Beperkte verspreiding

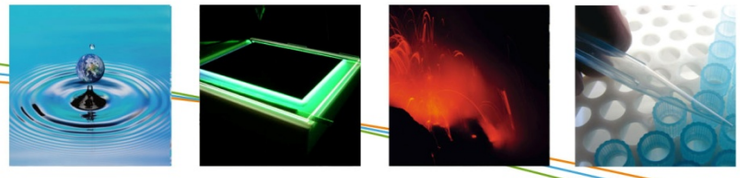
FINALE DRAFT

Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor verdeling van LNG

Marynissen Philip, Jacobs Ria, Huybrechts Diane

Studie uitgevoerd door het Vlaams Kenniscentrum
voor Beste Beschikbare Technieken (VITO)
in opdracht van het Vlaamse Gewest

Juli 2018



VITO NV
Boeretang 200 – 2400 MOL – BELGIE
Tel. + 32 14 33 55 11 – Fax + 32 14 33 55 99
vito@vito.be – www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)
Bank 435-4508191-02 KBC (Brussel)
BE32 4354 5081 9102 (IBAN) KREDBEBB (BIC)

Alle rechten, waaronder het auteursrecht, op de informatie vermeld in dit document berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV (“VITO”), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. De informatie zoals verstrekt in dit document is vertrouwelijke informatie van VITO. Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO mag dit document niet worden gereproduceerd of verspreid worden noch geheel of gedeeltelijk gebruikt worden voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin aangewend worden

De gegevens uit deze studie zijn geactualiseerd tot 18/07/2018.

INLEIDING

Voor u ligt één van de BBT-studies die worden gepubliceerd door het BBT-kenniscentrum. Dit sectorrapport behandelt de Beste Beschikbare Technieken voor de verdeling van LNG, waarbij de LNG-opslagcapaciteit onder de SEVESO-hoge drempel van 200 ton ligt. Naast LNG vallen ook andere brandstoffen die voornamelijk uit vloeibaar methaan bestaan (doorgaans >75% vloeibaar methaan en max. 5% stikstof, cfr. NBN 1160), binnen de scope van deze studie. Voorbeelden zijn vloeibaar biomethaan (LBM), een mix van LNG en LBM (bio-LNG), vloeibaar stortgas (liquefied landfill gas, LLG), en vloeibaar synthetisch methaan (liquefied synthetic natural gas, LSNG). In de studie zal echter enkel over LNG worden gesproken. Als de inhoud niet van toepassing is op één van de andere producten o.b.v. vloeibaar methaan, dan wordt dit in de tekst gespecificeerd.

In het kader van deze BBT-studie werd een specifieke veiligheidsstudie door M-Tech uitgevoerd waarin o.a. risico-afstanden voor enkele standaardinstallaties werden bepaald. De studie en zelfberekeningstools voor bepaling van risico-afstanden zijn raadpleegbaar via www.emis.vito.be en dient als achtergronddocument bij deze BBT-studie.

Deze BBT-studie is een coördinatiedocument dat informatie uit beschikbare bronnen bundelt en gebruikt om de BBT te kunnen selecteren, en op basis daarvan een advies voor de milieuvoorwaarden te formuleren. Er is over onderdelen die in deze studie beperkt behandeld worden evenwel meer gedetailleerde en meer uitgebreide info beschikbaar. Naast de literatuurlijst achteraan, vindt u net ervoor een lijst met goede bronnen van informatie over LNG(-infrastructuur) en aanhorende aspecten, die het raadplegen waard zijn indien deze studie niet de info bevat die u zoekt.

Wat zijn BBT-studies?

De BBT-studies zijn rapporten die per sector de BBT beschrijven. Deze sectorrapporten worden actief en zowel digitaal (www.emis.vito.be) als in gedrukte vorm verspreid, zowel naar de overheid als naar de bedrijven.

Wat zijn BBT?

Milieuvriendelijke technieken hebben als doel de milieu-impact van bedrijven te beperken. Het kunnen technieken zijn om afval te hergebruiken of te recycleren, bodem en grondwater te saneren, of afgassen en afvalwater te zuiveren. Vaker nog zijn het preventieve maatregelen die de emissie van vervuilende stoffen voorkomen en het gebruik van energie, grondstoffen en hulpstoffen verminderen. Wanneer zulke technieken, in vergelijking met alle andere, gelijkaardige technieken, ecologisch gezien het best scoren én ze bovendien betaalbaar zijn, dan spreken we over Beste Beschikbare Technieken (BBT).

Wat is het BBT-kenniscentrum?

In opdracht van de Vlaamse Regering heeft de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) in 1995 een kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken (BBT) opgericht. Het BBT-kenniscentrum inventariseert informatie over milieuvriendelijke technieken, evalueert per bedrijfstak de Beste Beschikbare Technieken (BBT) en formuleert BBT-aanbevelingen naar de Vlaamse overheid en bedrijven.

Het BBT-kenniscentrum wordt, samen met het zusterproject EMIS (http://www.emis.vito.be) gefinancierd door het Vlaamse Gewest. Het kenniscentrum

wordt begeleid door een stuurgroep met vertegenwoordigers van de Vlaamse ministers van het departement Omgeving, het departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI), en de agentschappen VLAIO, OVAM, VEA, VLM, VMM en Zorg en Gezondheid.

Waarom zijn BBT-studies nuttig?

De milieuvoorwaarden die aan de bedrijven worden opgelegd en de ecologiepremie die in Vlaanderen van kracht is, zijn in belangrijke mate gebaseerd op de BBT. Zo geven de sectorale voorwaarden uit VLAREM II vaak de mate van milieubescherming weer die met de BBT haalbaar is. Het bepalen van BBT is dus niet alleen nuttig voor de bedrijven, maar ook als referentie voor de overheid in het kader van het vergunningenbeleid. In bepaalde gevallen verleent de Vlaamse overheid ook subsidies aan de bedrijven als zij investeren in BBT.

Het BBT-kenniscentrum werkt BBT-studies uit voor een bedrijfstak of voor een groep van gelijkaardige activiteiten. Deze studies beschrijven de BBT en geven bovendien de nodige achtergrondinformatie. Die achtergrondinformatie helpt de vergunningverlenende overheid om de dagelijkse bedrijfspraktijk beter aan te voelen. Bovendien toont ze de bedrijven de wetenschappelijke basis voor hun milieuvoorwaarden.

De BBT-studies formuleren ook aanbevelingen om de milieuvoorwaarden en de regels inzake ecologiepremie aan te passen. De ervaring leert dat de Vlaamse overheid de aanbevelingen vaak ook werkelijk gebruikt voor nieuwe milieuregelgeving. In afwachting hiervan worden de aanbevelingen echter als niet-bindend beschouwd.

Hoe kwam deze studie tot stand?

Elke BBT-studie is het resultaat van een intensieve zoektocht in de literatuur, bezoeken aan bedrijven, samenwerking met experts in de sector, bevragingen van producenten en leveranciers, uitgebreide contacten met bedrijfs- en milieuverantwoordelijken en ambtenaren enzovoort. De beschreven BBT zijn een momentopname en bovendien niet noodzakelijk volledig: niet alle BBT die vandaag en in de toekomst mogelijk zijn, zijn in de studie opgenomen.

Voor de begeleiding van de studie werd een begeleidingscomité samengesteld met vertegenwoordigers van industrie en overheid. Dit comité kwam zeven keer samen om de studie inhoudelijk te sturen (op 25/04/2014, 24/02/2015, 14/12/2015, 20/10/2016, 09/03/2017, 26/09/2017, en 16/04/2018). De namen van de leden van dit comité en van de externe deskundigen die aan deze studie hebben meegewerkt, zijn opgenomen in bijlage 1. Het BBT-kenniscentrum heeft, voor zover mogelijk, rekening gehouden met de opmerkingen van de leden van het begeleidingscomité. Dit rapport is echter geen compromistekst. Het weerspiegelt de technieken die het BBT-kenniscentrum op dit moment als actueel beschouwt en de aanbevelingen die daaraan beantwoorden.

De veiligheidsstudie die in het kader van deze BBT-studie werd uitgevoerd door M-Tech werd inhoudelijk opgevolgd door VITO en door de vertegenwoordigers van het departement omgeving die lid waren van het begeleidingscomité.

LEESWIJZER

In Hoofdstuk 1 lichten we het begrip Beste Beschikbare Technieken (BBT) en de invulling ervan in Vlaanderen toe en schetsten vervolgens het algemene kader van de voorliggende BBT-studie.

Hoofdstuk 2 beschrijft de sector van bedrijven die LNG verdelen, en de belangrijkste socio-economische en milieujuridische aspecten.

In **Hoofdstuk 3** komen de verschillende processen aan bod die in de sector worden toegepast. Ook hun potentiële milieu-impact en invloed op het niveau van externe veiligheid bij normale operationele omstandigheden worden beschreven.

Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de technieken die de sector kan toepassen om milieuhinder te voorkomen of te beperken en een voldoende hoog niveau van externe veiligheid te garanderen.

De in dit hoofdstuk 4 beschreven technieken en maatregelen zijn niet limitatief in aard en aantal voor de verdeling van LNG. Dit wil zeggen dat, omwille van de snelle en continue evolutie van de sector, er nieuwe technieken op de markt kunnen komen die minstens even performant zijn op het vlak van milieubescherming en/of externe veiligheid. In dat geval wordt de performantie van de betrokken toegepaste techniek geëvalueerd door de vergunningverlener. De milieuprestaties (bv. hoeveelheid emissies en/of energie-efficiëntie) en het niveau van externe veiligheid die in deze studie beschreven worden, gelden dan als de vergelijkingsstandaard.

In **Hoofdstuk 5** evalueren we deze milieubeschermende en veiligheidsborgende technieken en selecteren we de BBT. Niet alleen de technische haalbaarheid, maar ook de milieuvoordelen, impact op externe veiligheid, en de economische haalbaarheid (kostenhaalbaarheid en -effectiviteit) worden daarbij in rekening gebracht.

Hoofdstuk 6 geeft ten slotte aanbevelingen op basis van de BBT. Dit omvat aanbevelingen voor de milieuregelgeving, voor ecologiepremie en voor verder onderzoek.

SAMENVATTING

Het BBT-kenniscentrum, opgericht in opdracht van de Vlaamse Regering bij VITO, heeft tot taak het inventariseren, verwerken en verspreiden van informatie rond milieuvriendelijke technieken. Voor de sector die de verdeling van LNG exploiteert, en die het voorwerp van de voorliggende BBT-studie uitmaakt, gaat daarnaast een bijzondere aandacht naar het borgen van de van externe veiligheid. Tevens adviseert het kenniscentrum de Vlaamse overheid bij het concreet maken van het begrip Beste Beschikbare Technieken (BBT). In dit rapport worden de BBT in kaart gebracht voor welbepaalde industriële activiteiten waarbij LNG aan voer- en vaartuigen verdeeld wordt.

De BBT-selectie (hoofdstuk 5) en de adviesverlening (hoofdstuk 6) zijn tot stand gekomen op basis van o.a. een socio-economische sectorstudie (hoofdstuk 2), een vergelijking met normen en buitenlandse (BBT-)documenten, bedrijfsbezoeken, en overleg met vertegenwoordigers van relevante federaties, leveranciers, specialisten uit de administratie en adviesbureaus. Het formeel overleg gebeurde tijdens verschillende bijeenkomsten met de leden uit het begeleidingscomité, die sector of overheid vertegenwoordigden. Parallel werd deze studie nagelezen door een panel van externe lectoren met een diverse achtergrond qua expertisedomein.

Hoewel de titel van deze studie “verdeling” en “LNG” in algemene termen benoemd, is er een afbakening van de scope gebeurt, in overleg met het voormelde begeleidingscomité. Vooreerst is “verdeling” een verzamelterm voor activiteiten waarbij d.m.v. een afleverinstallatie een verdeling van LNG kan plaatsvinden. “LNG” is dan weer een verzamelterm voor methaanhoudende vloeibare gassen, van fossiele, synthetische of biogene oorsprong. De installaties die in deze studie beschouwd worden, overschrijden de drempelwaarden voor hogedrempelinrichtingen (200 ton) niet..

De voornaamste potentiële impact van dergelijke verdeelactiviteiten op milieu en omgeving zijn veiligheidsgerelateerd. Het voorkomen van een (ongecontroleerde) vrijzetting is het centrale doel waarrond in deze studie heel wat preventieve en gevolg(schade)beperkende maatregelen zijn geformuleerd. Daarnaast, maar in mindere mate, zijn ook energie-efficiëntie en geluid in het oog te houden milieuaspecten bij de verdeling van LNG.

In deze studie werden in hoofdstuk 4 daartoe 37 technieken beschreven die als kandidaat beste beschikbare techniek gelden, waarna in overleg met het begeleidingscomité, en na evaluatie van deze technieken in hoofdstuk 5, tot een set van 29 beste beschikbare technieken is gekomen. Het detailniveau van de beschrijving van de maatregelen is niet steeds gelijk. Sommige maatregelen zijn eerder doelgericht (bv. “het voorkomen van overvulling”, en kan op verschillende manieren ingevuld worden met concrete technieken, die op hun beurt geëvalueerd werden. Andere technieken zijn onmiddellijk meer in detail beschreven (bv. het voorzien van dodemansknoppen).

Omwille van de relevantie van het luik externe veiligheid werd voor deze studie een deskundige externe veiligheid ingezet om d.m.v. risicoberekening tot onderbouwde maatregelen zoals afstandsregels te komen. Deze deskundige heeft hieraan gekoppeld eveneens twee zelfevaluatietools ontwikkeld die bepaalde exploitanten zullen kunnen gebruiken om voor de fase van vergunningsaanvraag zelf reeds de risico-afstanden en het groepsrisico van hun LNG-afleverinstallatie te berekenen. De tool is excel-gebaseerd, en zal buitenom deze studie publiek beschikbaar gesteld worden.

Deze studie beschrijft de huidige stand van zaken in de op internationaal niveau snel evoluerende context van infrastructuurwerken, techniekontwikkeling, formulering van richtlijnen, en uitbreiding van toepassingsmogelijkheden van LNG en verwante stoffen.
Het is bijgevolg aangewezen om dit document in dit tijdsperspectief te lezen en tevens de meest recente evoluties m.b.t. de voormelde thema's in het oog te houden. In deze studie werd tot slot een hoofdstuk (7) opgenomen, waarin toegespitst wordt op bepaalde 'technieken in opkomst'. Enkele van de voormelde ontwikkelingen worden in dit laatste hoofdstuk beschreven.

ABSTRACT

The Centre for Best Available Techniques (BAT) is founded by the Flemish Government, and is hosted by VITO. The BAT centre collects, evaluates and distributes information on environmentally friendly techniques. For the sector that deals with the distribution of LNG, which is the object of the present BAT study, special attention is also paid to securing the external safety. The Centre for Best Available Techniques (BAT) advises the Flemish authorities on how to translate the BAT-conclusions into its environmental policy. Central in this translation is the concept “BAT” (Best Available Techniques). BAT corresponds to the techniques with the best environmental and external safety performance that can be introduced at a reasonable cost. In this report, BAT are selected for specific industrial activities where LNG is distributed to vehicles and vessels.

The BAT selection (chapter 5) and the set of related policy recommendations (chapter 6) in this study are based on plant visits, a literature survey, a technical and socio-economic study (chapter 2), a comparison with standards and foreign (BAT) documents, company visits, and consultations with representatives of relevant federations, suppliers, specialists from the administration and consultancies. The formal consultation took place during various meetings with the members of the steering committee, representing the sector or government. In parallel, this study was reviewed by a panel of external lecturers with a diverse background in terms of expertise.

Although the title of this study refers to "distribution" and "LNG" in general terms, a demarcation of the scope is done in consultation with the aforementioned steering committee. First of all, "distribution" is a collective term for activities related to the distribution of LNG. "LNG" is a collective term for methane-containing liquid gases, of fossil, synthetic or biogenic origin. The installations considered in this study do not exceed the threshold values for high-threshold devices (200 tonnes).

The main potential impact of such distribution activities on the environment and environment is safety-related. The prevention of an (uncontrolled) release is the central goal around which a number of preventive and curative measures have been formulated in this study. In addition, but to a lesser extent, energy efficiency and noise are relevant environmental aspects when the distributing LNG.

In chapter 4 of this study, 37 techniques are described which are considered to be candidate best available techniques, after which, in consultation with the steering committee, and after evaluation of these techniques in chapter 5, a set of 29 best available techniques came into being. The level of detail of description of the techniques measure is not always the same. Some measures are rather formulated to tackle a general goal (e.g. "preventing of LNG storage tank fill rate exceedance") and can be dealt with in different ways with more concrete techniques, which in turn have been evaluated. Other techniques are immediately described in more detail (e.g. having installed properly working deadman buttons).

Because of the relevance of the external safety component for the distribution of LNG, an external safety expert was appointed for this study to perform risk assessments in order define extra measures such as distance rules. To this end, the expert has also developed two self-evaluation tools whichoperators will be able to use to calculate the safety distances (among others) of their LNG-installation. The tool is excel-based, and will be made available to the general public..
This study describes the current state of affairs in the rapidly evolving context of infrastructure and technological developments, technological development, formulation

of guidelines, and the expansion of application possibilities for LNG and related substances.
It is therefore appropriate to read this document in this time perspective and to keep an eye on the most recent evolutions in relation to the aforementioned themes. Finally, a chapter (7) was included in this study, focusing on certain 'emerging techniques'. Some of the aforementioned technological developments are described in this last chapter 7.

INHOUD

INLEIDING **1**

Wat zijn BBT-studies? 1
Wat zijn BBT? 1
Wat is het BBT-kenniscentrum? 1
Waarom zijn BBT-studies nuttig? 2
Hoe kwam deze studie tot stand? 2

LEESWIJZER **3**

SAMENVATTING **4**

ABSTRACT **6**

INHOUD **8**

LIJST VAN TABELLEN **15**

LIJST VAN FIGUREN **17**

LIJST VAN AFKORTINGEN **19**

Hoofdstuk 1 OVER DEZE BBT-STUDIE **1**

1.1 Beste Beschikbare Technieken in Vlaanderen *1*
1.1.1 Definitie 1
1.1.2 Beste Beschikbare Technieken als begrip in het Vlaamse milieubeleid 1
→ Achtergrond bij het begrip “BBT” 1
→ Concretisering van het begrip “BBT” 2

1.2 BBT-studie voor verdeling van LNG *3*
1.2.1 Doelstelling 3
1.2.2 Scope 4
1.2.3 Terminologie 4
→ Methaan(gasmengsels) 4
→ LNG en soortgelijke producten 6
→ Definities ‘overslag’, ‘verdeling’ en ‘aflevering’ 9

Hoofdstuk 2 SOCIO-ECONOMISCHE & MILIEUJURIDISCHE SITUERING VAN DE SECTOR 11

2.1 Afbakening en indeling van de sector *11*
2.1.1 Afbakening van de sector (activiteiten binnen de studiescope) 11
→ Indeling van de installaties binnen de scope 15
→ NACE-BEL indeling van de sector 16
2.1.2 Bedrijfskolom 16

2.2 Socio-economische situering van de Vlaamse sector *17*
2.2.1 Aantal en omvang van bedrijven 17
2.2.2 Tewerkstelling 18
2.2.3 Evolutie van omzet, toegevoegde waarde en bedrijfsresultaat 18
2.2.4 Evolutie van investeringen 19
→ LNG-infrastructuur in Vlaanderen 19
→ Kostprijs van de LNG-infrastructuur 23
→ Beleid m.b.t. verdere uitbouw van LNG-infrastructuur 23

→ Stimuleringsmaatregelen 27
2.2.5 Productie en prijzen 27
→ Prijs(evolutie) voor LNG 27
→ Vlaamse prijzen voor LNG 28
2.2.6 Conclusie 29

2.3 Draagkracht van de sector 29
2.3.1 Werkwijze 29
2.3.2 Concurrentiepositie 29
→ Doel en benadering 29
→ Interne concurrentie 29
→ Macht van leveranciers 30
→ Macht van afnemers (klanten) 30
→ Dreiging van substituten 30
→ Potentiële toetreders (binnendringers) 32
2.3.3 Conclusie 32

2.4 Milieujuridische situering van de sector 32
2.4.1 Milieuvoorwaarden 32
→ VLAREM II 32
→ Bijzondere milieuvoorwaarden 35
2.4.2 Overige Vlaamse regelgeving 37
→ Materialendecreet en VLAREMA 37
→ Decreet algemeen milieubeleid 37
A. Milieueffectenrapportage 37
B. Veiligheidsrapportage 38
2.4.3 Overige Belgische wetgeving en normering 39
2.4.4 Havenreglementering 39
2.4.5 Europese wetgeving & beleid 40
Richtlijn betreffende de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen (Richtlijn 2014/94/EU) 40
Standaardisatiemandaat 533 41
Klimaatakkoord van Parijs 41

Hoofdstuk 3 PROCESBESCHRIJVING 42

3.1 LNG-samenbouwinstallaties, -processen en -componenten 42

3.2 Tankstation voor voertuigen 46
3.2.1 Componenten van een tankstation voor voertuigen 46
3.2.2 Uitvoeringswijzen van een tankstation voor voertuigen 46
3.2.3 Opslagtanks 50
→ Technische beschrijving 50
→ TYPE 50
→ BOVENGRONDS/ONDERGRONDS 52
→ MATERIAALKEUZE 52
→ VOLUME 52
→ NOMINALE WERKINGSTEMPERATUUR EN -DRUK 53
→ OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN 53
→ MAXIMALE VULLINGSGRAAD 53
→ MAXIMALE AANSLUITDIAMETER 53
3.2.4 Tankcontainers of –wagens 54
→ VOLUME 54
→ OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN 54
→ MAXIMALE VULLINGSGRAAD 54
→ NOMINALE WERKINGSTEMPERATUUR EN -DRUK 54
→ MAXIMALE AANSLUITDIAMETER 54
→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN 54

