogeen) gas zijn voor een drukkvat en een tankauto niet specifiek scenario's voorgeschreven. Dit zijn multilayer 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 LBG-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 LBG-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 kans op een brand nabij de LBG-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)	$2.5 \cdot 10^{-9}$
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

3.3 Ongevalsscenario's opslagvaten

Tabel 5 toont de kenmerken van de beide opslagvaten benodigd voor de modellering.

Kenmerk	Opslagvat
Inhoud bruto [m ³]	60
Vulgraad maximaal	95%
Werktemperatuur [°C]	-134
Werkdruk [bar(g)]	8.0
Insteldruk veerveiligheid [bar(g)]	10

Tabel 5. Kenmerken per opslagvat

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. De berekening is uitgevoerd voor een werkdruk van maximaal 8 bar.

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$	21.5 ton	Maximale inhoud
Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$	34.5 kg/s	Maximale inhoud in 600 s
Continu 10 mm	$1.0 \cdot 10^{-5}$	0.2 kg/s	Diameter 10 mm

Tabel 6. Ongevalsscenario's opslagvat

3.4 Ongevalsscenario's bovengrondse leidingen bij het opslagvat

Het bovengrondse leidingwerk bij het opslagvat is niet gemodelleerd. Het opslagvat en de liquefier staan dicht bij elkaar. De lengte van deze leidingsecties is klein, zodat deze scenario's geen relevante bijdrage leveren aan het risico.

3.5 Ongevalsscenario's Liquefier

De Liquefier bevat meerdere warmtewisselaars en een compressor en is gesitueerd in loods 2. De warmtewisselaars worden gemodelleerd als een pijpwarmtewisselaar waarbij het biogas zich zowel binnen de pijpleidingen als in de mantel bevindt.

De aangevraagde doorzet is 24564 ton/jr. Dit komt overeen met een productie van 67298 kg biogas per dag ofwel 0.78 kg/s. De bronsterkte voor de scenario's breuk 10 pijpleidingen van zowel de twee warmtewisselaars als breuk van de compressor zijn gemodelleerd als breuk van de toevoerleiding met dit debiet.

Voor de toevoer naar het opslagvat wordt uitgegaan van een 80 mm leiding die is aangesloten aan de bovenkant van de opslagtank. In de leiding zit een doorzetbegrenzer. De kans dat deze faalt is 0.06 conform de handleiding. Als de terugslagklep niet succesvol is, dan vindt na het leeglopen van de leiding nog uitstroming van damp uit de opslagtank plaats met een debiet van circa 9.9 kg/s.

Een liquefier is continu in gebruik voor aflevering naar het opslagvat. Tabel 7 en tabel 8 tonen de ongevalsscenario's.

Onderdeel	Scenario	Toelichting frequentie
Warmtewisselaar	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
	Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
	Continu 10 mm	$1.0 \cdot 10^{-3}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
	Breuk 10 pijpen	$1.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)

Onderdeel	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Warmtewisselaar	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-5}$	363 kg	Uitgegaan van mantelgrootte 1 m ³
	Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-5}$	0.6 kg/s	Uitgegaan van mantelgrootte 1 m ³
	Continu 10 mm	$1.0 \cdot 10^{-3}$	1.2 kg/s	Diameter 10 mm, druk 8 bar(g), duur 313 s
	Breuk 10 pijpen	$1.0 \cdot 10^{-6}$	0.57 kg/s	Diameter 31.6 mm, druk 0.2 bar(g), duur 221 s

Tabel 7. Ongevalsscenario's per warmtewisselaar

Onderdeel	Scenario	Toelichting frequentie
Compressor	Breuk terugslagklep succesvol	$1.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar) $\times$ 0.94 (kans terugslagklep succesvol)
	Breuk terugslagklep niet succesvol	$1.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar) $\times$ 0.06 (kans terugslagklep niet succesvol)
	Lekkage	$5.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie lek per jaar in bedrijf)

