



Adviesgroep AVIV BV
Langestraat 11
7511 HA Enschede

Risicoanalyse LNG-tankstation Harnaschpolder Midden-Delfland

Project : 122329 Harnaschpolder
Datum : 19 december 2014
Auteur : ir. G.A.M. Golbach

Opdrachtgever:
DCB Harnaschpolder Beheer BV

Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
2. Ongevalsscenario's	3
2.1. Beschrijving LNG-installatie	3
2.2. Selectie van bedrijfsonderdelen	5
2.3. Initiële faalfrequentie	6
2.4. Ongevalsscenario's hoofdopslagvat	8
2.5. Ongevalsscenario's pomp	9
2.6. Ongevalsscenario's bovengrondse leidingen bij het opslagvat	10
2.7. Ongevalsscenario's VRE bij het opslagvat	10
2.8. Ongevalsscenario's overslag tankauto	10
2.9. Ongevalsscenario's ondergrondse vulleiding tankauto	15
2.10. Ongevalsscenario's ondergrondse afleverleiding	15
2.11. Ongevalsscenario's dispenser	16
2.12. Ongevalsscenario's LCNG	17
2.13. Parameters	18
2.14. Aanwezig zijn rond de inrichting	18
2.15. Luifelconstructie	20
3. Resultaat risicoberekening	24
3.1. Plaatsgebonden risico	24
3.2. Groepsrisico	26
4. Effectafstand	29
5. Conclusie	34
Referenties	35

1. Inleiding

Het voornemen is een LNG-installatie te plaatsen op een nieuwe inrichting aan de Sionsdreef in Midden-Delfland. In het kader van 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. Het berekende risiconiveau wordt hier getoetst aan de normstelling externe veiligheid voor inrichtingen. Hoofdstuk 4 bevat de effectafstanden voor de ongevalsscenario's. Hoofdstuk 5 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.

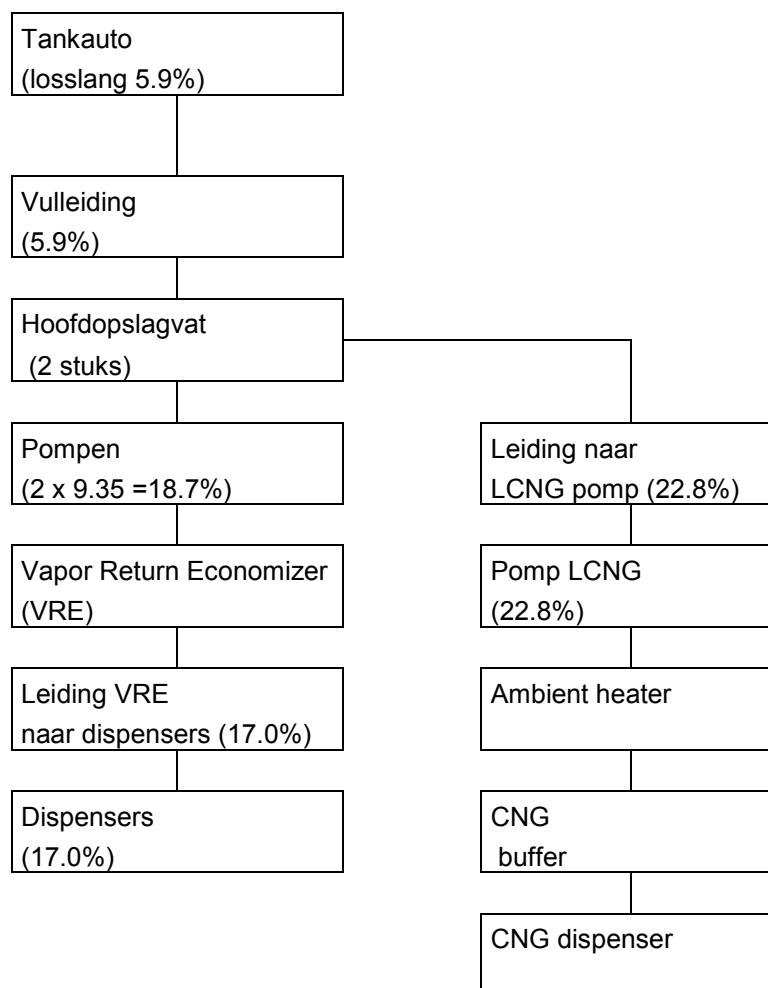
Het vloeibaar aardgas wordt met een tankwagen of tankcontainer over de weg vervoerd en verpompt met een pomp op de tankwagen naar het opslagvat. In het opslagvat wordt de LNG ontvangen en voorgesatureerd op maximaal 6 bar(g). Vanuit het opslagvat wordt LNG met een pomp via een VRE (Vapor Return Economizer) 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.

Voor het vullen van het hoofdopslagvat 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.

Er is tevens een systeem waarmee LNG wordt omgezet naar CNG (Compressed natural Gas). Dit LCNG systeem bestaat uit een hoge druk plunjerpomp aangesloten op een hoofdopslagvat, een hoge druk ambient heater, een CNG buffer en een CNG dispenser. De LNG wordt door de plunjerpomp onder druk gebracht en door de ambient heater geperst. De ambient heater zet de vloeistof om in gas onder hoge druk. Dit gas wordt vervolgens de buffer ingeperst van waaruit CNG wordt getankt.

De aangevraagd doorzet van LNG is $15500\text{ m}^3/\text{jr}$. Het vuldebiet van het hoofdopslagvat vanuit een tankauto is 500 l/min. Er vindt dan gedurende circa 517 uur per jaar aanvoer van LNG plaats (dit is 5.9% van het jaar). De doorzet voor de LCNG is $1200\text{ m}^3/\text{jr}$. Het debiet van de plunjerpomp is 10 l/min. Deze pomp zal dan circa 2000 uur per jaar in bedrijf zijn (dit is 22.8% van het jaar). De doorzet voor aflevering van LNG is $14300\text{ m}^3/\text{jr}$. Het debiet bij aflevering van LNG is circa 160 l/min. Er vindt dan gedurende circa 1490 uur per jaar aflevering van LNG plaats (dit is 17.0% van het jaar). De pompen zijn 110% van deze aflevertijd in gebruik (dit is circa 18.7% van de tijd).

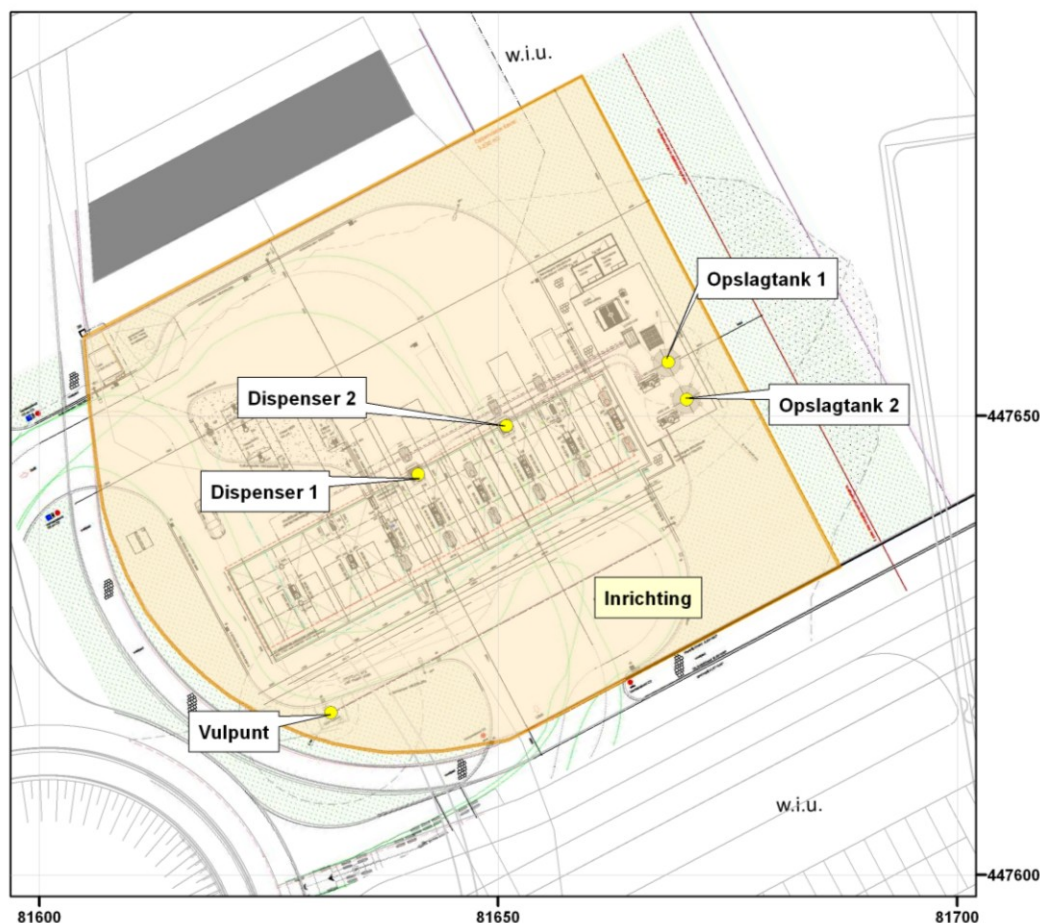
Figuur 1 toont een schematische weergave van de verschillende onderdelen van de installatie. Er worden twee opslagvaten, twee pompen en twee VRE's geïnstalleerd. Bij de pompen en leidingen is aangegeven welk gedeelte van de tijd ze in bedrijf zullen zijn. Voor de overige gegevens wordt verwezen naar de aanvraag voor de omgevingsvergunning en de bij de aanvraag gevoegde situatietekening.