3.2.5 Pomp voor het lossen van tankwagens en/of tankcontainers 54
→ TYPE 55
→ NOMINAAL LOSDEBIET 55
→ SLANGDIAMETER 55
→ VULLEIDING 55
→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS LOSSING 55
→ DOORZET 56
→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN 56
3.2.6 Verzadigingsverdamper 56
→ TYPE WARMTEWISSELAAR 56
→ VERMOGEN VAN DE WARMTEWISSELAAR 56
→ RELATIEVE GEBRUIKSDUUR OP JAARBASIS 57
→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS CONDITIONEREN 57
3.2.7 Verdeelpompen 57
→ TYPE 57
→ CAPACITEIT 57
→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS VERDELEN 58
3.2.8 Drukopbouwverdamper 58
3.2.9 Verdeelzuil 58
→ NOMINAAL VERDEELDEBIET 58
→ SLANGDIAMETER 58
→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN 58
→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS AFLEVERING 59
3.2.10 Verdeelleidingen 59
→ MATERIAALKEUZE 59
→ TYPE 60
→ NOMINAAL TRANSFERDEBIET 60
→ LEIDINGDIAMETER 60
→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS AFLEVERING 60

3.3 Bunkerstation voor vaartuigen 61
3.3.1 Componenten van een bunkerstation voor vaartuigen 61
3.3.2 Opslagtanks 62
→ VOLUME 62
→ MAXIMALE AANSLUITDIAMETER 63
→ NOMINALE WERKINGSTEMPERATUUR EN –DRUK 63
→ OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN 63
→ Maximale vullingsgraad 63
3.3.3 Bunkerpompen 63
→ TYPE 63
→ CAPACITEIT 64
→ AANSLUITING 64
→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS BUNKEREN 64
3.3.4 Bunkerslangen 64
→ NOMINAAL BUNKERDEBIET 64
→ SLANGDIAMETER 64
→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN 64
→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS BUNKEREN 65
3.3.5 Aanwezige tankwagens of –containers 65
3.3.6 Losinstallatie voor tankwagens of –containers 65
3.3.7 Losinstallatie voor LNG-schepen (tankers) 65
→ NOMINAAL LOSDEBIET 65
→ SLANGDIAMETER 65
→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN 66
→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS LOSSING 66

3.4 Laadinstallatie voor tankwagens en –containers 66

→ NOMINAAL LAADDEBIET 66
→ SLANGDIAMETER 66
→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN 66
→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS LOSSING 66

3.5 Truck-to-ship (TTS) bunkerlocatie en stelplaatsen voor tankcontainers 67
3.5.1 Uitvoeringswijzen van de samenbouwinstallatie 67
→ TTS-BUNKERLOCATIES 67
→ STELPLAATS VOOR TANKCONTAINERS 67
3.5.2 Aanwezige tankwagen tijdens een truck-to-ship bunkeroperatie 68
→ VOLUME 68
→ OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN 68
→ NOMINALE WERKINGSTEMPERATUUR EN -DRUK 68
→ MAXIMALE AANSLUITDIAMETER 69
3.5.3 Installatie voor het bunkeren van schepen vanuit een tankwagen (truck-to-ship) 69
→ NOMINAAL BUNKERDEBIET 69
→ SLANGDIAMETER 70
→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN 70
→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS HET BUNKEREN 70

3.6 Stelplaats voor tankcontainers 70
→ VOLUME TANKCONTAINERS 70
→ OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN 70
→ VULLING TANKCONTAINERS 70
→ NOMINALE WERKINGSTEMPERATUUR EN -DRUK 70
→ MAXIMALE AANSLUITDIAMETER 71

3.7 Vaste installatie voor bevoorrading industriële toepassing met LNG 71

3.8 Veiligheidsaspecten 72
3.8.1 Studie van de procesveiligheid d.m.v. veiligheidsfuncties 72
3.8.2 Stofeigenschappen van LNG 74
→ Aardgas/methaan 74
→ Tabel 8: Fysicochemische eigenschappen van LNG (Wolbers, 2015)LNG **Error! Bookmark not defined.**
3.8.3 VF1 Processtoringen beheersen 76
→ Overvulling 76
→ Drukopbouw 76
→ Menselijke fout 77
3.8.4 VF2 Degradatie van omhullingen beheersen 77
3.8.5 VF3 Accidenteel vrijgezette hoeveelheden beperken 77
3.8.6 VF4 De verspreiding van vrijgezette stoffen en/of energie beheersen 78
3.8.7 VF5 Ontstekingsbronnen vermijden 79
3.8.8 VF6-VF7 Brand- en explosieschade beperken 79
3.8.9 VF8 Blootstelling aan vrijgezette stoffen beperken 80

3.9 Milieuaspecten 81
→ Energieverbruik 81
→ Diffuse luchtemissies 81
→ Geleide luchtemissies: boil-off gassen 83
→ Afvalstoffen 83
→ Afvalwater/hemelwater/grondwater (en bodem) 83
→ Geluid 83
→ Milieuaspecten als gevolg van calamiteiten 84

Hoofdstuk 4 BESCHIKBARE TECHNIEKEN TER VERHOGING VAN HET BESCHERMINGSNIVEAU VAN MILIEU EN VEILIGHEID 85

4.0 Inleiding/leeswijzer 85

4.1 Risicobeheersing m.b.v. een managementsysteem 90

4.2 Opleiden van belanghebbenden 92

4.3 Afspraken en regels over handelingen met LNG-houdende installatie(onderdelen) 94

4.4 Voorzien van maatregelen voor toezicht & toegang(controle) 95

4.5 Voorzien en gebruik maken van onderhoudsprocedures 98

4.6 Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van goede praktijk 100

4.7 Respecteren van interne scheidingsafstanden 109

4.8 Respecteren van externe scheidingsafstanden 116

4.9 Voorzien en inoefenen van up-to-date noodprocedures 119

4.10 Voorzien en aanduiding van veiligheidszonering 121

4.11 Vlotte en veilige verkeerscirculatie op de inrichting 124

4.12 Vrijzetting door degradatie voorkomen 124

4.13 Potentiaalverschillen tussen installatieonderdelen voorkomen 125

4.14 Aflevering d.m.v. een vaste verdeelarm 127

4.15 Ontwerpmaatregelen treffen om warmte-insijpeling te voorkomen 128

4.16 Voorzien van een opvangvoorziening voor vrijgesteld LNG 129

4.17 Voorkomen van en beveiliging bij overvulling 133

4.18 Voorkomen van en beveiligen bij overdruk 135

4.19 LNG-overslag d.m.v. van breekkoppelingen & lekvrije snelkoppelingen 139

4.20 Afschermen van gevoelige installatieonderdelen 142

4.21 Voorzien en gebruiken van persoonlijke beschermingsmiddelen bij handelingen met LNG-voerende installatie(onderdelen) 144

4.22 Voorzien van branddetectie en brandbestrijdingsmiddelen 144

4.23 Brandbestrijdingsmiddelen kosten geld, en ook het onderhoud of periodieke onderhoud ervan zijn niet te vergeten, maar de kosten zijn relatief klein in vergelijking met de kosten door schade wanneer niet onmiddellijk geblust kan worden bij een kleine brand.Veiligheids- en milieu-informatie communiceren d.m.v. signalisatie 146

4.24 Gecontroleerde immobilisatie van voer- en vaartuigen bij overslag 148

4.25 Voorzien van een dodemansknop op de relevante locaties 149

4.26 Voorzien van een gekoppeld noodstopsysteem (emergency shutdown - ESD) 150

4.27 Optimaliseren van de LNG-aan- en afvoer 154

4.28 Boil-off gas managementtechniek: Injecteren van methaan(gas) op een lokaal aardgasnet 156

4.29 Boil-off gas managementtechniek: Productie van elektriciteit uit LNG 156

4.30 Boil-off gas managementtechniek: Productie van CNG uit LNG 158

4.31 Boil-off gas managementtechniek: In-line saturatie ('saturation on the fly') van af te leveren LNG 159

4.32 Boil-off gas managementtechniek: LNG-boil-off-conditionering door reliquefactie 160

4.33 Gebruik van (mobiele) fakkelinfrastructuur 163

4.34 Een mobiele fakkel van het type dat door openbare gasdistributie wordt gebruikt (dus met een beperkt afblaasdebiet) kost in aankoop ca. 10k€. Huuroplossingen zijn hiervoor mogelijk ook beschikbaar, maar dan is de onmiddellijke beschikbaarheid cruciaal op momenten van overdruk. Praktisch is dit wellicht moeilijker te organiseren. Voorzien van een (droog) tankafkoelingsysteem ((dry) deluge system) 163

4.35 Voorzien van lekdetectie 165

4.36 Overzichtelijke inrichting van de plaats van exploitatie 168

4.37 Voorzien van mogelijkheid om LNG uit opslagtank te kunnen ledigen (nood/onderhoud) 169

Hoofdstuk 5 SELECTIE VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN 171

5.1 Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken 171

5.2 Technische haalbaarheid 171

5.3 Milieuvoordeel 172

5.4 Verhoging van het niveau van externe veiligheid 172

5.5 Economische haalbaarheid 172

5.6 Conclusies 182

Hoofdstuk 6 AANBEVELINGEN OP BASIS VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN 184

6.1 Aanbevelingen voor milieuregelgeving 184

6.1.1 Inleiding 184

6.1.2 Aanbevelingen voor de algemene voorwaarden in VLAREM 184

6.1.3 Aanbevelingen voor de sectorale voorwaarden in VLAREM 185

→ Voorstel tot aanvulling definities in artikel 1.1.2 van VLAREM II 185

→ Voorstel voor introductie en invulling van een nieuwe activiteit in de indelingslijst 187

→ Voorstel voor sectorale bepalingen voor aflevering van LNG naar motorvoer- en vaartuigen in deel 5 van VLAREM II 188

→ Overgangsbepalingen 201

→ Voorstel tot aanvulling van huidig sectoraal voorwaardenkader 5.17.3 (opslagplaatsen voor gevaarlijke gassen), gekoppeld aan rubriek 17.1.2 202

→ Voorstel tot wijziging van huidig art. 5.16.8.2.§2 in VLAREM II 204

→ Voorstel tot wijziging van art. 5.16.8.5 §6 in VLAREM II 204

→ Voorstel tot wijziging van huidig art. 5.17.3.2.4.§1 & bijlage 5.17.1 in VLAREM II 204

→ Voorstel tot introductie van een bijlage (werktitel) 'A' m.b.t. interne scheidingsafstanden voor LNG-afleverinstallaties 205

→ Voorstel tot introductie van een bijlage (werktitel) 'B' m.b.t. keuringsschema voor LNG-afleverinstallaties 211

6.1.4 Aandachtspunten voor de bijzondere milieuvoorwaarden 215

6.2 Aanbevelingen voor ecologiepremie 215

6.2.1 Inleiding 215

6.2.2 Toetsing van milieuvriendelijke technieken aan criteria voor ecologiepremie 216
6.2.3 Stand van zaken LTL 217
6.2.4 Aanbevelingen voor LTL 217

Hoofdstuk 7 Technieken in opkomst 219

7.1 Technieken in opkomst 219
7.1.1 Ondergrondse opslag van LNG 219
→ Beschrijving 219
→ Toepasbaarheid 219
→ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau 220
→ Financiële aspecten 220

7.2 Aanbevelingen voor verder onderzoek en technologische ontwikkeling 220
7.2.1 Aanbevelingen voor verbetering van huidige kennis 220
7.2.2 Aanbevelingen voor ontwikkeling van nieuwe milieuvriendelijke technieken 222

Nuttige bronnen 224

LITERATUURLIJST 225

BIJLAGE 1: MEDEWERKERS VAN BBT-STUDIE 234

BIJLAGE 2: LIQUEFACTIE VAN METHAANRIJKE GASSTROMEN 236

1.1 Kleinschalige liquefactie van methaanrijke gasstromen 236
1.1.1 Inleiding 236
1.1.2 Toepassingsmogelijkheden van een liquefactie-installatie 236
1.1.3 Technische beschrijving 237
→ Compressiekoeling 237
→ Koelcycli voor liquefactie van methaanrijke gasstromen 237
→ Koelcycli voor kleinschalige liquefactie van methaanrijke gasstromen 239
1.1.4 Processpecifieke veiligheidsaspecten 239
→ Accidentele vrijzetting van koelmiddel 239
1.1.5 Processpecifieke milieuaspecten 240
→ Energie 240
→ Geleide luchtemissies 241
→ Diffuse luchtemissies 241
→ Geluid 241
→ Warmte-emissie 241
1.1.6 Kostprijsindicatie kleine liquefactie-installatie 242

BIJLAGE 3: FINALE OPMERKINGEN 243

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Overzicht van de (gevaars)eigenschappen van LNG (M-Tech, 2012) _____ 9
Tabel 2: Indeling van de actoren in de LNG-waardeketen o.b.v. schaalgrootte (Gebaseerd op Danish Maritime Authority, 2012). _____ 12
Tabel 3: Overzicht van de mogelijk van toepassing zijnde NACE-BEL-klassen voor activiteiten m.b.t. verdeling van LNG._____ 16
Tabel 4: Niet-limitatief overzicht van een selectie uit de bestaande Vlaamse kleinschalige LNG-afleverinstallaties en -zones en de eraan aangebrachte veiligheidsvoorzieningen _____ 25
Tabel 5: Overzicht van de bestaande LNG-gerelateerde technologieën waarvoor via ecologiepremie steun kan verkregen worden (AO, 2018) _____ 27
Tabel 6: Indicatieve prijsvergelijking van rijden op LNG en op diesel met een zelfde model vrachtwagen (Battle Of The Trucks, 2017). _____ 31
Tabel 7: Overzicht van hoe verschillende soorten LNG-afleverinstallaties zijn samengesteld _____ 44
Tabel 8: Fysicochemische eigenschappen van LNG (Wolbers, 2015)_____ 75
Tabel 9: Generieke faalwijzen en –frequenties voor de componenten van de standaard samenbouwinstallaties (M-Tech, 2017)_____ 78
Tabel 10: Types brand of explosie en het moment waarop ze kunnen optreden (M-Tech, 2017)_____ 80
Tabel 11: Overzicht van de mogelijke bronnen en geschatte hoeveelheden van diffuse methaanemissies (Hendrickx, 2013)_____ 82
Tabel 12: Kruistabel met relatie tussen de in H4 beschreven maatregelen en de 8 veiligheidsfuncties (FOD WASO) _____ 88
Tabel 13: Niet-limitatief overzicht van normen die als code van goede praktijk aangewend kunnen worden bij de bouw, exploitatie en onderhoud van een samenbouw voor LNG-verdeling aan voertuigen en/of vaartuigen _____ 103
Tabel 14: Minimale scheidingsafstanden tussen de componenten van een LNG-samenbouwinstallatie met een hoge lekfrequentie (i.e. flexibele slangen en pompen) enerzijds en naburige personen en installaties binnen de inrichting anderzijds _____ 110
Tabel 15: Aanbevolen scheidingsafstanden tot naburige installaties gemeten vanaf het LPG-vulpunt, -verdeelpomp en -verdeelzuil._____ 112
Tabel 16: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en installaties, gemeten vanaf het lospunt (slang- en pompaansluitingen) van een bunkerstation (M-Tech, 2017)_____ 113
Tabel 17: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installatie, gemeten vanaf de bunkerlocaties (slangaansluitingen) (M-Tech, 2017) _____ 114
Tabel 18: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installaties, gemeten vanaf het lospunt voor LNG-tankers (slangaansluitingen) (M-Tech, 2017) _____ 114
Tabel 19: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installaties, gemeten vanaf het los/laadpunt (slang- en pompaansluitingen) (M-Tech, 2017) _____ 114
Tabel 20: Aanbevolen scheidingsafstanden bij TTS-bunkerlocaties tot in de omgeving en op de inrichting aanwezig zijnde personen en naburige installaties gemeten vanaf het aansluitpunt van de bunkerslang (M-Tech, 2017)_____ 115
Tabel 21: Aanbevolen min. scheidingsafstanden voor een stelplaats met LNG-tankcontainers (M-Tech, 2017) _____ 115
Tabel 22: Maximale risicoafstanden in meter voor de standaard LNG-tankstations met opslagtanks, verdeelpomp en verdamper voor de conditionering van het LNG (doorzet: 10.000 m³/j) (M-Tech, 2017)._____ 117

Tabel 23: Gecumuleerde maximale risicoafstanden in meter voor een LNG-bunkerstation met bunkerslangen en losslangen voor tankwagens (Temp. LNG: -160 tot -134 °C) (M-Tech, 2017) – de afstanden gelden vanaf het centraal punt van het LNG-bunkerstation. _____ 117
Tabel 24: Maximale risicoafstanden in meter voor standaard Truck-to-Ship (TTS)-bunkeroperaties op een vaste locatie (M-Tech, 2017) – afstanden te rekenen vanaf het centrale punt van de operatie_____ 118
Tabel 25: Maximale risicoafstanden in meter voor een stelplaats voor LNG-tankcontainers (lege en volle tankcontainers beschouwd in het berekende risico) (M-Tech, 2017) – afstanden te rekenen vanaf het centrale punt van de operatie 118
Tabel 26: Illustratieve benadering van een gestuurd meervoudig noodstopsysteem (naar LIQAL, 2018). _____ 153
Tabel 27: Evaluatie van beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van BBT _____ 176
Tabel 28: Minimale scheidingsafstanden tussen de componenten van een LNG-samenbouwinstallatie met een hoge lekfrequentie (i.e. flexibele slangen en pompen) enerzijds en naburige personen en installaties binnen de inrichting anderzijds _____ 206
Tabel 29: Aanbevolen scheidingsafstanden tot naburige installaties gemeten vanaf het LPG-vulpunt, -verdeelpomp en -verdeelzuil. _____ 207
Tabel 30: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en installaties, gemeten vanaf het lospunt (slang- en pompaansluitingen) van een bunkerstation (M-Tech, 2017) _____ 209
Tabel 31: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installatie, gemeten vanaf de bunkerlocaties (slangaansluitingen) (M-Tech, 2017) _____ 209
Tabel 32: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installaties, gemeten vanaf het lospunt voor LNG-tankers (slangaansluitingen) (M-Tech, 2017)_____ 209
Tabel 33: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installaties, gemeten vanaf het los/laadpunt (slang- en pompaansluitingen) (M-Tech, 2017) _____ 210
Tabel 34: Aanbevolen scheidingsafstanden bij TTS-bunkerlocaties tot in de omgeving en op de inrichting aanwezig zijnde personen en naburige installaties gemeten vanaf het aansluitpunt van de bunkerslang (M-Tech, 2017) _____ 210
Tabel 35: Aanbevolen min. scheidingsafstanden voor een stelplaats met LNG-tankcontainers (M-Tech, 2017)_____ 210
Tabel 36: Aanbevelingen voor verder onderzoek ter verbetering van huidige kennis 221
Tabel 37: Aanbevelingen voor ontwikkeling van nieuwe milieuvriendelijke technieken _____ 223
Tabel 38: Indicatieve kostprijsinschatting van kleinschalige liquefactie-installaties (Gebaseerd op Penglis, et al., 2014 & GNA, 2014)_____ 242