Onderdeel	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Compressor	Breuk terugslagklep succesvol	$1.0 \cdot 10^{-5}$	0.57	Uitstroming uit de aanvoerleiding biogas, duur 1800 s
	Breuk terugslagklep niet succesvol	$1.0 \cdot 10^{-5}$	10.5	Uitstroming uit de aanvoerleiding biogas plus terugstroming gas uit het opslagvat duur 1800 s
	Lekkage	$5.0 \cdot 10^{-5}$	0.1	Diameter 10 mm, druk 8 bar(g), duur 1177 s

Tabel 8. Ongevalsscenario's compressor

3.6 Ongevalsscenario's overslag tankauto

De doorzet van LBG is 24564 ton/jr. Er is aangenomen dat afname van LBG plaatsvindt met een dubbelwandige geïsoleerde tankauto. Voor de druk wordt uitgegaan van 1.0 bar(g) bij een temperatuur van -152 °C. De tankauto heeft een bruto inhoud van 60 m³ en een effectieve inhoud van 57 m³ (95% vulling bij de afsteldruk van de veerveiligheid van 10 bar(g)). Het pompdebiet is 900 l/min. De tijd voor het verladen is dan 1204 uur per jaar. Aangenomen is dat de tankauto 1.5 keer zo lang op de inrichting aanwezig is (totaal 1806 uur, dit is 21% van het jaar). Het verladen 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 klep van de opslagtank 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 (3") 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 28.1 kg/s bij een druk van 8 bar(g) in de opslagtank.

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 kleppen 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 tankauto 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 tankauto.

Terugstroming wordt eveneens verhinderd door terugslagkleppen in de laadleiding. 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 de tankauto. Het pompdebiet is 900 l/min. De bronsterkte aan de zijde van de pomp is dan 6.1 kg/s. Voor het bepalen van de bronsterkte door terugstroming vanuit de tankauto wordt uitgegaan van vulling aan de vloeistofzijde van de tankauto². Terugstroming leidt tot uitstroming van de vloeistof aanwezig in de laadleiding en de tankauto. 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 interim beleid wordt gedaan. Als de noodstop en de terugslagklep niet succesvol zijn, dan vindt na het leeglopen van de leiding nog uitstroming vanuit de tankauto plaats met een debiet van circa 26.5 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 6.1 kg/s (pomp) plus 2.9 kg/s (terugstroming). Totaal 9.0 kg/s en duur 5 s.
		0.94 Ja	Duur uitstroming aan de zijde van de pomp is 1800 s. Duur terugstroming is 5 s. Bronsterkte is 6.1 kg/s (pomp) plus 0.0 kg/s (terugstroming is verwaarloosbaar). Totaal 6.1 kg/s en duur 1800 s.
	0.01 Nee		
		0.06 Nee	Duur uitstroming aan de zijde van de pomp is 1800 s. Duur terugstroming is 1800 s. Bronsterkte is 6.1 kg/s (pomp) plus 26.5 kg/s (terugstroming). Totaal 32.6 kg/s en duur 1374 s.

² Het is in deze fase van het project nog onduidelijk of sprake is van boven of onderverlading. Conservatief wordt uitgegaan van onderverlading en terugstroming uit de vloeistoffase.

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 voor 100 verladingen met een duur van 50 uur is dan afgerond $1 \cdot 10^{-6}$.

Object omgevingsbrand		Toetsings afstand [m]	Vulpunt binnen deze afstand?
LNG/LPG-afleverzuil personenauto's		17.5	N.v.t
Benzine afleverzuil personenauto's		5	N.v.t
Opstelplaats benzinetankauto		25	N.v.t
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	Ja
	5 m < hoogte < 10 m	10	Nee
	Hoogte > 10 m	15	Nee

Tabel 9. 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 11.8 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 deze opstelplaats wordt uitgegaan van de waarde voor een geïsoleerde opstelplaats van $2.5 \cdot 10^{-9}$ 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 10 toont de ongevalsscenario's voor de overslag van LBG naar de tankauto. Aangenomen wordt dat het laden alleen overdag (tussen 8:00 en 18:30 uur) plaatsvindt.