Figuur 1. Schematische weergave insluitsystemen

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

De LNG-installatie wordt door een luifelconstructie omgeven. Een korte beschrijving van deze constructie en een kwalitatieve beoordeling van de invloed op de risicoanalyse is opgenomen in paragraaf 2.15.



Figuur 2. Situatietekening

2.2. Selectie van bedrijfsonderdelen

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

- De hoofdopslagvaten.
- De dompelpompen in een vat.
- De Vapor Return Economizer (VRE).
- De bevoorrading met een tankauto.
- De ondergrondse vulleringen van het vulpunt naar de hoofdopslagvaten.
- De ondergrondse leidingen tussen de VRE en de dispensers.
- De afleververbinding tussen de dispensers en de vrachtauto.

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

Voor de LCNG-installatie worden scenario's gemodelleerd voor de vloeistofleiding naar de plunjerpomp, de plunjerpomp en de warmtewisselaar. Voor de andere onderdelen van de LCNG-installatie gelden aan te houden externe veiligheidsafstanden conform PGS 25 en artikel 4.81 van het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer. Deze

onderdelen zijn conform de rekenmethodiek voor LNG-tankstations niet meegenomen in de risicoanalyse.

De scenario's voor deze insluitsystemen worden beschreven in paragraaf 2.4 t/m 2.12. Hierbij wordt voor elk insluitsysteem gebruik gemaakt van de standaard scenario's voor onderdelen zoals voorgeschreven in het rekenvoorschrift voor LNG-Tankstations [2]. 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 voor LNG-Tankstations [2].

Component	Faalwijze	Frequentie
Drukvat	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu 10 mm gat	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
Tankauto	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu grootste aansluiting	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Pomp (met pakking) breuk	$1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr
	Pomp (met pakking) lekkage	$4.4 \cdot 10^{-3}$ /jr
	Losslang composiet breuk	$4.0 \cdot 10^{-7}$ /uur
	Losslang composiet lekkage	$4.0 \cdot 10^{-5}$ /uur
	BLEVE door brand tijdens verlading	$5.8 \cdot 10^{-10}$ /uur
	BLEVE door brand in de omgeving	divers
	BLEVE door externe impact	divers
Pomp (canned)	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
	Lekkage	$5.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
Pomp (zuiger)	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr
	Lekkage	$4.4 \cdot 10^{-3}$ /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
VRE (plaatwarmtewisselaar)	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
Losslang 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 deze slang wordt dezelfde faalfrequentie gebruikt als voor de verbeterde losslang van een LPG-tankauto. Deze frequentie op breuk is een factor tien lager dan voor de standaard metalen losslang.

Voor de slangverbinding tussen de dispenser (aflever-installatie) en de vrachtauto is geen specifieke faalfrequentie bekend. De faalfrequentie voor een composiet losslang 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 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 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

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

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

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

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

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

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

2.4. Ongevalsscenario's hoofdopslagvat

Tabel 5 toont de kenmerken van de hoofdopslagvaten benodigd voor de modellering.

Kenmerk	Hoofdopslagvat
Inhoud bruto [m ³]	60
Vulgraad maximaal	95%
Werktemperatuur [°C]	-131.4
Werkdruk [bar(g)]	6.0
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. Er zijn twee opslagvaten opgesteld.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$	21.3 ton	Maximale inhoud
Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$	35.4 kg/s	Maximale inhoud in 600 s
Continu 10 mm	$1.0 \cdot 10^{-5}$	1.1 kg/s	Diameter 10 mm

Tabel 6. Ongevalsscenario's hoofdopslagvat

2.5. Ongevalsscenario's pomp

Bij elk van de twee hoofdopslagvaten staat bovengronds een canned pomp opgesteld. Het betreft een pomp die werkt vanaf het opslagvat via de VRE naar de dispenser. De pompen zijn elk circa 9.4% van de tijd in gebruik (8.5% voor levering van LNG en extra 0.9% voor rondpompen. Een breuk van de pomp leidt tot uitstroming uit een leiding met een diameter van 2" die rechtstreeks is verbonden met het opslagvat. Het automatisch noodstopsysteem is niet gemodelleerd. De juiste werking van het noodstopsysteem beperkt de uitstroomduur tot 120 s. Deze kortere uitstroomduur heeft geen invloed op het resultaat.

Tabel 7 toont de ongevalsscenario's zonder doorstroombegrenzer 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. Dit is conform de rekenmethodiek voor LNG-tankstations (zie de toelichting bij tabel 15 van deze methodiek).

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	0.094 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
Lekkage	0.094 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie lekkage per jaar in bedrijf)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$9.4 \cdot 10^{-7}$	9.3	Diameter 50 mm, lengte 5 m, 1800 s
Lekkage	$4.7 \cdot 10^{-6}$	0.3	Diameter 5 mm, 1800 s

Tabel 7. Ongevalsscenario's pomp aangesloten aan het hoofdopslagvat

2.6. Ongevalsscenario's bovengrondse leidingen bij het opslagvat

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

2.7. Ongevalsscenario's VRE bij het opslagvat

De VRE wordt gemodelleerd als een plaatwarmtewisselaar. De inhoud van de plaatwarmtewisselaar is circa 14 l. De bronsterkte voor de scenario's instantaan vrijkomen van de inhoud en continu vrijkomen van de inhoud in 10 min zijn daarom gemodelleerd als breuk van de toevoerleiding met het pompdebiet.

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 VRE is 8.5% van de tijd in gebruik voor aflevering naar de dispenser. Als deze niet in gebruik is, dan staan de leidingen ingeblokt. De gevolgen van het falen van een ingeblokte leiding zijn verwaarloosbaar. Tabel 8 toont de ongevalsscenario's.

Onderdeel	Scenario	Toelichting frequentie
VRE	Instantaan	0.085 (tijdsfractie in bedrijf) x $5.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
	Continu 10 min	0.085 (tijdsfractie in bedrijf) x $5.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
	Continu 10 mm	0.085 (tijdsfractie in bedrijf) x $1.0 \cdot 10^{-3}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)

Onderdeel	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
VRE	Instantaan	$4.3 \cdot 10^{-6}$	1.5	Pompdebiet 150%, duur 1800 s
	Continu 10 min	$4.3 \cdot 10^{-6}$	1.5	Pompdebiet 150%, duur 1800 s
	Continu 10 mm	$8.5 \cdot 10^{-5}$	1.1	Diameter 10 mm, druk 7 bar(g), duur 1800 s

Tabel 8. Ongevalsscenario's VRE

2.8. Ongevalsscenario's overslag tankauto

De doorzet van LNG is $15500 \text{ m}^3/\text{jr}$. Er is aangenomen dat de bevoorrading plaatsvindt met een dubbelwandige geïsoleerde tankauto. De tankauto heeft een bruto inhoud van

52 m³ en een effectieve inhoud van 44.3 m³ (95% vulling bij de afsteldruk van de veerveiligheid van 8 bar(g)). De druk is 1.4 bar(g) bij een temperatuur van -150 °C. Het pompdebiet is 500 l/min. De tijd voor het lossen is dan 517 uur per jaar. Aangenomen is dat de tankauto 1.5 keer zo lang op de inrichting aanwezig is (totaal 776 uur, dit is 8.9% van het jaar). Het lossen vindt plaats met een composiet losslang. Bij breuk van de pomp of de losslang kan de chauffeur de noodstop activeren. Conform het rekenvoorschrift is aangenomen dat de kans op succes gelijk is aan 0.9. De uitstroomduur is dan beperkt tot 120 s. Bij lekkage van de pomp of de losslang is ingrijpen niet gemodelleerd. De insteldruk van de veerveiligheid van de tankauto is 8 bar(g). Voor de BLEVE bij verhoogde druk is uitgegaan van een druk van 9.6 bar(g) (dit is 1.2 keer de insteldruk van de veerveiligheid).

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 $2 \cdot 10^{-7}$.

Object omgevingsbrand		Toetsings afstand [m]	Vulpunt binnen deze afstand?
LNG/LPG-afleverzuil personenauto's		17.5	Nee
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 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 $2.5 \cdot 10^{-9}$ voor 100 verladingen met een duur van 50 uur. Externe impact is gemodelleerd als een BLEVE bij een druk van 1.4 bar(g).

Bij het scenario breuk van de pomp zal de operator ingrijpen en wordt onmiddellijk de pomp gestopt en de bodemklep van de tankauto gesloten. Conform de handleiding is aangenomen dat de kans op succes ingrijpen door de operator gelijk is aan 0.9 en de uitstroomduur is dan 120 s. Bij het scenario lekkage van de pomp is ingrijpen niet gemodelleerd. De bronsterkte bij breuk van de pomp is berekend door uit te gaan van breuk van de zuigleiding (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 11.9 kg/s bij een druk van 1.4 bar(g) in de tankauto.

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

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

Het scenario breuk van de losslang is gemodelleerd als een “fixed duration” uitstroming. De bronsterkte wordt bepaald door de pomp en door terugstroming uit het opslagvat. Het pompdebiet is 500 l/min. De bronsterkte aan de zijde van de pomp is dan 3.4 kg/s. Voor het bepalen van de bronsterkte door terugstroming vanuit het opslagvat wordt uitgegaan van vulling aan de dampzijde van het opslagvat. Tijdens het vullen zal de druk in het opslagvat snel dalen vanaf de maximale werkdruk van 6 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 2” gat uit een leiding 65 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 50 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 Nee	0.94 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.

