

Bepaling interne veiligheidsafstanden voor LNG-tankstations ten behoeve van de in ontwikkeling zijnde PGS 33

PGS 33 subwerkgroep 1

Auteur: Edward Geus, RIVM Centrum Externe Veiligheid

Dit rapport is bedoeld als achtergronddocument bij PGS 33

Versie 4.0, 25 april 2013

Inhoud

Samenvatting—3

1 Inleiding—5

2 Definitie en doel van een interne veiligheidsafstand—6

3 Werkwijze—7

3.1 Werkwijze gebaseerd op aanpak EIGA 2007—7

3.2 Gevaarseigenschappen van (vloeibaar) methaan en de toegepaste schadecriteria—9

4 Keuze van het maatgevende ongevalsscenario—11

4.1 Beschouwde ongevalsscenario's—11

4.2 Keuze maatgevende ongevalsscenario—12

4.3 Niet beschouwde ongevalsscenario's—13

5 Voorstel voor interne veiligheidsafstanden—15

5.1 Interne veiligheidsafstanden van een andere gevarenbron binnen de inrichting naar een LNG-installatie—18

Bijlage 1 Samenstelling subwerkgroep Interne Veiligheidsafstanden—19

Bijlage 2 Geraadpleegde literatuur—20

Bijlage 3 Berekeningen van de effectafstanden—21

Bijlage 4 Voorbeelden van interne veiligheidsafstanden tussen andere risicobronnen en LNG-installatieonderdelen—29

1 Interne afstanden tussen een LNG- en een LPG-tankstation binnen een inrichting—29

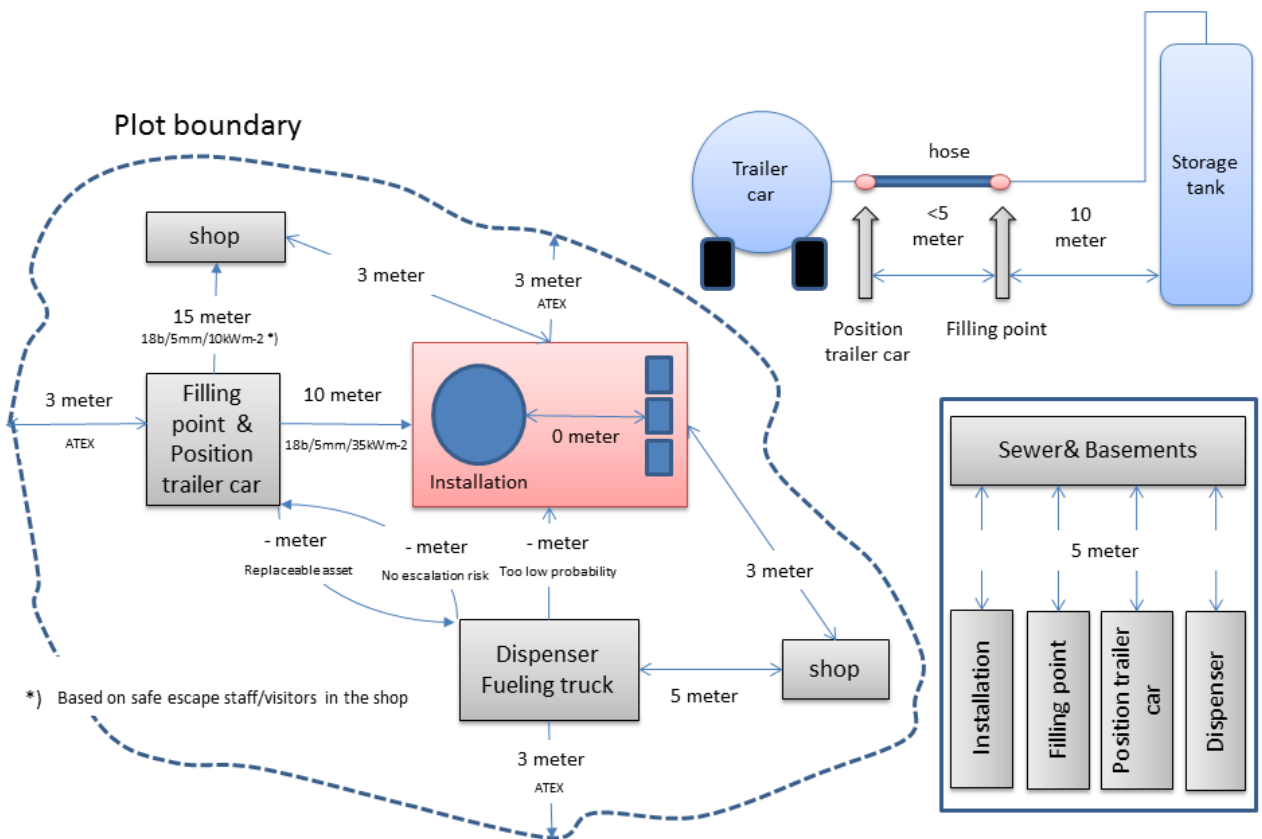
2 Interne afstanden tussen een LNG-installatie en een CNG-installatie binnen de inrichting—29

3 Interne afstanden tussen een LNG-installatie en een installatie met ontvlambare vloeistoffen (zoals benzine, diesel etc.) binnen de inrichting—30

4 Interne afstanden tussen een LNG-tankstation en een gebouw met brandbare materialen binnen de inrichting.—31

Samenvatting

Voor de nieuw op te stellen PGS 33 voor LNG tankstations heeft een subwerkgroep van de PGS 33 werkgroep interne veiligheidsafstanden bepaald voor onderdelen van een LNG-tankstation als gevarenbron naar kwetsbare objecten binnen de inrichting. De subwerkgroep stelt voor om tussen de LNG-opslagtank, de LNG-buffertanks, de daarbijhorende verdampers, pompen en leidingwerk, alsmede de LNG-dispenser geen veiligheidsafstanden toe te passen (0 meter). Voor het LNG-vulpunt/de opstelplaats van de LNG-tankwagens en de LNG-dispenser/ LNG-tankende vrachtwagen gelden specifieke veiligheidsafstanden naar de overige LNG-installatieonderdelen en naar omringende gebouwen en naar de erfgrans. Zie onderstaande figuur.



Figuur - Interne veiligheidsafstanden LNG tankstation

Bij de bepaling van de interne veiligheidsafstanden is de methode toegepast zoals is vastgelegd in het rapport Determination of safety distances van de European Industrial Gases Association (EIGA). Primair hebben interne veiligheidsafstanden als doel om domino-effecten te voorkomen als gevolg van een (klein) ongeval.

De berekende interne veiligheidsafstanden zijn gebaseerd op lekscenario's van een LNG-installatieonderdeel ter grootte van circa 1-5 mm. Het argument voor deze keuze is dat de generieke faalfrequentie van dit maatgevende scenario wordt geschat op 10^{-3} per jaar en daarmee binnen de door EIGA voorgestelde range ligt. Incidenten die met (veel) lagere frequenties kunnen voorkomen, zoals catastrofaal falen, leidingbreuk en lekkages met een lekgrootte van 10 mm of meer, worden door EIGA niet als maatgevend beschouwd voor de bepaling van interne veiligheidsafstanden. Voor die ongevalsscenario's (vaak met een grotere effectafstand) dienen andere veiligheidsmaatregelen te worden toegepast dan interne veiligheidsafstanden.

Voor zover bekend hebben nog geen incidenten bij LNG-tankstations plaatsgevonden op basis waarvan een maatgevend ongevalscenario kan worden afgeleid. Wanneer deze informatie in de toekomst beschikbaar komt, dient wellicht het gekozen maatgevend ongevalscenario heroverwogen te worden. Een compact LNG-tankstation biedt veiligheidsvoordelen, onder meer omdat dan minder leidingwerk nodig is.

Directe of indirecte ontsteking van het bij het maatgevende scenario vrijgekomen methaangas heeft een fakkelbrand of wolkbrand tot gevolg. De interne veiligheidsafstanden zijn bepaald op basis van de berekende warmtestraling van de fakkel- of wolkbrand op het aangestraalde kwetsbare object. Bij de dubbelwandig uitgevoerde LNG-installatieonderdelen is ervan uitgegaan dat deze bestand zijn tegen een warmtestralingsflux van 35 kW/m^2 . Voor overige aangestraalde kwetsbare objecten (die niet extra beschermd zijn) is een warmtestralingsbelasting van maximaal 10 kW/m^2 aangehouden. Bij het gekozen maatgevende scenario wordt geen relevante LNG-plas verwacht. Daarom is geen rekening gehouden met een LNG-plasbrand.

1 Inleiding

In 2011 is onder projectleiding van NEN een werkgroep van start gegaan om een nieuwe richtlijn voor LNG-vulstations te ontwikkelen binnen de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS 33). NEN heeft vervolgens een subwerkgroep onder leiding van het Centrum Externe Veiligheid van het RIVM verzocht om voor de te ontwikkelen PGS 33 de interne veiligheidsafstanden te bepalen. Het verzoek van NEN is vastgelegd in document 2011-06, Overzicht werkgroepen en taken – versie 1, van 15 maart 2011.

De subwerkgroep is gevormd uit leden van de werkgroep PGS 33 met expertise van (het ontwerpen van) LNG-installaties, stofeigenschappen van LNG en dispersie- en effectmodellering. De subwerkgroep is aangevuld met expertise van buiten de werkgroep PGS 33. De samenstelling van de subwerkgroep Interne veiligheidsafstanden is weergegeven in bijlage 1.

In dit rapport zijn de resultaten van de subwerkgroep Interne Veiligheidsafstanden van de PGS 33 weergegeven.

2 Definitie en doel van een interne veiligheidsafstand

De in dit rapport gehanteerde definitie van een interne veiligheidsafstand is afgeleid van die uit EIGA 2007 (Determination of safety distances, IGC Doc 75/07/E, 2007 van de European Industrial Gases Association AISBL (EIGA¹)).