Scenario	Toelichting frequentie
Instantaan	0.21 (tijdsfractie aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Continu grootste aansluiting	0.21 (tijdsfractie aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Breuk pomp noodstop Ok	1204 (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	1204 (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	1204 (uren in bedrijf) / 8760 (uren per jaar) $\times 4.4 \cdot 10^{-3}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
Breuk losslang noodstop Ok	1204 (uren in bedrijf) $\times 4.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf) $\times 0.99$ (kans noodstop succesvol)

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep Ok	$1204 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-7} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)} \times 0.01 \text{ (kans noodstop niet succesvol)} \times 0.94 \text{ (kans terugslagklep succesvol)}$
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep niet Ok	$1204 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-7} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)} \times 0.01 \text{ (kans noodstop niet succesvol)} \times 0.06 \text{ (kans terugslagklep niet succesvol)}$
Lekkage losslang	$1204 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-5} \text{ (frequentie lekkage per uur in bedrijf)}$
BLEVE door brand tijdens verlading	$1204 \text{ (uren in bedrijf)} \times 5.8 \cdot 10^{-10} \text{ (frequentie per uur in bedrijf)} \times 0.05 \text{ (kans BLEVE voor een dubbelwandige vacuüm geïsoleerde tankauto)}$
BLEVE door brand in de omgeving	$1806 \text{ (uren aanwezig)} / 50 \times 1.0 \cdot 10^{-6} \text{ (frequentie per 50 uur aanwezig)} \times 0.19 \text{ (kans aanstraling damp ruimte)} \times 0.05 \text{ (kans BLEVE voor een dubbelwandige vacuüm geïsoleerde tankauto)}$
BLEVE door externe impact	$1806 \text{ (uren aanwezig)} / 50 \times 2.5 \cdot 10^{-9} \text{ (frequentie per 50 uur aanwezig voor een geïsoleerde opstelplaats)}$

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$1.0 \cdot 10^{-7}$	23.3 ton	Maximale inhoud
Continu grootste aansluiting	$1.0 \cdot 10^{-7}$	26.5 kg/s	Vloeistof 75 mm gat, duur 878 s
Breuk pomp noodstop Ok	$1.2 \cdot 10^{-5}$	21.5 kg/s	Diameter 75 mm, leidinglengte 5 m, duur 120 s
Breuk pomp noodstop niet Ok	$1.4 \cdot 10^{-6}$	21.5 kg/s	Diameter 75 mm, leidinglengte 5 m, duur 1081 s
Lekkage pomp	$6.0 \cdot 10^{-4}$	0.3 kg/s	Vloeistof 7.5 mm gat, duur 1800 s
Breuk losslang noodstop Ok	$4.8 \cdot 10^{-4}$	9.0 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 5 s
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep Ok	$4.5 \cdot 10^{-6}$	6.1 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 1800 s
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep niet Ok	$2.9 \cdot 10^{-7}$	32.6 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 1374 s
Lekkage losslang	$4.8 \cdot 10^{-2}$	0.2 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, duur 1800 s
BLEVE door brand tijdens verlading	$3.5 \cdot 10^{-8}$	17.9 ton	Maximale inhoud, druk 11.8 bar(g)
BLEVE door brand in de omgeving	$3.4 \cdot 10^{-7}$	17.9 ton	Maximale inhoud, druk 11.8 bar(g)
BLEVE door externe impact	$9.0 \cdot 10^{-8}$	17.9 ton	Maximale inhoud, druk 1.4 bar(g), temperatuur -150 °C

Tabel 10. Ongevalsscenario's overslag tankauto

3.7 Ongevalsscenario's gashouders

De negen vergisters bevatten het onbewerkte biogas. In totaal is tussen 450 en 1200 m³ biogas aanwezig. Conservatief wordt alleen met de maximale hoeveelheid gerekend, dit is 133 m³. Dit biogas wordt conservatief gemodelleerd als methaan bij 0.1 bar(g) overdruk.

Tabel 11 toont de kenmerken van de gashouders benodigd voor de modellering.