Tabel 10 toont de ongevalsscenario's voor de overslag van LNG per tankauto. Het lossen kan op werkdagen zowel overdag, 's avonds als 's nachts plaatsvinden. Aangenomen is dat het lossen evenredig naar tijdsduur plaatsvindt.

Scenario	Toelichting frequentie
Instantaan	0.089 (tijdsfractie aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Continu grootste aansluiting	0.089 (tijdsfractie aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Breuk pomp noodstop Ok	517 (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	517 (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	517 (uren in bedrijf) / 8760 (uren per jaar) $\times 4.4 \cdot 10^{-3}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
Breuk losslang noodstop Ok	517 (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	517 (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	517 (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	517 (uren in bedrijf) $\times 4.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie lekkage per uur in bedrijf)
BLEVE door brand tijdens lossen	517 (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	776 (uren aanwezig) / $50 \times 2.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per 50 uur aanwezig) $\times 0.19$ (kans aanstraling dampruimte) $\times 0.05$ (kans BLEVE voor een dubbelwandige vacuüm geïsoleerde tankauto)
BLEVE door externe impact	776 (uren aanwezig) / $50 \times 2.5 \cdot 10^{-9}$ (frequentie per 50 uur aanwezig voor een geïsoleerde opstelplaats)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$4.5 \cdot 10^{-8}$	17.9 ton	Maximale inhoud
Continu grootste aansluiting	$4.5 \cdot 10^{-8}$	29.7 kg/s	Vloeistof 75 mm gat, duur 604 s
Breuk pomp noodstop Ok	$5.3 \cdot 10^{-6}$	11.9 kg/s	Diameter 75 mm, leidinglengte 5 m, duur 120 s
Breuk pomp noodstop niet Ok	$5.9 \cdot 10^{-7}$	11.9 kg/s	Diameter 75 mm, leidinglengte 5 m, duur 1511 s
Lekkage pomp	$2.6 \cdot 10^{-4}$	0.3 kg/s	Vloeistof 7.5 mm gat, duur 1800 s
Breuk losslang noodstop Ok	$2.0 \cdot 10^{-4}$	6.3 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 5 s
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep Ok	$1.9 \cdot 10^{-6}$	3.4 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 1800 s
Breuk losslang noodstop niet Ok en terugstroomklep niet Ok	$1.2 \cdot 10^{-7}$	4.0 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 1800 s
Lekkage losslang	$2.1 \cdot 10^{-2}$	0.1 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, duur 1800 s
BLEVE door brand tijdens lossen	$1.5 \cdot 10^{-8}$	17.9 ton	Maximale inhoud, druk 9.6 bar(g)
BLEVE door brand in de omgeving	$2.9 \cdot 10^{-8}$	17.9 ton	Maximale inhoud, druk 9.6 bar(g)
BLEVE door externe impact	$3.9 \cdot 10^{-8}$	17.9 ton	Maximale inhoud, druk 1.4 bar(g)

Tabel 10. Ongevalsscenario's overslag tankauto

2.9. Ongevalsscenario's ondergrondse vulleiding tankauto

De ondergrondse vulleidingen van het vulpunt naar de hoofdopslagvaten hebben een diameter van 40 mm en een lengte van circa 65 m. Elke leiding wordt gedurende 259 uur per jaar gebruikt voor vullen (dit is 3.0% per jaar). Het pompdebiet is 500 l/min. Er wordt rekening gehouden met het activeren van de noodstop door de chauffeur. Tabel 11 toont de ongevalsscenario's. De frequentie is berekend voor de lengte van een leidingsectie van 65 m. De bronsterkte is dezelfde als voor de losslang scenario's.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk vulleiding noodstop Ok	0.03 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per meter per jaar in bedrijf) $\times 65$ (leidinglengte in m) $\times 0.99$ (kans noodstop succesvol)
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep Ok	0.03 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 65$ (leidinglengte in m) $\times 0.01$ (kans noodstop niet succesvol) $\times 0.94$ (kans terugslagklep succesvol)
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	0.03 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 65$ (leidinglengte in m) $\times 0.01$ (kans noodstop niet succesvol) $\times 0.06$ (kans terugslagklep niet succesvol)
Lekkage vulleiding	0.03 (tijdsfractie in bedrijf) $\times 1.5 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf) $\times 65$ (leidinglengte in m)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Breuk vulleiding noodstop Ok	$9.5 \cdot 10^{-7}$	6.3 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 5 s
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep Ok	$9.9 \cdot 10^{-9}$	3.4 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 1800 s
Breuk vulleiding noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	$5.8 \cdot 10^{-10}$	4.0 kg/s	Bronsterkte zie tekst, duur 1800 s
Lekkage vulleiding	$2.9 \cdot 10^{-6}$	0.1 kg/s	Vloeistof 4 mm gat, duur 1800 s

Tabel 11. Ongevalsscenario's ondergrondse vulleiding

2.10. Ongevalsscenario's ondergrondse afleverleiding

De beide ondergrondse afleverleidingen van de VRE's naar de dispensers hebben een diameter van 25 mm en een lengte van maximaal circa 25 m. Elke leiding is circa 8.5% van het jaar in gebruik. Het maximale pompdebiet is 160 l/min (circa 1.0 kg/s). Voor de bronsterkte bij breuk wordt 1.5 kg/s aangenomen (dit is 1.5 keer het afleverdebiet). Deze bronsterkte wordt onafhankelijk verondersteld van de afleverdruk. Voor de lekkage wordt uitgegaan van 7 bar(g). De bijdrage van deze ongevalsscenario's aan het risico is gering, er is daarom geen rekening gehouden met het noodstopsysteem gebaseerd op de bewaking van het vacuüm. Tabel 12 toont de ongevalsscenario's.

Leiding	Scenario	Toelichting frequentie
Elektrische heater naar dispenser	Breuk	0.085 (tijdsfractie in bedrijf) x $5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per meter per jaar) x 25 (leidinglengte in m)
	Lekkage	0.085 (tijdsfractie in bedrijf) x $1.5 \cdot 10^{-6}$ (frequentie lekkage per jaar) x 25 (leidinglengte in m)

Leiding	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Elektrische heater naar dispenser	Breuk	$1.1 \cdot 10^{-6}$	1.5	Diameter 25 mm, 1800 s
	Lekkage	$3.2 \cdot 10^{-6}$	0.1	Vloeistof 2.5 mm gat, 7 bar(g), duur 1800 s

Tabel 12. Ongevalsscenario's ondergrondse afleverleidingen

2.11. Ongevalsscenario's dispenser

De beide dispensers (aflever-installaties) zijn elk circa 8.5% van het jaar in gebruik voor het afleveren van LNG naar een vrachtauto (dit is 745 uur). De gemiddelde tankgrootte van een vrachtauto is 505 l. Het pompdebiet is maximaal 160 l/min (circa 1.0 kg/s). Voor de faalfrequentie van de afleververbinding is die van een composiet losslang gebruikt. De diameter van de slang is 25 mm. Er is een bekrachtigingsknop en een automatisch noodstopsysteem gebaseerd op gasdetectie en meting van flow en druk. De kans op falen van de bekrachtigingsknop is 0.01. Bij juiste werking is de uitstroombijdrage beperkt tot 5 s. 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. De gevolgen van een lekkage zijn verwaarloosbaar, het noodstopsysteem is voor dit scenario niet gemodelleerd. Voor de bronsterkte bij breuk wordt 1.6 kg/s aangenomen (dit is 1.5 keer het afleverdebiet). Deze bronsterkte is onafhankelijk van de afleverdruk. Voor de lekkage wordt uitgegaan van 7 bar(g). Tabel 13 toont de ongevalsscenario's.

Slang	Scenario	Toelichting frequentie
Dispenser	Breuk bekrachtigingsknop Ok	745 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf) x 0.99 (kans bekrachtigingsknop succesvol)
	Breuk noodstop Ok	745 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf) x 0.009 (kans bekrachtigingsknop niet succesvol en noodstop succesvol)
	Breuk noodstop niet Ok	745 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf) x 0.001 (kans noodstop niet succesvol)
	Lekkage	745 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie lekkage per uur in bedrijf)

Slang	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Dispenser	Breuk bekrachtigingsknop Ok	$3.0 \cdot 10^{-4}$	1.5	Diameter 25 mm, duur 5 s
	Breuk noodstop Ok	$2.7 \cdot 10^{-6}$	1.5	Diameter 25 mm, duur 120 s
	Breuk noodstop niet Ok	$3.0 \cdot 10^{-7}$	1.5	Diameter 25 mm, duur 1800 s
	Lekkage	$3.0 \cdot 10^{-2}$	0.1	Vloeistof 2.5 mm gat, druk 7 bar(g), duur 1800 s

Tabel 13. Ongevalsscenario's dispensers

2.12. Ongevalsscenario's LCNG

De aangevraagde doorzet LCNG is $1200 \text{ m}^3/\text{jr}$ (gebaseerd op LNG). De plunjerpomp heeft een capaciteit van 10 l/min. De pomp zal dan circa 2000 uur per jaar in bedrijf zijn (dit is 22.8% van het jaar). De leiding van het hoofdopslagvat naar de plunjerpomp heeft een diameter van 1". Het automatisch noodstopsysteem is niet gemodelleerd. De invloed van deze scenario's op het extern veiligheidsrisico is dermate gering dat het modelleren van het noodstopsysteem niet nodig wordt geacht. Tabel 14 toont de ongevalsscenario's.