Een interne veiligheidsafstand is de minimale scheiding tussen een gevarenbron (een installatieonderdeel met een gevaarlijke stof) en de potentiële ontvanger van het gevaar (een persoon, kwetsbaar installatieonderdeel of gebouw binnen de inrichting), met het doel om het schadelijke effect als gevolg van een te voorziene ongeval te voorkomen of te beperken en daarmee een escalatie naar een groter ongeval (domino-effect) te voorkomen. Een te voorziene ongeval bij één installatieonderdeel mag niet leiden tot het (deels) falen van een ander installatieonderdeel. Een interne veiligheidsafstand voorkomt dus dat uit een relatief klein incident een majeure ongeval ontstaat. Adequate interne veiligheidsafstanden zijn daarmee een voorwaarde voor een veilige lay-out van het LNG-tankstation.

Een te voorziene ongeval is een ongeval dat bij normale bedrijfsvoering met een bepaalde, relevante frequentie kan voorkomen (groter dan 10^{-5} per jaar). De werkgroep heeft er voor gekozen om scenario's te selecteren met een frequentie van in de orde van 10^{-3} per jaar. Ongevalsscenario's als (kleine) lekkages komen dan in beeld omdat deze met genoemde relevante frequentie voorkomen. Voor specifieke situaties zijn – in afwijking van genoemde maatgevende scenario's – ook andere ongevalsscenario's beschouwd, zoals schade aan een LNG-installatie-onderdeel door externe impact.

Daarentegen worden ongevalsscenario's die (zeer) zelden voorkomen (met een frequentie kleiner dan 10^{-5} per jaar), zoals het volledig en instantaan falen van een installatie, niet in beschouwing genomen. Ondanks dat een dergelijk ongeval tot een veel groter schadelijk effect kan leiden. Een interne veiligheidsafstand is dus niet bedoeld om bescherming te bieden tegen de gevolgen van majeure ongevallen. Andere maatregelen dan interne veiligheidsafstanden zijn dan nodig om het effect of de kans op een dergelijk ongeval tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen.

Deze majeure ongevalsscenario's spelen wel een rol bij de bepaling van de externe veiligheidsafstanden die conform het Nederlandse externe veiligheidsbeleid gebaseerd zijn op een risicoaanpak (het plaatsgebonden risico en het groepsrisico). Externe veiligheidsafstanden dienen om de ruimtelijke inpasbaarheid van de gehele inrichting in de omgeving te bepalen. Het RIVM Centrum Externe Veiligheid is in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M) bezig om in een separaat project een rekenmethodiek te ontwikkelen waarmee deze externe veiligheidsafstanden kunnen worden berekend.

Deze afstanden worden niet opgenomen in de PGS 33 (maar worden eventueel wettelijke verankerd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi)) en vallen dus buiten de scope van dit onderzoek.

¹ De EIGA is een Europese organisatie waarin bedrijven die gassen voor industriële, medische of agrarische toepassingen produceren of distribueren, samenwerken met de focus op het ontwikkelen van technische standaarden voor veiligheid en milieu.

3 Werkwijze

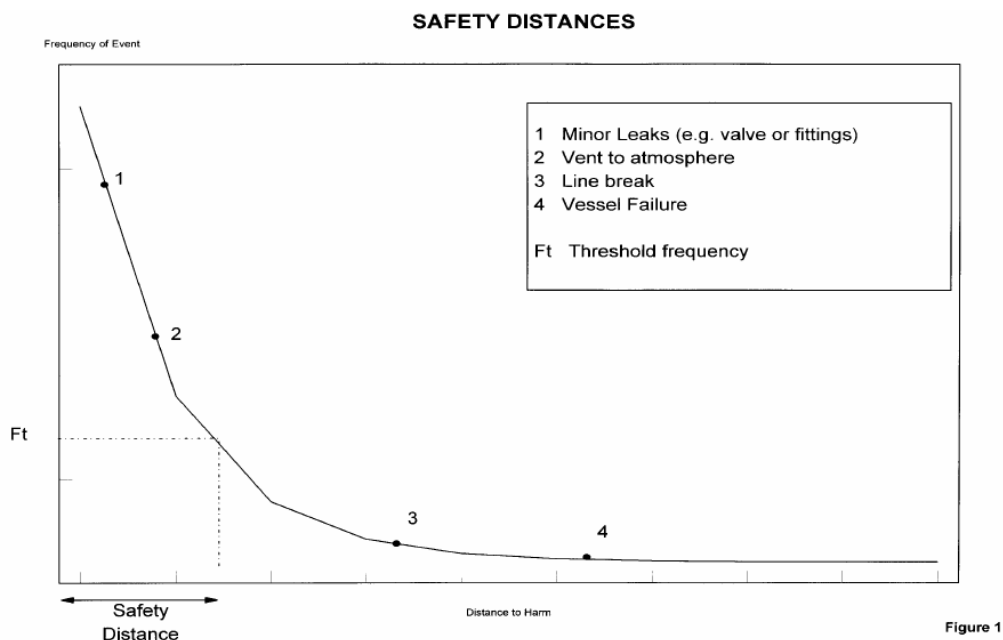
Voor de bepaling van de interne veiligheidsafstanden voor LNG-tankstations is in hoofdlijnen de werkwijze aangehouden zoals beschreven in EIGA 2007. De werkwijze van EIGA 2007 wordt hierna kort uiteengezet.

Daarnaast zijn andere informatiebronnen geraadpleegd waarvan de belangrijkste zijn: NEN 2007, NEN 2002, NFPA 2002, NFPA 2001 en IDE 2003 (zie bijlage 2 Geraadpleegd literatuur).

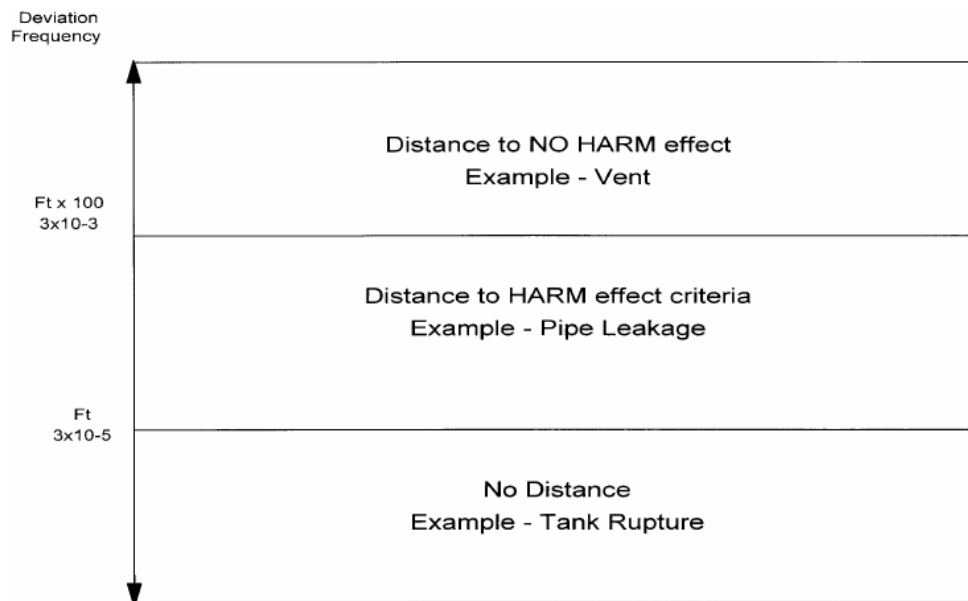
3.1 Werkwijze gebaseerd op aanpak EIGA 2007

EIGA 2007 geeft geen specifiek ongevalsscenario dat als uitgangspunt voor de bepaling van interne veiligheidsafstanden kan dienen, maar formuleert een 'bandbreedte' waarbinnen een gekozen ongevalsscenario maatgevend is. De bandbreedte wordt aan de 'bovenzijde' bepaald door een drempelwaarde voor de ongevalsfrequentie F_t . EIGA 2007 definieert F_t als de laagste ongevalsfrequentie waarvoor nog interne veiligheidsafstanden dienen worden opgesteld. Op basis van het gemiddelde overlijdensrisico van een lid van de bevolking in Groot-Brittannië geeft EIGA 2007 een $F_t = < 3,5 \times 10^{-5}$ per jaar. Voor faalfrequenties kleiner dan F_t (zoals een breuk van een tank) zijn interne veiligheidsafstanden niet bedoeld. Deze zijn wel bedoeld voor ongevalsscenario's met faalfrequenties van F_t tot $100 \times F_t$, en gebaseerd op de geldende schadecriteria. Voor ongevalsscenario's met een faalfrequentie boven $100 \times F_t$ worden minimale afstanden afgeleid gebaseerd op criteria waarbij geen schade-effecten aanwezig zijn.

De figuren 1 en 2 illustreren de aanpak van EIGA 2007.



Figuur 1: Voorbeeld van het zoeken naar een maatgevend scenario met een relevante ongevalsfrequentie (bron: EIGA 2007)



Figuur 2: Voor faalfrequenties tussen F_t en $100 \times F_t$ dienen interne veiligheidsafstanden te worden vastgesteld (bron: EIGA 2007)

De eerste stap van de aanpak kenmerkt zich door een zoektocht naar een maatgevend ongevalsscenario met een frequentie van voorkomen die globaal ligt in het gebied van 10^{-3} tot 10^{-5} per jaar. Dit te voorziene ongevalsscenario leent zich het best voor de bepaling van de interne veiligheidsafstanden (is daarvoor maatgevend).

Opmerking:

Van belang is op te merken dat voor dit doel uitsluitend de interne veiligheidsafstanden worden bepaald van een LNG bevattend installatieonderdeel van het LNG-tankstation (als gevarenbron) naar omliggende kwetsbare onderdelen van de inrichting. In dit rapport zijn dus geen interne afstanden bepaald voor andere gevarenbronnen (dan een LNG-installatie-onderdeel) naar de LNG-installaties.