Kenmerk	Vergisters
Inhoud bruto [m ³]	133
Werkdruk [bar(g)]	0.1

Tabel 11. Kenmerken opslagvaten

Tabel 12 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's van de gashouders. De berekening is uitgevoerd voor een werkdruk van 0.1 bar.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	5.0 10 ⁻⁶	101 kg	Maximale inhoud
Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁶	0.17 kg/s	Maximale inhoud in 600 s
Continu 10 mm	1.0 10 ⁻⁴	0.01 kg/s	Diameter 10 mm

Tabel 12. Ongevalsscenario's vergisters

4 Ongevalsscenario's CO₂

4.1 Selectie van bedrijfsonderdelen

Hoewel CO₂ kan worden gekwalificeerd als gevaarlijke stof, leidt opslag van CO₂ niet tot aanwijzing in het kader van het Bevi. Voor de opslag van vloeibare CO₂ zijn twee tanks voorzien van ieder 100 ton. Opslag van CO₂ heeft de publieke aandacht. Om op dit onderdeel zo zorgvuldig mogelijk te handelen, wordt aandacht besteed aan de externe veiligheidsrisico's door het meenemen van deze opslagen in de risico-analyse.

Het CO₂ wordt met tankauto's afgevoerd. Deze tankauto's hebben een maximale inhoud van circa 30 ton. Uit indicatieve berekeningen blijkt dat de effectafstanden 1% letaliteit van de scenario's instantaan falen en falen grootste aansluiting maximaal circa 80 meter zijn. Het vulpunt ligt op minimaal 100 meter van de inrichtingsgrens. Conform de handleiding worden deze scenario's niet meegenomen in de risicoberekeningen.

4.2 Ongevalsscenario's opslagvaten

Tabel 13 toont de kenmerken van de beide opslagvaten benodigd voor de modellering.

Kenmerk	Opslagvat
Inhoud [ton]	100
Werktemperatuur [°C]	-20
Werkdruk [bar(g)]	18.7

Tabel 13. Kenmerken per opslagvat

Tabel 14 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. De berekening is uitgevoerd voor een werkdruk van maximaal 18.7 bar.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$	100 ton	Maximale inhoud
Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$	166.7 kg/s	Maximale inhoud in 600 s
Continu 10 mm	$1.0 \cdot 10^{-5}$	0.4 kg/s	Diameter 10 mm

Tabel 14. Ongevalsscenario's per opslagvat

5 Overige aspecten

5.1 Parameters

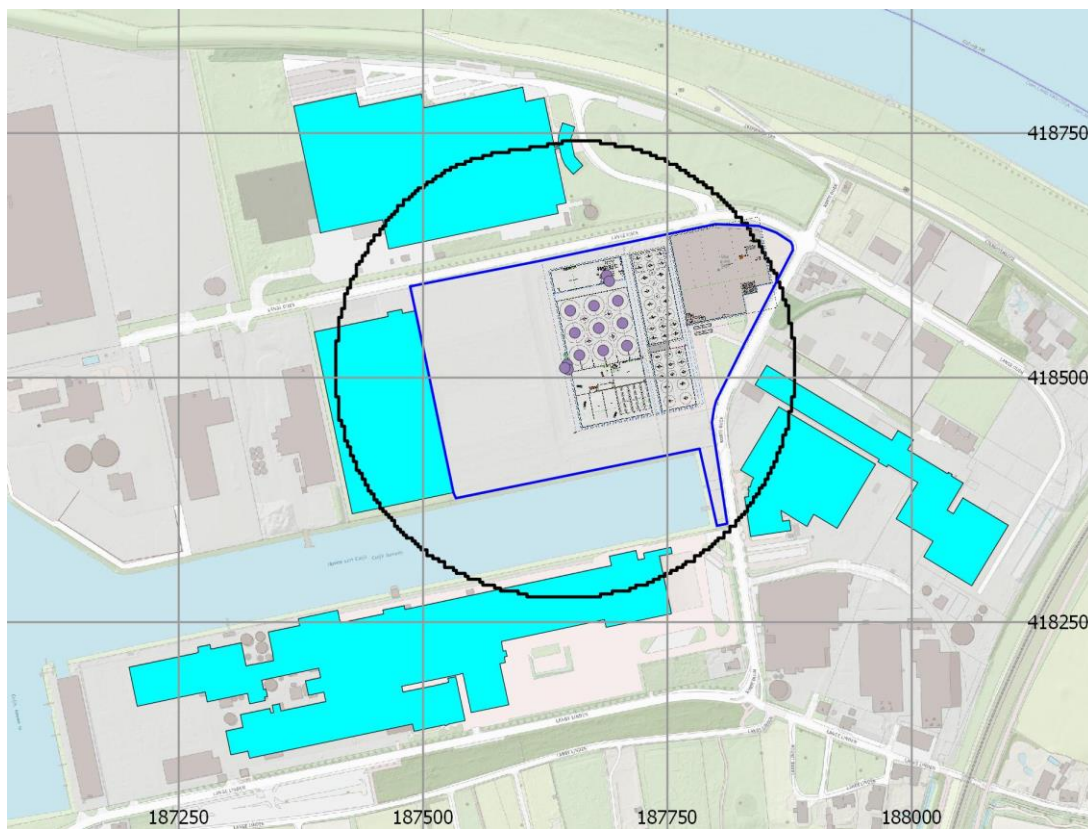
De standaard parameters van Safeti-NL versie 8.3 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Volkel worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. Voor de ruwheidslengte is de standaard waarde van 0.3 m gehanteerd.