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Processtappen voor productie van LNG vanuit biologische bron (BVV, 2018) 7
Figuur 2: CLP-gevaarsymbolen voor gevaareigenschappen van LNG _____ 8
Figuur 3: Overzicht van de actoren en processen in de toevoerketen van LNG (gebaseerd op Danish Maritime Authority, 2012; Power, 2012; SkipHireMagazine, 2012; Fluxys, 2013b; ClimaTechWiki, s.d.; HoSt B.V., s.d.). _____ 14
Figuur 4: Voorbeeld van een mobiele LNG-afleverinstallatie (Wensink, 2013; Morgan, 2013). _____ 15
Figuur 5: Illustratieve bedrijfskolom voor een exploitant van een LNG-verdeelinstallatie _____ 17
Figuur 6: Detailweergave van de operationele (blauw), in opbouw zijnde (rood), geplande (oranje) kleinschalige ('small-scale') LNG-infrastructuur in Vlaanderen en Nederland (GLE, 2015) _____ 22
Figuur 7: Maandelijks gemiddelde gasprijzen op de Nederlandse markt, uitgedrukt in euro (Logistiek, 2017) _____ 28
Figuur 8: Prijsvergelijking van de aan de eindconsument aangeboden transportbrandstoffen (groengas.nl, 2013). _____ 31
Figuur 9: Drie uitvoeringswijzen voor LNG-tankstations (met ogenblikkelijke of bulkconditionering; met/zonder verdeelpomp) (M-Tech, 2017) _____ 49
Figuur 10: Grafiek met de saturatiecurve van methaan (Tutorvista, s.d.) _____ 50
Figuur 11: Opslagtankalternatieven voor opslag van LNG (Key et al., s.d.) _____ 51
Figuur 12: Schematische weergave van een opbouw van een horizontale cilindrische opslagtank (met dubbele integriteit) voor cryogene vloeistoffen (Rath & Krol, 2013). _____ 51
Figuur 13: Opbouw van een all-in-one vacuümgeïsoleerde leiding voor verdeling van LNG _____ 60
Figuur 14: Verschillende bunkeropties van een op (bio-)LNG/LBM/LSNG aangedreven schip (Danish Maritime Authority, 2012) _____ 61
Figuur 15: Schematische voorstelling van een typisch LNG-bunkerstation met aanduiding van de belangrijkste activiteiten op het station _____ 62
Figuur 16: Schematische voorstelling van een stelplaats met verplaatsbare brandstofstank voor LNG-aangedreven binnenvaartschepen (LNG-tankcontainers) _____ 68
Figuur 17: Beeld van een in operatie zijnde truck-to-ship bunkerprocedure (Schuler, 2014) _____ 69
Figuur 18: Vaste installatie voor de bevoorrading van een industriële toepassing met LNG (Cryonorm, s.d.) _____ 71
Figuur 19: Overzicht van indicatieve boil-off ratio's voor verschillende druktankvolumes en –locatie (EN 13645, 2001). _____ 83
Figuur 20: Overzicht van de preventieve (VF1-VF2) en de gevolgbeperkende (VF3-VF8) veiligheidsfuncties, met in groen een aanduiding van mogelijke oorzaken (links) en gevolgen (rechts) in relatie tot een ongewenste vrijzetting van LNG tijdens exploitatie van een LNG-afleverinstallatie _____ 86
Figuur 21: Verbinding in de kop van het mondstuk van de verdeelslang aan de verdeelzuil (Fluxys, 2016) _____ 94
Figuur 22: Scheidingsafstanden van de LNG-componenten tot naburige installaties met gevaarlijke stoffen op een tankstation (rood = kwetsbaar object; stippellijn = indien tankwagens tegelijk aanwezig zijn) (M-Tech, 2017) _____ 111
Figuur 23: Scheidingsafstanden van andere gevaarlijke installaties tot de LNG-componenten op een tankstation (rood = kwetsbaar object; stippellijn = indien tankwagens tegelijk aanwezig zijn) (M-Tech, 2017) _____ 113
Figuur 24: Aanduiding van de veiligheidszone op het truck-to-ship-bunkerstation in Antwerpen _____ 123

Figuur 25: Drie achter elkaar liggende zwarte fenders uit niet-geleidend materiaal (Yokohama, s.d.) _____ 126
Figuur 26: Aardingspunt voor de LNG-leverende vrachtwagen op de truck-to-ship (TTS) bunkerzone in Antwerpen _____ 126
Figuur 27: Voorbeeld van een vaste laadarm voor bunkering (Skangas, 2015). ___ 127
Figuur 28: Schematische voorstelling van een inkuiping waarin lekvloeistoffen kunnen aflopen in een richting weg van de opslagtank (M-Tech, 2017). _____ 130
Figuur 29: Schematische voorstelling van een mogelijke opvangvoorziening met afvoer van lekvloeistoffen naar een afgelegen opvangput, in boven- en zijaanzicht (M-Tech, 2017)_____ 131
Figuur 30: Schema's met de momenteel op de markt aanwezige uitvoeringen van LNG-afleverinstallaties, incl. aanduiding van de minimale afsluiters/gestuurde kleppen per uitvoeringsvorm (Gebaseerd op M-Tech, 2017). _____ 138
Figuur 31: Schematische weergave van werking breekkoppeling (Walther-praezision, s.d.) _____ 139
Figuur 32: Aanduiding van enkel functionele onderdelen van een breekkoppeling (Macro Technologies LCC, 2012a) _____ 140
Figuur 33: Foto van een breekkoppeling voor LNG-aflevereenheden (Macro Technologies LCC, 2012b) _____ 140
Figuur 34: Afbeelding van een in werking zijnde cryogene snelkoppeling (Manntek, s.d.) _____ 141
Figuur 35: Omkasting van de pomp en het leidingwerk bij een LNG bunkerende truck _____ 143
Figuur 36: Signalisatiebord op de afscherming van een LCNG-tankstation (afleverinstallatie voor voertuigen)_____ 147
Figuur 37: Dry-delugesysteem (rode leiding) in werking ikv testprocedure op LNG-tankstation van Mattheeuws (zwarte leiding is de centrale afblaasvoorziening of vent stack)._____ 164
Figuur 38: Overzicht van mogelijke bronnen van diffuse methaanemissies en bijhorende mogelijk te nemen maatregelen (gebaseerd op Hendrickx, 2013). _____ 165
Figuur 39: Selectie van BBT op basis van scores voor verschillende criteria _____ 174
Figuur 40: Schema's met de momenteel op de markt aanwezige uitvoeringen van LNG-afleverinstallaties, incl. aanduiding van de minimale afsluiters/gestuurde kleppen per uitvoeringsvorm _____ 192
Figuur 41: Scheidingsafstanden van de LNG-componenten tot naburige installaties met gevaarlijke stoffen op een tankstation (rood = kwetsbaar object; stippellijn = indien tankwagens tegelijk aanwezig zijn) (M-Tech, 2017) _____ 207
Figuur 42: Scheidingsafstanden van andere gevaarlijke installaties tot de LNG-componenten op een tankstation (rood = kwetsbaar object; stippellijn = indien tankwagens tegelijk aanwezig zijn) (M-Tech, 2017) _____ 208
Figuur 43: Schema van mogelijk opbouw van een ondergrondse tankopslag in een rotsgrond (Park et al., 2010) _____ 220

LIJST VAN AFKORTINGEN

ADR	'Accord Européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route', of 'Europees verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg'
ADN	'Accord Européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par voie de Navigation', of 'Europees Verdrag inzake het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren'
BAT	Best Available Techniques
BBT	Beste Beschikbare Technieken
BG	Biogas
BOG	Boil-off gas
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion. Het is een fysische explosie die kan voorkomen als een houder met een vloeibaar gas onder druk en op een temperatuur ver boven het atmosferische kookpunt openscheurt.
BREF	BAT reference document
BTW	belasting over de toegevoegde waarde
CAPEX	Capital Expenditures
CCR	Centrale Commissie voor de Rijnvaart
CLP	Classification, Labelling and Packaging
CNG	Compressed Natural Gas
CPT	Clean Power for Transport (verwijzend naar het EU-beleidspakket in nasleep van de richtlijn 2014/94/EU betreffende de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen)
CREG	Commissie voor de Regulering van de Elektriciteit en het Gas
Dienst VR	Dienst Veiligheidsrapportering van het Vlaams departement Omgeving
DN	Diamètre Nominal
EU	Europese Commissie
EIPPCB	European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau
EMIS	Energie en Milieu Informatiesysteem voor het Vlaamse Gewest
ESD	Emergency Shut-Down of noodstopsysteem stuurt de op afstand bediende afsluiters dicht (isoleert de verschillende installatieonderdelen). Het noodstopsysteem kan manueel worden geactiveerd (door het indrukken van een noodstopknop) of automatisch door detectie van een gas- of vloeistoflek.
EU	Europese Unie
GPBV	Geïntegreerde Preventie en Bestrijding van Verontreiniging
HFO	Heavy Fuel Oil (zware stookolie)
IRC	Isorisicocontouren
IGC	'International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk', of 'Internationale Code voor de constructie en uitrusting van schepen die vloeibare gassen in bulk transporteren'
IMDG	'International Maritime Dangerous Goods Code', of 'Internationale Code voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over zee'
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
ISO	International Organization for Standardization
K.B.	Koninklijk Besluit
KMO	kleine of middelgrote onderneming
LBG	Liquefied Biogas of vloeibaar biogas. In tegenstelling tot LNG, dat geproduceerd wordt uit aardgas, is het methaan in LBG afkomstig uit biomassa. Biogas ontstaat als gevolg van vergisting (een anaeroob proces) van organisch materiaal zoals mest, rioolslib,

	actief slib of gestort huisvuil.
LBM	Liquefied BioMethaan, een andere benaming voor LBG
L-CNG	CNG dat geproduceerd is door compressie en verdamping van hoogcalorisch LNG
LNE	departement Leefmilieu, Natuur en Energie van de Vlaamse overheid
LNG	Liquefied Natural Gas of vloeibaar aardgas. Indien het LNG wordt verdeeld op een temperatuur van -142 °C of lager (verzadigingsdruk ≤ 3 barg), dan spreekt men van koud, onverzadigd of niet geconditioneerd LNG. Indien het LNG wordt verdeeld op een temperatuur tussen -134 °C en -122 °C (verzadigingsdruk tussen 5 en 10 barg), dan spreekt men van verzadigd of geconditioneerd LNG.
LPG	Liquefied Petroleum Gas of vloeibaar petroleumgas
LSNG	Liquefied Synthetic Natural Gas
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution From Ships
MGO	Marine Gas Oil (diesel die als scheepsbrandstof gebruikt wordt)
mmBTU	Eén miljoen Britse thermische eenheden, een traditionele eenheid voor warmte. Het wordt gedefinieerd als de benodigde hoeveelheid warmte die nodig is om de temperatuur van één pond water met één Fahrenheit te laten stijgen.
MTPA	Million Tonnes Per Annum (miljoen ton per jaar)
n.v.t.	niet van toepassing
NACE	Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés Européennes
NBN	Norme Belge/Belgische Norm
NFPA	National Fire Protection Associaton
NG	Natural Gas
OPEX	Operational Expenditures
OVR	Omgevingsveiligheidsrapport
P2G	Power to Gas
PGS	Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen. Deze Nederlandse publicatiereeks is een handreiking voor bedrijven die gevaarlijke stoffen produceren, transporteren, opslaan of gebruiken en voor overheden die zijn belast met het toezicht op deze bedrijven en de vergunningverlening.
QRA	Quantitative Risk Assessment of kwantitatieve risicoanalyse
RIE	Richtlijn Industriële Emissies
RVS	Roestvast Staal
sd/s.d.	“s.d.” is de afkorting van “sin dato”. Als een bepaalde bron geen melding van jaartal heeft, wordt dit bij referentie ernaar als “s.d.” aangegeven. Bij gebruik van meerdere verschillende niet gedateerde bronnen met eenzelfde auteur, wordt in deze studie na “s.d.” nog een letter toegevoegd, opdat het correct zou samenhangen met de referentielijst achteraan in de studie.
SECA	Sulphur Emission Control Area
SOLAS	‘International Convention for the Safety of Life at Sea’, ‘Internationaal Verdrag voor de beveiliging van mensenlevens op zee’
UN	United Nations
v.g.t.g.	in de vergunning toegelaten gehalte of van geval tot geval
VIP	Veiligheidsinformatieplan
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
VLAREM	Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning
WPCI	World Ports Climate Initiative
VRE	Vapor Return Economizer. Dit is een platenwarmtewisselaar waarmee warmte kan worden gewisseld tussen het ‘warme restgas’ uit de brandstoftank van een te bevoorraden LNG-aangedreven vrachtwagen dat wordt teruggevoerd naar het station en het ‘koude LNG’ dat wordt aangeleverd aan het voertuig, met als doel het aan te

leveren LNG te conditioneren.

HOOFDSTUK 1 OVER DEZE BBT-STUDIE

In dit hoofdstuk lichten we eerst het begrip Beste Beschikbare Technieken (BBT) toe. Vervolgens schetsen we het algemene kader van deze Vlaamse BBT-studie. Onder meer de doelstellingen, de inhoud, de begeleiding en de werkwijze van de BBT-studie worden verduidelijkt.

1.1 Beste Beschikbare Technieken in Vlaanderen

1.1.1 Definitie

Het begrip "Beste Beschikbare Technieken", afgekort BBT, wordt in VLAREM II , artikel 1.1.2, gedefinieerd als:

"*het meest doeltreffende en geavanceerde ontwikkelingsstadium van de activiteiten en exploitatiemethoden, waarbij de praktische bruikbaarheid van speciale technieken om in beginsel het uitgangspunt voor de emissiegrenswaarden en andere milieuvoorwaarden te vormen, is aangetoond, met het doel emissies en effecten op het milieu in zijn geheel te voorkomen of, wanneer dat niet mogelijk blijkt algemeen te beperken;*

- *"technieken": zowel de toegepaste technieken als de wijze waarop de installatie wordt ontworpen, gebouwd, onderhouden, geëxploiteerd en ontmanteld;*
- *"beschikbare": op zodanige schaal ontwikkeld dat de betrokken technieken, kosten en baten in aanmerking genomen, economisch en technisch haalbaar in de industriële context kunnen worden toegepast, onafhankelijk van de vraag of die technieken al dan niet op het grondgebied van het Vlaamse Gewest worden toegepast of geproduceerd, mits ze voor de exploitant op redelijke voorwaarden toegankelijk zijn;*
- *"beste: het meest doeltreffend voor het bereiken van een hoog algemeen niveau van bescherming van het milieu in zijn geheel.*"

Deze definitie vormt het vertrekpunt om het begrip BBT concreet in te vullen voor de bedrijven die in Vlaanderen LNG opslaan en verdelen.

1.1.2 Beste Beschikbare Technieken als begrip in het Vlaamse milieubeleid

→ Achtergrond bij het begrip "BBT"

Bijna elke menselijke activiteit (b.v. woningbouw, industriële activiteit, recreatie, landbouw) beïnvloedt op de één of andere manier het leefmilieu. Vaak is het niet mogelijk in te schatten hoe schadelijk die beïnvloeding is. Vanuit deze onzekerheid wordt geoordeeld dat iedere activiteit met maximale zorg moet uitgevoerd worden om

het leefmilieu zo weinig mogelijk te belasten. Dit stemt overeen met het zogenaamde voorzorgsbeginsel.

Het voorzorgsbeginsel is niet alleen van toepassing op milieueffecten door de normale exploitatie van een installatie, maar ook op eventuele ongelukken: om mens en milieu in de omgeving van een installatie te beschermen is het van belang om ongevallen zoveel mogelijk te voorkomen, en de gevolgen ervan zoveel mogelijk te beperken.

In haar milieubeleid gericht op het bedrijfsleven heeft de Vlaamse overheid dit voorzorgsbeginsel vertaald naar de vraag om de “Beste Beschikbare Technieken” toe te passen. Deze vraag wordt als zodanig opgenomen in de algemene voorschriften van VLAREM II (art. 4.1.2.1). Het toepassen van de BBT betekent in de eerste plaats dat iedere exploitant al wat technisch en economisch mogelijk is, moet doen om mens en milieu te beschermen. Daarnaast wordt ook de naleving van de milieuvoorwaarden geacht overeen te stemmen met de verplichting om de BBT toe te passen.

Binnen het Vlaamse milieubeleid wordt het begrip BBT in hoofdzaak gehanteerd als basis voor het vastleggen van milieuvoorwaarden. Dergelijke voorwaarden die aan inrichtingen in Vlaanderen worden opgelegd steunen op twee pijlers:

- de toepassing van de BBT;
- de resterende milieu-effecten mogen geen afbreuk doen aan de vooropgestelde milieukwaliteitsdoelstellingen.

Ook de Europese Richtlijn Industriële Emissies (2010/75/EU) en haar voorganger, de “IPPC” Richtlijn (2008/1/EU), schrijven de lidstaten voor op deze twee pijlers te steunen bij het vastleggen van milieuvoorwaarden.

→ Concretisering van het begrip “BBT”

Om concreet inhoud te kunnen geven aan het begrip BBT, dient de algemene definitie van VLAREM II nader verduidelijkt te worden. Het BBT-kenniscentrum hanteert onderstaande invulling van de drie elementen.

- “Beste” betekent “beste voor het milieu als geheel”, waarbij het effect van de beschouwde techniek op de verschillende milieucompartimenten (lucht, water, bodem, afval, …), en op het niveau van externe veiligheid wordt afgewogen;
- “Beschikbare” duidt op het feit dat het hier gaat over iets dat op de markt verkrijgbaar en redelijk in kostprijs is. Het zijn dus technieken die niet meer in een experimenteel stadium zijn, maar effectief hun waarde in de bedrijfspraktijk bewezen hebben. De kostprijs wordt redelijk geacht indien deze haalbaar is voor een ‘gemiddeld’ bedrijf uit de beschouwde sector én niet buiten verhouding is tegenover het behaalde milieuresultaat;
- “Technieken” zijn technologieën én organisatorische maatregelen. Ze hebben zowel te maken met procesaanpassingen, het gebruik van minder vervuilende grondstoffen, end-of-pipe maatregelen, als met goede bedrijfspraktijken.

Het is hierbij duidelijk dat wat voor het ene bedrijf een BBT is dat niet voor een ander hoeft te zijn. Toch heeft de ervaring in Vlaanderen en in andere regio’s/landen aangetoond dat het mogelijk is algemene BBT-lijnen te trekken voor groepen van bedrijven die dezelfde processen gebruiken en/of gelijkaardige producten maken. Dergelijke sectorale of bedrijfstak-BBT maken het voor de overheid mogelijk sectorale milieuvoorwaarden vast te leggen. Hierbij zal de overheid doorgaans niet de BBT zelf opleggen, maar wel de milieuprestaties die met BBT haalbaar zijn als norm beschouwen.

Het concretiseren van BBT voor sectoren vormt tevens een nuttig referentiepunt bij het toekennen van steun bij milieuvriendelijke investeringen door de Vlaamse overheid. De regeling ecologiepremie bepaalt dat bedrijven die milieu-inspanningen leveren die verdergaan dan de wettelijke vereisten, kunnen genieten van een investeringssubsidie.

1.2 BBT-studie voor verdeling van LNG

1.2.1 Doelstelling

De inzet van 'alternatieve brandstoffen' en de ontwikkeling van hieraan aangepaste aandrijftechnologieën en verdeelinfrastructuur verwerft een groter wordend aandeel in de betrokken industrietakken, beleidskaders, politieke agenda's in gans Europa. Een belangrijke aanleiding voor deze opmars zijn steeds strenger wordende emissienormen voor o.a. voer- en vaartuigen. Doel van deze verstrenging is om het aandeel van de milieu-impact door transport in de totale milieu-impact te verkleinen.

Naast de emissienormverstrenging liggen er ook economische redenen aan de basis voor de shift van 'traditionele fossiele brandstoffen' naar alternatieve en emissiearmere brandstoffen. Hoewel er sinds midden 2014 tot op heden grosso modo een prijsdaling van aardolieproducten aan de gang is, is de prijzentrend van dergelijke brandstoffen sinds enkele decennia sterk gestegen. Een slinkend aanbod, geopolitieke redenen, duurdere ontginningen, … liggen aan de basis van deze prijsstijging.

Om de voormelde trend naar een transportvloot met een relatief[1] lagere milieu-impact te bestendigen, en de beleidsdoelstellingen voor het gebruik van alternatieve brandstoffen te realiseren, is o.a. een voldoende dicht netwerk van verdeelinfrastructuur nodig. Een duidelijk regelgevend kader dat een veilige en milieuvriendelijke exploitatie van deze infrastructuur tot doel heeft, is dan ook onontbeerlijk. Deze noodzaak vormt de aanleiding voor de voorliggende BBT-studie. De BBT-studie heeft als doel een onderbouwd advies voor een dergelijk regelgevend kader in Vlaanderen te formuleren, meer bepaald voor de sectorale voorwaarden in VLAREM II.

Dit advies komt tot stand door uitvoering van de volgende taken:

- schetsen van de socio-economische context en afbakenen van de sector en scope van deze studie **(hoofdstuk 2)**;
- het in kaart brengen van de voor de studiescope relevante processen, milieu- en veiligheidsaspecten **(in hoofdstuk 3)**, en beschikbare technieken **(hoofdstuk 4)** ten behoeve van een milieuvriendelijke en veilige werking in de sector van LNG-verdeling aan voer- en vaartuigen;
- het selecteren van de op dit ogenblik beste beschikbare technieken (BBT) uit de voormelde lijst van technieken t.b.v. een voldoende hoog niveau van milieubescherming en externe veiligheid **(hoofdstuk 5)**;

Vervolgens worden in **hoofdstuk 6** o.b.v. de geselecteerde BBT:

- o aanbevelingen voor de aanpassing/aanvulling van de huidige milieuvoorwaarden in VLAREM gemaakt;
- o technieken gesuggereerd die voor de ecologiepremie in aanmerking kunnen komen.

[1] Relatief, omdat alternatieve emissie-armere brandstoffen per km afgelegde afstand wel een lagere milieu-impact kunnen opleveren, maar als het aantal afgelegde kilometers door de totale transportvloot stijgt, kan dit voordeel teniet worden gedaan.

1.2.2 Scope

De BBT-studie heeft betrekking op de exploitatie van installaties voor de verdeling van producten die hoofdzakelijk (>75%) uit LNG bestaan.

Concreet heeft de **studiescope** betrekking op:

- vaste en verplaatsbare bovengrondse[2] opslaginstallaties voor het opslaan van LNG, met een opslagcapaciteit tot 200 ton LNG[3], en;
- afleverinstallaties voor het verdelen van LNG naar consumenten en intermediaire transportmodi zoals:
    - vrachtwagens (in tankstations , laadstations);
    - (binnenvaart)schepen (in bunkerstations/bunkerterminals).

De studiescope wordt meer in detail afgelijnd in hoofdstuk 2 en gevisualiseerd in Figuur 3. Het op druk (tot ca. 250 bar) brengen van LNG om het vervolgens te verdampen en, eventueel na tijdelijke stockage, als zogenaamd L-CNG aan te bieden, valt niet onder het toepassingsgebied van deze studie. De begrenzing van de studiescope ligt bijgevolg bij de ingang van de hogedruk LNG-pomp voor de verdamper. De opslag en verdeling van (L-)CNG valt buiten de scope van deze studie[4]; omdat hiervoor reeds een sectoraal voorwaardenkader in VLAREM bestaat.