Wanneer binnen een inrichting naast een LNG-tankstation ook andere gevarenbronnen aanwezig zijn (bijvoorbeeld een benzine-, LPG- of CNG-tankstation of een gebouw met opslag van brandbare materialen), dienen de interne veiligheidsafstanden die bij die gevarenbronnen horen, ongewijzigd te worden toegepast naar LNG-installatieonderdelen; met als uitgangspunt dat de LNG-installatieonderdelen een warmtestralingsflux van 35 kW/m^2 kunnen hebben. Voor dubbelwandige opslagsystemen zijn testen uitgevoerd waaruit blijkt dat deze een brand kunnen weerstaan van minimaal $650 \text{ }^\circ\text{C}$ gedurende minimaal een 30 minuten bij gebruik van Perliet als isolator ¹⁾. Daarbij geldt de grootste afstand als maatgevend voor de onderlinge scheiding tussen beide installaties. Zie ook de paragrafen 4.3 en 5.1.

Voorbeeld:

Bij een combinatie van een LPG- en een LNG-tankstation gelden voor het LPG-deel de interne veiligheidsafstanden uit PGS 16. Voor het LPG-vulpunt bedraagt de interne afstand naar een LPG-aflevertuistel minimaal 5 meter. Deze afstand dient ook te worden toegepast van het LPG-vulpunt naar de LNG-dispenser van het LNG-tankstation. Zie voorts paragraaf 5.1 tabel 4.

In het kader van de actualisatie van PGS 19 (propaantanks) zijn in 2012 nieuwe interne veiligheidsafstanden afgeleid voor plasbranden en voor brandende gebouwen als gevarenbron naar omliggende kwetsbare objecten. Deze afstanden kunnen ongewijzigd in PGS 33 worden opgenomen.

3.2 Gevaarseigenschappen van (vloeibaar) methaan en de toegepaste schadecriteria

In tabel 1 zijn de gevaarseigenschappen van (vloeibaar) methaan weergegeven, met vermelding van de bij de bepaling van de interne veiligheidsafstanden gehanteerde schadecriteria. Deze schadecriteria zijn overgenomen uit PGS 1, EIGA 2007 en IDE 2003.

Gevaars-Eigenschap		blootstellingspad	Schade criterium	effect	Blootgestelde objecten
brandbaar, ontvlambaar	gas	Warmtestraling van fakkel (directe ontsteking)	9,5 kW/m ²	1% letaliteit	personen
			9,5 kW/m ²	falen	Gebouwen, onbeschermd installaties en leidingen
			35 kW/m ²	falen	Beschermd installaties en leidingen (inclusief draagconstructie) ^{1,2)}
		Warmtestraling van wolkbrand (vertraagde ontsteking)	50% LFL ³⁾	100% letaliteit falen	Personen, gebouwen
explosief	gas	Overdruk	0,1 bar	1% letaliteit falen	Personen, gebouwen
			0,3 bar	falen	Beschermd installaties en leidingen (inclusief draagconstructie) ^{1,2)}
Verstikkend (zuurstof-verdringend)	gas	Inademing	Conc. zuurstof =< 16 %	1% letaliteit	personen
Bevriezend	Vloeistof	Contact met vloeibaar methaan	- 40 °C	1% letaliteit	personen

Tabel 1: Overzicht gevaarseigenschappen en schadecriteria voor (vloeibaar) methaan

Opmerkingen bij tabel 1:

- 1 Installatieonderdelen die LNG (cryogeen) bevatten, worden verondersteld dubbelwandig uitgevoerd te zijn, met tussen de binnen- en buitenwand een vacuüm gevuld met isolatiemateriaal als perliet. De dubbelwandige uitvoering met isolatiemateriaal kan worden beschouwd als een (extra) bescherming tegen warmtebelasting van de binnentank, waarvoor het schadecriterium voor warmtestraling van 35 kW/m² van toepassing is (HARI 2009, IDE 2003). In HARI 2009 wordt een waarde van 35 kW/m² genoemd, terwijl IDE 2003 een waarde 37,5 kW/m² hanteert voor beschermde installaties. Voor de berekening van de effectafstanden is dit verschil niet relevant. Hier is gekozen voor 35 kW/m² om consistent te zijn met de aanpak van de nieuw vastgestelde interne afstanden voor PGS 19.

In NEN 2002 (NEN-EN 13645) zijn in tabel 1 voor verschillende typen installaties informatieve schadecriteria weergegeven voor de maximaal toelaatbare warmtestraling, voor het geval dat in de van toepassing zijnde regelgeving geen schadecriteria worden gegeven. De NEN 2002 waarden voor de maximale warmtestraling zijn lager (conservatiever) dan de schadecriteria uit HARI 2009 en IDE 2003.

- 2 Uitgangspunt is, dat de draagconstructie van de installatie niet eerder zal falen dan de installatie zelf (eventueel na toepassing van een brandwerende maatregel).
- 3 Als de gasconcentratie onder de LFL (Lower Flammable Level) blijft, zal geen ontbranding plaatsvinden. De afstand waar de gasconcentratie 50% van de LFL-waarde bedraagt, is een verdedigbare maat voor een veiligheidsafstand, omdat ook rekening moet worden gehouden met inhomogeniteit van de gaswolk. Het 50% LFL criterium levert kleinere interne veiligheidsafstanden op dan voor de 10 kW/m².

4 Keuze van het maatgevende ongevalsscenario

Zoals in hoofdstuk 3 (Werkwijze) is vermeld, zijn voor de bepaling van de interne veiligheidsafstanden alleen de ongevalsscenario's van belang met een faalfrequentie die in de orde van grootte liggen tussen 10^{-3} en 10^{-5} per jaar. Hiernavolgend is voor de verschillende LNG-installatieonderdelen beschreven welke ongevalsscenario's dat zijn en waarom ze zijn meegenomen. Binnen de beschouwde ongevalsscenario's is vervolgens een keuze gemaakt voor een ongevalscenario dat maatgevend is voor de bepaling van de interne veiligheidsafstanden. Voorts is aangegeven welke ongevalsscenario's niet zijn beschouwd en de motivatie daarvoor.

Voor dit hoofdstuk zijn de bronnen HARI 2009, EIGA 2007, PGS 25, ATEX 137 Gids geraadpleegd.

4.1 Beschouwde ongevalsscenario's

Voor de bepaling van de interne veiligheidsafstanden zijn in eerste instantie de volgende ongevalsscenario's (met een geschatte faalfrequentie tussen 10^{-3} en 10^{-5} per jaar) beschouwd en berekend:

- Emissie uit vent op 10 m hoogte;
- 50 mm lek in LNG-tank en LNG-leiding bij 9 en 18 barg druk;
- 10 mm lek in LNG-tank en LNG-leiding bij 9 en 18 barg druk;
- 5 mm lek in LNG-leiding;
- lek in leiding/ flens met bronsterkte van 10 g LNG/ s (circa 1 mm lek).

Motivatie voor de keuze van de beschouwde ongevalsscenario's:

- De generieke frequenties van de ongevalsscenario's liggen in de gewenste bandbreedte van 10^{-5} – 10^{-3} per jaar. Het 50 mm lek-/ breuks scenario heeft een generieke frequentie in de orde van grootte van 10^{-5} per jaar, het 10 mm lekscenario een generieke frequentie van circa 10^{-4} per jaar en het laatstgenoemde 10 g/s lekscenario een generieke frequentie in de orde van grootte van 10^{-3} per jaar.
- Bij CNG-tankstations (PGS 25) zijn de interne veiligheidsafstanden bepaald op basis van een lekscenario met een bronsterkte van 10 g/s. Om redenen van consistentie tussen beide typen van tankstations is gekozen om hetzelfde uitgangspunt voor LNG-tankstations toe te passen. Voor LNG komt een bronsterkte van 10 g/s ongeveer overeen met een lekgrootte van 1-2 mm. Bij een 10 g/s scenario blijken de effectafstanden nauwelijks meer afhankelijk te zijn van de verschillende drukken.

Opmerking

Door compact te bouwen zal een optimum in de veiligheidssituatie worden bereikt (kleine afstand tussen installatiedelen beperkt o.m. lange LNG voerende leidingen en het toepassen van risicoverhogende flenzen etc.). Zie ook paragraaf 4.2.

Van de beschouwde ongevalsscenario's zijn de effectafstanden berekend door Shell (voor de emissie uit de vent, met het rekenprogramma FRED) en door DCMR (voor de overige scenario's, met het rekenprogramma PHAST 6.5.4). De resultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

4.2 Keuze maatgevende ongevalsscenario

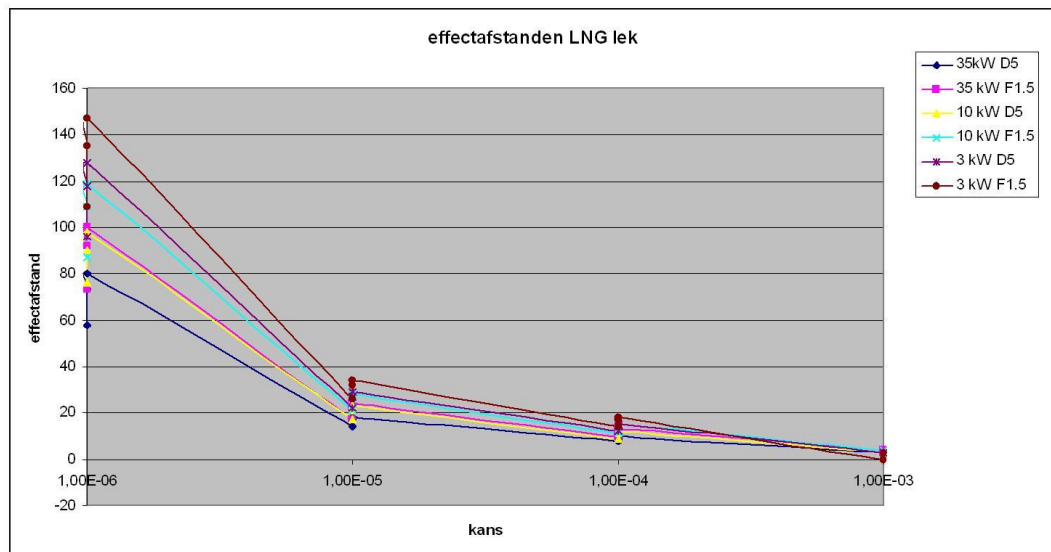
Op basis van expert judgement is door de werkgroep een flenslekkage gekozen als maatgevend ongevalsscenario voor de bepaling van de interne veiligheidsafstanden van de LNG-installatieonderdelen. Dit komt overeen met een 'kleine lekkage' van circa 1 mm lekgrootte met een bronsterkte van 10 g/s. Een uitzondering is gemaakt voor het LNG-vulpunt. Vanwege de meer risicovolle verladingshandelingen is voor het LNG-vulpunt gekozen voor een lek van 5 mm groot (10% van de losslangdiameter van 2 inch). Hierin is de 10% van de dispenserslang niet meegenomen door specifieke maatregelen zoals dodemansknop. Beide maatgevende ongevalsscenario's hebben een faalfrequentie in de orde van 10^{-3} per jaar.