Als externe ontstekingsbron is de fakkel ten noorden van de LBG-opslag tanks gemodelleerd.

Blootstelling aan CO₂ kan gevolgen hebben voor de gezondheid. De gevolgen zijn afhankelijk van de concentratie en de tijd van blootstelling en blootstelling kan leiden tot verschijnselen als hoofdpijn, bewusteloosheid tot en met overlijden. In een QRA worden alleen letale effecten beschouwd, andere gevolgen als bewusteloosheid of stuipen zijn nu eenmaal lastig te kwantificeren. In een QRA wordt, om de gevolgen te berekenen van blootstelling aan gevaarlijke stoffen, de probitrelatie gebruikt. De probitrelatie is nodig om met Safeti-NL de gevraagde risicocontouren van de installaties en het groepsrisico te bepalen. Voor een aantal gevaarlijke stoffen zijn de probitrelaties vastgelegd, echter niet voor CO₂. Tebodin heeft enkele jaren geleden een probitrelatie bepaald die gebruikt is in deze studie [3]. Ook zijn er Probit relaties bekend van HSE en TNO [4 en 5], deze zijn echter minder conservatief en daarom niet gebruikt in deze studie.

5.2 Aanwezigen rond de inrichting

Figuur 2 toont het invloedsgebied rond de inrichting begrensd door de maximale effectafstand van circa 225 m (zie hoofdstuk 6). De figuur toont tevens de ligging van de gebieden die voor de berekening van het groepsrisico zijn gemodelleerd. De gegevens van de lichtblauw gemarkeerde gebieden zijn verkregen met de BAG populatieservice (geraadpleegd 10 mei 2021). De kenmerken zijn opgenomen in het Safeti-NL model.



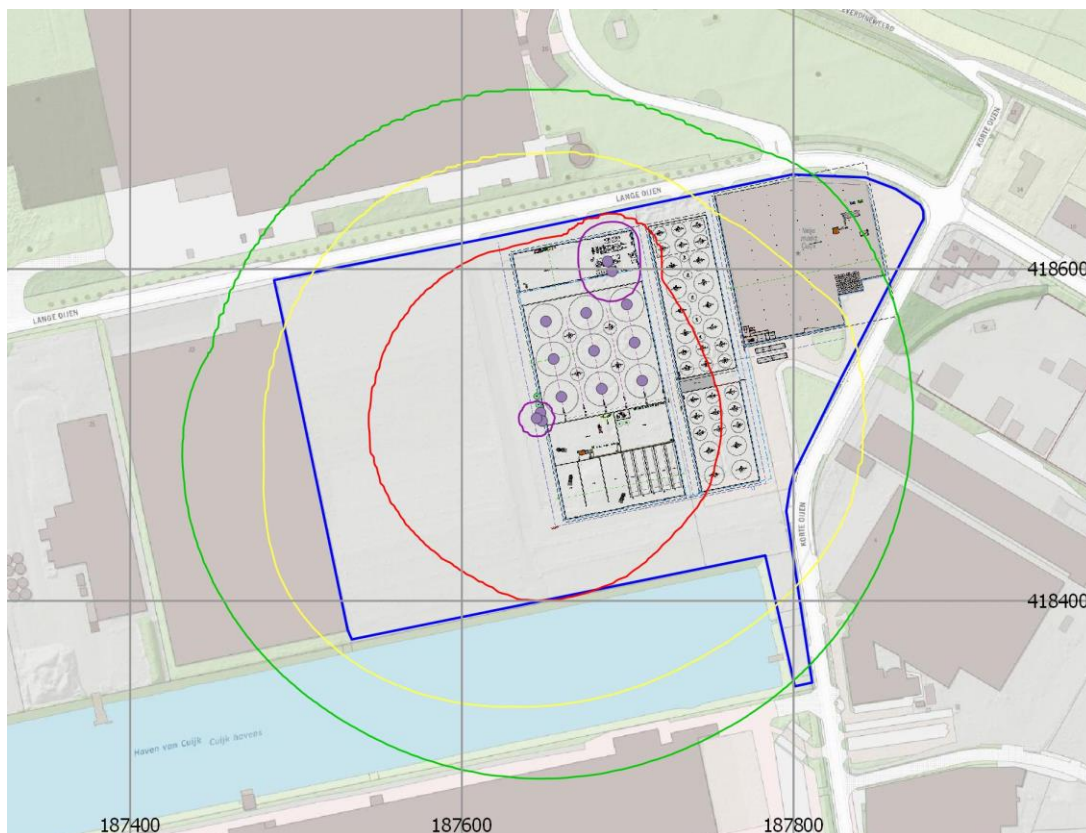
Figuur 2. Bevolkingsgebieden rond de inrichting