LCNG	Scenario	Toelichting frequentie
Leiding	Breuk	$0.228 \text{ (tijdsfractie in bedrijf)} \times 1.0 \cdot 10^{-6} \text{ (frequentie breuk per meter per jaar in bedrijf)} \times 10 \text{ (leidinglengte in m)}$
	Lekkage	$0.228 \text{ (tijdsfractie in bedrijf)} \times 5.0 \cdot 10^{-6} \text{ (frequentie breuk per meter per jaar in bedrijf)} \times 10 \text{ (leidinglengte in m)}$
Pomp	Breuk	$0.228 \text{ (tijdsfractie in bedrijf)} \times 1.0 \cdot 10^{-4} \text{ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)}$
	Lekkage	$0.228 \text{ (tijdsfractie in bedrijf)} \times 4.4 \cdot 10^{-3} \text{ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)}$
Warmte wisselaar	Breuk	$0.228 \text{ (tijdsfractie in bedrijf)} \times 1.0 \cdot 10^{-5} \text{ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)}$

LCNG	Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Leiding	Breuk	$2.3 \cdot 10^{-6}$	1.6	Diameter 25 mm, lengte 5 m, duur 1800 s
	Lekkage	$1.1 \cdot 10^{-5}$	0.1	Vloeistof 2.5 mm gat, druk 4.2 bar(g), duur 1800 s
Pomp	Breuk	$2.3 \cdot 10^{-5}$	1.6	Diameter 25 mm, lengte 5 m, duur 1800 s
	Lekkage	$1.0 \cdot 10^{-3}$	0.1	Vloeistof 2.5 mm gat, druk 4.2 bar(g), duur 1800 s
Warmte wisselaar	Breuk	$2.3 \cdot 10^{-6}$	1.6	Diameter 25 mm, lengte 5 m, duur 1800 s

Tabel 14. Ongevalsscenario's LCNG

2.13. Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 6.54 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Ypenburg worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. Voor de ruwheidslengte is een waarde van 1.0 m gehanteerd.

2.14. Aanwezigen rond de inrichting

Figuur 3 toont de woon- en werkgebieden binnen het gebied begrensd door de maximale effectafstand van circa 260 m.

Tabel 15 toont het aantal personen maximaal aanwezig bij de bedrijven en in de woningen. De aanduiding in de kolom label stemt overeen met de markering van de gebieden in figuur 3. De gehanteerde uitgangspunten en veronderstellingen zijn beschreven in de memo “Personendichtheden externe veiligheid voor BP Harnaschpolder Noord 2014” [4]. Vak B8 is later toegevoegd met dezelfde personendichtheid als vak B6. Vak B4A (Bauhaus drive in) en B4B (Bauhaus algemeen) zijn eveneens later gewijzigd op verzoek van het bevoegd gezag.

Voor de meteorologische condities wordt in Safeti-NL onderscheid gemaakt in dag (8:00 - 18:30) en nacht (18:30 - 8:00). Hiermee is de verdeling tussen dag en nacht gelijk aan 0.44 en 0.56.

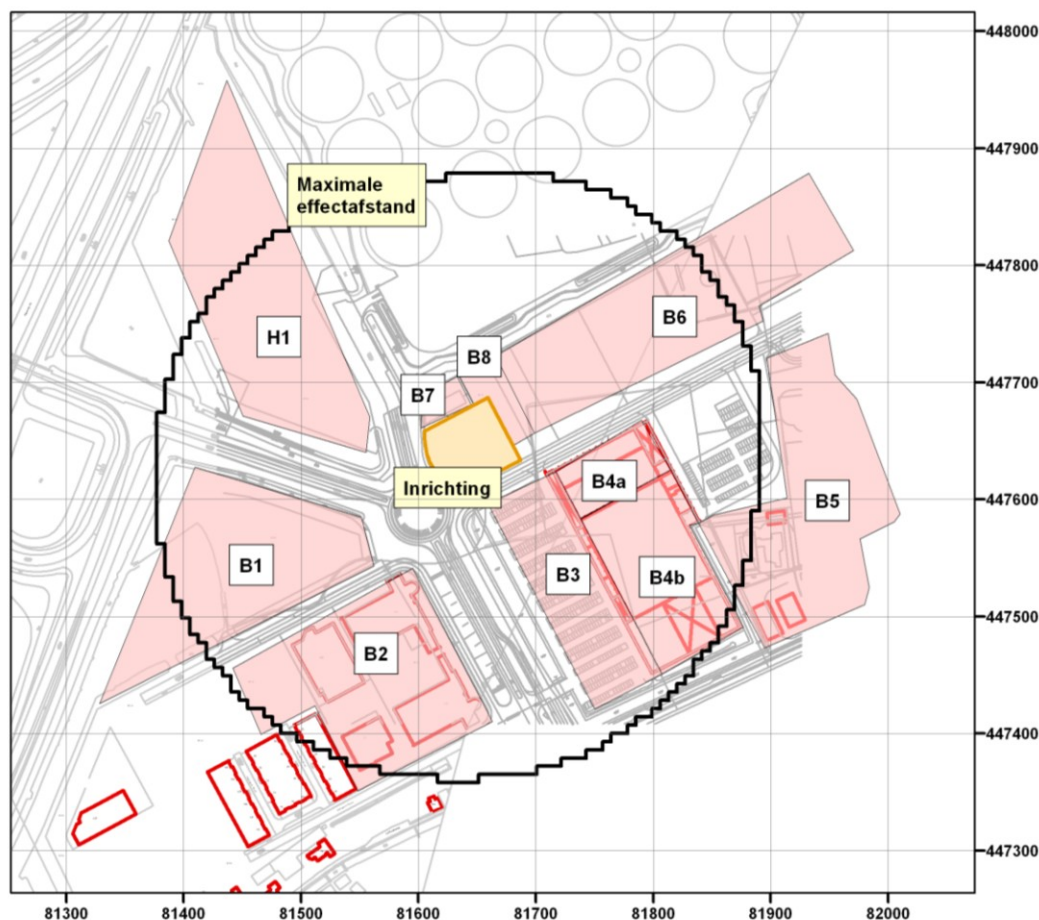
Bij de berekening van het groepsrisico wordt onderscheid gemaakt in werkdagen (maandag t/m vrijdag), zaterdag en zondag. De tijdsperiodes zijn vereenvoudigd tot dag (8:00 tot 18:30 uur), avond (18:30 tot 20:00 uur) en nacht (20:00 tot 8:00 uur). Aan deze verschillende tijdsperiodes wordt een aanwezigheid van personen toegekend en de meteorologische conditie dag of nacht.

Op werkdagen wordt verondersteld dat 50% van de bewoners en 100% van de werknemers aanwezig is (in tabel 15 aangeduid met de kolom werkdag dag), voor de overige tijdsvakken 100% van de bewoners en hotelgasten en 0% van de werknemers.

Label	Nr memo [4]	Werkdag		
		Aantal dag	Aantal avond	Aantal nacht
B1	B4	345	0	0
B2	B5a	111	0	0
B3	B8a	0	0	0
B4a	Zie tekst	20	20	0
B4b	Zie tekst	240	150	0
B5	B9	8	17	17
B6	B10	586	0	0
B7	B12	10	0	0
B8	Zie tekst	47	0	0
H1	HK1	298	171	171

Label	Nr memo [4]	Zaterdag			Zondag		
		Aantal dag	Aantal avond	Aantal nacht	Aantal dag	Aantal avond	Aantal nacht
B1	B4	0	0	0	0	0	0
B2	B5a	0	0	0	0	0	0
B3	B8a	0	0	0	0	0	0
B4a	Zie tekst	20	20	0	0	0	0
B4b	Zie tekst	330	160	0	0	0	0
B5	B9	8	17	17	17	17	17
B6	B10	0	0	0	0	0	0
B7	B12	0	0	0	0	0	0
B8	Zie tekst	0	0	0	0	0	0
H1	HK1	201	171	171	201	171	171

Tabel 15. Aantal personen aanwezig rond de inrichting werkdagen, zaterdag en zondag



Figuur 3. Woon- en werkgebieden rond de inrichting

2.15. Luifelconstructie

Rond de LNG-installatie wordt een luifelconstructie gemaakt. Aan de onderzijde heeft de constructie een oppervlak van 11 x 8,5 m. Tot een hoogte van circa 3 m bestaat aan de oost- en westzijde de gevel uit een schoepenrooster met schuine lamellen. Aan de westzijde wordt hierboven nog een normaal rooster aangebracht tot een hoogte van circa 5 m. De rest van deze gevels zijn tot een hoogte van 17 m afgewerkt met sandwichpanelen. De wanden aan de noord- en zuidzijde zijn tot een hoogte van circa 3 m afgewerkt met sandwichpanelen. Daarboven bestaan de wanden uit roosters. Aan de onderzijde is nog een ventilatiesleuf aangebracht van circa 15 cm. De bovenkant bestaat eveneens uit roosters. Het een en ander wordt getoond in de hiernavolgende figuren.