De lekscenario's met een lekgrootte van 10 mm of meer zijn niet als maatgevend beschouwd voor de bepaling van de interne veiligheidsafstanden, omdat deze scenario's met een te lage frequentie voorkomen (10^{-4} tot 10^{-5} per jaar, de bovengrens van de EIGA-range). Daarbij horen bij deze scenario's afstanden die in de orde liggen van 15-20 meter. Interne afstanden tussen de verschillende LNG-installatieonderdelen die groter zijn dan 20 meter geven praktische uitvoeringsproblemen.

De genoemde faalfrequenties gelden voor generieke lekscenario's, niet specifiek voor LNG-installaties. Er is geen informatie van incidenten bij LNG-tankstations voorhanden waaruit zou kunnen blijken dat een ander ongevalsscenario maatgevend zou moeten zijn. Voor zover bekend hebben nog geen incidenten plaatsgevonden. Wanneer deze informatie wel beschikbaar komt, dient een eventuele bijstelling van het maatgevende ongevalsscenario te worden overwogen. Voorts is het schadecriterium voor tegen brand beschermde installaties (een warmtestralingsflux van 35 kW/m^2) toegepast.

In figuur 3 is indicatief de relatie aangegeven tussen de ongevalsfrequenties van vier verschillende uitstroomscenario's van LNG (van klein lek tot instantaan falen) en de effectafstanden voor drie verschillende schadecriteria (3, 10, 35 kW/m^2). Figuur 3 is vergelijkbaar met figuur 1 (met omdraaiing van de x- en y-as). Waar in figuur 1 de relatie tussen faalfrequentie en afstand generiek is weergegeven, is figuur 3 een voor LNG specifieke curve.

De effectafstanden voor de verschillende schadecriteria zijn berekend met het rekenprogramma PHAST 6.5.3.



Figuur 3: Relatie tussen frequentie van lekscenario's (lekgroottes) en effectafstand

Opmerkingen:

- Een lek met een bronsterkte van 10 g/s valt ook binnen het reguleringsgebied van de ATEX 137 richtlijn (explosieve atmosferen). Er is dus overlap mogelijk met de ATEX-zonering.
- Bij een lek in een LNG-voerende installatieonderdeel met een bronsterkte van 10 g/s zal de uitstroom vooral gasvormig aardgas zijn. Aerosolen/ druppels van vloeibaar aardgas zullen geen plasvorming veroorzaken omdat deze snel aan de lucht zullen verdampen. Het scenario plasverdamping/ plasbrand is daarom niet meegenomen voor de bepaling van de interne veiligheidsafstanden.
- Voor specifieke kwetsbare onderdelen, zoals laag liggende riolen en kelders, zijn afwijkende ongevalsscenario's toegepast.

4.3 Niet beschouwde ongevalsscenario's

Ongevalsscenario's die niet zijn beschouwd voor de bepaling van de interne veiligheidsafstanden van LNG-installaties als gevarenbron naar kwetsbare objecten, zijn:

- Catastrofaal falen van een LNG-tank/ LNG-tankauto;
- Breuk van een LNG-tank/ LNG-tankauto;
- Breuk van een LNG-leiding;
- Falen/ beschadiging van een LNG-installatieonderdeel door aanrijding door een motorvoertuig;
- Een brandend (LNG tankend) voertuig (kans hierop is laag).

Motivatie om deze ongevalsscenario's als niet-maatgevend te beschouwen:

- De kans op voorkomen (ongevalsfrequentie) is kleiner dan 10^{-5} per jaar;
- De effectafstanden zijn in de orde van grootte van tientallen meters (zie ook paragraaf 4.2, figuur 3);
- De ongevalsfrequentie en de effectafstanden zijn niet passend bij de gevolgde EIGA 2007 werkwijze.

Voorwaarden om genoemde ongevalsscenario's niet te beschouwen:

- De technische integriteit van de LNG-installatieonderdelen is conform de geldende constructienormen;
- Er zijn maatregelen getroffen om de kans op het catastrofaal falen en op breuk van een LNG-reservoir te verkleinen (zoals overdruk- en niveaubeveiligingen) of de nadelige consequenties ervan te beperken (zoals het op afschot plaatsen van de terreinen waarop de LNG-installaties zich bevinden met opvangvoorzieningen);
- Er zijn maatregelen getroffen om beschadiging van LNG-installaties door externe impact te voorkomen (zoals een beperking van de rijnsnelheid in de omgeving van deze installaties, het plaatsen van aanrijdbeveiliging/ vangrails en het op voldoende afstand houden van grote objecten als bomen, reclameborden etc.).

Beschouwing van andere gevarenbronnen dan installatieonderdelen van het LNG-tankstation

De in 4.1 genoemde ongevalsscenario's zijn niet van toepassing voor de bepaling van de interne veiligheidsafstanden tussen het LNG-tankstation (als kwetsbaar object) en andere gevarenbronnen zoals een LPG-, benzine- of CNG-tankstation, een brandend voertuig of een gebouw met brandbare materialen.

Voor deze situaties zijn de interne veiligheidsafstanden behorend bij de andere gevarenbron van toepassing. De interne veiligheidsafstanden die een andere gevarenbron vereist naar een installatieonderdeel van het LNG-tankstation (als kwetsbaar object) zijn ongewijzigd overgenomen uit andere bronnen (PGS 16, PGS 19). Daarmee zijn ook de maatgevende ongevalsscenario's die voor de andere gevarenbronnen zijn bepaald, overgenomen.

De interne veiligheidsafstanden van de andere gevarenbronnen zijn gebaseerd op een plasbrand bij het vrijkomen van brandbare vloeistoffen of op een gevelbrand van een gebouw met opslag van brandbare materialen.

5 Voorstel voor interne veiligheidsafstanden

In tabel 2 is voor de beschouwde maatgevende ongevalsscenario's een overzicht gegeven van de daarbij gehanteerde uitgangspunten.

Ongevalscenario	Maatgevend effect	Bescherming	Beschermings waarde	Voorwaarde(n)
Scenario 1 1 mm lek bij flens, leiding of stationair vat (waarneembaar, geen plasvorming). Dat komt overeen met 10 g/s bronsterkte bij 18 barg. Directe ontsteking. Fakkelbrand	Warmtestraling door fakkelbrand	Voorkomen falen naburige installatie/ domino-effect	Max 35 kW/m ² warmtestraling op naburige LNG-installatie (beschermd door dubbelwandige uitvoering).	Toepassing van technische maatregelen om de kans op het ongevalsscenario te minimaliseren. Toepassing zelfsluitende vulkoppeling, breekkoppeling afleverslang. Dubbelwandigheid en isolatiemateriaal bieden extra bescherming tegen warmtestraling.
Scenario 2 1 mm lek bij flens, leiding of stationair vat (waarneembaar, geen plasvorming). Dat komt overeen met 10 g/s bronsterkte bij 18 barg. Directe ontsteking. Fakkelbrand	Warmtestraling door fakkelbrand	Voorkomen falen naburige installatie/ domino-effect	Max. 10 kW/m ² voor overige naburige (niet beschermde) installaties	Toepassing van technische maatregelen om de kans op het ongevalsscenario te minimaliseren. Toepassing zelfsluitende vulkoppeling, breekkoppeling afleverslang. Dubbelwandigheid en isolatiemateriaal bieden extra bescherming tegen warmtestraling.
Scenario 3 5 mm lek van losslang (10% van diameter van 2 inch) bij 18 barg tijdens LNG verlading bij vulpunt/ opstelplaats LNG-tankauto Directe ontsteking. Fakkelbrand	Warmtestraling door fakkelbrand	Voorkomen falen naburige installatie/ dominoeffect	Max 35 kW/m ² warmtestraling sflux op naburige LNG-installatie (beschermd door dubbelwandige uitvoering)	Gebruik stalen of composiet slangen

Scenario 4	5 mm lek van losslang (10% van diameter van 2 inch) bij 18 barg tijdens LNG verlading bij vulpunt/ opstelplaats LNG-tankauto	Warmtestraling door fakkelbrand	Voorkomen falen naburige installatie/ domino-effect	Max. 10 kW/m ² voor overige naburige (niet beschermde) installaties	Gebruik stalen of composiet slangen
	Directe ontsteking. Fakkelbrand				

Tabel 2: Overzicht beschouwde ongevalsscenario's voor de bepaling van de interne veiligheidsafstanden voor LNG-tankstations

In onderstaande tabel 3 zijn de interne veiligheidsafstanden weergegeven, die bepaald zijn op basis van de maatgevende ongevalsscenario's uit tabel 2. Bij elke afstand is tussen haakjes het gehanteerde schadecriterium vermeld. Tenzij anders vermeld, gelden de genoemde veiligheidsafstanden als minimaal aan te houden afstanden.