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 3 toont de plaatsgebonden risicocontouren. De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt geheel binnen de inrichting. Binnen de contour bevinden zich geen objecten van derden.



Figuur 3. Plaatsgebonden risicocontouren

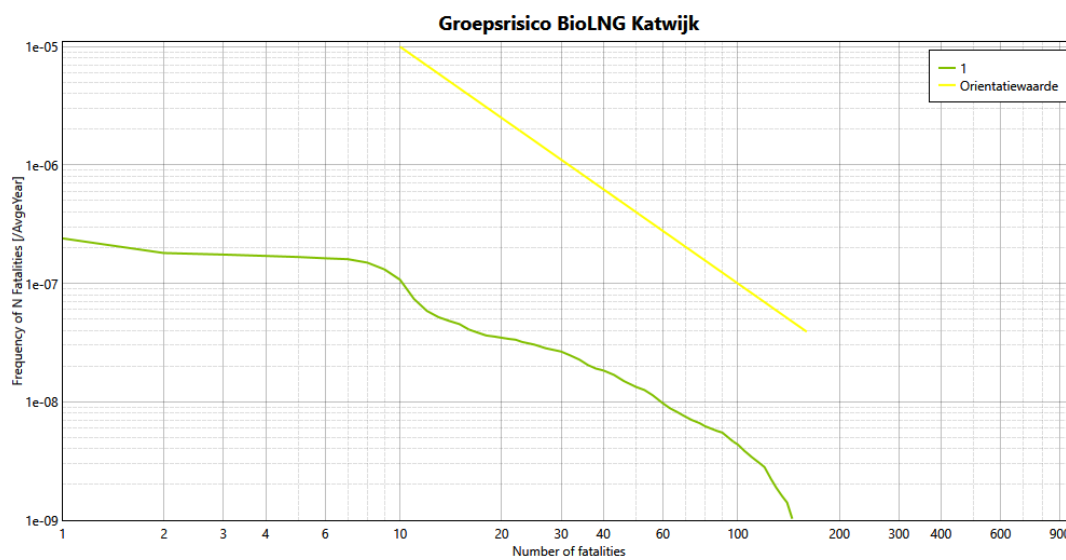
—	$1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr
—	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
—	$1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr
—	$1.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
—	$1.0 \cdot 10^{-8}$ /jr

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 4 toont het berekende groepsrisico (groene lijn) en de oriëntatiewaarde $fN^2 = 10^{-3}$ (gele lijn). Het groepsrisico ligt onder de oriëntatiewaarde. Het maximaal aantal slachtoffers is circa 650.