De luifelconstructie is voorzien van ventilatieroosters aan meerdere zijden en is aan de bovenkant open. Volgens NPR 7910 is er dan geen sprake van een gesloten gebouw, maar van een buitenlucht opstelling. De centrale afblaas is op 18 m hoogte geplaatst buiten de constructie. Binnen de constructie is voorzien in gas-, temperatuur- en branddetectie gekoppeld aan het insluitsysteem (ESD). De wandconstructie is

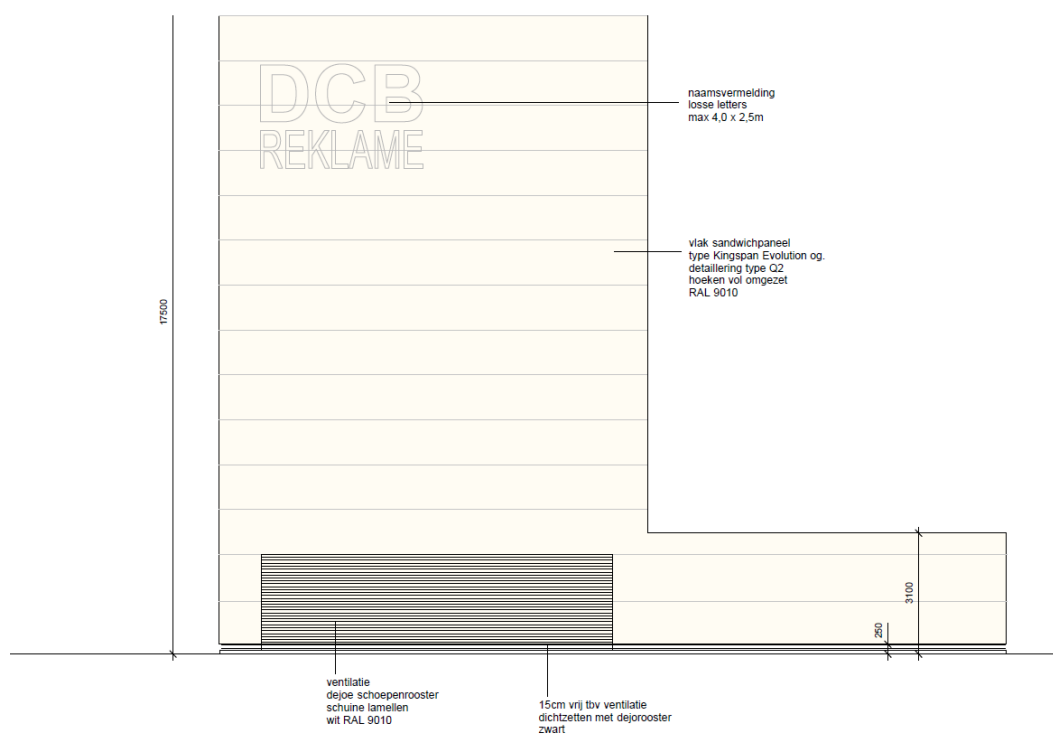
enkelvoudig en niet dubbel uitgevoerd. Er kan zich in de constructie geen gas ophopen. De hoge wanden zullen vermoedelijk gaan werken als een soort schoorsteen en door trek een continue luchtstroom van beneden naar boven veroorzaken. Kleinere lekkages verdunnen in deze luchtstroom en leiden niet tot grote onteekbare gaswolken. Het is onwaarschijnlijk dat bij een kleine lekkage een zodanige opsluiting van de gaswolk optreedt waardoor ontsteking leidt tot een explosie van een omvang dat er relevante domino-effecten kunnen optreden.

In de risicoanalyse worden grotere lekkages beschouwd, zoals uitstroming uit een 50 mm gat, instantaan falen van de tank en continue uitstroming van de gehele inhoud van de tank in 600 s. Het effect van deze scenario's wordt noodgedwongen gemodelleerd zonder rekening te houden met de luifelconstructie. Er zijn geen modellen beschikbaar die hiermee wel rekening kunnen houden. Door de constructie zal de uitbreiding van de gaswolk in meer of mindere mate worden belemmerd, afhankelijk van het type scenario (continu of instantaan) en de uitstroomrichting (naar een (schoepen)rooster of een dichte wand). Het effectgebied zal zich dan waarschijnlijk meer concentreren rond de installatie en minder ver in de omgeving reiken. Het is niet mogelijk om de invloed op het plaatsgebonden risico en het groepsrisico nader te kwalificeren.

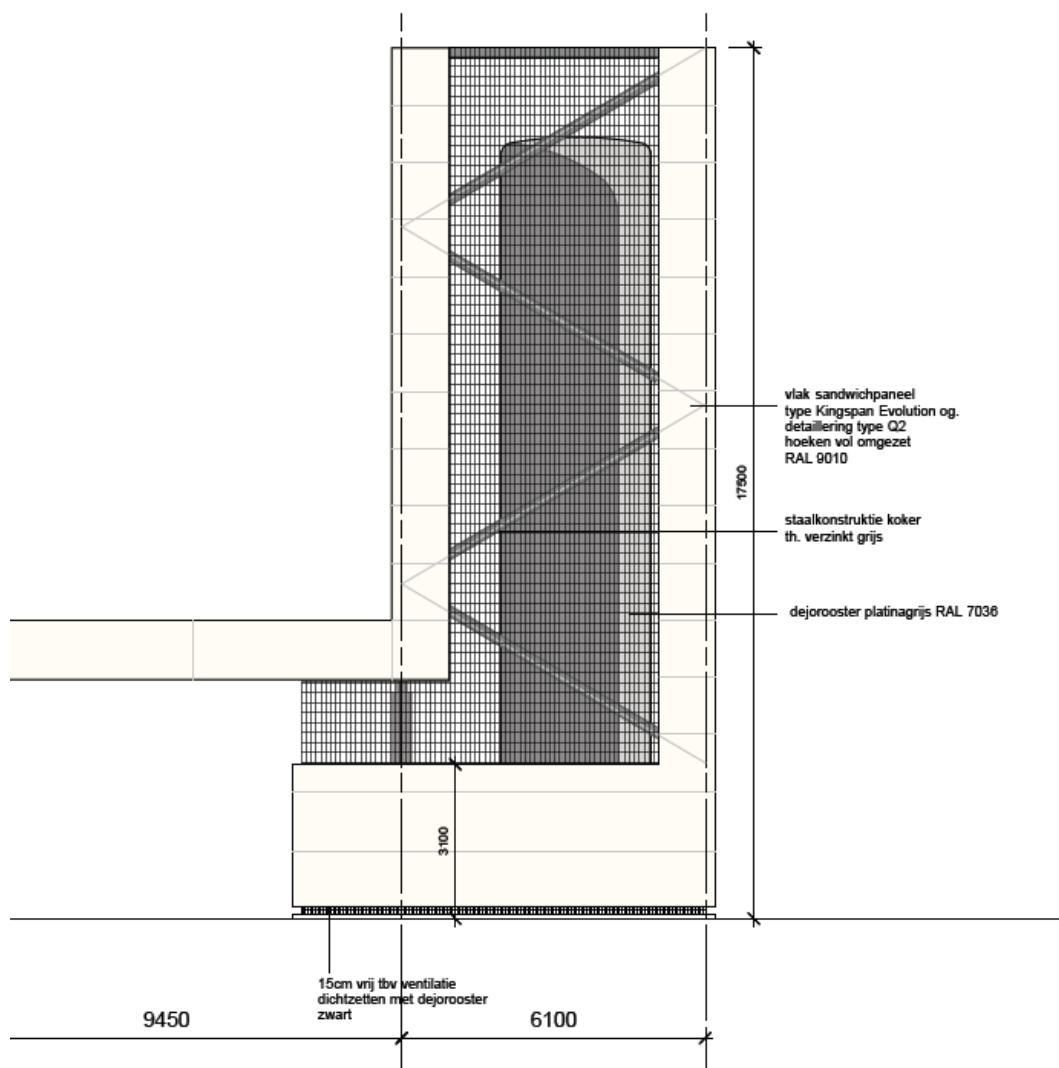
Een brand binnen de luifelconstructie veroorzaakt door een grote lekkage van LNG kan mogelijk leiden tot het bezwijken van de constructie of het catastrofaal falen van een opslagtank. Het catastrofaal falen van een opslagtank door een kortdurige externe brand is echter onwaarschijnlijk vanwege de constructie (de dubbelwandige tank kan 35 kW/m² hebben) en omdat de afblaasveiligheden hierop zijn ontworpen en dubbel zijn uitgevoerd. Gelet op de aanwezige detectiesystemen is een langdurige brand, die niet ontstaat door het falen van een opslagtank, onwaarschijnlijk. Door het activeren van het ESD-systeem zal de uitstroomduur worden beperkt. De mogelijk optredende scenario's zullen daarom waarschijnlijk geen domino-effect veroorzaken.

Een domino-effect van de luifelconstructie naar de LNG-installatie is dus niet waarschijnlijk. De andere kant op, van LNG-installatie naar de luifelconstructie, is waarschijnlijker. De effecten van het initiërende scenario zijn dan al ernstig, zodat een eventueel optredend domino-effect (in dit geval het bezwijken van de luifelconstructie) dan niet zal leiden tot duidelijk ernstiger gevolgen.