Een interne afstand van 0 meter houdt in dat bij het gekozen maatgevend scenario het blootgestelde installatieonderdeel nooit zal kunnen falen (door warmtestralingseffecten).

Ongevalscenario	Scenario 1 (35 kW/m ²)	Scenario 2 (10 kW/m ²)	Scenario 3 (35 kW/m ²)	Scenario 4 (10 kW/m ²)
Risicobron	LNG-installatie ^{a)} , m.u.v. LNG-vulpunt/ opstelplaats LNG-tankauto	LNG-installatie ^{a)} , m.u.v. LNG-vulpunt/ opstelplaats LNG-tankauto	LNG-Vulpunt/ opstelplaats LNG-tankauto ^{c)}	LNG-Vulpunt/ opstelplaats LNG-tankauto ^{c)}
Risico-ontvanger				
LNG-installatie ^{a)}	0 m	N.v.t.	10 m	N.v.t.
LNG-dispenser/ LNG tankende vrachtauto	N.v.t.	0 m	N.v.t.	0 m ^{e)}
Verkoopruimte/shop binnen inrichting	N.v.t.	3 m	N.v.t.	15 m
Overige kwetsbare onderdelen van de inrichting ^{b), d)}	N.v.t.	3 m	N.v.t.	15 m
LNG-vulpunt/ opstelplaats LNG-tankauto	Wordt bepaald door ongevalscenario 3 van LNG-vulpunt naar LNG-installatie-onderdeel	N.v.t.	N.v.t. ^{a)}	N.v.t.
Erfgrens	N.v.t.	3 m	N.v.t.	3 m ^{f)}

Tabel 3: Interne veiligheidsafstanden voor de verschillende scenario's.

OPMERKINGEN TABEL 3

- a. Onder LNG-installatie wordt in ieder geval verstaan de bovengrondse LNG-opslagtank en de LNG-afleverzuil. Uitgangspunt is dat een LNG-tankstation maximaal 1 (hoofd) LNG-reservoir heeft. Er kan dan ook geen gelijktijdige lossing van 2 LNG-tankwagens plaatsvinden. Bij aanwezigheid van 2 LNG-reservoirs wordt de Brzo-drempelwaarde waarschijnlijk overschreden. Bedrijven die onder het Brzo 1999 vallen, kunnen op basis van een specifieke risicoanalyse interne veiligheidsafstanden bepalen. Voor de afstand van het LNG hoofdreservoir naar een LNG-buffervat of een andere tussenreservoir blijft 0 meter gelden. Een ondergronds LNG opslagreservoir is niet in beschouwing genomen.
- b. Onder overige kwetsbare onderdelen van de inrichting vallen bijvoorbeeld een opslag van gevaarlijke vaste, vloeibare en gasvormige stoffen of een gebouw/bedrijfswoning binnen de inrichting waar personen kunnen verblijven.
- c. Voor de bepaling van een veiligheidsafstand tussen opstelplaats LNG-tankauto en andere LNG-installatieonderdelen wordt de aansluiting van de losslang op de LNG-tankauto als referentiepunt gebruikt. Om de beheersbaarheid van de loshandeling door de tankautochauffeur te optimaliseren en de kans op een externe interferentie tijdens de loshandeling te minimaliseren, dient de afstand tussen de aansluiting van de losslang op de LNG-tankauto en het LNG-vulpunt maximaal 5 meter te zijn.
- d. Indien een overige kwetsbaar object tevens een risicobron kan zijn, waarvoor ook interne veiligheidsafstanden gelden (zoals brandende gebouwen, LPG-installaties, propaantanks etc.), moet de grootste geldende afstand worden aangehouden.
- e. Deze waarde is gebaseerd op de geringe inhoud van de dispenser en dat het effect op de LNG tankende wagen niet wordt meegenomen.
- f. Voor specifieke situaties moet deze waarde worden bepaald. Afhankelijk van de risico's buiten de erfgrens moeten specifiek maatregelen worden genomen of de afstand naar de erfgrens worden vergroot op basis van een risicoanalyse.

Overige opmerking:

- Riool- en kelderopeningen: Bij het maatgevende ongevalsscenario van een lek met bronsterkte van 10 g/s is geen sprake van vorming van een LNG-plas. Daarvoor zijn de uitstroomhoeveelheden te klein. Bij aanwezigheid van laag liggende riool- en kelderopeningen is het toch uit voorzorg wenselijk om de kans op instroom van vloeibaar aardgas zo veel mogelijk te beperken. Daarom wordt – afwijkend van de gevolgde aanpak – rekening gehouden met het ongevalsscenario 'uitstroom van LNG uit een niet (meer) gekoppelde (aflever)slang'. Tussen een LNG-installatieonderdeel en een laag liggende riool- en kelderopening dient minimaal een interne veiligheidsafstand van 5 meter te worden aangehouden. Deze afstand is overgenomen uit andere PGS-richtlijnen.

Gelijkwaardigheidsbeginsel

In specifieke situaties kan de interne veiligheidsafstand worden gereduceerd indien met (extra) maatregelen een gelijkwaardig beschermingsniveau wordt verkregen als bij de toepassing van de voorgeschreven ruimtelijke scheiding.

5.1 Interne veiligheidsafstanden van een andere gevaarbron binnen de inrichting naar een LNG-installatie

De interne veiligheidsafstanden uit dit rapport zijn van toepassing tussen een LNG-installatie als gevaarbron en een andere installatie of gebouw binnen de inrichting (als kwetsbaar object). Zoals ook al is vermeld in de paragrafen 3.1 en 4.3, zijn in dit rapport geen interne veiligheidsafstanden afgeleid tussen LNG-installaties en andere niet-LNG-gevaarbronnen. Hiervoor worden de interne veiligheidsafstanden gebruikt, die voor de andere gevaarbronnen naar kwetsbare objecten zijn bepaald, en in de desbetreffende PGS-richtlijnen zijn vastgelegd. Deze afstanden zijn veelal groter dan de in dit rapport voorgestelde afstanden voor LNG-installaties als gevaarbron.

In de bijlagen zijn voorbeelden opgenomen van interne veiligheidsafstanden van andere gevaarbronnen naar een LNG-installatie als kwetsbaar object. Bij deze interne veiligheidsafstanden is voor brandscenario's een maximale warmtestralingsflux van 10 kW/m^2 aangehouden. Voor dubbelwandig uitgevoerde LNG-installatieonderdelen is dit een conservatieve waarde, omdat de LNG-installatieonderdelen geacht worden om gedurende een voldoende lange tijd een warmtestralingsflux van 35 kW/m^2 aan te kunnen.

Bijlage 1 Samenstelling subwerkgroep Interne Veiligheidsafstanden

First name	Last name	Organisation
Maarten	Abeelen, van	Veiligheidsregio Regio Rijnmond
Mathé	Bakker	Det Norske Veritas
Erik	Büthker	Ballast Nedam / CNG Net
Edward	Geus	RIVM
Jeroen	Groot, de	Shell Global Solutions
Martin	Groot, de	Shell Global Solutions
Koos	Ham	TNO
Jeroen	Knoll	Ballast Nedam
Edwin	Leeuwen, van	Cryonorm projects B.V.
Rinus	Meulenberg	DOW
Linard	Velgersdijk	Gate terminal B.V.
Luc	Vijgen	DCMR

Bijlage 2 Geraadpleegde literatuur

ATEX 137	Richtlijn 1999/92/EG van het Europees Parlement en de Raad betreffende minimumvoorschriften voor de verbetering van de gezondheidsbescherming en van de veiligheid van werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen, 1999
ATEX 137 Gids	Niet-bindende gids voor de uitvoering van Atex 137, 2003
EIGA 2007	Determination of safety distances, IGC Doc 75/07/E, 2007 van de European Industrial Gases Association AISBL (EIGA); 2007
HARI 2009	Handleiding risicoberekeningen Bevi, versie 3,2, RIVM Centrum Externe Veiligheid, 2009
IDE 2003	Instrument Domini-effecten, RIVM Centrum Externe Veiligheid, 2003
NEN 2002	NEN-EN 13645 (en), Installaties en uitrusting voor vloeibaar aardgas - Ontwerp voor landinstallaties met een opslagcapaciteit tussen 5 t en 200 t; 2002
NEN 2007	NEN-EN 1473 (en), Installation and equipment for liquefied natural gas - Design of onshore installations; 2007
NFPA 2001	NFPA 59A, Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG); 2001
NFPA 2002	NFPA 57, Liquefied Natural Gas (LNG) Vehicular Fuel Systems Code, 2002
NPR 2008	NPR 7910-1(nl), Gevarenzone-indeling met betrekking tot ontploffingsgevaar - Deel 1: Gasontploffingsgevaar, gebaseerd op NEN-EN-IEC 60079-10:2003; 2008
NPR 7910-1	Gevarenzone-indeling met betrekking tot ontploffingsgevaar - deel1: gasontploffingsgevaar, gebaseerd op NEN-EN-IEC 60079-10; 2001
PGS 1	Methoden voor het bepalen van mogelijke schade; aan mensen en goederen door het vrijkomen van gevaarlijke stoffen (Groen boek), 2005
PGS 16	LPG: Afleverinstallaties; Richtlijn voor de brandveilige, arbeidsveilige en milieuveilige aflevering van LPG; 2010
PGS 19	Opslag van propaan. Richtlijn voor brandveilige, arbeidsveilige en milieuveilige stationaire opslag van propaan; 2008
PGS 25	Gecomprimeerd aardgas; Afleverstations voor motorvoertuigen; Installaties voor het in de buitenlucht afleveren aan voertuigen, 2005