De kleinschalige vloeibaarmaking (liquefactie) van methaanrijk gas (van welke bron dan ook) werd initieel in de studiescope meegenomen, maar dit werd in de loop van de studie herroepen omwille van o.a. geen bestaande en op grote schaal verwachte uitbatingen in Vlaanderen. Als bijlage aan deze studie is weliswaar een deel van de verzamelde info toegevoegd.

Deze studie beschrijft de huidige stand van zaken in de op internationaal niveau snel evoluerende context van infrastructuurwerken, techniekontwikkeling, formulering van richtlijnen, en uitbreiding van toepassingsmogelijkheden van LNG.
Het is bijgevolg aangewezen om dit document in dit tijdsperspectief te lezen en de meest recente evoluties m.b.t. de voormelde thema's in het oog te houden.

Wanneer in deze studie over "verdeling" gesproken wordt, dient dit geïnterpreteerd te worden als kleinschalige verdeling conform de voormelde opslagcapaciteitsgrens tot 200 ton LNG.

1.2.3 Terminologie

→ **Methaan(gasmengsels)**

Methaan is de eenvoudigste koolwaterstof en behoort tot de groep van alkanen. Het is een energierijke (55,50 MJ/kg) molecule en het hoofdbestanddeel van verschillende gasmengsels zoals aardgas en biogas. Brandstoffen o.b.v. methaan kunnen in Vlaanderen op een toenemende interesse als transportbrandstof rekenen.

---

[2] In deze studie worden enkel bovengrondse opslagtanks in beschouwing genomen. Ondergrondse opslagtanks blijken voor de opslag van LNG op het moment van publiceren van deze studie nog in een verkennend stadium. Zie hiervoor ook hoofdstuk 7 – Technieken in opkomst.

[3] Vanaf 200 ton opslag van LNG is de inrichting een hogedrempel SEVESO-inrichting. Zie voor meer info hierover onder titel 2.4.2.

[4] De opslag en verdeling van CNG is in VLAREM al gedekt door afdeling 5.16.8 van VLAREM II.

Methaangas leidt bij volledige verbranding tot lagere emissies dan andere fossiele brandstoffen zoals diesel en benzine voor voertuigen, en zware stookolie voor vaartuigen. Een wijdverspreid gebruik van methaanrijke gassen en vloeistoffen ter vervanging van fossiele brandstoffen zoals dieselolie- en gelijkaardige producten, kan in een significante emissiereductie van CO_2, SO_x, NO_x en fijn stof door bv. de transportsector resulteren (Kedzierski, 2013). De nadruk ligt hier echter op een relatieve reductie (per verbruikte brandstofeenheid). In absolute termen stijgt het energieverbruik op wereldschaal jaar na jaar.

Naast een lagere emissie van luchtverontreinigende stoffen bij volledige verbranding, produceren vaar- en voertuigen met een gasmotor substantieel minder geluid dan deze met een motor die op een stookolieproduct draait. Dat maakt dat vrachtwagens met een gasmotor bij uitstek geschikt zijn voor bevoorrading van winkels op verkeersluwe momenten zoals in de vroege ochtend of de late avond (LNG Platform, 2013).

Methaangas kan een fossiele, biologische of synthetische oorsprong hebben. Naargelang de oorsprong komt het in verschillende concentraties in de oorspronkelijke gasmengsels voor.

- **Aardgas** ('natural gas', NG, UN[5]-1972) is een fossiele brandstof die, naast organische verbindingen zoals ethaan, propaan en butaan, grotendeels (>75%) uit methaangas (CH_4) bestaat. Het is een kleur- en reukloos gas dat onder atmosferische omstandigheden lichter is dan lucht. Het gas is brandbaar binnen welbepaalde concentratiegrenzen in lucht (4,4 – 16,5 vol%). Aardgas is niet toxisch, maar kan bij vrijzetting in gesloten ruimten verstikkend werken door verdringing van de aanwezige lucht.
  Het aardgas dat we momenteel verbruiken is zo'n 600 miljoen jaar oud. Aardgas is voor de Vlaamse industrie en huishoudens een belangrijke brandstof voor warmte- en elektriciteitsproductie. Het dekt in België meer dan 25% van het primaire energieverbruik (Fluxys, s.d.d). Aardgas kent ook een toepassing als grondstof in diverse chemische productieprocessen. Zo kan het aangewend worden om ammoniak mee te maken, een chemische stof die op haar beurt weer nodig is voor de productie van kunstmest. Naast deze industriële toepassingen vindt aardgas op wereldschaal ook steeds meer ingang in de markt van transportbrandstoffen. Het wordt onder druk (circa 200 bar) en onder de naam 'compressed natural gas' (CNG) in personen- en lichte vrachtwagens getankt.

- Hernieuwbare methaanrijke brandstoffen worden geproduceerd door organisch materiaal af te laten breken in een zuurstofloze (anaërobe) atmosfeer. Bij een dergelijk anaërobe fermentatie zetten micro-organismen de aanwezige koolhydraten om in o.a. methaan en CO_2 (Biogas-E, s.d.a).

  - **Biogas** (BG) bevat 45% tot 85% methaangas (Biogas-E, s.d.a). Het methaangehalte in het biogas kan variëren, maar is typisch 60-65%. Ongezuiverd biogas bestaat daarnaast uit koolstofdioxide (ca. 30-45%), stikstof (<10% vol.), zuurstof (<2% vol.) waterstofsulfide (tot 0,6% ofwel 6.000 ppm H_2S), ammoniak, koolstofmonoxide, halogenen en siloxanen. Bovendien is het ruwe biogas verzadigd met water en H_2S wat tot problemen met gasmotoren kan leiden (bv. versnelde slijtage & slechte werking). Biogas wordt daarom vooraf ontzwaveld om aan de

[5] Het stofidentificatienummer of UN-nummer van methaan of aardgas, sterk gekoeld, vloeibaar is 1972. Dit getal van vier cijfers identificeert een gevaarlijke stof tijdens het transport.

specificaties van de gasmotor te voldoen en de vorming van SO_2-emissies bij verbranding te beperken (Goovaerts et al., 2009).

- **Stortgas** ('landfill gas') heeft een methaangehalte dat kan variëren van 40-60%. Daarnaast bevat onbehandeld stortgas 30-40% koolstofdioxide, een klein percentage zuurstof (<0,2%) en H_2S (<100 ppm). Ontzwaveling van het stortgas is noodzakelijk om vorming van SO_2-emissies bij verbranding te beperken.

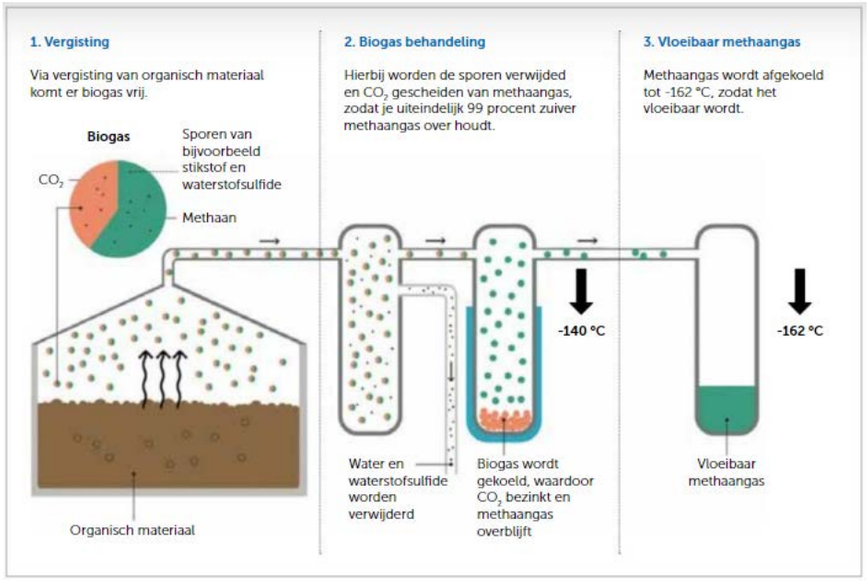
- Daarnaast kan methaan ook geproduceerd worden door waterstof (H_2) en koolstofdioxide (CO_2) in chemische (Sabatier-)reactie te laten reageren tot methaan (CH_4). Deze methanisatiereactie wordt gebruikt om zogenaamd **synthetisch methaangas** (synthetic natural gas, SNG) te produceren. Een industriële toepassing van deze synthetische productie van methaangas gebeurt in 'Power to gas' (P2G)[6]-toepassingen. Ook uit steenkool en lichte koolwaterstofverbindingen kan d.m.v. chemische reacties (synthetisch) methaangas geproduceerd worden.

→ **LNG en soortgelijke producten**

Om methaanmoleculen geconcentreerder te kunnen opslaan en transporteren (bv. t.b.v. een grotere actieradius van het voertuig, of een grotere afnamemogelijkheid van aardgas voor een industriële toepassing) wordt methaanrijk gas vloeibaar gemaakt. Door dit vloeibaar maken of "liquefiëren", vermindert het volume van het methaanrijk gas met circa een factor 600. Deze reductie is gelijkaardig aan een volumeverkleining van deze van een volleybal tot het volume van een ping-pongbal (CLNG, 2014).

Vloeibaar gemaakt aardgas of 'liquefied natural gas' (LNG) is het meest gekende en momenteel ook meest verhandelde product in zijn soort. Naast LNG, waarvan de samenstellende moleculen een fossiele oorsprong kennen, zijn er methaanrijke vloeistoffen met een gelijkaardige samenstelling, maar afkomstig van een andere (niet-fossiele) bron. Dit betreft producten zoals Liquefied BioMethaan (**LBM – zie** Figuur 1), **bio-LNG** (een mengsel van fossiel LNG en LBM), Liquified Synthetic Natural Gas (**LSNG**), Liquefied LandFill Gas (**LLG**), … Al deze producten kunnen onder verschillende, al dan niet commerciële, benamingen op de markt worden aangeboden.

[6] Het concept Power-to-Gas (P2G) is een combinatie van technologieën waarbij elektrische stroom wordt omgezet in een gasvormige brandstof zoals methaangas (Power, 2012).



Figuur 1: Processtappen voor productie van LNG vanuit biologische bron (BVV, 2018)

Het gehalte aan methaan ('methaangetal'[7]) en de aanwezigheid en concentratie van andere stoffen kunnen in de voornoemde mengsels verschillen. Een hoog methaangehalte is bij al deze mengsels echter de constante. In functie van de inputvereisten van de toepassing (transport, grondstof, verwarming, elektriciteitsproductie) zal het vloeibaarmethaanhoudende mengsel aan bepaalde samenstellingsvoorwaarden moeten voldoen (PrimaGaz, s.d.).

Standaard wordt in deze studie de term 'LNG' gebruikt. Hoewel 'LNG' in de letterlijke zin dus een product van fossiele oorsprong is, wordt deze productterm in de context van deze studie breder ingevuld. Met de term 'LNG' worden in deze studie alle producten bedoeld die voornamelijk uit vloeibaar methaan bestaan (cfr. NBN 1160 doorgaans >75% vloeibaar methaan en max 5% stikstof). Tenzij anders is gespecifieerd, is de inhoud van deze studie bijgevolg van toepassing op alle installaties/processen/handelingen binnen de studiescope waar producten bij zijn betrokken die minstens 75% methaan bevatten.

LNG worden bewaard bij – 162 °C. Vloeibaar gemaakt aardgas bestaat hoofdzakelijk uit methaan (75-90 gew-%) en ethaan (10-25 gew-%) omdat andere componenten zoals waterdamp, koolstofdioxide en zwaardere koolwaterstoffen bij de gaszuivering werden verwijderd uit het aardgas. De 90%-10% verhouding kan variëren naargelang de

[6] Het methaangetal is het gehalte aan methaan in een zuiver CH_4/H_2-mengsel dat dezelfde klopvastheid heeft als het gas. In essentie geeft het methaangetal de klopvastheid van de brandstof weer. Hoe hoger het methaangetal, des te zuiverder de (brand)stof en dus hoe beter de kwaliteit. LNG is immers een product dat samengesteld is uit verschillende gassen, waaronder hoofdzakelijk methaan, maar ook ethaan, propaan en butaan. Wanneer LNG in een opslagtank verdampt, verdampen de lichtere componenten zoals stikstof en methaan eerst. Daardoor zal de samenstelling van het LNG geleidelijk aan meer en meer veranderen, en zakt de concentratie methaan in het LNG (lager methaangetal), met een lagere klopvastheid en dus kwaliteit tot gevolg.

Er bestaan verschillende berekeningsmethodes voor het methaangetal. Omwille van een vaak ander bekomen resultaat qua methaangetal na berekening met verschillende methodes o.b.v. eenzelfde gas, is het vermelden van de gehanteerde berekeningsmethodiek bij methaangetallen essentieel.

oorsprong van de methaanrijke gasstroom en de doorgevoerde gaszuivering/methaanconcentrering.

Tabel 1 geeft een overzicht van de (gevaars)eigenschappen van LNG. De risico(scenario's), verbonden aan de producteigenschappen van LNG komen in hoofdstuk 3 aan bod. De GHS-labels in Figuur 2 geven de gevaareigenschappen van LNG aan: zeer licht ontvlambare vloeistof en damp (H224, links) & gas in een houder onder druk (H280, rechts).

Figuur 2: CLP-gevaarsymbolen voor gevaareigenschappen van LNG

Aanvullend op de voormelde gevaareigenschappen, zijn cfr. EU No. 232-343-9 ook de volgende risicoaanduidingen van toepassing op LNG:

H224 – Zeer licht ontvlambare vloeistof en damp
H281 – Bevat gekoeld gas; Kan cryogene brandwonden of letsel veroorzaken

De volgende voorzorgsmaatregelen dienen bij LNG genomen te worden:

P210 - Houd weg van hitte / vonken / open vlammen / hete oppervlakken - Niet roken
P233 - Houd de houder stevig dicht
P241 – Gebruik explosievaste elektrische / ventilatie- / verlichtingsapparatuur
P243 - Neem voorzorgsmaatregelen tegen statische ontlading
P377 - Lekkend gasbrand: blus niet, tenzij lek veilig gestopt kan worden
P381 - Verwijder alle ontstekingsbronnen indien veilig om dit te doen
P403 - Op een goed geventileerde plaats bewaren

Tabel 1: Overzicht van de (gevaars)eigenschappen van LNG (M-Tech, 2012)

Identificatie en etikettering	
Structuurformule	Mengsel (van hoofdzakelijk methaan met kleine fracties van ethaan, propaan of stikstof)
CAS-nummer	8006-14-2
UN-nummer	1972
GHS-classificatie	H220 flammable gas 1 H280 gases under pressure, compressed gas H281 contains refrigerated gas; may case cryogenic burns
Risicozinnen	R12
Fysico-chemische eigenschappen	
Moleculair gewicht	ca. 17,4 g/mol
Normaal kookpunt	-162°C
Smeltpunt	-182°C
Dampspanning bij 20°C	n.v.t. (gasvormig bij 20°C)
Relatieve dichtheid vloeistof (water = 1)	0,42 – 0,45
Relatieve dichtheid damp (lucht = 1)	0,6
oplosbaarheid in water bij 20°C	0,026 g/l
Gevaarseigenschappen	
Vlampunt	n.v.t. (brandbaar gas)
Zelfontstekingstemperatuur	530°C
Brandbaarheidsgrenzen	4,5 – 16,5 vol%
Minimale ontstekingsenergie	0.28 mJ
Verbrandingswarmte	50 MJ/kg
Toxiciteit	geen gekende toxische effecten

→ **Definities 'overslag', 'verdeling' en 'aflevering'**

VLAREM definieert een "**overslaginstallatie**" voor benzine[8] als "*het geheel van leidingen, pompen, laadarmen, tellers en injectiesystemen op een terminal of in een verdeelinstallatie -met uitzondering van de ermee verbonden opslaginstallatie(s)- waardoor benzine in mobiele tanks kan worden geladen en overgeslagen; overslaginstallaties voor tankwagens omvatten één of meer laadportalen;*".

In de context van 'gevaarlijke producten' is een **verdeelinstallatie** in artikel 1.1.2. van Vlarem II (definities gevaarlijke producten – productie en opslag) gedefinieerd als "*een installatie waar gevaarlijke vloeistoffen overgeladen worden van een vaste houder naar een mobiele tank of naar verplaatsbare recipiënten*". In deze definitie worden een opslagtank en een overslaginstallatie samen een "verdeelinstallatie" genoemd. Een overslaginstallatie vormt dus een onderdeel van een verdeelinstallatie.

[8] De definitie in VLAREM is specifiek van toepassing op overslaginstallaties voor benzine, maar de definitie wordt in deze studie gebruikt voor overslaginstallaties voor LNG.

Een soortgelijke definitie wordt ook gehanteerd in de context van LNG-verdeling naar voertuigen. De Nederlandse Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen, deel 33-1, gebruikt hiervoor echter de term '**afleverinstallatie'**. Een afleverinstallatie is volgens de PGS een installatie, inclusief de LNG-opslag, voor de verdeling van LNG aan voertuigen/vaartuigen die LNG als motorbrandstof gebruiken of voor de verdeling van L-CNG, geproduceerd uit verdampt LNG. Een afleverinstallatie bestaat doorgaans uit een tank- of verdeelzuil, een eventuele drukopbouwverdamper, en het nodige leidingwerk. "Aflevering" en "verdeling" kunnen aldus als synoniemen beschouwd worden.

In deze BBT-studie zijn de maatregelen uit hoofdstuk 4 voornamelijk gericht op het niveau van samenbouw (bv. tank- of bunkerstation, zie hoofdstuk 3). Dergelijke samenbouwinstallaties hebben conform de voormelde VLAREM-definitie een verdeelfunctie aangezien ze zowel LNG opslaan als overslaan. Daarom is deze BBT-studie op "verdeling" als activiteit gericht, maar zoals in H6 bij de definities wordt voorgesteld, gebeurt dit door middel van een afleverinstallatie die uit een opslag- en een verdeelinstallatie (verdeelzuil + verdeelslang) bestaat.

HOOFDSTUK 2 SOCIO-ECONOMISCHE & MILIEUJURIDISCHE SITUERING VAN DE SECTOR

In dit hoofdstuk geven we een situering en doorlichting van de bedrijven die in Vlaanderen LNG verdelen, zowel socio-economisch als milieujuridisch.

Vooreerst trachten we de bedrijfstak te omschrijven en het onderwerp van studie zo precies mogelijk af te bakenen. Daarna bepalen we een soort barometerstand van de sector, enerzijds aan de hand van een aantal socio-economische kenmerken en anderzijds door middel van een inschatting van de draagkracht van de bedrijfstak. In een derde paragraaf gaan we dieper in op de belangrijkste milieujuridische aspecten voor de bedrijven die aan verdeling van LNG doen.

2.1 Afbakening en indeling van de sector

2.1.1 Afbakening van de sector (activiteiten binnen de studiescope)

Een afbakening van de sector van LNG-verdeling kan op basis van de plaats in de toevoerketen en op basis van de schaalgrootte van de infrastructuur. Dit is weergegeven in Figuur 3. Deze afbakening is in lijn met de afbakening die de Vlaamse LNG-sector zelf maakt (Jan Van Houwenhove, Vlaams LNG Platform, persoonlijke communicatie, 30 augustus 2017).

Bij een **afbakening o.b.v. de plaats in de toevoerketen** van producent t.e.m. consument zijn er vier sterk met elkaar gelieerde en van elkaar afhankelijke segmenten te onderscheiden: ‘productie & zuivering’, ‘liquefactie’, ‘upstream opslag en verdeling’, en ‘downstream transport, opslag en verdeling’. Deze segmenten zijn in Figuur 3 in groene letters aangeduid.

Bij de opsplitsing van up- en downstream processen en actoren, visualiseert Figuur 3 dit vanuit het perspectief van de LNG-terminal in Zeebrugge, en vanuit het perspectief van de LBM/LSNG-opslag- en laadinfrastructuur van waaruit de verdere verdeling naar de intermediaire terminal en/of verdeelinstallaties voor voer- en vaartuigen kan gebeuren.

- Upstream vindt men de productie van het LNG. Door na de aardgaswinning, biogasproductie of biologische/synthetische methanisatie een liquefactiestap (doorgaans voorafgegaan door een gaszuivering) uit te voeren, produceert men respectievelijk LNG, LBM, en LSNG. Dit vloeibare methaanmengsel wordt op de plaats van productie opgeslagen om, o.a. afhankelijk van de schaalgrootte van de productie, vervolgens per schip of truck tot een consument of intermediaire terminal te worden getransporteerd.

- Downstream vindt de verdeling van LNG naar voertuigen, vaartuigen en industriële toepassingen plaats (CEE, 2007; Danish Maritime Authority, 2012).

De sector voor verdeling van LNG kan ook naar **schaalgrootte** van de benodigde infrastructuur afgebakend worden. Doorgaans spreekt men van 'small scale', 'mid scale' en 'large scale' infrastructuur. Tabel 2 geeft een overzicht van de infrastructuur en (omvang van) transportmodi die volgens een studie i.o.v. van de Danish Maritime Authority (2012) bij elke schaalgrootte behoort.

Tabel 2: Indeling van de actoren in de LNG-waardeketen o.b.v. schaalgrootte (Gebaseerd op Danish Maritime Authority, 2012).