Een langdurige brand buiten de luifelconstructie zou kunnen leiden tot het bezwijken van deze constructie en vervolgens mogelijk kunnen leiden tot beschadiging van onderdelen van de LNG-installatie. Dit scenario vergt het ontstaan van een langdurige omgevingsbrand, bezwijken van de draagconstructie (die van de brand wordt afgeschermd door de brandwerende panelen en roosters) en vervolgens mechanische beschadiging van de installatie (gelet op het ESD-systeem zijn met name de opslagtanks relevant) door de langzaam inzakkende constructie. De kans hierop kan niet worden gekwantificeerd, maar wordt kleiner geacht dan de kans op de reeds gemodelleerde scenario's voor het falen van een opslagtank.



Gevel zuidzijde



3. Resultaat risicoberekening

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.

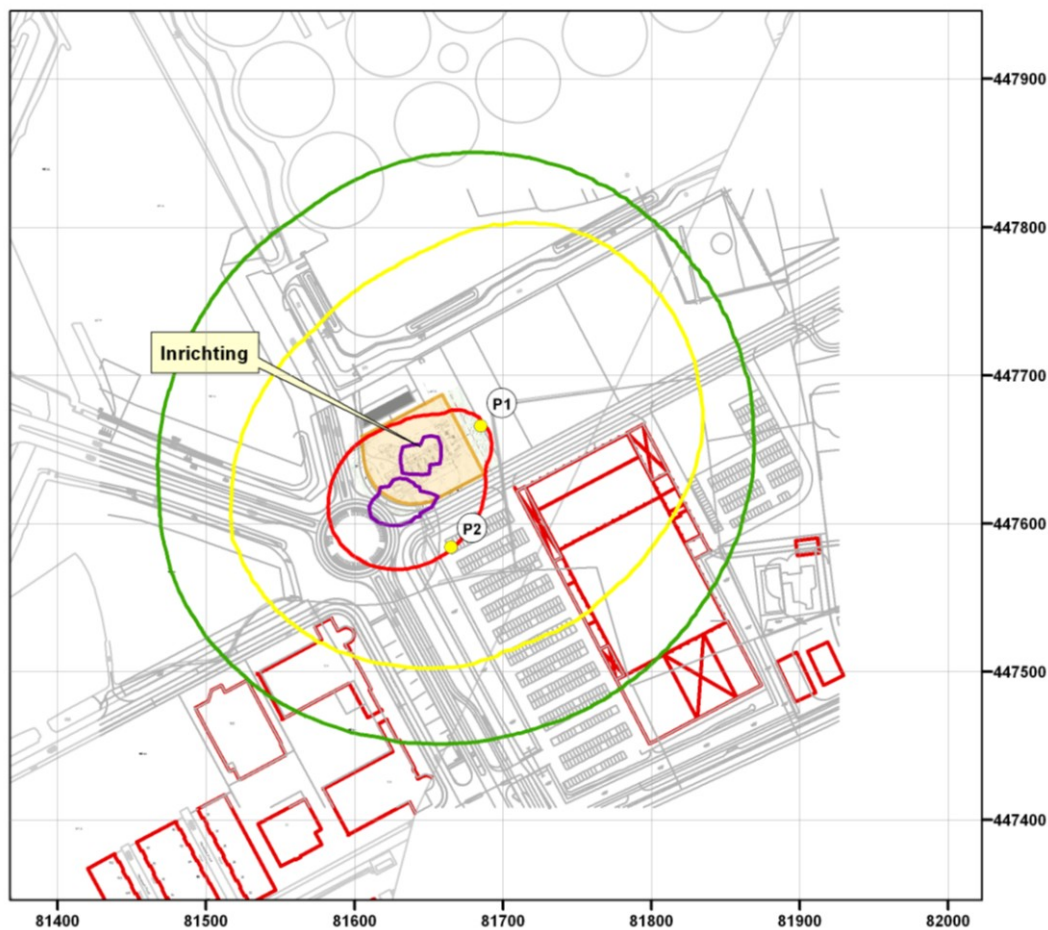
Figuur 4 toont de plaatsgebonden risicocontouren. De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt buiten de inrichting.

Binnen de contour van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr is in het vigerende bestemmingsplan de vestiging van beperkt kwetsbare objecten toegestaan.

Tabel 16 toont de relatieve bijdrage van de ongevalsscenario's aan het plaatsgebonden risico in de punten P1 en P2 (zie figuur 4 voor de ligging van deze punten). Deze punten zijn representatief voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico. Scenario's met een relatief kleine bijdrage zijn niet afgedrukt. Bepalend voor de ligging van de contour zijn de scenario's breuk van de pomp tijdens het lossen van de tankauto, het instantaan en continu falen van een opslagvat.

Punt	Waarde	Scenario	Bijdrage [%]
P1	$1.2 \cdot 10^{-6}$	Tankauto\BreukPompNoodstopOk	16.0
		Hoofdopslagvat1\Instantaan	14.0
		Hoofdopslagvat2\Instantaan	13.9
		Hoofdopslagvat2\Continu10min	7.9
		Hoofdopslagvat1\Continu10min	7.7
		PompLCNG\Breuk	7.3
		PompTank1\Continu50mm	6.8
		PompTank2\Continu50mm	6.4
		VRE1\Continu10mm	3.6
		VRE2\Continu10mm	2.6
P2	$1.1 \cdot 10^{-6}$	Tankauto\BreukPompNoodstopOk	38.4
		Hoofdopslagvat2\Instantaan	12.0
		Hoofdopslagvat1\Instantaan	11.4
		Tankauto\BreukSlangNoodstopOk	10.3
		Hoofdopslagvat2\Continu10min	4.6
		Hoofdopslagvat1\Continu10min	4.3
		Tankauto\BreukPompNoodstopNietOk	4.3
		Tankauto\BLEVE door externe impact	3.6
		Tankauto\Instantaan	3.0
		Tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	2.6

Tabel 16. Relatieve bijdrage scenario's

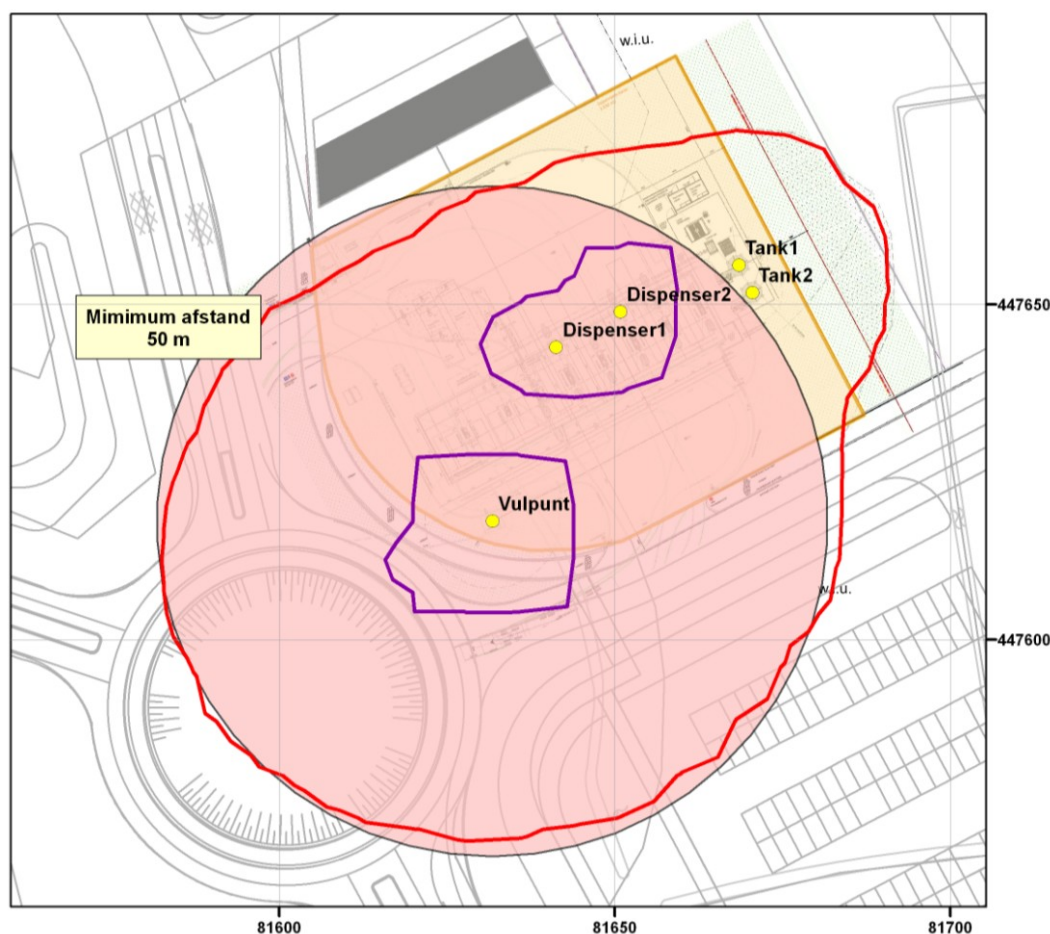


Figuur 4. Plaatsgebonden risicocontouren

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

Het ministerie I&M ontwikkelt momenteel een interim beleid voor LNG-tankstations. Eén van de uitgangspunten is een minimum afstand voor het plaatsgebonden risico van 50 m aan te houden vanaf het vulpunt tot (beperkt) kwetsbare objecten, onafhankelijk van de berekende grenswaarde van het plaatsgebonden risico. Een ander uitgangspunt is de locatie van het LNG-tankstation danwel objecten in de omgeving zo te kiezen dat in het gebied tussen de grenswaarde van het plaatsgebonden risico en de effectafstand van het LNG-tankstation geen kwetsbare objecten zijn gelegen of gerealiseerd kunnen worden. Beperkt kwetsbare objecten zijn mogelijk, maar hieraan moet een motivering ten grondslag liggen. Deze effectafstand is minimaal 50 m en kan groter zijn afhankelijk van de wijze waarop de installatie is ontworpen. 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 de effectafstand gelijk aan 50 m. Figuur

5 toont de minimum afstand en de effectafstand 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. Ook binnen dit gebied bevinden zich (geprojecteerde) beperkt kwetsbare objecten.