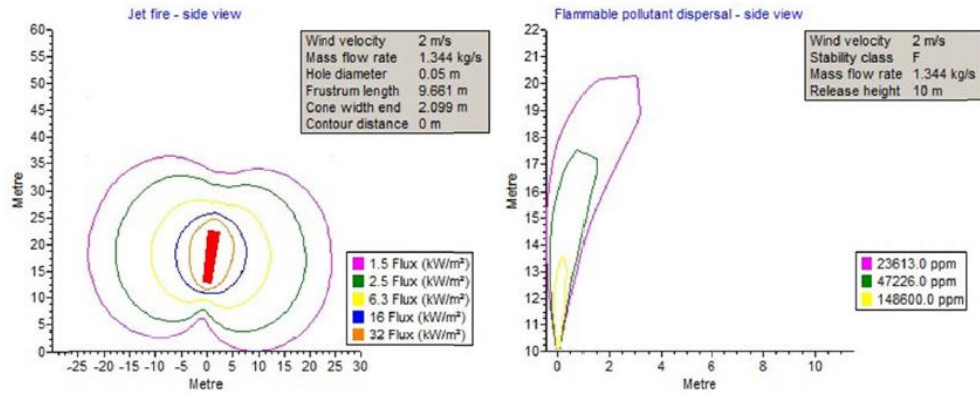
Bijlage 3 Berekeningen van de effectafstanden

scenario	T (°C)	P(barg)			35	10	3	100%	50%	10%	hoogte	16% O2		-40 °C
					kW/m2	kW/m2	kW/m2	LEL	LEL	LEL		250000	hoogte	
					m	m	m	44000	22000	4400	m	ppm	m	m
					m	m	m	ppm	ppm	ppm	m	ppm	m	m
LNG opslagtank	50 mm lek	-150	sat = 1,36	D5	58	73	96	90	131	313	0	15	0,5	38
				F1.5	73	87	109	127	172	835	0	20	0,5	44
LNG opslagtank	10 mm lek	-150	sat = 1,36	D5	14	17	22	9	20	61	0	3	1	5
				F1.5	17	21	26	24	41	127	0	3	1	6
dispensertank 9 bar	50 mm lek	-124	sat = 9	D5	73	90	118	131	212	508	0	13	1	21
				F1.5	92	109	135	135	300	510	0	14	1	25
dispensertank 9 bar	10 mm lek	-124	sat = 9	D5	17	21	27	11	28	105	0	3	1	4
				F1.5	22	26	32	16	44	145	0	3	1	5
dispensertank 18 bar	50 mm lek	-109	sat = 18	D5	80	98	128	135	252	620	0	12	1	23
				F1.5	100	119	147	135	291	582	0	14	1	25
dispensertank 18 bar	10 mm lek	-109	sat = 18	D5	18	23	29	12	32	131	0	3	1	4
				F1.5	24	28	34	16	41	178	0	3	1	4
leiding 1.36 barg bovengr	5 mm lek	-150	sat = 1,36	D5	7,5	9	12	4,3	5,7	24	0,6	1,5	1	3
				F1.5	10	11	14	6,5	18	49	0	2	1	3
leiding 1.36 barg ondergr	5 mm lek	-150	sat = 1,36	D5	4	6	9	0,9	2,0	12	3,5	0	1	2
				F1.5	0	1	7	0,7	1,9	54	0	0	0	3
leiding 9 barg bovengr	5 mm lek	-124	sat = 9	D5	9	11	14	5,5	7,9	46	0,6	1	1	2
				F1.5	12	14	17	6,9	14	72	0	1	1	3

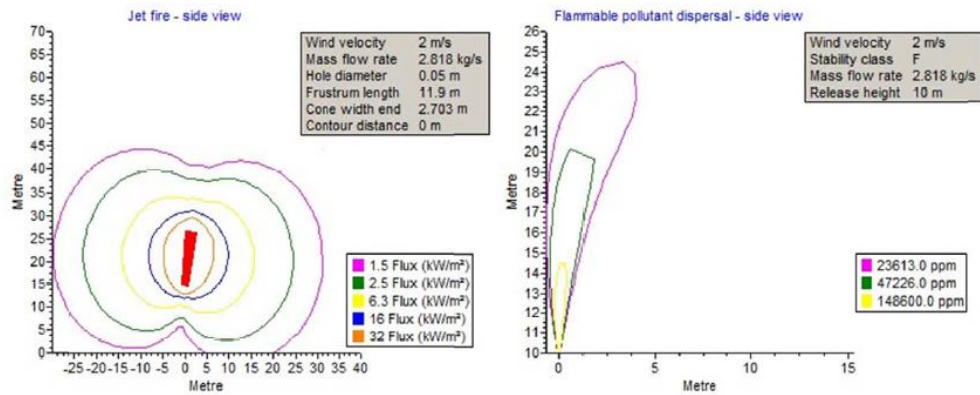
	scenario	T (°C)	P(barg)		35	10	3	100%	50%	10%	hoogte	16% O2 250000		-40 °C
					kW/m2	kW/m2	kW/m2	LEL 44000	LEL 22000	LEL 4400		ppm	ppm	
leiding 9 barg ondergr	5 mm lek	-124	sat = 9	D5	1	6	10	0,7	1,6	9	6	0		2
				F1.5	0	1	9	0,4	1,2	10	13	0		3
leiding 18 barg bovengr	5 mm lek	-109	sat = 18	D5	10	12	15	5,6	9,0	58	0,6	1	1	2
				F1.5	13	15	18	7,0	14	89	0	1	1	2
leiding 18 barg bovengr	5 mm lek	-109	sat = 18	D5	1	6	11	0,6	1,4	9	8	0		3
				F1.5	0	0	10	0,4	1,0	9	15	0		3
lek 1,36 barg 10 g/s	1,35 mm	-150	sat = 1,36	D5	3	3	3	1,4	2,0	3,9	1			
				F 1.5	4	4	0	2,0	2,7	9,4	0			
Lek 9 barg 10 g/s	0,9 mm	-124	sat = 9	D5	3	3	3	1,1	1,9	3,8	1			
				F 1.5	3	3	3	1,3	2,4	5,9	0,85			
Lek 18 barg 10 g/s	0,76 mm	-109	sat = 18	D5	3	3	3	1,0	1,7	3,7	1			
				F 1.5	3	3	3	1,1	2,2	5,5	0,9			
Lek 18 barg 0,58 mm = CNG 200 bar 10g/s	0,58 mm 5,8 g/s	-109	sat = 18	D5	2,2	2,2	2,2	0,7	1,2	3	1			
				F 1.5	2,7	2,7	2,7	0,9	1,6	4	1			
Lek 200 bar CNG	0,58	10	200	D5				1,2	1,8	3,8				
				F 1.5				1,6	2,5	6,2				

Berekeningen Shell invloed emissiehoogte

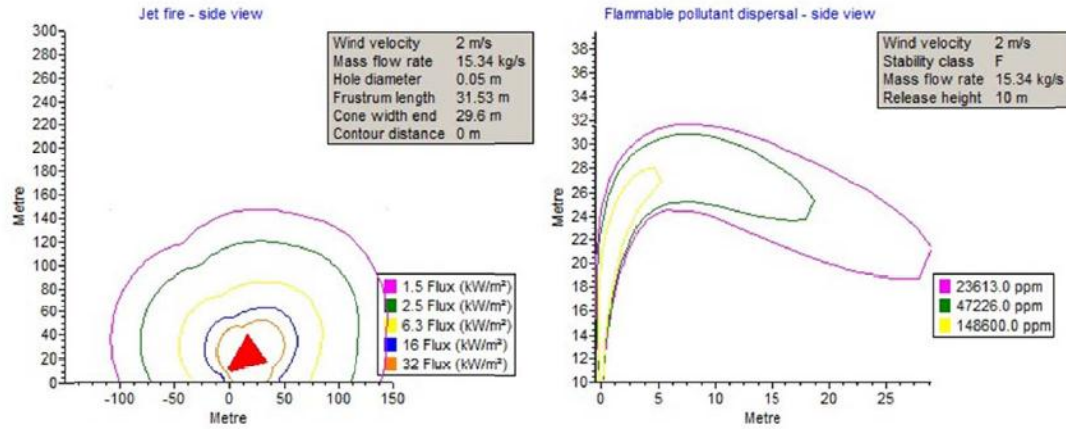
1" RV, 2" tail pipe, set pressure 12 bar NG release



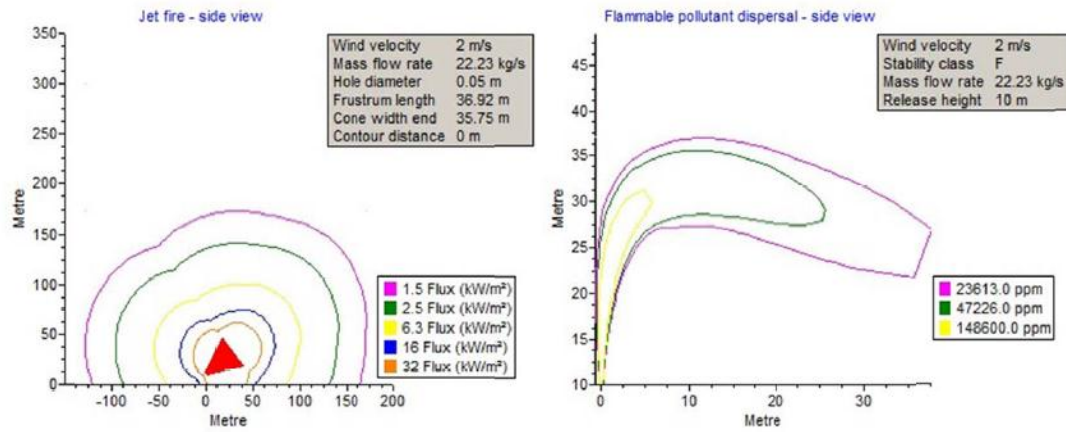
1" RV, 2" tail pipe, set pressure 24 bar NG release