Activiteit / Aspect	Grootschalig (large-scale)	Middelgrote schaal (mid-scale)	Kleinschalig (small-, micro- & nanoscale)
Opslagcapaciteit op het vasteland	Importterminal (≥ 100.000 m³)	Intermediaire terminal (10.000–100.000 m³)	Intermediaire terminal (< 10.000 m³)
Scheepstype (opslag-capaciteit)	LNG-vrachtschip ('LNG carrier') (100.000–270.000 m³)	LNG-aanvoerschip ('feeder ship') (10.000–100.000 m³)	LNG-bunkerschip (1.000–10.000 m³) LNG-bunkerboot (200–1.000 m³)
Tank(vracht)-wagens	/	/	40 – 80 m³

De in Tabel 2 vermelde hoeveelheden bij elke type schaalgrootte zijn geen strikte grenzen naar internationale afspraken. De Internationale Gasunie (IGU) hanteert bijvoorbeeld andere grootteordes. De kleinschalige ('small-scale') infrastructuur definieert de IGU als de liquefactie- en vergassingsinstallaties met een capaciteit < 1 miljoen ton per jaar (MTPA). Kleinschalige LNG-schepen hebben dan weer een capaciteit < 18.000 m³ tegenover 200 m³-10.000 m³ bij de Danish Maritime Authority (zie Tabel 2).

- De grootschalige ('large-scale') infrastructuur omvat, zoals Figuur 3 toont, de productie van LNG. Zowel voor winning, liquefactie als voor transport tot aan de importterminals (upstream) wordt in de LNG-sector grootschalige infrastructuur aangewend. De grootschalige LNG-infrastructuur onderscheidt zich van de andere schaalgroottes door de omvang van de installaties en de volumes LNG die er be- en verhandeld of getransporteerd mee worden. De LNG-importterminal van Fluxys in Zeebrugge, waar naast kleinere schepen ook grote LNG-tankers ('LNG-carriers', laadcapaciteit > 100.000 m³) kunnen laden en lossen, en waar grote opslagtanks staan, is hiervan een voorbeeld (M-Tech, 2013).

- De kleinschalige ('small-scale') en middelgrote ('mid-scale') infrastructuur wordt zowel aangewend voor productiedoeleinden (voor LBM en LSNG) als voor opslag en verdeling.

Binnen de scope van deze studie vallen de in Figuur 3 groen gekleurde verdeelprocessen en -installaties met een opslagcapaciteit < 200 ton (= ca. 450 m³)[9].

Buiten de scope vallen:

- in het algemeen alle laad- en verdeelinstallaties die een tankopslagcapaciteit van 200 ton of meer[10] hebben. Als gevolg daarvan zijn de volgende installaties door hun omvang buiten de studiescope gelaten:
    - laadstation voor bunkerschepen die (andere) schepen, die door LNG aangedreven worden, van brandstof kunnen voorzien;
    - laadstation voor toevoerschepen ('feederschepen') die op hun beurt een vaste LNG-opslagtank langs de kade bevoorraden;
    - (atmosferische) opslagtanks met een opslagcapaciteit van meer dan 200 ton, zoals de opslagtanks op de LNG-terminal in Zeebrugge;
- het transport van LNG door voer- en vaartuigen *an sich*. LNG is een gevaarlijke stof en het transport ervan via voer- en vaartuigen is reeds gereguleerd in verdragen zoals ADR[11] voor vrachtwagens, ADN[12] voor binnenvaart, en SOLAS[13] (met de IGC[14]- en IMDG[15]-code) voor (zee)schepen;
- het rijden op LNG; deze studie neemt infrastructuur voor de kleinschalige liquefactie en verdeling van LNG in beschouwing, maar bestudeert niet het verbruik van LNG door bv. transportmodi;
- overslagprocessen van LNG 'truck-to-train' en 'ship-to-train', worden in deze studie eveneens niet specifiek onder de loep genomen. Op korte termijn is het niet aannemelijk dat deze activiteiten in Vlaanderen geëxploiteerd worden;
- een kleine *stand-alone*[16] vloeibaarmakingseenheid (liquefactie) met bijhorende gaszuiveringsunit (bv. bij een decentrale biogas- of stortgaswinning) voor productie van LBM, bio-LNG, LLG, LSNG, …

---

[9] Installaties met een opslagcapaciteit van 200 ton (450 m³) LNG of meer zijn een hogedrempel Seveso-inrichting en vallen onder de verplichting tot opstellen van veiligheidsrapporten in het kader van een omgevingsvergunningsaanvraag of in het kader van het Samenwerkingsakkoord. Voor dergelijke inrichtingen dienen op regelmatige basis gedetailleerde kwantitatieve risicoanalyses (QRA) te worden uitgevoerd..

[10] Installaties met een opslagcapaciteit van 200 ton of meer zijn hogedrempelinrichting volgens de bepalingen in de Seveso-richtlijn (zie ook titel 2.4.2 - B) en daardoor o.a. verplicht om een individueel veiligheidsrapport op te (laten) maken waarin o.a. de risico-afstanden voor de desbetreffende hogedrempelinrichting worden berekend;

[11] 'Accord Européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route', of 'Europees verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg'

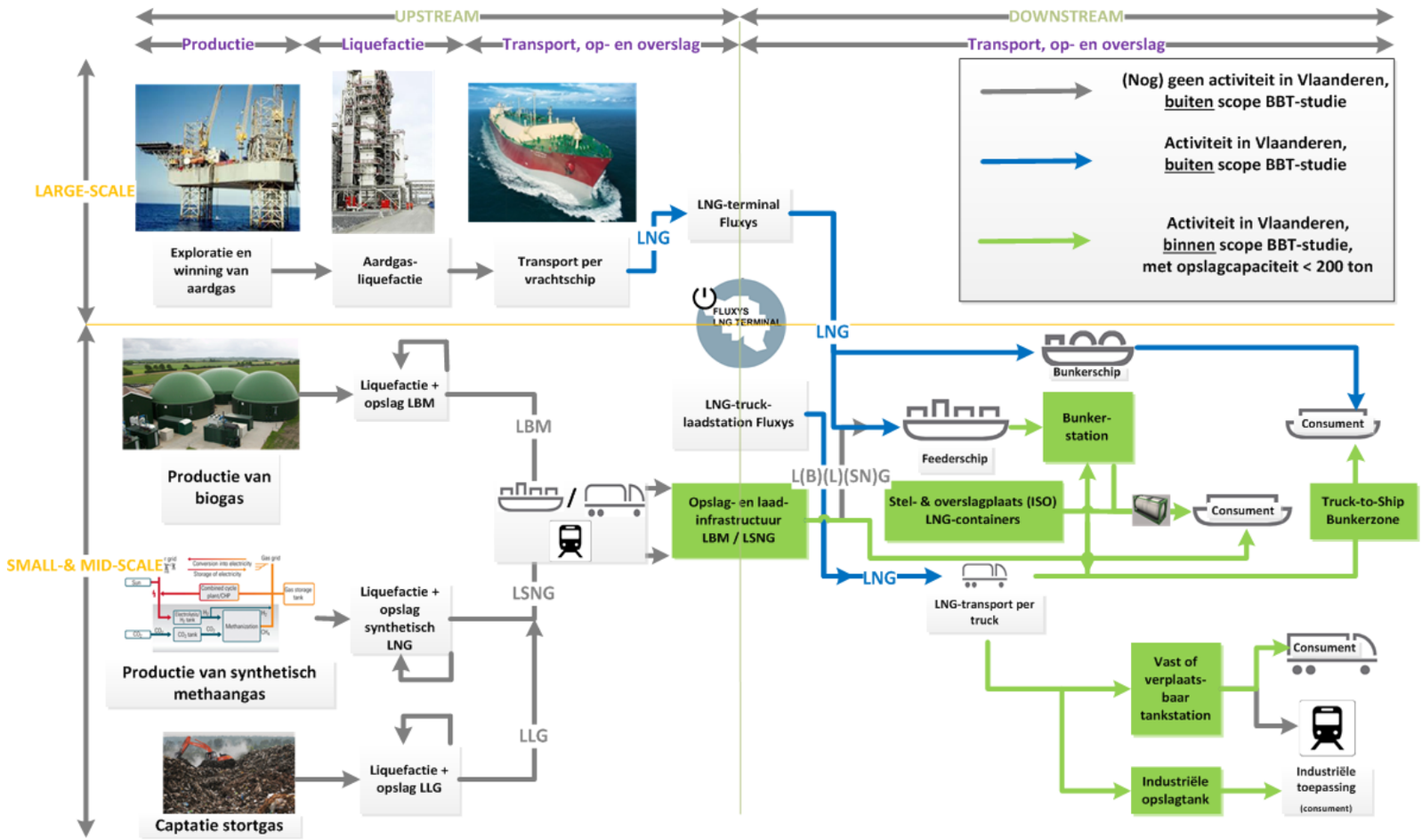
[12] 'Accord Européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par voie de Navigation', of 'Europees Verdrag inzake het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren'

[13] International Convention for the Safety of Life at Sea, 'Internationaal Verdrag voor de beveiliging van mensenlevens op zee'

[14] 'International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk', of 'Internationale Code voor de constructie en uitrusting van schepen die vloeibare gassen in bulk transporteren'

[15] 'International Maritime Dangerous Goods Code', of 'Internationale Code voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over zee'

[16] Een reliquefactie-installatie die als boil-off-gasmaatregel wordt ingezet (zie titel 4.32) wordt wel meegenomen in de scope van deze studie.



Figuur 3: Overzicht van de actoren en processen in de toevoerketen van LNG (gebaseerd op Danish Maritime Authority, 2012; Power, 2012; SkipHireMagazine, 2012; Fluxys, 2013b; ClimaTechWiki, s.d.; HoSt B.V., s.d.).

→ Indeling van de installaties binnen de scope

In Vlaanderen is er een grote beschikbaarheid aan vloeibaar aardgas (LNG) dankzij de nabijheid van de LNG-terminals in Zeebrugge, Duinkerke, en Rotterdam. We beschouwen in deze studie dergelijke grootschalige terminals als referentiepunt om alle verdere verdeling als "downstream" te benoemen. Ook verdeling vanaf Vlaamse vloeibaarmakingsinstallaties. De in Figuur 3 in groen aangeduide installaties, die **binnen** de scope van deze BBT-studie bestrijken, zijn hieronder kort beschreven:

- een *vast bunkerstation*

- een *truck-to-ship bunkerzone*

- een *laadstation* voor LNG-tankwagens, bv. als onderdeel van een bunkerstation; Lokaal geproduceerd LBM of geïmporteerd LNG wordt in een dergelijke installatie in vrachtwagens of treinen geladen, zodat het verder downstream in de toevoerketen gedistribueerd kan worden via de verdeelinstallaties aan voer- en vaartuigen, en aan opslagtanks voor industriële off-the-grid gasbevoorrading.
  Fluxys is momenteel de enige actor in Vlaanderen die een laadstation voor vrachtwagens exploiteert. De Energy Hub die in Antwerpen gebouwd wordt, zal ook voorzien zijn om trucks te beladen, al gaat het daar om een kleinere overslagcapaciteit. Ook potentiële Vlaamse LBM- en/of LSNG-productie-eenheden kunnen in de toekomst nood hebben aan een soortgelijk laadstation om het via vrachtwagens of treinen verder verdelen van het geproduceerde LBM/LSNG;
  In deze studie zit dit type installatie in de studiescope als mogelijk onderdeel van een bunkerstation, maar zijn er geen standaard scheidingsafstanden voor bepaald.

- een *tankstation* om LNG te verdelen naar voertuigen (bv. vrachtwagens) die door LNG, al dan niet in combinatie met een andere brandstof zoals diesel, worden aangedreven;

- een *(tijdelijk en) verplaatsbaar tankstation*. Een mogelijke configuratie is weergegeven in Figuur 4;

- een *stelplaats* voor (ISO-)tankcontainers met LNG;

- *stand-alone LNG-opslagtank voor bevoorrading van industriële processen.*

Figuur 4: Voorbeeld van een mobiele LNG-afleverinstallatie (Wensink, 2013; Morgan, 2013).[17]

[17] Dergelijke installaties zijn momenteel niet operationeel/vergund in Vlaanderen

Voor de volgende installaties binnen de scope zijn er in hoofdstuk 4 interne (titel 4.7) en externe (titel 4.8) scheidingsafstanden geformuleerd, op basis van een veiligheidsstudie door M-Tech (2017), die in het kader van deze BBT-studie werd uitgevoerd. De vier onderstaande samenbouwinstallaties werden in de voormelde studie gestandaardiseerd zodat bekomen scheidingsafstanden kunnen worden toegepast op de meeste bestaande en nieuw te bouwen LNG-afleverinstallaties in Vlaanderen die niet als hogedrempel-SEVESO-inrichting beschouwd worden.

a) een publiek of bedrijfsintern LNG-tankstation voor bevoorrading van vrachtwagens;
b) een vast LNG-bunkerstation voor de binnenvaart met een beperkte opslagcapaciteit;
c) een vaste locatie waar truck-to-ship (TTS) bunkeroperaties worden uitgevoerd;
d) een stelplaats voor tankcontainers met mogelijke kraanmanipulaties van de tankcontainers (bv. voor het aan boord brengen van deze tankcontainers als brandstoftank voor een binnenvaartschip).

→ NACE-BEL indeling van de sector

De NACE-BEL nomenclatuur is een benadering om sectoren volgens economische activiteit in te delen. Officiële statistieken, zoals gegevens van de Rijksdienst voor Sociale Zekerheid (RSZ) of het Nationaal Instituut voor de Statistiek (NIS), volgen meestal de indeling van NACE-BEL.

De activiteiten m.b.t. opslag, verdeling en bunkering van LNG vallen niet onder één welbepaalde NACE-klasse. De hieronder opgelijste NACE-BEL klassen kunnen van toepassing zijn voor bedrijven, actief in de opslag, verdeling en/of bunkering. In geval de opslag en verdeling van LNG/BNG niet de hoofdactiviteit van de installatie is (b.v. voor opslaginstallaties in de chemische industrie), kunnen nog ander NACE-BEL klassen van toepassing zijn.

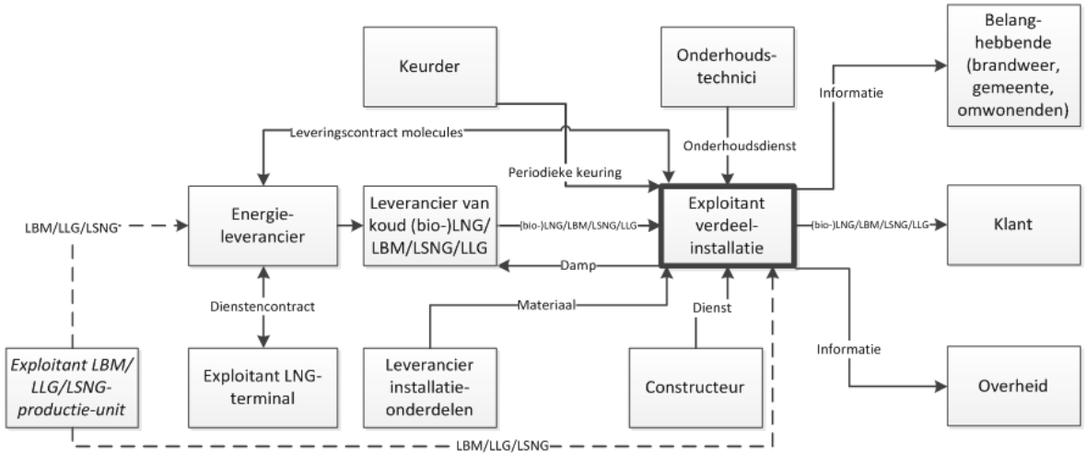
Tabel 3: Overzicht van de mogelijk van toepassing zijnde NACE-BEL-klassen voor activiteiten m.b.t. verdeling van LNG.

Sectie	Afdeling	Groep	Klasse	Omschrijving van de klasse
G	46	46.7	46.71	Groothandel in vaste, vloeibare en gasvormige brandstoffen en aanverwante producten
	47	47.3	47.30	Detailhandel in motorbrandstoffen in gespecialiseerde winkels
H	52			Opslag en vervoersondersteunende activiteiten

2.1.2 Bedrijfskolom

Bij gebruik of uitbating van een verdeelinstallatie van LNG is de exploitant afhankelijk van externe partijen om de installatie draaiende te houden, zowel voor toe- en afvoer

van materiaal als voor dienstverlening. De onderstaande figuren geven een mogelijke bedrijfskolom weer, die in de praktijk evenwel meer of minder uitgebreid kan zijn, in functie van de betrokken actoren.



Figuur 5: Illustratieve bedrijfskolom voor een exploitant van een LNG-verdeelinstallatie

2.2 Socio-economische situering van de Vlaamse sector

In deze paragraaf wordt de toestand van de eerder afgebakende sector geschetst aan de hand van enkele kwalitatieve socio-economische indicatoren. Deze geven een algemeen beeld van de structuur van de sector en vormen de basis om verderop in de studie de socio-economische draagkracht van de sector in te schatten. Deze draagkracht bepaalt mede de mate waarin de sector in staat is om bepaalde milieuvriendelijke of veiligheidsborgende maatregelen te nemen.

2.2.1 Aantal en omvang van bedrijven

Het aantal inrichtingen voor verdeling van LNG is in Vlaanderen, in vergelijking met andere brandstoffen, vooralsnog beperkt in aantal, maar wordt verwacht om, net als in Europa en de rest van de wereld, verder toe te nemen (IGU, 2017). De groeiverwachting voor de volledige Europese LNG-sector is gebaseerd op de lagere transportemissies (SOx, NOx, CO_2, en fijn stof) bij het rijden en varen op LNG t.o.v. andere fossiele brandstoffen, zoals benzine en diesel. Deze lagere emissies per verbruikte megajoule gas maakt dat transportmodi die op LNG rijden of varen, kunnen voldoen aan de strenger wordende emissienormen[18] voor voer- en vaartuigen.

Een sinds jaren grootste en tot voor kort enige LNG-speler in Vlaanderen is Fluxys. Fluxys België is als onafhankelijke beheerder van de vervoer-, transit- en opslaginfrastructuur in België o.a. actief als operator van de LNG-terminal in Zeebrugge die als im- en exporthub wordt gebruikt.

[18] Voor voertuigen gelden zijn er EURO-normen, voor binnenvaart zijn er CCR-normen: CCR1 sinds 2003, CCR2 sinds 2007. CCR2 is gelijkgesteld met fase IIIa uit de Europese richtlijn NRMM die de emissies van 'non-road mobile machinery' (NRMM) reguleert. Deze richtlijn werd in de zomer van 2016 herzien. Wat betreft de emissies door binnenvaartmotoren sluiten de normen in de herziene NRMM richtlijn aan bij de Amerikaanse USA EPA Tier 4 normen, doch aangevuld met een extra norm rond fijne deeltje (PN, particle number) (Pim Bonne, persoonlijke communicatie, 21 september 2016).

Fluxys LNG heeft langlopende contracten tot 2027 met drie terminalklanten: EDFT, Eni en Total. Deze contracten vertegenwoordigen een gezamenlijk geboekte jaarlijkse behandeling (bv. opslag, vergassing, odorisatie, injectie op het leidingnetwerk, beladen van vrachtwagens met LNG, …) van 9 miljard kubieke meter aardgas. Daarnaast heeft Fluxys LNG in 2015 een LNG transshipment overeenkomst afgesloten met Yamal om 107 cargo's per jaar gedurende 20 jaar over te slaan van ijsbreker-LNG-schepen naar conventionele schepen. (Fluxys, s.d.b).

Terwijl in Vlaanderen grootschalige LNG-infrastructuur aanwezig is in de vorm van de LNG-terminal, is de aanwezigheid van infrastructuur voor kleinschalige verdeling (in 2017) nog beperkt. Deze is echter wel in uitbouw (overzicht: Tabel 4). Liquefactie-installaties voor kleinschalige productie van LBM, LLG of LSNG zijn anno 2017 in Vlaanderen nog niet in operatie noch gepland. Wel wordt een liquefactie-installatie ingezet in het LNG-tankstation in Lokeren, maar als boil-off-gas-managementmaatregel. De liquefactie-installatie krijgt er bijgevolg enkel zuiver gas binnen om terug vloeibaar te maken, terwijl een productie-installatie vaak nog gekoppeld wordt aan een gaszuiveringsunit. Raadpleeg voor meer info over liquefactie-installatie de bijlage hierover en de beschrijving in de studie door M-Tech (2017) die in het kader van deze BBT-studie werd uitgevoerd.

2.2.2 Tewerkstelling

Over het aantal personen dat in Vlaanderen tewerkgesteld is in de sector voor kleinschalige en middelgrote verdeling van LNG zijn geen officiële cijfers voorhanden (Jan Van Houwenhove, Vlaams LNG Platform, persoonlijke communicatie, 30 augustus 2017). Volgens een inschatting zijn er momenteel (2017) 15 personen direct in de sector actief. Het aantal en monetair volume qua investeringen in LNG-toepassingen en –infrastructuur neemt in Vlaanderen echter toe (zie 2.2.4). Dit geeft een ruwe indicatie voor een gunstige toekomstige evolutie van de werkgelegenheid in de sector. Uit investeringen in LNG-gerelateerde projecten kan immers een toegenomen tewerkstelling in deze sector volgen. Een voorbeeld dat deze stelling bevestigt, is het advies van de Vlaamse Havencommissie (2010) omtrent de bouw van een tweede LNG-steiger in de voorhaven van Zeebrugge, een toegenomen aantal vergunningsaanvragen voor exploitatie van LNG-tankstations, een vast bunkerstation als onderdeel van een zogenaamde energiehub in de haven van Antwerpen, … Een inschatting door het Vlaams LNG Platform is dat in de komende 5 tot 10 jaar 250 mensen in de Vlaamse sector voor verdeling van LNG actief zullen zijn (Jan Van Houwenhove, Vlaams LNG Platform, persoonlijke communicatie, 30 augustus 2017).