Tabel 15 toont de scenario's die bepalend zijn voor het groepsrisico. De scenario's zijn gerangschikt naar de relatieve bijdrage aan de risico integraal (het oppervlak van de bijdrage van dit scenario aan de fN-curve). Tevens is aangeduid de frequentie in het bereik > 10 slachtoffers. De belangrijkste scenario's zijn het falen van de LNG-tankauto en het LNG-opslagvat.



Figuur 4. Groepsrisico

Scenario	Risico integraal [jr]	Risico integraal [% totaal]	Freq > 10 [jr]
Opslagvat2\Instantaan	1.2E-06	36.6	2.9E-08
Opslagvat 1\Instantaan	1.1E-06	33.5	2.6E-08
Tankauto\BreukSlangNoodstopNietOkTskNietOk	3.1E-07	9.6	8.5E-09
Tankauto\BreukPompNoodstopNietOk	2.7E-07	8.1	1.6E-08
Tankauto\Instantaan	2.2E-07	6.9	5.7E-09
Tankauto\BreukPompNoodstopOk	6.7E-08	2.1	2.5E-09
Tankauto\ContinuGrootsteAansluiting	5.5E-08	1.7	2.0E-09
Tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	4.7E-08	1.4	0.0E+00

Tabel 15. Relatieve bijdrage van scenario's aan het groepsrisico

7 Effectafstand

Effectafstanden zijn berekend voor alle scenario's. Tabel 16 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 weersklasse F-1.5 's nachts (zeer stabiel weer met een windsnelheid van 1.5 m/s) voor LNG. De aanduiding in de kolommen onderdeel en scenario zijn een referentie naar de tekst in hoofdstuk 3.

Onderdeel	Scenario	D-5.0 [m]	F-1.5 [m]
LNG-opslagvaten	Instantaan	255	159
	Continu10min	140	137
	Continu10mm	7	9
CO ₂ -opslagvaten	Instantaan		
	Continu10min		
	Continu10mm		
Vergister 1 t/m 9	Instantaan	13	13
	Continu10min	9	7
	Continu10mm	2	0
Warmtewisselaar liquefier	Instantaan	31	28
	Continu10min mantel	15	19
	Continu10mm mantel	20	25
	Continu breuk 10 pijpen	10	10
Compressor liquefier	Breuk	10	10
	Breuk terugslagklep faalt	45	45
	Lek	4	4
Tankauto	Instantaan	225	-
	ContinuGrootsteAansluiting	121	-
	BreukPompNoodstopOk	109	-
	BreukPompNoodstopNietOk	109	-
	LekkagePomp	13	-
	BreukSlangNoodstopOk	45	-
	BreukSlangNoodstopNietOkTerugslagklepOk	57	-
	BreukSlangNoodstopNietOkTerugslagklepNietOk	133	-
	LekkageSlang	9	-
	BLEVE tijdens verlading	198	-
	BLEVE omgevingsbrand	198	-
	BLEVE externe impact	150	-

Tabel 16. Effectafstand LNG, CO₂ en Biogas tot 1% kans op overlijden

8 Conclusie

Het voornemen is een biovergister met LBG-tanks en installatie te plaatsen aan de Lange Oijen te Katwijk. 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 geheel binnen het terrein van de inrichting. Binnen de contour bevinden zich geen objecten van derden.

Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde. De oriëntatiewaarde is, zoals de naam aangeeft, bedoelt ter oriëntatie en is daarmee geen richt of grenswaarde. Het groepsrisico dient ongeacht de hoogte te worden verantwoord door het bevoegd gezag.

Referenties

1. RIVM 2021 Handleiding risicoberekeningen BEVI
Versie 4.3 gedateerd 1 januari 2021
2. RIVM 2015 Rekenmethodiek LNG-Tankstations
Versie 1.0.1 gedateerd 2 februari 2015
3. Tebodin 2008 Veiligheidsanalyse Ondergrondse Opslag van CO2 in
Barendrecht
Document nr. 3800784 gedateerd 20 oktober 2008
4. HSE 2009 Comparison of risks from carbon dioxide and natural gas
pipelines
Rapport nr. RR749 2009
5. TNO 2013 Consequenties voor QRA-tunnels van het vervoer van
nieuwe stoffen
Project nr. 054.03212 gedateerd 25 april 2013