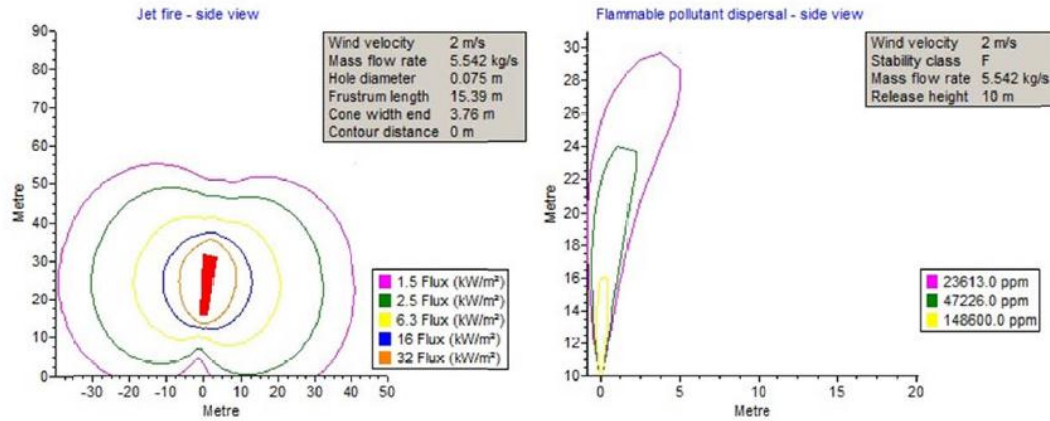
1" RV, 2" tail pipe, set pressure 12 bar LNG release at -145°C UFL/LFL/ ½ LFL



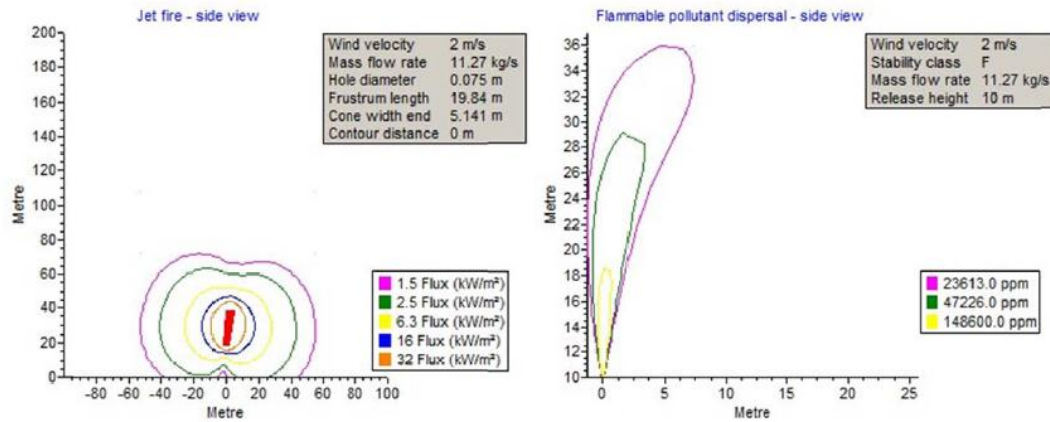
1" RV, 2" tail pipe, set pressure 24 bar LNG release at -145°C UFL/LFL/ ½ LFL



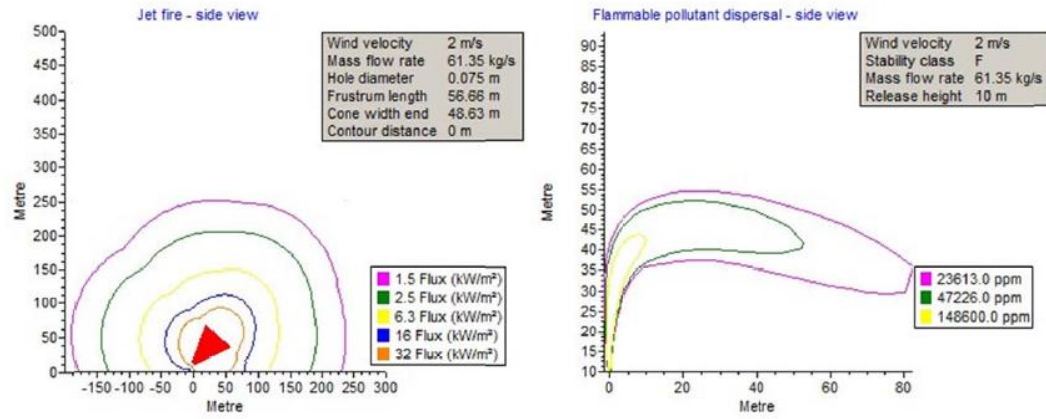
2" RV, 3" tail pipe, set pressure 12 bar NG release UFL/LFL/ ½ LFL



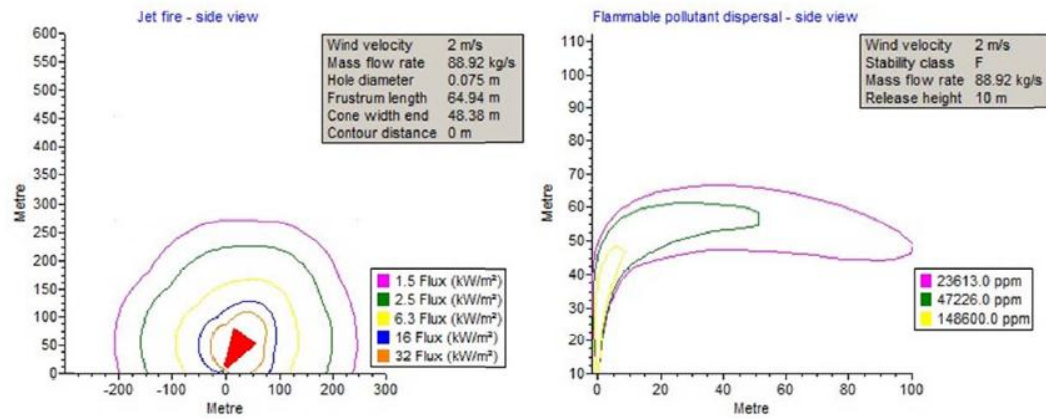
2" RV, 3" tail pipe, set pressure 24 bar NG release UFL/LFL/ ½ LFL



2" RV, 3" tail pipe, set pressure 12 bar LNG release at -145°C UFL/LFL/ ½ LFL



2" RV, 3" tail pipe, set pressure 24 bar LNG release at -145°C UFL/LFL/ ½ LFL



Temperature -145°C

Horizontal

Release 1 m height,

2F

Density 445kg/m³

kg/s	1 mm	2 mm	5 mm	10 mm	600l/min – 2"	120 l m – ¾"
9 bar	0.013	0.050	0.31	1.26	4.45	0.88
18 bar	0.018	0.073	0.46	1.83	4.45	0.88
LFL m						
9 bar	1.6	3.0	7	19	70	28
18 bar	1.6	3.0	7.5	19	70	28
Flame length m						
9 bar	1.9	3.4	7	12	21	11
18 bar	2.2	3.8	8	14	21	11
32kW/m ² m						
9 bar	2.5	4.3	9	17	33	16
18 bar	2.8	5.0	11	19	33	16
12kW/m ² m						
9 bar	2.7	5.2	12	21	41	20
18 bar	3.1	5.7	13	23	41	20

Bijlage 4 Voorbeelden van interne veiligheidsafstanden tussen andere risicobronnen en LNG-installatieonderdelen

1 Interne afstanden tussen een LNG- en een LPG-tankstation binnen een inrichting

In tabel 4 zijn ter illustratie voor een LNG-reservoir, LNG-vulpunt/opstelplaats LNG-tankwagen en een LNG-dispenser (als kwetsbare objecten) de interne afstanden weergegeven naar een aantal LPG-installaties (als gevarenbronnen). Deze afstanden zijn afkomstig uit PGS 16, hoofdstuk 4.2, tabel 4. PGS 16 geeft geen duidelijkheid op welke ongevalsscenario's de interne afstanden zijn gebaseerd en welke schadecriteria zijn toegepast. Veel van de afstanden zijn ongewijzigd overgenomen uit voorgaande versies van de PGS 16, waarin geen onderbouwing voor de interne afstanden is gegeven.

Minimale afstand tussen een LNG-installatie-onderdeel (als kwetsbaar object) en een LPG-installatie-onderdeel (als gevarenbron) op basis van PGS 16		
Bovengrondse LNG-reservoir	Bovengronds, ingeterpte of ondergrondse LPG-reservoir	15 m
	LPG-vulpunt/ opstelplaats LPG-tankwagen	15 m
LNG-vulpunt/ opstelplaats LNG-tankwagen	Bovengronds, ingeterpt of ondergronds LPG-reservoir	15 m
	LPG-vulpunt/ opstelplaats LPG-tankwagen	15 m ¹
	LPG-aflevert toestel	5 m
LNG-dispenser	Bovengronds LPG-reservoir	10 m
	Ingeterpt of ondergronds LPG-reservoir	5 m
	LPG-vulpunt/ opstelplaats LPG-tankwagen	5 m
	LPG-aflevert toestel	0 m ²

Tabel 4: Voorbeelden van interne veiligheidsafstanden van LPG-installaties als gevaren bron naar LNG-installaties als kwetsbaar object (Bron PGS 16)

Opmerkingen bij tabel 4:

- Deze afstand volgt niet eenduidig uit tabel 4 van PGS 16. Hiervoor is dezelfde afstand aangehouden als tussen een LPG-reservoir en een LNG-vulpunt.
- Het uitgangspunt dat tussen 2 LPG-aflevert toestellen geen minimale afstand vereist is (PGS 16, tabel 4, noot e), is ook toegepast voor een LPG- en LNG-aflevert toestel.