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

3.2. Groepsrisico

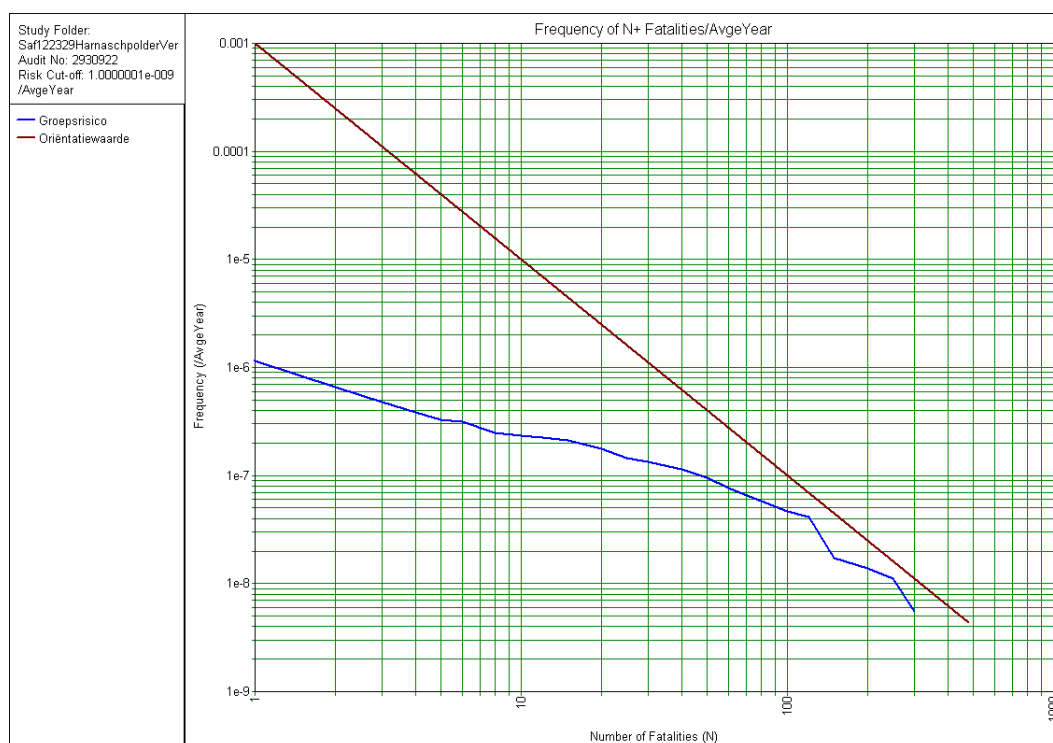
Het groepsrisico geeft aan wat de kans is op een ongeval met tien of meer dodelijke slachtoffers in de omgeving van de inrichting. Het aantal personen dat in de omgeving van de inrichting verblijft, bepaalt daardoor mede de hoogte van het groepsrisico. Het groepsrisico wordt weergegeven in een zogenaamde 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 6 toont het berekende groepsrisico (blauwe lijn) en de oriëntatiewaarde $fN^2 = 10^{-3}$ (bruine lijn). Het groepsrisico ligt onder de oriëntatiewaarde. Bij 250 slachtoffers is de frequentie 0.81 keer de frequentie die hoort bij de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal slachtoffers is 300.

Tabel 17 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 1-10, 10-100 en > 100 slachtoffers. De belangrijkste scenario's op > 100 slachtoffers zijn het instantaan en continu falen van de beide opslagtanks.

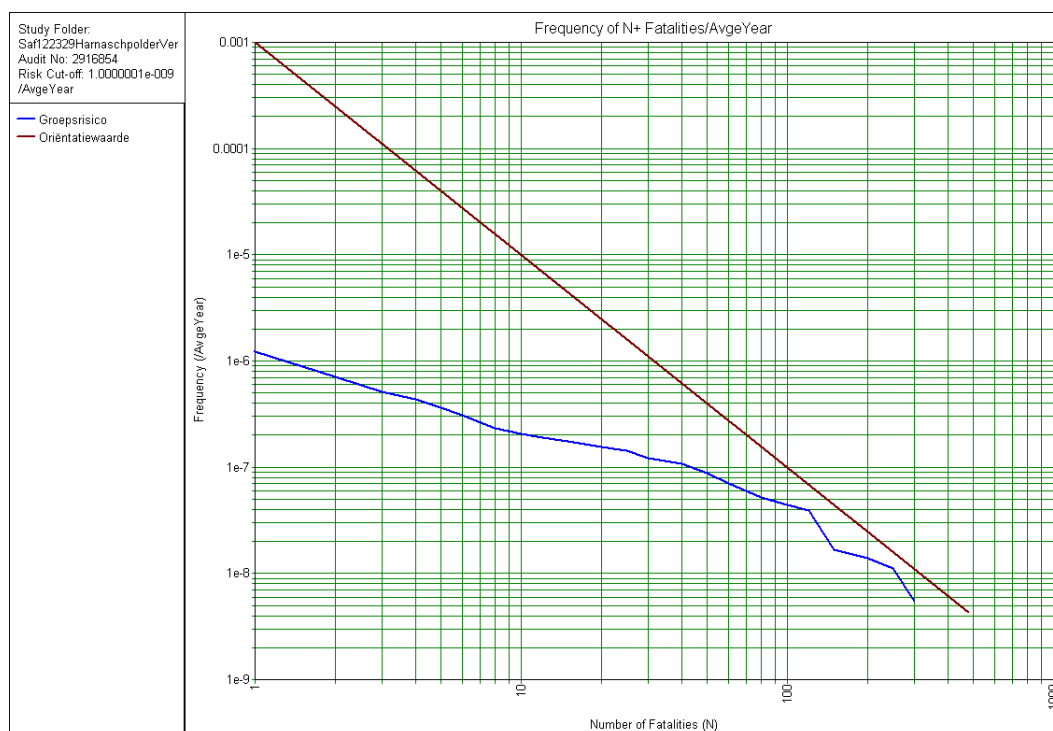
Figuur 7 toont het groepsrisico voor de situatie dat er alleen 's nachts bevoorrading door een tankauto plaatsvindt. Het groepsrisico wordt dan kleiner. Bij 250 slachtoffers is de frequentie 0.69 keer de frequentie die hoort bij de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal slachtoffers is 300.



Figuur 6. Groepsrisico

Scenario	Risico integraal [jr]	Risico integraal [% totaal]	Freq 10-100 [jr]	Freq > 100 [jr]
Hoofdopslagvat1\Instantaan	4.5E-06	22.5	1.2E-08	2.1E-08
Hoofdopslagvat2\Instantaan	4.4E-06	21.8	1.1E-08	2.1E-08
Hoofdopslagvat1\Continu10min	3.0E-06	14.7	7.1E-08	2.1E-09
Hoofdopslagvat2\Continu10min	2.8E-06	14.0	6.6E-08	2.2E-09
Tankauto\Instantaan	1.2E-06	6.2	2.2E-09	5.0E-09
Tankauto\BLEVE door omgevingsbrand	1.1E-06	5.2	1.3E-08	0.0E+00
PompTank1\Continu50mm	5.8E-07	2.9	1.2E-08	0.0E+00
Tankauto\BLEVE tijdens verlading	5.5E-07	2.7	6.6E-09	0.0E+00
PompTank2\Continu50mm	5.2E-07	2.6	1.1E-08	0.0E+00
Tankauto\BreukPompNoodstopOk	4.3E-07	2.1	1.9E-08	0.0E+00
VRE1\Continu10mm	2.6E-07	1.3	0.0E+00	0.0E+00

Tabel 17. Scenario's bepalend voor het groepsrisico



Figuur 7. Groepsrisico met bevoorrading alleen 's nachts

4. Effectafstand

Effectafstanden zijn berekend voor alle scenario's. Tabel 18 toont de maximale afstand tot 1% kans op overlijden (bij onbeschermd blootstelling) en tot 35, 10 en 3 kW/m² (BLEVE, plasbrand of fakkel) voor weersklasse D-5.0 overdag en tabel 19 voor weersklasse F-1.5 's nachts. De aanduiding in de kolommen onderdeel en scenario zijn een referentie naar de tekst in hoofdstuk 2.

Het criterium voor de afstand tot 1% kans op overlijden hangt af van het effect dat voor elk scenario leidt tot de grootste afstand (bijvoorbeeld 10 kW/m² voor een fakkel die langer dan 20 s duurt).

Tabel 20 toont de maximale afstand tot de LFL voor een wolkbrand.

De maximale afstand tot 0.3 en 0.1 bar wordt door Safeti-NL voor een aantal scenario's uitgevoerd. Tabel 21 toont het resultaat.