2.2.3 Evolutie van omzet, toegevoegde waarde en bedrijfsresultaat

Het Vlaams LNG Platform verwacht een sterke marktgroei in de sector van LNG-verdeling in de komende 2 jaar. Een stijging met 1000% voor de volledige LNG-sector in Vlaanderen is daarbij niet uitgesloten. Ter kadering: er zijn op dit moment enkele verdeelinstallaties operationeel in Vlaanderen, waaronder één off-grid-LNG-verdeelinstallatie (Tessenderlo Chemie) (zie ook Tabel 4), maar volgens de schatting door het Vlaams LNG Platform zou dit aantal stijgen tot 20 LNG-tankstations in de volgende 2 à 5 jaar. Dit aantal tankstations zal 500 tot 1.000 vrachtwagens op LNG kunnen doen rijden. Daarnaast worden 2 à 3 LNG bunker(binnenvaart)schepen en 20 tot 30 binnenvaartschepen op LNG geschat. Het Vlaams LNG platform verwacht eveneens in haar ruwe schatting een toename met een 10-tal extra off-grid-installaties.

Het bedrijfsresultaat van de bedrijven in de sector zal in de komende 5 jaren grotendeels negatief zijn aangezien zeer zware investeringen vereist zijn om te kunnen opereren en deze in businessplannen op langere termijn passen (Jan Van Houwenhove, Vlaams LNG Platform, persoonlijke communicatie, 30 augustus 2017).

2.2.4 Evolutie van investeringen

Onder deze titel wordt zowel de stand van zaken inzake Vlaamse LNG-verdeelinfrastructuur als stimuleringsmaatregelen en –beleid besproken die een verdere uitbouw kunnen helpen realiseren.

→ LNG-infrastructuur in Vlaanderen

Sinds enkele jaren worden in Vlaanderen een toenemend aantal investeringen gemaakt in infrastructuur voor de kleinschalige verdeling van LNG.

Net als in de wereldwijde LNG-sector speelt ook in Vlaanderen het 'kip-of-het-ei'-verhaal. Transportfirma's houden bijvoorbeeld de boot af om op door LNG aangedreven vrachtwagens over te schakelen door een gebrek aan LNG-tankstations. Omgekeerd houdt het beperkt aantal vrachtwagens op LNG een grote groei van het aantal tankstations die LNG aanbieden tegen.

Het aanbod van **L(C)NG-tankstations** in Vlaanderen was in 2015 beperkter dan in de meeste van de ons omringende landen, zoals weergegeven in de meest actuele infografiek op http://www.gie.eu/, een website die het overzicht geeft over EU-gasinfrastructuur (zie Figuur 4). Door o.a. een groeiende vraag en financiële ondersteuning (bv. ecologiepremie, zie verderop dit hoofdstuk) van de te maken investeringen in infrastructuur, blijven de investeringen in LNG als brandstof zowel aan aanbod als vraagzijde groeien. Getuige daarvan is de lijst van Vlaamse LNG-infrastructuur (Tabel 4).

In Vlaanderen werden tot in juni 2018 3 tankstations gebouwd, m.b.v. publieke en/of private financiering.
De uitbouw van Vlaamse infrastructuur voor de verdeling van LNG naar vrachtwagens is in 2013 gestart door de bouw van het eerste LCNG-tankstation in Vlaanderen (Drive Systems, 2014). Het station situeert zich in Kallo (Steenlandstraat) en is sinds 2014 in bedrijf. De bouw van dit station kadert in het Europese LNG Blue Corridors project dat o.a. als doel heeft om vier corridors met tankfaciliteiten voor LNG van Noord- tot Zuid-Europa te bouwen.

In Veurne hebben ook Fluxys NV en transportfirma Mattheeuws een LNG-tankstation gebouwd. Dit tweede Vlaamse LNG-tankstation wordt is eigendom van Fluxys NV en uitgebaat door Mattheeuws. Het station werd opgezet als pilootproject om te leren over de engineering, technologie, vergunningverlening en de benodigde investeringen. Sindsdien zijn nog bijkomende installaties in vergunning- en uitbatingsfase gekomen (zie Tabel 4). In Herstal, nabij Luik is in 2018 een nieuw LNG-tankstation in gebruik genomen. In de haven van Antwerpen start een consortium in 2018/2019 met de bouw en exploitatie van een L(C)NG-station, als onderdeel van de energiehub met een vaste LNG-bunkerlocatie dat er gebouwd wordt.

Begin 2018periode opende Tankterminal NV een LNG-tankstation (met uitbreidingsmogelijkheid naar L(C)NG) in Lokeren. Dit station zal de eerste installatie in Vlaanderen zijn die voorzien wordt van een micro-liquefactie-installatie als boil-off-

gasmanagementmaatregel. Ook is een type c-ontwerp (=saturation on the fly) voorzien (zie hoofdstuk 3 voor meer info over de verschillende types) (Tankterminal, 2017).
In de haven van Antwerpen plande een consortium initieel om in 2018/2019 met de bouw en exploitatie van een L(C)NG-station te starten, als onderdeel van de energiehub met vast LNG-bunkerstation dat er gebouwd wordt. Deze plannen zijn echter gewijzigd. Momenteel is Fluxys Bunkering sinds 2018 concessionaris van Kaai 526 in de haven van Antwerpen geworden, waar het mogelijk is om Truck-to-ship LNG bunkering (aflevering) uit te voeren. Daarnaast zitten verspreid over Vlaanderen nog enkele L(C)NG-afleverinstallaties in de pijplijn.

Bunkerstations naast inlandse waterwegen zijn volgens het Vlaams departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW) niet op korte termijn te verwachten. Er zal voor die locaties eerder voor truck-to-ship bunkering geopteerd worden (Pim Bonne, departement MOW, persoonlijke communicatie, 25 april 2014; Sofie Marivoet, De Vlaamse Waterweg, 5 juni 2018). De terugverdientijd is momenteel nog te lang en dat weerhoudt binnenschippers om een ombouw ('retrofit') naar aandrijving op LNG te doen. De spread (prijsverschil tussen LNG en meer conventionele brandstoffen zoals diesel) voor LNG is momenteel voor scheepvaart kleiner dan voor trucks, wat de incentives voor retrofit voorlopig ook tegenhoudt (Philippe Desrumaux, zaakvoerder LNG Drive, persoonlijke communicatie, 25 april 2014).

Het eerste vaste Vlaamse bunkerstation is in 2017 in aanbouw in de Antwerpse haven en zal door Engie geëxploiteerd worden als onderdeel van de energiehub die ook andere alternatieve brandstoffen zoals CNG en elektriciteit zal aanbieden. Daarnaast gebeuren truck-to-ship bunkertransacties met LNG langs kades van verschillende Vlaamse havens. "*Volgens Joachim Coens (Haven van Zeebrugge) zal vooral shortsea snel overschakelen op LNG als scheepsbrandstof.*" (De Decker, 2014). Een verdere uitbouw van de bunkerinfrastructuur is dus vereist om deze verwachte evolutie te bestendigen.

Truck-to-ship (TTS) bunkeroperaties kunnen in elke Vlaamse haven. Zo voorziet de haven van Antwerpen een nieuwe kade ten zuiden van het Berendrecht-Zandvliet sluizencomplex waar TTS gebunkerd zal kunnen worden (Pieter Vandermeeren, Haven van Antwerpen, persoonlijke communicatie, 29 augustus 2017).

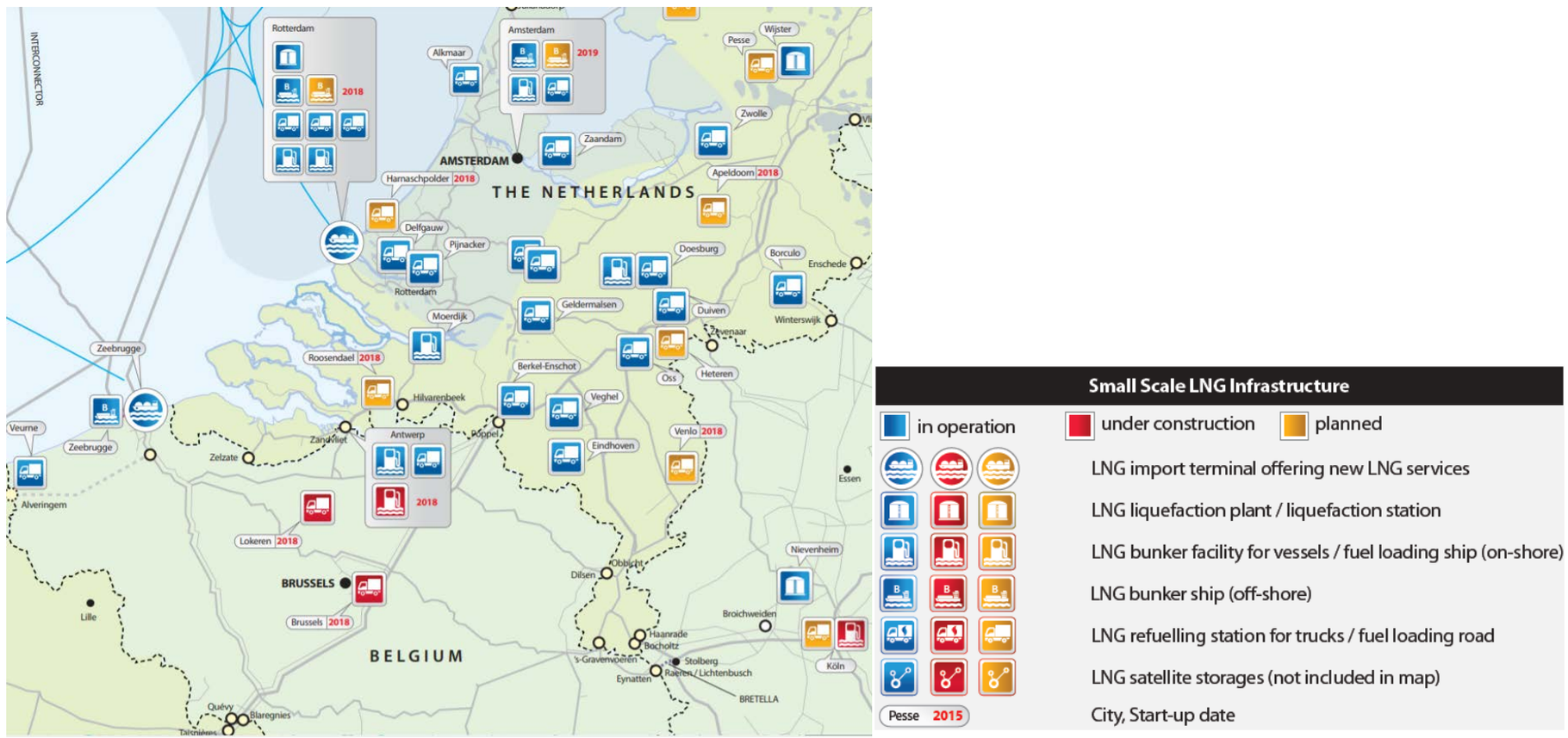
Er is nog geen publieke lijst van bunkerbedrijven voor LNG-bunkering in Vlaanderen. Wel heeft het Havenbedrijf Antwerpen een lijst met daarop de conventionele bunkerfirma's [19]. Voor LNG-bunkering wordt dat in 2017 case-by-case benaderd.

Het **laadstation** voor trucks op de LNG-terminal in Zeebrugge wordt sinds 2010 ook gebruikt om het beladen van externe LNG-tankwagens. Doordat het aantal laadbeurten van vrachtwagens stijgt, werd in 2018 met de bouw van een tweede laadstation gestart. Dit station wordt gebouwd met steun van de Europese Commissie via het programma Connecting Europe Facility (CEF), en zou nog datzelfde jaar in gebruik genomen worden (Leysen, 2017). "*In Zeebrugge kunnen sinds 2010 LNG-tankwagens met 40 tot 50 m³ LNG worden geladen. Al meer dan 5.000 ladingen zijn vertrokken uit Zeebrugge, via wegtransport of per ferry, om verder gelegen industriële eindverbruikers te bevoorraden en om LNG te leveren als brandstof voor schepen en vrachtwagens in buurlanden.*" (Leysen, 2017). Ook de nieuwe energiehub in de haven van Antwerpen zal vrachtwagens kunnen laden.

Een ruwe inschatting door het Vlaams LNG Platform van de verwachte investeringen in LNG-installaties in Vlaanderen (en dus ruimer dan de installatie binnen de scope van

[19] http://www.portofantwerp.com/nl/erkende-bunkerbedrijven

deze studie) komt op 300 tot 500 miljoen euro in de komende 5 jaren. In dit verwachte investeringsbedrag zitten o.a. 20 LNG-verdeelinstallaties voor voertuigen (ca. 1,2 miljoen euro per installatie), LNG-bunker(binnenvaart)schepen (ca. 15 miljoen euro per schip), off-grid-LNG-installaties (ca. 500.000 euro per installatie), LNG-motoren in schepen (ca. 2,5 miljoen euro per scheepsinstallatie), vrachtwagens die op LNG rijden (ca. 110.000 euro per stuk), trailers voor transport van LNG (300.000 euro per trailer) en zuiverings- en liquefactie-installaties (ca. 50 miljoen euro per installatie) (Jan Van Houwenhove, persoonlijke communicatie, 30 augustus 2017).



Figuur 6: Detailweergave van de operationele (blauw), in opbouw zijnde (rood), geplande (oranje) kleinschalige ('small-scale') LNG-infrastructuur in Vlaanderen en Nederland (GLE, 2015)

→ Kostprijs van de LNG-infrastructuur

Deze subtitel toont indicatieve prijsdata voor verschillende types samenbouw.

Tankstation

De investeringskosten voor een standaard LNG-tankstation liggen volgens de Amerikaanse Idaho National Laboratory (s.d.) tussen $350.000 tot ruim $1.000.000. Dit is de prijs voor de mechanische systemen alleen. In Vlaanderen ligt de bouwkost van een tankstation voor de verdeling van LNG en CNG tussen 600.000 euro en 1.000.000 euro. De prijs is o.a. afhankelijk van de omvang van het station, de locatie, en de vereiste civiele werken (Philippe Desrumaux, zaakvoerder LNG Drive, persoonlijke communicatie, 25 april 2014). Het Vlaams LNG Platform schat een prijs in de grootteorde van 1,2 miljoen euro. Met een prijs voor conventionele benzinestations van ca. 150 000 of meer[20] is het verschil in kostprijs aanzienlijk. Verschillende elementen dragen bij tot dit grote verschil in kostprijs. De voornaamste oorzaak is de behoefte aan gespecialiseerde apparatuur voor het opslaan en hanteren van het cryogene gas dat LNG is. Het methaan wordt in een vloeibare toestand opgeslagen in een vacuüm geïsoleerde tank bij een temperatuur van ongeveer -130 °C tot circa -160 °C en een druk van ongeveer 1,7-9,3 bar.

Bunkerstation

Een studie door DNV-GL met medewerking van de havens van Antwerpen, Mannheim, en Zwitserland (DNV-GL, 2015), in het kader van het LNG Masterplan for Rhine-Main-Danube, becijferde voor een aangenomen bunkerstation een CAPEX van 5,848 miljoen euro en een jaarlijkse OPEX van 231.000 euro. De details en breakdown van deze CAPEX en OPEX is in grote mate van detail weergegeven in de voormelde studie. Daaruit blijken veel verschillende aspecten de uiteindelijke CAPEX en OPEX te bepalen, zoals installatieonderdelen, onderhoud, verzekering, elektriciteit, …

De Internationale Gasunie stelt in haar jaarrapport (IGU, 2017) de kostprijs per opgeslagen ton LNG voor. IGU verwijst evenwel naar “onshore terminals with smaller storage units” die in 2017 en 2018 verwacht opgeleverd te worden. Dit betreft dus wellicht atmosferische opslag. Illustratieve CAPEX-bedragen hierbij zijn $212/ton in 2017 en $285/ton in 2018.

Truck-to-Ship (TTS) bunkerzone

De kosten hiervoor zijn voornamelijk gelinkt aan de te gebruiken grond, beperkte voorzieningen zoals aarding van de vrachtwagen, en enkele markeringen van veiligheidsperimeters. De kost hiervan is dus klein in vergelijking met de voormelde installaties.

Stel- en overslagplaats

Net als een TTS-bunkerzone zijn er relatief weinig materiaalkosten verbonden aan de inrichting van een stel- en overslagplaats. Een locatie en dus grond, en een kraan/materieel voor verplaatsing van de (ISO-)containers zijn de twee grootste kostenposten.

→ Beleid m.b.t. verdere uitbouw van LNG-infrastructuur

In uitvoering van de bepalingen uit de Europese Richtlijn voor de uitbouw van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen[21] moet elke EU-lidstaat een nationaal kader voor de marktontwikkeling van alternatieve brandstoffen maken. Dit voorstel tot

[20] Kostprijs van een ‘klassiek’ tankstation kan sterk variëren en is afhankelijk van 1) aantal eilanden/pompen, 2) shop wel/niet, 3) luifel wel/niet, 4) hoeveelheid brandstoffen

[21] Directive 2014/94/EU on the deployment of alternative fuels infrastructure

kader moet uiterlijk twee jaar na het van kracht gaan van de voormelde Richtlijn aan de EU ter goedkeuring gecommuniceerd worden. Het nationaal kader moet minimumdoelstellingen en deadlines voor vestiging van de infrastructuur bevatten, zo ook voor de LNG-bevoorrading van schepen en vrachtwagens.

Op Europees niveau werd in januari 2015 het Sustainable Transport Forum in het leven geroepen. Dit forum biedt lidstaten van de Unie en de betrokken publieke en particuliere belanghebbenden een platform voor structurele dialoog, uitwisseling van technische kennis, samenwerking en coördinatie m.b.t. de uitvoering van de voormelde richtlijn (EU, 2015). Naast een stimuleringsbeleid van infrastructuur, zullen private investeerders pas overstag gaan om geld te pompen in de verdere uitbouw van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen indien er ook op het andere gedeelte van het kip-of-ei-verhaal wordt ingezet: stimuleringsmaatregelen voor ontwikkeling en gebruik van milieuvriendelijkere voer- en vaartuigen.

Niet uitsluitend betrekking hebbend op LNG, maar mogelijk relevanter wordend in de komende jaren, is het wetgevende voorstel van de EU voor monitoring en rapportering van CO_2-emissies en brandstofverbruik van nieuwe zware bedrijfsvoertuigen. Dit is één van de voorstellen die onderdeel uitmaken van het mobiliteitspakket “Europa in beweging” dat op 31/05/2017 werd voorgesteld. “*Het voorstel moet bijdragen tot een meer transparante markt voor zware bedrijfsvoertuigen, wat de concurrentie tussen fabrikanten en vervoerders zal stimuleren. Dit zal de fabrikanten van voertuigen en onderdelen stimuleren om te innoveren en energiezuinigere voertuigen te produceren.*” (De Vlieger, 2017). Dit kan een indirecte stimulans betekenen voor de verdere ontwikkeling van een markt voor methaanhoudende vloeistoffen uit (CO_2-armere[22]) hernieuwbare bronnen zoals bio-LNG en LBM.

In Vlaanderen bestaat er reeds een stimuleringsbeleid voor milieuvriendelijke voertuigen, waarvan de ecologiepremie één van de uitvoeringsinstrumenten van dat beleid is (zie volgende paragraaf, en volgende titel ‘stimuleringsmaatregelen’). Daarnaast werd op Vlaams niveau, als antwoord op de voormelde EU-richtlijn m.b.t. infrastructuuruitbouw voor alternatieve brandstoffen, door de Vlaamse Regering een actieplan “Clean Power for Transport” opgesteld, dat te raadplegen is via de website http://www.milieuvriendelijkevoertuigen.be/. Dit plan focust zowel op de vergroening van het wagenpark als op het voorzien van de noodzakelijke infrastructuur voor bevoorrading met deze alternatieve brandstoffen. LNG is expliciet opgenomen in de conceptnota, maar harde doelstellingen omtrent bv. bevoorradingspunten zijn er niet in vastgelegd. In december 2015 werd overigens het Vlaams LNG Platform opgericht, een initiatief vanuit de sector de promotie van LNG(-toepassing) in Vlaanderen als brede doelstelling. Eén van de actielijnen beoogt om, in samenspraak met de overheid, doelstellingen te formuleren en uitvoering te geven, naar analogie met het nationaal LNG platform in Nederland. Deze doelstellingen zijn afgestemd met de nationale doelstellingen die voortvloeien uit de omgezette Europese Richtlijn voor de uitbouw van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen.

Tabel 4 geeft een overzicht van een selectie, al dan niet nog in opbouw zijnde, infrastructuur voor de kleinschalige verdeling van LNG in Vlaanderen.

Daarnaast zijn er ook in Wallonië al LNG-toepassingen in operatie, zoals in Hamoir, in de provincie Luik, waar de allereerste industriële LNG-opslagtank voor bevoorrading van een industriële gasketel in 2014 werd ingehuldigd.

[22] Rekening houdende met de well-to-tank-CO_2-emissies. De tank-to-wheel-emissies van de hernieuwbare methaanhoudende vloeibare brandstoffen zullen gelijkaardig zijn aan LNG van fossiel oorsprong. Het verschil in CO_2-emissies tussen fossiel LNG en hernieuwbaar LBM en gelijkaardige producten wordt kortom voornamelijk up-stream gerealiseerd.