2 Interne afstanden tussen een LNG-installatie en een CNG-installatie binnen de inrichting

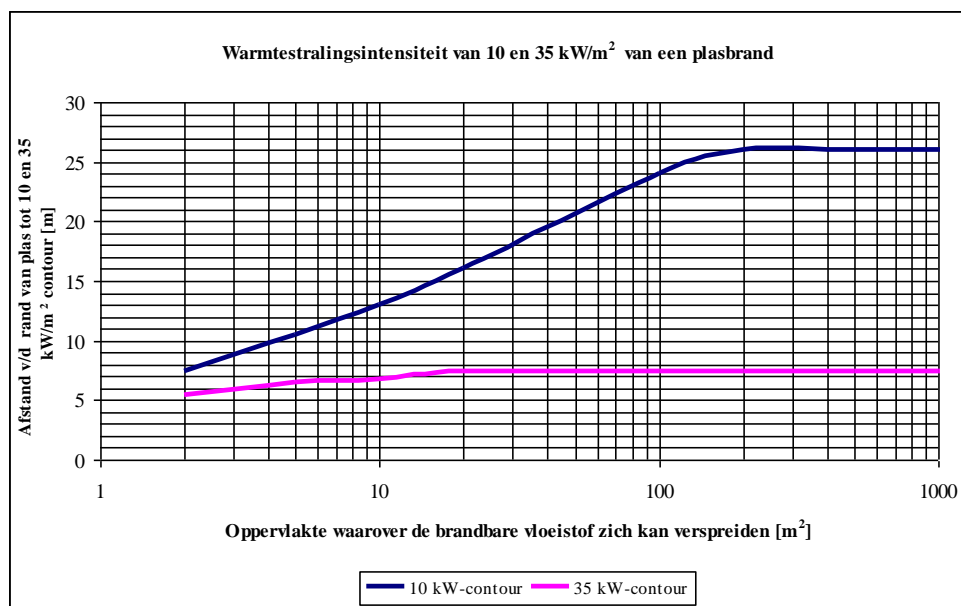
In PGS 25 zijn interne afstanden van een CNG-installatie naar omliggende gevarenbronnen afgeleid van NPR 7910 voor explosieve zones. Bij een opstelling in de buitenlucht behoort bij een CNG-aflevert toestel, compressor en bufferopslag een gevarenzone 2, dat het gebied omvat van 1 meter in horizontale richting rond en 1 meter om de CNG-installatie. Een LNG-installatie

mag zich binnen de gevarezone 2 bevinden als deze voldoet aan de eisen van gevarezone 2.

3 Interne afstanden tussen een LNG-installatie en een installatie met ontvlambare vloeistoffen (zoals benzine, diesel etc.) binnen de inrichting

De vereiste afstand tussen een LNG-installatie (als kwetsbaar object) en een installatie met een ontvlambare vloeistof is afhankelijk van de potentiële plasgrootte bij vrijkomen van de ontvlambare vloeistof. Daarvoor moet men dus een maatgevend scenario vastleggen voor het vrijkomen van de ontvlambare vloeistof, om vervolgens de maximale hoeveelheid die kan vrijkomen en het oppervlak waarover deze hoeveelheid zich als plas kan verspreiden te kunnen bepalen.

Figuur A is afkomstig uit PGS 19 en geeft de relatie aan tussen het plasoppervlak en de aan te houden interne afstand bij een warmtestralingsintensiteit van 10 kW/m². De minimale afstand is 7,5 meter bij een plasoppervlak van 5 m².



Figuur A: Interne afstanden tussen een LNG-installatie en een installatie met een ontvlambare vloeistof, op basis van de plasgrootte en een warmtestralingsintensiteit van 10 en 35 kW/m² (bron: PGS 19, sept. 2012)

Voor LNG-installaties is als uitgangspunt gehanteerd dat deze vanwege de dubbelwandigheid te beschouwen zijn als beschermde installaties. Deze installaties falen pas bij een blootstelling aan een warmtestralingsintensiteit van 35 kW/m² (HARI 2009, IDE 2003). Daarom is figuur A, die uitgaat van 10 kW/m², mogelijk licht conservatief (leidt tot iets grotere afstanden) voor LNG-installaties. De verschillen tussen de afstanden behorend bij 10 respectievelijk bij 35 kW/m² zijn echter klein.

Ondanks de kleine verschillen zijn in tabel A de afstanden uit IDE 2003 overgenomen voor een warmtestralingsintensiteit van 37,5 kW/m². Deze kunnen

worden toegepast indien de afstanden uit figuur A alsnog te conservatief uitpakken.

Plasoppervlak (m ²)	Diameter van de plas (m)	Domino-afstand bij een warmtestralingsintensiteit van 37,5 kW/m ²
20	5	14
80	10	21
175	15	28
315	20	32
490	25	37
710	30	40

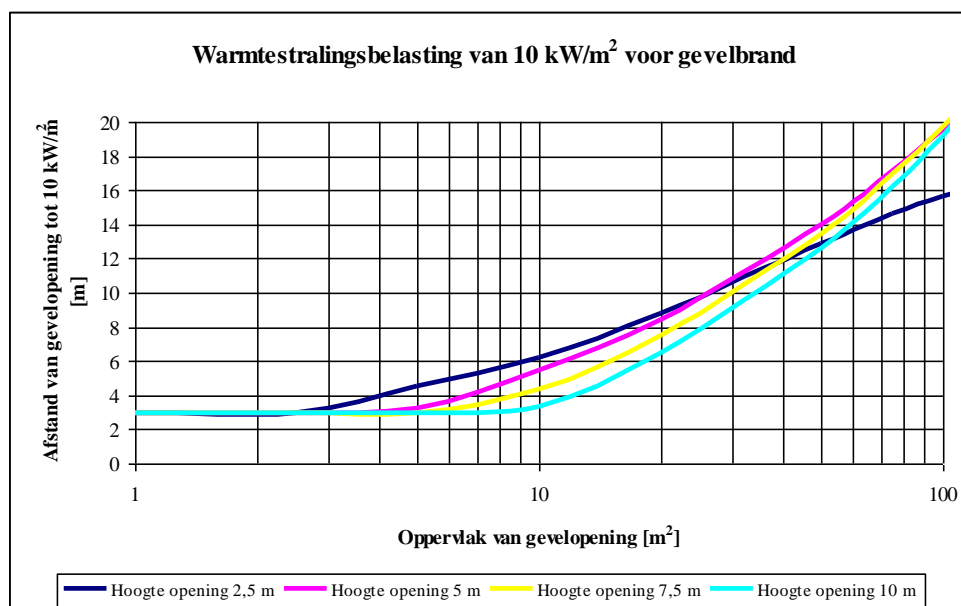
Tabel A: interne afstanden tussen een LNG-installatie en een installatie met ontvlambare vloeistoffen op basis van de plasgrootte en bij een stralingsintensiteit van 37,5 kW/m² (Bron: IDE 2003)

4 Interne afstanden tussen een LNG-tankstation en een gebouw met brandbare materialen binnen de inrichting.

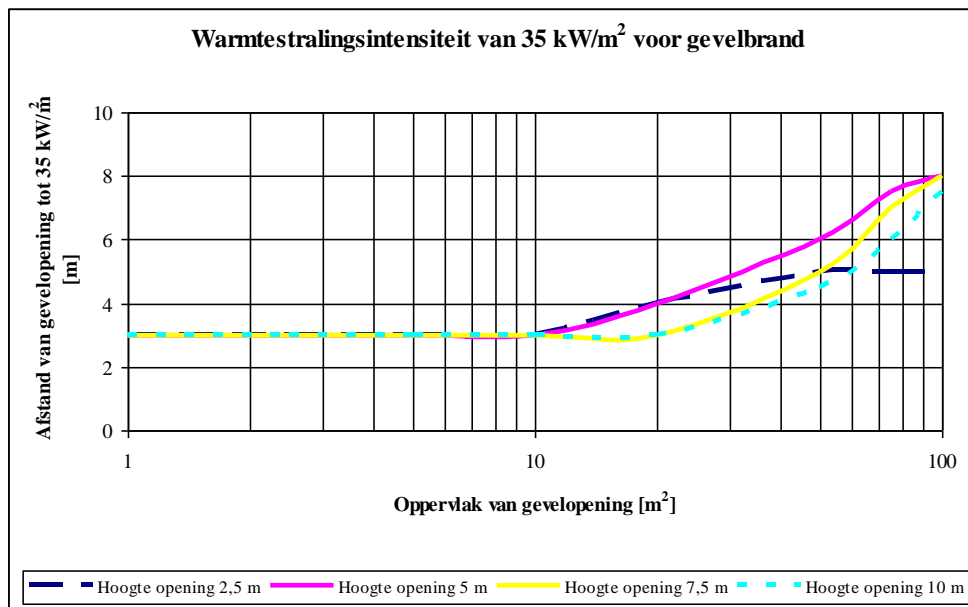
Voor de bepaling van de interne afstanden tussen LNG-installaties en gebouwen met brandbare materialen kan in beginsel grafiek 4-II uit PGS 19, paragraaf 4.2.2. worden toegepast. Deze grafiek is in figuur B weergegeven.

De afstand van een gebouw met brandbare materialen naar een LNG-installatie-onderdeel is afhankelijk van het geveleppervlak van het gebouw, het percentage openingen in de gevel en de brandwerendheid van de gevel. Het gaat dan om de gevel van het gebouw die bij brand warmte uitstraalt naar een LNG-installatie.

De minimale afstand van een 30 minuten brandwerende gevel, met 0 -10% openingen, is 7,5 meter. Wanneer de gevel 60 minuten brandwerend is (met 0% openingen) is de minimale interne veiligheidsafstand naar een LNG-installatie 3 meter.



Figuur B Afstand van reservoirs tot gebouwen en brandgevaarlijke opslagen voor een KWS-brand (de maximale warmtestralingsintensiteit op de wand van het reservoir bedraagt 10 kW/m²).



Figuur C Afstand van reservoirs tot gebouwen en brandgevaarlijke opslagen voor een KWS-brand (de maximale warmtestralingsintensiteit op de wand van het reservoir bedraagt 35 kW/m²).