Onderdeel	Scenario	1% Over lijden	35 kW/m ²	10 kW/m ²	3 kW/m ²
Hoofdopslagvat	Instantaan	223	77	245	471
	Continu10min	116	80	99	131
	Continu10mm	21	17	20	26
Pomp hoofdopslagvat	Breuk	55	44	55	71
	Lekkage	11	9	11	14
VRE	Instantaan	24	20	24	31
	Continu10min	24	20	24	31
	Continu10mm	21	17	21	27
Tankauto	Instantaan	232		132	270
	ContinuGrootsteAansluiting	104	82	103	136
	BreukPompNoodstopOk	69	55	68	90
	BreukPompNoodstopNietOk	69	55	68	90
	LekkagePomp	13	10	13	17
	BreukSlangNoodstopOk	52	41	52	68
	BreukSlangNoodstopNietOk	39	31	39	51
	TerugslagklepOk				
	BreukSlangNoodstopNietOk	42	34	42	55
	TerugslagklepNietOk				
	LekkageSlang	9	7	9	12
	BLEVE tijdens verlading	198	98	272	516
	BLEVE omgevingsbrand	198	98	272	516
	BLEVE externe impact	67		133	272
Vulleiding	BreukNoodstopOk	30	16	30	51
	BreukNoodstopNietOk	23	12	23	39
	TerugslagklepOk				
	BreukNoodstopNietOk	24	13	24	42
	TerugslagklepNietOk				
Lekkage		5	3	5	7
Afleverleiding dispenser	Breuk	13	6	13	23
	Lekkage	4	2	4	6
Slang dispenser	BreukKnopOk	24	19	24	30
	BreukNoodstopOk	24	19	24	30
	BreukNoodstopNietOk	24	19	24	30
	Lekkage	6	5	6	7
LCNG leiding	Breuk	26	21	26	33
	Lekkage	6	5	6	7
LCNG pomp	Breuk	26	21	26	33
	Lekkage	6	5	6	7
LCNG heater	Breuk	26	21	26	33

Tabel 18. Effectafstand weersklasse D-5.0 overdag

Onderdeel	Scenario	1% Over lijden	35 kW/m ²	10 kW/m ²	3 kW/m ²
Hoofdopslagvat	Instantaan	174	77	245	471
	Continu10min	190	100	119	149
	Continu10mm	25	21	25	31
Pomp hoofdopslagvat	Breuk	96	56	66	82
	Lekkage	13	11	13	16
VRE	Instantaan	29	25	29	36
	Continu10min	29	25	29	36
	Continu10mm	25	21	25	31
Tankauto	Instantaan	206		132	270
	ContinuGrootsteAansluiting	131	102	123	155
	BreukPompNoodstopOk	95	69	82	103
	BreukPompNoodstopNietOk	94	68	82	103
	LekkagePomp	16	13	16	19
	BreukSlangNoodstopOk	62	52	62	78
	BreukSlangNoodstopNietOk	48	39	47	59
	TerugslagklepOk				
	BreukSlangNoodstopNietOk	51	42	51	63
	TerugslagklepNietOk				
	LekkageSlang	11		11	14
	BLEVE tijdens verlading	198	98	272	516
	BLEVE omgevingsbrand	198	98	272	516
	BLEVE externe impact	67		133	272
Vulleiding	BreukNoodstopOk	18	1	18	46
	BreukNoodstopNietOk	13	0	12	34
	TerugslagklepOk				
	BreukNoodstopNietOk	14		14	37
	TerugslagklepNietOk				
Lekkage		1		1	6
Afleverleiding dispenser	Breuk	8	1	8	20
	Lekkage	2	1	2	5
Slang dispenser	BreukKnopOk	29	24	29	35
	BreukNoodstopOk	29	24	29	35
	BreukNoodstopNietOk	29	24	29	35
	Lekkage	7	7	7	9
LCNG leiding	Breuk	31	26	31	38
	Lekkage	7	6	7	8
LCNG pomp	Breuk	31	26	31	38
	Lekkage	7	6	7	8
LCNG heater	Breuk	31	26	31	38

Tabel 19. Effectafstand weersklasse F-1.5 's nachts

Onderdeel	Scenario	D-5.0	F-1.5
Hoofdopslagvat	Instantaan	213	118
	Continu10min	113	168
	Continu10mm	9	16
Pomp hoofdopslagvat	Breuk	54	89
	Lekkage	5	6
VRE	Instantaan	13	21
	Continu10min	13	21
	Continu10mm	10	16
Tankauto	Instantaan	231	206
	ContinuGrootsteAansluiting	98	94
	BreukPompNoodstopOk	61	71
	BreukPompNoodstopNietOk	61	71
	LekkagePomp	5	8
	BreukSlangNoodstopOk	30	24
	BreukSlangNoodstopNietOk	30	45
	TerugslagklepOk		
	BreukSlangNoodstopNietOk TerugslagklepNietOk	33	48
	LekkageSlang	4	5
	BLEVE tijdens verlading		
	BLEVE omgevingsbrand		
	BLEVE externe impact		
Vulleiding	BreukNoodstopOk		
	BreukNoodstopNietOk		
	TerugslagklepOk		
	BreukNoodstopNietOk		
	TerugslagklepNietOk		
Afleverleiding dispenser	Breuk		
	Lekkage		
Slang dispenser	BreukKnopOk		
	BreukNoodstopOk		
	BreukNoodstopNietOk		
	Lekkage		
LCNG leiding	Breuk	15	27
	Lekkage		
LCNG pomp	Breuk	15	27
	Lekkage		
LCNG heater	Breuk	15	27

Tabel 20. Effectafstand wolkbrand

Onderdeel	Scenario	D-5.0		F-1.5	
		0.3 bar	0.1 bar	0.3 bar	0.1 bar
Hoofdopslagvat	Instantaan	223	286	126	238
	Continu10min	116	140	190	242
	Continu10mm				
Pomp hoofdopslagvat	Breuk			96	121
	Lekkage				
VRE	Instantaan				
	Continu10min				
	Continu10mm				
Tankauto	Instantaan	232	311	153	260
	ContinuGrootsteAansluiting	104	132	131	192
	BreukPompNoodstopOk			95	135
	BreukPompNoodstopNietOk			94	135
	LekkagePomp				
	BreukSlangNoodstopOk				
	BreukSlangNoodstopNietOk				
	TerugslagklepOk				
	BreukSlangNoodstopNietOk			50	75
	TerugslagklepNietOk				
	LekkageSlang				
	BLEVE tijdens verlading				
	BLEVE omgevingsbrand				
	BLEVE externe impact				
Vulleiding	BreukNoodstopOk				
	BreukNoodstopNietOk				
	TerugslagklepOk				
	BreukNoodstopNietOk				
	TerugslagklepNietOk				
Afleverleiding dispenser	Breuk				
	Lekkage				
Slang dispenser	BreukKnopOk				
	BreukNoodstopOk				
	BreukNoodstopNietOk				
	Lekkage				
LCNG leiding	Breuk				
	Lekkage				
LCNG pomp	Breuk				
	Lekkage				
LCNG heater	Breuk				

Tabel 21. Effectafstand explosie

5. Conclusie

Het voornemen is een LNG-installatie te plaatsen op een nieuwe inrichting aan de Sionsdreef in Midden-Delfland. In het kader van de aanvraag voor de omgevingsvergunning is een kwantitatieve risicoanalyse opgesteld.

De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt buiten het terrein van de inrichting. Binnen de contour van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr is in het vigerende bestemmingsplan de vestiging van beperkt kwetsbare objecten toegestaan.

Het ministerie I&M ontwikkelt momenteel een interim beleid voor LNG-tankstations. Eén van de uitgangspunten is een minimum afstand voor het plaatsgebonden risico van 50 m aan te houden vanaf het vulpunt tot (beperkt) kwetsbare objecten, onafhankelijk van de berekende grenswaarde van het plaatsgebonden risico. Een ander uitgangspunt is de locatie van het LNG-tankstation danwel objecten in de omgeving zo te kiezen dat in het gebied tussen de grenswaarde van het plaatsgebonden risico en de effectafstand van het LNG-tankstation geen kwetsbare objecten zijn gelegen of gerealiseerd kunnen worden. Beperkt kwetsbare objecten zijn mogelijk, maar hieraan moet een motivering ten grondslag liggen. Deze effectafstand is minimaal 50 m en kan groter zijn afhankelijk van de wijze waarop de installatie is ontworpen. 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 gelijk aan 50 m. De berekende grenswaarde van het plaatsgebonden risico 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 en de grenswaarde maatgevend. Ook binnen dit gebied bevinden zich (geprojecteerde) beperkt kwetsbare objecten.

Het groepsrisico is bij het bevoorradingscenario A (50% overdag en 50% 's nachts) kleiner dan de oriëntatiewaarde. Bij 250 slachtoffers is de frequentie 0.81 keer de frequentie die hoort bij de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal slachtoffers is 300. Bij het bevoorradingscenario B (alleen 's nachts) is het groepsrisico kleiner dan de oriëntatiewaarde. Bij 250 slachtoffers is de frequentie dan 0.69 keer de frequentie die hoort bij de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal slachtoffers is 300.

Referenties

1. RIVM 2009 Handleiding risicoberekeningen BEVI
(versie 3.2 gedateerd 1 juli 2009)
2. RIVM 2013 Rekenmethodiek LNG-tankstations
Versie 1.0 gedateerd 5 augustus 2014
3. VROM 2007 Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico
Versie 1.0 november 2007
4. Gemeente Midden-Delfland 2014 Memo Personendichtheden externe veiligheid voor
BP Harnaschpolder Noord 2014