Tabel 4: Niet-limitatief overzicht van een selectie uit de bestaande Vlaamse kleinschalige LNG-afleverinstallaties en -zones en de eraan aangebrachte veiligheidsvoorzieningen

Exploitant	**Installatie**	**Locatie**	**Doorzet / jaar**[23]	**Opslagspecs LNG**	**Veiligheidsmaatregelen (niet-limitatief)**	
					Opslaginstallatie	***Afleverinstallatie***
Drive Systems	LCNG-tankstation	Kallo	2.000 m³ LNG (850 ton) + 500 m³ LNG (212,5 ton)	Nettovolume: ca. 60 m³ Ontwerpdruk: 20 barg Opslagdruk: 0,2 tot 15 barg[24] (-160 °C tot -113 °C)	**A.**redundante overdrukbeveiliging (2 drukontlastingsventielen 18 barg & 1 breekplaat) **B.** inkuiping (120 m² (bruto-oppervlakte), en capaciteit van minstens volledige inhoud van de tank (60 m³)	**A.**Op afstand bedienbare noodafsluiters thv de aanzuigleidingen vd pompen tussen opslagtank en verdeelzuil. **B.**Verdeelslang aan tankzuil voorzien van breekkoppeling en lekvrije snelkoppeling[25] **C.**Noodstop thv tankzuilen
Romac Fuels	LCNG-tankstation	Veurne	10.000 m³ LNG (4.250 ton) + ca. 715 m³ LNG (300 ton)[26]	Nettovolume: 60m³ LNG Ontwerpdruk: 18 barg Opslagdruk: 3-10 barg (-	**A.**Inkuiping & muur[27] ter voorkoming van domino-effecten **B.**procesmetingen (niveau, druk,	**A.**Op afstand bedienbare noodafsluiter **B.**Breekkoppeling

[23] De vermelde getallen zijn maximale doorzetvolumes per jaar. In de praktijk kan het zijn dat deze volumes niet worden gehaald.

[24] De normale operationele tankdruk is ongeveer 6-7 barg (voor bulksaturatie) of 2-4 barg (voor saturation on the fly). De 15 barg wordt in normale omstandigheden nooit bereikt.

[25] De lekvrije snelkoppelingen sluiten automatisch bij het loskoppelen van de slang waardoor er geen productverlies optreedt.

[26] De jaarlijkse doorzet wordt steeds uitgedrukt in m³ LNG per jaar omdat het CNG op het station wordt aangemaakt door het op druk brengen (tot 300 barg) en het verdampen van het aanwezige LNG.

[27] Locatiespecifiek door aanwezigheid van naburige opslagtanks met gevaarlijke stoffen

				°C tot -122 °C)	temperatuur) en/ instrumenten om ongecontroleerde vrijzettingen van LNG te detecteren	
Fluxys NV	TTS + LNG-tankstation	Haven van Antwerpen – K526-K528	/	Brutovolume (opslagtank voor verdeling aan voertuigen): 80 m^3	Nog niet bekend	Nog niet bekend
Tankterminal NV	Tankstation (met in-line saturatie, of "saturation on the fly"[28]) + micro-liquefactie			Brutovolume: 73 m^3	A. ESD-systeem B. inkuiping met afhellende ondergrond met opstaande randen en open afvoergoten	A. noodstop- en bedieningsprocedures B. Noodstop- en dodemansknop C. Breakaway- en lekvrije snelkoppeling
Haven van Antwerpen	TTS-bunkerlocatie	Kaai 671	/	/	/	Aangeduide veiligheidszone
Remitrans NV	LNG-tankstation (opening eind 2018)	Ninove	/	70 m^3	/	A. online monitoring- en trending systeem B. micro-liquefactie-installatie

[28] Zie hoofdstuk 3 voor meer info over de verschillende uitvoeringstypes tankstations

→ Stimuleringsmaatregelen

Ecologiepremie

Tabel 5 geeft een kwalitatief overzicht van de technologieën waarvoor vanuit de ecologiepremieregeling een financiële steun verkregen kan worden. Uit de limitatieve technologieënlijst vindt u hieronder een extract (mei 2018) dat, onder voorbehoud van wijziging, een overzicht geeft van de LNG-gerelateerde technieken voor afleverinfrastructuur waarvoor een subsidie via de ecologiepremie kan aangevraagd worden. De lijst met LNG-gerelateerde technologieën werd aangevuld, mede n.a.v. info die in het kader van deze BBT-studie verzameld werd.

Tabel 5: Overzicht van de bestaande LNG-gerelateerde technologieën waarvoor via ecologiepremie steun kan verkregen worden (AO, 2018)

Bestaande subsidiemechanismen m.b.t. LNG d.m.v. ecologiepremie	
Tankinfrastructuur voor LNG (Liquefied Natural Gas) en voor CNG (Compressed Natural Gas) via toelevering van LNG Technologienummer 200008	Tankinfrastructuur bestemd voor het afleveren van CNG en LNG als motorbrandstof voor voertuigen. Bij deze technologie wordt CNG aangemaakt op basis van toegeleverde LNG (vloeibaar aardgas op -162 °C).

TEN-T (EU)

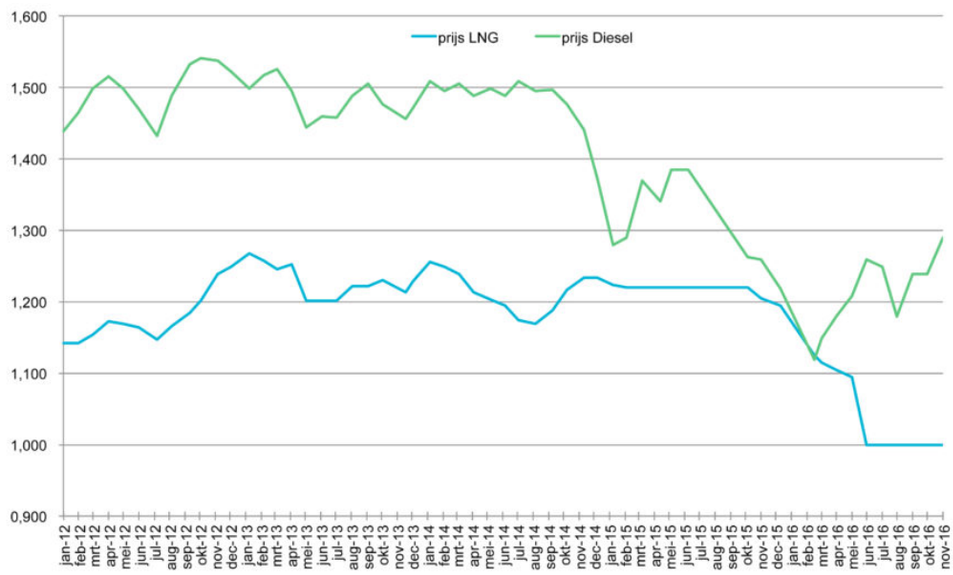
In Europa wordt de uitbouw van een infrastructuur voor verdeling van LNG gestimuleerd door middel van cofinanciering, zoals via TEN-T-projecten in the kader van het Connecting Europe Facility (CEF)-programma. Dat programma, met een budget van 24 miljard euro tot 2020, heeft als doel om, naast andere EU-fondsen, investeringen in de uitbouw van een infrastructuur voor alternatieve brandstoffen, waaronder LNG, te stimuleren. Deze EU-financiering gaat gepaard en ondersteunt financieel het bereiken van het doel van de vermelde Europese Richtlijn voor de uitbouw van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen. De meest actuele info hieromtrent is te vinden op volgende website:
http://EU.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t-guidelines

2.2.5 Productie en prijzen

→ Prijs(evolutie) voor LNG

Brandstofkosten bestrijken het grootste aandeel van de totale eigendomskost ('total cost' of 'ownership') van een vrachtwagen of een schip. Het groeiend prijsverschil tussen olie en gas is een belangrijke drijfveer voor LNG om meer ingang te krijgen in de (transport)brandstoffenmarkt. Het prijsverschil met alternatieven voor vrachtwageneigenaars (diesel) en scheepseigenaars (marine gas oil (MGO) of heavy fuel oil (HFO)) is hierbij cruciaal (PwC, 2010).

Onafhankelijk van de absolute (Nederlandse) prijzen in Figuur 7 zijn de onderlinge verhoudingen tussen de verschillende transportbrandstoffen door te trekken naar de Vlaamse prijsniveaus aan de pomp.



Figuur 7: Maandelijks gemiddelde gasprijzen op de Nederlandse markt, uitgedrukt in euro (Logistiek, 2017)

→ Vlaamse prijzen voor LNG

"*De beheerder van de LNG-installatie (Fluxys LNG) legt de tarieven om de twintig jaar ter goedkeuring voor aan de Commissie voor de Regulering van de Elektriciteit en het Gas (CREG). … De CREG heeft de LNG-tarieven van Fluxys LNG voor de jaren 2007-2027 goedgekeurd bij beslissing van 30/09/2004. De CREG heeft een geactualiseerde versie van de tarieven, geldig van 1 januari 2013 tot 31 maart 2027, goedgekeurd bij de beslissing van 29/11/2012. … De LNG-tarieven gelden voor alle gebruikers van de LNG-terminal van Zeebrugge die LNG-diensten hebben onderschreven bij de beheerder van de LNG-installaties, Fluxys LNG.*" (CREG, s.d.) De tarieven zijn te raadplegen op de websites van Fluxys en van de CREG.

De prijs van LNG in een tankstation zou op de volgende manier opgebouwd kunnen zijn: 0,36 euro/kg LNG (Zeebrugge HUB prijs + marge van de LNG-verkoper[29]) en 0,08 euro/kg (terminalkosten + transport naar site). Gelet op een verkoopprijs van ca. 1 euro/kg blijft er dus 0,56 euro/kg marge om het tankstation te bouwen, onderhouden, uit te baten en een winstmarge over te houden (Willy Vanhorenbeek, safety manager Fluxys NV, persoonlijke communicatie, 27 juni 2018).

In Nederland wordt sinds 1/1/2014 een accijns van 125 euro (0,125 euro/kg) per ton LNG aangerekend (Douane Belastingsdienst, 2017). In Vlaanderen is er momenteel geen accijns op LNG, en wordt dit ook niet verwacht in de huidige legislatuur (Vlaams LNG Platform, 2015).

Per MWh LNG uit Zeebrugge (komt overeen met 66,23 kg LNG[30]) betaalde een afnemer (= de instantie die het LNG verder kleinschalig verdeelt via o.a. tankstations) aan de terminal in 2014 23 tot 27 euro. Bij dit bedrag moeten nog de hierboven vermelde terminalkosten van Fluxys, de transport- en andere kosten en de winstmarge geteld worden om tot de uiteindelijke prijs aan de pomp te komen (Philippe Desrumaux, zaakvoerder LNG Drive, persoonlijke communicatie, 25 april 2014).

[29] Er zijn in Vlaanderen enkele energieleveranciers die eveneens LNG aanbieden. Enkele voorbeelden zijn ENI, Electrabel, EDF Trading, primaLNG, …

[30] Hoeveel is berekend uit de calorische waarde van LNG uit Zeebrugge bij -161 °C, zijnde 54,45 MJ/kg ofwel 0,0151 MWh/kg

2.2.6 Conclusie

De verdeling van LNG is een activiteit die in Vlaanderen in opkomst is en het Vlaams LNG Platform verwacht dat de groei in de komende jaren nog fors zal toenemen. Momenteel zijn er nog slechts een handvol installaties, maar onder impuls van stimuleringsprogramma's, beleid, emissieregulering en maatschappelijke vraag naar emissie-armere transportbrandstoffen, wordt verwacht dat de LNG-sector, en dus ook het onderdeel LNG-verdeling in aantal bedrijven, zal toenemen. Door de omvang van de benodigde investeringen kan evenwel verwacht worden dat de sector in het algemeen negatieve bedrijfsresultaten zal hebben doorheen de eerstvolgende jaren.

2.3 Draagkracht van de sector

2.3.1 Werkwijze

De draagkracht van een sector wordt bepaald door enerzijds haar concurrentiepositie en anderzijds haar financiële situatie. Aan de hand van het 'five forces' raamwerk van Porter (1985) bespreken we eerst de concurrentiepositie van de Vlaamse LNG-sector. Deze analyse geeft aan in welke mate de LNG-sector extra kosten, bijvoorbeeld als gevolg van milieuverplichtingen, kan afwentelen op klanten of leveranciers. De mate waarin de sector een niet afwentelbare extra kost kan absorberen, hangt af van haar financiële situatie. Deze financiële situatie is eveneens van belang voor de economische evaluatie van de beschikbare technieken.

2.3.2 Concurrentiepositie

→ Doel en benadering

In deze paragraaf wordt de marktsituatie van bedrijven die actief zijn in de opslag en verdeling van LNG in kaart gebracht om zo een indicatie te geven van de intensiteit van de concurrentie. De concurrentiekrachten zijn bepalend voor de winstgevendheid van een specifieke sector, daar zij de prijzen, de kosten en de vereiste investeringen bepalen. Op deze manier kunnen we inschatten in welke mate de bestaande en nieuwe ondernemingen in staat zijn om bijkomende kosten – bv. ten gevolge van milieuverplichtingen – af te wentelen op leveranciers en/of klanten.

M. Porter (1985) maakt een onderscheid tussen vijf bronnen van concurrentie die de structuur en de intensiteit van concurrentie weergeven:
(i) interne concurrentie tussen bedrijven binnen de sector;
(ii) macht van de leveranciers;
(iii) macht van de afnemers;
(iv) dreiging van substituten;
(v) dreiging van nieuwe toetreders.

→ Interne concurrentie

Momenteel zijn er maar een beperkt aantal Vlaamse spelers die in de markt van opslag en verdeling van LNG actief zijn. Hierdoor is de interne concurrentie momenteel beperkt. Er kan op termijn wel interne concurrentie optreden tussen LNG-, LBM-, en LSNG-spelers onderling, aangezien elk van de voormelde producten uit een andere methaanrijke gasstroom worden geproduceerd.

De grote energiemultinationals, die momenteel aardolieproducten via tank- en bunkerstations aan de klant aanbieden, hebben niet allemaal een even groot aandeel in de gasmarkt. Dit kan dus tot concurrentie tussen de verschillende brandstoffen o.b.v. LNG leiden. Binnen de markt van verdeling van LNG zelf kan er een concurrentie optreden tussen verplaatsbare verdeelinstallaties, die voertuigen op LNG gaan bevoorraden, enerzijds, en de tankstations die LNG aanbieden anderzijds.

→ Macht van leveranciers

De productie van LNG wordt dus gedomineerd door een beperkt (maar groeiend) aantal landen. De leveranciers hebben in die zin veel macht, omdat ze de productie kunnen beperken en aldus de prijs beïnvloeden, naar analogie met de OPEC in het geval van olieproducten.

Tegelijkertijd worden op de LNG-markt ook langetermijncontracten afgesloten, waardoor een LNG-leverancier in dergelijke contracten niet op om het even welk moment de productie kan stopzetten om een hogere prijs te bedingen.

LBM kan daarentegen meer decentraal en ook in Vlaanderen en Europa worden geproduceerd. Deze brandstof is eveneens afhankelijk van de in uitbouw zijnde LNG-infrastructuur, maar door de potentieel grotere verscheidenheid aan producenten (en dus concurrenten) t.o.v. de LNG-markt, krijgt elke leverancier van LBM relatief gezien minder macht dan de LNG-leverancier.

Fluxys is leverancier van en dienstverlener m.b.t. LNG via de terminal in Zeebrugge. De haven van Rotterdam en de terminal in Duinkerke hebben daarnaast een nabijgelegen LNG-importterminal met bijhorende dienstverlening in uitbouw. "*De bevoorrading van LNG richting de markt in Vlaanderen werd tot voor kort exclusief vanuit Zeebrugge georganiseerd. Met de komst van de LNG terminal in Rotterdam is levering van LNG vanuit meerdere bronnen mogelijk. Dat bevordert de concurrentie. Een rechtsreeks gevolg van deze situatie is dat er meerdere LNG leveranciers actief zijn in Vlaanderen. De zekerheid van bevoorrading is daarmee verbeterd.*" (Jan van Houwenhove, persoonlijke communicatie, 23 december 2015).

Vanwege grote energieconcerns die hun activiteiten op de LNG-markt richten, is er groeiende interesse en activiteit op te merken (o.a. onder invloed van een stijgende vraag naar LNG als transportbrandstof omwille van kost- of emissiereductie). Deze grote energieconcerns/-verkopers concentreren zich momenteel (2018) meer op hun kernactiviteiten en stoten hun aandeel in beheer van transportinfrastructuur in toenemende mate af (Mortelmans, 2018).

→ Macht van afnemers (klanten)

De klant heeft, naast de bedrijven en de overheid, mee de macht om een verdere introductie van LNG in de Vlaamse markt te stimuleren of te verhinderen. Als transporteurs en scheepseigenaars willen investeren in een voer- en vaartuigenpark op LNG, dan stimuleert dit rechtstreeks de marktontwikkeling in Vlaanderen. Zeker in de uitbouwfase van de markt en infrastructuur, zoals dat in Vlaanderen momenteel het geval is, heeft de klant relatief meer macht dan in een markt die reeds is uitgebouwd.

→ Dreiging van substituten

In navolging van de Richtlijn betreffende de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen (Richtlijn 2014/94/EU) moeten de Europese lidstaten doelstellingen en nationale beleidskaders opmaken en deze aan hun burgers formuleren tegen eind 2016. Hierdoor zal het regionaal beleidskader de ontwikkeling van substituten voor LNG stimuleren.

LNG is in eerste instantie zelf een substituut voor klassieke brandstoffen. Zoals eerder vermeld, kan LNG, afhankelijk van de herkomst, als LNG, LBM of LSNG op de brandstoffenmarkt komen. Hoewel LSNG en LBM in mindere mate t.o.v. LNG als brandstof in Europa zijn ingebed, kunnen ze een substituut voor LNG zijn.

Door steeds strenger wordende emissieregelgeving voor kleinschalige transportmodi (EURO-normen voor vracht- en personenwagens, CCR[31]- of EU-normen voor

[31] CCR staat voor Centrale Commissie van de Rijnvaart, die het initiatief nam om emissienormen op te leggen. De normen gelden in de Rijnoeverstaten en in België.

binnenvaart), wordt o.a. LNG een steeds aantrekkelijkere alternatieve brandstof. Om LNG op voldoende plaatsen te kunnen tanken en bunkeren, is er wel nog een grote investering in infrastructuur en aangepaste procedures, regulering en gewoontes vereist (Schmidt-Lüsmann, 2013).

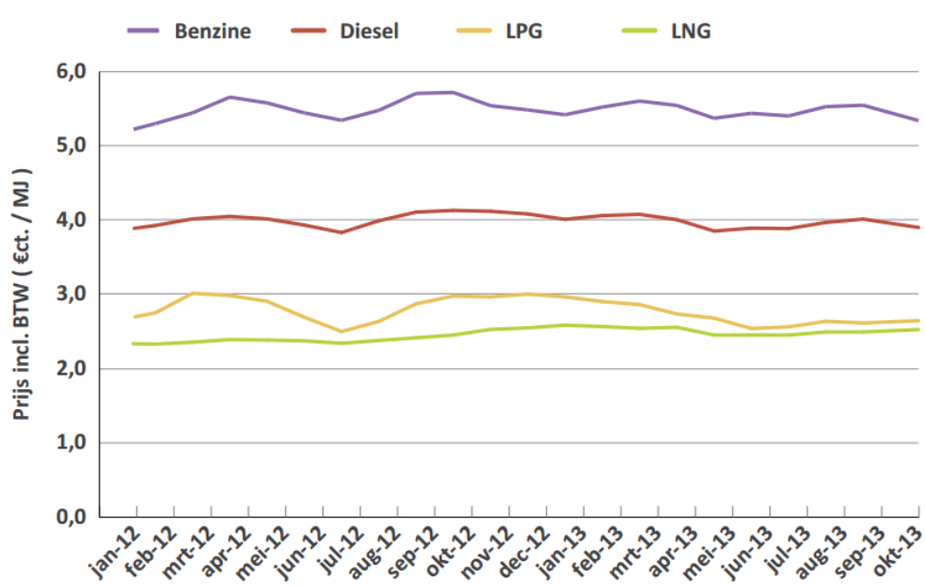
LNG zal als transportbrandstof in Vlaanderen, en bij uitbreiding Europa, in eerste instantie de concurrentie moeten aangaan met diesel (voor vrachtvervoer over de weg en via binnenvaart), heavy fuel oil (HFO) en marine gas oil (MGO) voor schepen.
Er zijn nog andere brandstoffen, aandrijftechnologieën en energiedragers die een aandeel in de Vlaamse transportmarkt kunnen verkrijgen. Transporttoepassingen die worden aangedreven door een elektro- of waterstofmotor, al dan niet in een hybride vorm met LNG of fossiele olieproducten, zijn continu in ontwikkeling, zo ook de respectievelijke laad- en tankinfrastructuur.

Om aan de emissienormen voor de verschillende transportmodi te voldoen, kunnen ook technische (motor)aanpassingen tot een naleving van de emissienormen leiden. Een voorbeeld hiervan is de integratie van een Selective Catalytic Reduction (SCR)-systeem in bestaande motoren, aangedreven door zwavelrijke aardolieproducten, of een vermindering van het zwavelgehalte van de aardolieproducten zelf. De kostprijs van de aanpassingen van de motor en/of de brandstof zal afgewogen moeten worden tegen de benodigde investeringen van een omslag naar rijden en varen op LNG.

Tabel 6en Figuur 8 tonen een vergelijkende evolutie van LNG en andere (transport)brandstoffen op de markt. Tabel 6 toont op haar beurt een indicatieve vergelijking van het rijden op LNG en diesel, waarbij, apart van de investeringskost van de truck (CAPEX), de OPEX lager blijkt te liggen bij LNG.

Tabel 6: Indicatieve prijsvergelijking van rijden op LNG en op diesel met een zelfde model vrachtwagen (Battle Of The Trucks, 2017).

	LNG	Diesel
Aantal km gereden:	100 km	100 km
Brandstof verbruikt:	25,3 kg.	32,0 l.
Prijs per eenheid:	€ 1,036 per kg.	€ 1,232 per l.
Kosten:	€ 26,21	€ 39,42



Figuur 8: Prijsvergelijking van de aan de eindconsument aangeboden transportbrandstoffen (groengas.nl, 2013).

→ Potentiële toetreders (binnendringers)

Er zijn heel wat toetreders mogelijk aangezien de Vlaamse markt voor verdeling van LNG momenteel nog maar uit enkele spelers bestaat. Toetreders zullen voor deze markt dus niet noodzakelijk als negatief gepercipieerd worden, dan wel als versterkers van de markt t.o.v. de huidig gebruikte brandstoffen o.b.v. fossiele olieproducten. Nieuwe toetredende bedrijven in de markt zullen kunnen helpen in het doorbreken van het kip-of-ei-verhaal: meer tankstations betekenen meer vrachtwagens op LNG; betekent meer klanten, wat ook voor de pioniersbedrijven een vereiste is om te kunnen groeien in de Vlaamse LNG-markt.

2.3.3 Conclusie

De markt voor verdeling van LNG is in Vlaanderen nog in opkomst. Bijkomende investeringen worden gemaakt, al dan niet met behulp van publieke financiering (subsidies). Een hoger aantal exploitanten van verdeelinfrastructuur zal de concurrentie vergroten, maar ook helpen in het sneller bereiken van een kritische dichtheid aan LNG-verdeelinstallaties die nodig is om een groter aandeel van brandstofafnemers van LNG als transportbrandstof te overtuigen. De mate waarin bijkomende investeringen, inclusief milieu- en veiligheidsmaatregelen, mogelijk zullen zijn, zal afhangen van de plaats die LNG zich kan toe-eigenen als alternatieve transportbrandstof. De concurrentie met klassieke brandstoffen en met andere alternatieve brandstoffen en de stimulerende rol van de overheid spelen hierin een belangrijke rol.

2.4 Milieujuridische situering van de sector

In onderstaande paragrafen wordt het milieujuridisch kader van deze BBT-studie geschetst. De aandacht gaat hierbij voornamelijk uit naar de regelgeving in Vlaanderen. Daarnaast komen ook de nationale en Europese regelgeving aan bod.

2.4.1 Milieuvoorwaarden

Het 'Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunning' (VLAREM) regelt de indeling en milieuvoorwaarden voor de hinderlijke inrichtingen in het Vlaamse Gewest. De voorwaarden in VLAREM hebben niet enkel tot doel om milieuverontreiniging te minimaliseren. Ook risicobeheersing valt onder het toepassingsgebied van deze regelgeving.

Voor de veiligheid (van personen) wordt in Vlaanderen een (artificieel) onderscheid gemaakt tussen externe veiligheid en interne veiligheid, waarbij de externe veiligheid onder Vlaamse bevoegdheid valt en de interne veiligheid onder de federale bevoegdheid. Onder interne veiligheid wordt de arbeidsveiligheid verstaan en deze bevoegdheid wordt gedekt door de federale welzijnswetgeving en bijhorende uitvoeringsbesluit: de Wet en Codex over het welzijn op het werk en Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming. Borging van externe veiligheid beoogt de veiligheid te garanderen van personen die zich buiten de terreingrens van een exploitatie bevinden, en beoogt dat personen in de omgeving van de activiteit waar met gevaarlijke stoffen wordt gewerkt, geen slachtoffer worden van een ongeval met die gevaarlijke stoffen. Dit door het risico tot een aanvaardbaar niveau te beperken (Karen Goris, persoonlijke communicatie, 8 maart 2016).

→ VLAREM II

VLAREM II bevat sinds het van kracht gaan van de omgevingsvergunning en bijhorende uitvoeringsbesluiten, eveneens de voormalige bepalingen uit VLAREM I, en beschrijft daarnaast nog steeds de voorwaarden waaraan ingedeelde inrichtingen moeten voldoen.

Er worden drie soorten voorwaarden onderscheiden: algemene, sectorale en bijzondere. De algemene milieuvoorwaarden zijn van toepassing op alle hinderlijke

inrichtingen uit de rubriekenlijst in bijlage I van VLAREM II. De sectorale milieuvoorschriften zijn specifiek van toepassing op welbepaalde hinderlijke inrichtingen, en primeren op de algemene voorwaarden. Daarnaast voorziet VLAREM II ook de mogelijkheid om bijzondere milieuvoorwaarden op te leggen in de milieuvergunning. Hiervoor wordt verwezen naar de volgende titel.

Specifiek voor verdeelinstallaties voor LNG zijn er geen sectorale voorwaarden opgenomen in VLAREM II, noch zijn er specifieke rubrieken in bijlage I van VLAREM II (Lijst van als hinderlijk beschouwde inrichtingen).

INDELINGSLIJST

Voor de bestaande vergunde LNG-tankstations werden de verdeelslangen onder rubriek 16.9.d geressorteerd ('niet voor publiek toegankelijke aardgasafleverinstallaties met een totale capaciteit tot en met 20 Nm³/uur aanzuigzijdig debiet en een maximale aardgasopslag met een waterinhoud tot en met 3.000 l').

De LNG-opslag onder de, n.a.v. de CLP-verordening intussen in VLAREM opgeheven, rubriek 16.8.3 ('Opslagplaatsen voor samengeperste, vloeibaar gemaakte of in oplossing gehouden gassen, in vaste reservoirs, uitgezonderd deze van drukvaten deeluitmakend van compressoren en uitgezonderd buffervaten (reserve aan koelmiddel in een opslagtank waarvan de afnameleiding afgesloten is van het koelcircuit valt hier niet onder), met een gezamenlijk waterinhoudsvermogen van meer dan 10.000 l.'). De LNG-opslag valt op het moment dat deze BBT-studie gepubliceerd wordt onder rubriek 17.1.2.2.3 "opslagplaatsen voor gevaarlijke gassen in vaste reservoirs, uitgezonderd de opslagplaatsen van drukvaten die deel uitmaken van compressoren, en uitgezonderd buffervaten (reserve aan koelmiddel in een opslagtank waarvan de afnameleiding afgesloten is van het koelcircuit, is wel ingedeeld), met een gezamenlijk waterinhoudsvermogen van meer dan 10.000 l".

Naast de eigenlijke LNG-verdeelinstallatie kunnen er op de site nog andere hinderlijke inrichtingen voorkomen, waardoor ook andere rubrieken van VLAREM I van toepassing kunnen zijn. Het kan ondermeer gaan om:

- rubriek 2: 'Afvalstoffen'
- rubriek 3: 'Afvalwater en koelwater' indien in de inrichting afvalwater ontstaat
- rubriek 6: 'Brandstoffen en brandbare vloeistoffen'
- rubriek 15: 'Garages, parkeerplaatsen en herstellingswerkplaatsen voor motorvoertuigen
- rubriek 16: inrichtingen voor het fysisch behandelen van gassen (samenpersen - ontspannen)
- rubriek 17: 'Gevaarlijke producten'
- rubriek 31: 'Motoren met inwendige verbranding (stationaire motoren en gasturbines)' (bv. noodgenerator)
- …

VLAREM is ~~niet~~ van toepassing op vaste afleverinstallaties in het havengebied. Deze vallen niet altijd enkel onder de havenreglementering/-onderrichting (Karen Goris, department omgeving, persoonlijke communicatie 30 mei 2018).

ALGEMENE MILIEUVOORWAARDEN

Ingeval van ontbreken van een specifiek voorwaardenkader zijn de algemene voorwaarden van toepassing, en indien relevant, ook enkele van de bestaande sectorale voorwaarden., De algemene en meeste relevante sectorale voorwaarden van toepassing op de LNG-verdeelinstallaties zijn hieronder weergegeven.

Algemene milieuvoorwaarden	
Algemeen	
Hoofdstuk 4.1	Algemene voorschriften, o.a. Afdeling 4.1.12 Risicobeheersing
Thema lucht	
Hoofdstuk 4.4	Beheersing van luchtverontreiniging
Hoofdstuk 4.10	Emissies van broeikasgassen

Thema geluid	
Hoofdstuk 4.5	Beheersing van geluidshinder
Bijlage 4.5.6	Beslissingsschema's
Thema licht	
Hoofdstuk 4.6	Beheersing van hinder door licht

SECTORALE MILIEUVOORWAARDEN

Sectorale milieuvoorwaarden	
Hoofdstuk 5.16	**BEHANDELEN VAN GASSEN**
Afdeling 5.16.1	Gemeenschappelijke bepalingen
Afdeling 5.16.3	Installaties voor het fysisch behandelen van gassen (samenpersen – ontspannen)
Subafdeling 5.16.3.1	Koelinstallaties voor het bewaren van producten, luchtcompressoren, warmtepompen en airconditioningsinstallaties
Afdeling 5.16.8	Inrichtingen voor de bevoorrading van motorvoertuigen met aardgas of tot aardgaskwaliteit opgewaardeerd biogas, andere dan deze vermeld in afdeling 5.16.7[32]
Hoofdstuk 5.17	**OPSLAG VAN GEVAARLIJKE PRODUCTEN**
Afdeling 5.17.3.	Gevaarlijke vaste stoffen en vloeistoffen
Subafdeling 5.17.3.1	Algemene bepalingen
Subafdeling 5.17.3.2	Opslagplaatsen voor gevaarlijke gassen in verplaatsbare recipiënten
Subafdeling 5.17.3.3	Opslagplaatsen voor gevaarlijke gassen in vaste reservoirs
Bijlagen	
Bijlage 5.17.1	Afstandsregels voor open opslagplaatsen voor vaste, ongekoelde gasreservoirs, andere dan voor vloeibaar gemaakte handelspropaan, handelsbutaan of mengsels daarvan
Bijlage 5.16.7	Keuringsschema aardgastankstations

De activiteit waarbij er rechtstreeks van vrachtwagen naar schip verladen wordt (truck-to-ship bunkering), is niet ingedeeld als hinderlijke inrichting in VLAREM, waardoor er voor deze activiteit geen sectorale voorwaarden van toepassing zijn. Voor het verladen van LNG van een vaste installatie aan land naar een schip is enkel de opslagtank ingedeeld volgens VLAREM).

Methaan wordt volgens de VLAREM II-definitie van “Vluchtige organische stoffen” (art. 1.1.2) niet tot de groep van VOS gerekend. De installatie voor verdeling van methaanhoudende producten zijn daardoor niet onderworpen aan de VLAREM-voorwaarden die preventie, monitoring en beperking van VOS-emissies beogen (zoals bijvoorbeeld het ‘Meet- en beheersprogramma voor fugitieve VOS-emissies’ in VLAREM II-bijlage 4.4.6).

De VLAREM voorwaarden m.b.t. koelinstallaties (VLAREM II, art. 5.16.3.3) zijn daarentegen wel deels relevant, en wel specifiek voor installaties bedoeld voor de conditionering van het boil-off gas (zie ook hoofdstuk 4 – reliquefactie van verdampt

[32] Afdeling 5.16.7 heeft betrekking op “Niet voor publiek toegankelijke aardgasaflevereenheden ("home compressors") met een totale capaciteit tot en met 20 Nm^3/uur aanzuigzijdig debiet.” (Uit VLAREM, 7/6/2013 (BS 10/9/2013))

LNG). Art. 5.16.3.3 omvat voorwaarden m.b.t. de bouw, opstelling, onderhoud, terugwinning van koelmiddelen, lekverliezen, en periodieke lekdichtheidscontroles.

In het geval een tankstation CNG aanbiedt, moet dit momenteel (conform artikel 5.16.8.2.§2) vanuit het openbaar aardgasleidingnet of een leidingnet voor tot aardgaskwaliteit opgewaardeerd biogas bevoorraad worden.

Als exploitant van een LNG-verdeelinstallatie kan het omwille van de onderstaande redenen echter technisch en economisch interessanter zijn om CNG aan te bieden dat geproduceerd wordt door verdamping van LNG.

- Een exploitant kan CNG aanbieden op locaties waar geen leidingnetwerk voor aardgas of tot aardgaskwaliteit opgewaardeerd biogas aanwezig is.

- CNG uit LNG produceren leidt tot een verhoogd LNG-verbruik. Dit meerverbruik heeft een frequentere vulling van de opslagtank met nieuw en koud LNG tot gevolg. Door vermenging van dit nieuwe koude LNG met het warmere resterende LNG in de opslagtank zal de druk in de opslagtank dalen en beter te beheersen zijn.

Voor een aanmaak van CNG door verdamping van LNG-gassen bestaat momenteel geen juridisch kader in VLAREM. Een ministeriële afwijking is op heden de enige mogelijkheid om een dergelijk proces vergund te kunnen krijgen.

→ Bijzondere milieuvoorwaarden

In overeenstemming met hoofdstuk 3.3 van VLAREM II, kan de bevoegde overheid bijzondere milieuvoorwaarden opleggen. Bijzondere milieuvoorwaarden vullen de algemene en/of sectorale milieuvoorwaarden aan, of stellen bijkomende eisen. Ze worden opgelegd met het oog op de bescherming van de mens en het leefmilieu, en met het oog op het bereiken van de milieukwaliteitsnormen.

Voor Vlaamse verdeelinstallaties van LNG naar voertuigen (tankstations) worden, bij een voorlopig gebrek aan een daarop specifiek van toepassing zijnde milieujuridisch voorwaardenkader, vaak bijzondere milieuvoorwaarden opgelegd.

Concrete voorbeelden van bijzondere milieuvoorwaarden die zijn opgelegd aan Vlaamse tankstations om L(C)NG te tanken zijn hieronder niet-limitatief opgelijst. Het betreft een reeks voorwaarden die op de organisatie van de exploitatie zijn gericht. Technisch bijzondere voorwaarden werden minder frequent opgelegd.

- Het bepalen en aanbrengen van de noodzakelijke brandpreventie- en brandbestrijdingsmiddelen dient te gebeuren in overleg met en volgens de richtlijnen van de plaatselijke brandweer. Hiertoe dient de exploitant contact op te nemen met de plaatselijke brandweer, teneinde een **brandpreventieverslag** op te stellen.

- Er dient door het bedrijf in het kader van de veiligheid te allen tijde een **register** ter beschikking te worden gesteld van de bevoegde gemeentelijke veiligheidsdiensten. De inhoud en de wijze waarop dit register wordt aangeleverd wordt door de gemeentelijke veiligheidsdiensten bepaald. Deze gegevens dienen te worden aangepast en opnieuw aangeboden telkens er binnen het bedrijf een relevante wijziging wordt doorgevoerd qua locatie, aard en/of hoeveelheid van de gevaarlijke producten/afvalstoffen.

- De **organisatie van het personeel** betreffende de afspraken over gemeenschappelijke aspecten voor het beheer ter voorkoming van zware ongevallen. Bijvoorbeeld: opleiding, organisatie, betrokkenheid van het eigen personeel, procedures voor werken met derden, toegangscontrole, …

- **Identificatie en evaluatie van zware ongevallen**
  Beheer van de procedures voor een systematische identificatie van de gevaren en de evaluatie van de risico's bv. van gemeenschappelijke leidingnetten,

interactie van de verbonden installaties, intern transport, grensoverschrijdende risico's, …

- **Operationele controle**
  Beheer van de gemeenschappelijke procedures bij opstart, normale werking en tijdelijke stilstand. Mogelijke aspecten hierbij kunnen slaan op onderhoud, energie, utilities en veiligheidsvoorzieningen.

- **Ontwerp beheersing**
  Beheer van de procedures voor wijzigingen aan installaties en processen, onderhoudsprogramma's en inspecties.

- **Planning voor noodsituaties**
  Vastleggen van de gemeenschappelijke en individuele verantwoordelijkheden van elk der exploitanten bij noodsituaties.
  Bijvoorbeeld: organisatie van de brandbestrijding, interventies bij ongewenste lozingen, optreden van de interventiediensten en afstemming en uitvoering (oefenen) van de noodplanning.

- **Toezicht**: verzekeren van het toezicht op de naleving van de doelstellingen, vastgelegd in het preventiebeleid.

- Er wordt een terugslagklep geplaatst ter hoogte van het vulpunt.

- Er wordt een noodstop geplaatst in de directe nabijheid van het vulpunt en op een gemakkelijk bereikbare plaats; deze noodstop zorgt er o.a. voor dat de op afstand bedienbare snelafsluiters gesloten worden.

- De opslagtank wordt voorzien van drukontlastingskleppen[33].

- De te lossen tankwagen wordt in de wegrijrichting opgesteld en zodanig dat deze in geval van nood onbelemmerd kan wegrijden naar de openbare weg[34].

- Tijdens het lossen van de tankwagen dient de chauffeur aanwezig te zijn. Hiertoe is de installatie uitgevoerd met een **dodemansknop** die regelmatig (vb. om de 3 minuten) moet geactiveerd worden. Indien de dodemansknop niet tijdig wordt geactiveerd, stopt de pomp en/of sluit de toelevering af.

- Tijdens het lossen wordt er gewerkt volgens een **vaste schriftelijke procedure**, die ter beschikking is van de chauffeur.

- Er wordt bij het LNG-vulpunt een voorziening aangebracht, waardoor de chauffeur van de tankwagen tijdens het vullen goed zicht heeft op het vullingsniveau (in volumeprocenten) en de drukopbouw van het reservoir en voldoende tijd beschikbaar heeft om in te grijpen in de vulhandeling voordat het maximaal toelaatbare vullingsniveau/druk-niveau wordt bereikt.

Er is in 2017 één vaste bunkerinstallatie voor LNG vergund in Vlaanderen (Antwerpen). In de vergunning voor deze installatie werden eveneens bijzondere milieuvoorwaarden opgelegd die zijn verwerkt in het voorstel voor sectorale milieuvoorwaarden in hoofdstuk 6.

---

[33] "*Belangrijk is dat de veiligheidskleppen zijn gedimensioneerd voor het zwaarste scenario (wat in vele gevallen externe brand is, als een plas van LNG in brand staat of naast of onder de tank). Dat is het maximale afblaasdebiet, en daaruit volgend wordt de minimaal vereiste doorstroomoppervlakte bepaald.*" Philip Tanghe, persoonlijke communicatie, 14 december 2015.

[34] Hieruit mag zeker niet geconcludeerd worden dat de tankwagen altijd moet wegrijden igv nood. Het wegrijden kan een ontstekingsbron zijn."

2.4.2 Overige Vlaamse regelgeving

De onderstaande paragraaf geeft een (niet-limitatieve) oplijsting van overige Vlaamse milieuregelgeving die relevant is voor de bedrijven actief in de kleinschalige verdeling van LNG.

→ Materialendecreet en VLAREMA

Bij de implementatie van de kaderrichtlijn afval (2008/98/EG) in Vlaamse wetgeving is ervoor gekozen de weg in te slaan van het duurzaam materialenbeheer via een Materialendecreet (goedgekeurd op 14 december 2011). Dit decreet legt een nieuwe basis voor het beter sluiten van de materialenkringlopen in Vlaanderen. Ter uitvoering van het Materialendecreet werd het Vlaams Reglement voor het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen (VLAREMA) uitgewerkt (goedgekeurd 17 februari 2012). Het VLAREMA bevat meer gedetailleerde voorschriften over (bijzondere) afvalstoffen, grondstoffen, selectieve inzameling, vervoer, de registerplicht en de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid. Met de inwerkingtreding van het materialendecreet en het VLAREMA (op 1 juni 2012) zijn het vroegere afvalstoffendecreet en het bijhorende VLAREA (Vlaams reglement inzake afvalvoorkoming en beheer) komen te vervallen.

Deze regelgeving is doorgaans minder relevant voor installaties die kleinschalige liquefactie, opslag en verdeling van LNG en gelijkaardige producten exploiteren, aangezien bij deze activiteiten geen relevante afvalstromen vrijkomen. Indien deze activiteiten voorkomen in combinatie met andere activiteiten, zoals de uitbating van een shop, en er met huishoudelijk afval vergelijkbare bedrijfsafvalstoffen geproduceerd worden, is deze regelgeving relevant. Deze extra activiteiten waarvan sprake (bv. uitbating van een shop, verbonden aan een L(C)NG-tankstation) vallen niet onder de scope van deze studie en dus wordt hier niet verder op ingegaan.

→ Decreet algemeen milieubeleid

Het decreet van 5 april 1995 houdende algemene bepalingen inzake milieubeleid (DABM) regelt in een titel IV de procedure omgevingsveiligheidsrapport (hoofdstuk 5), de procedure ruimtelijk veiligheidsrapport (hoofdstuk 4) en de erkenning van deskundigen voor het opstellen van omgevingsveiligheidsrapporten en/of ruimtelijke veiligheidsrapporten (hoofdstuk 6).

Titel IV werd in het DABM ingebracht door het zogenaamde decreet MER-VR. (of MER/VR-decreet) (LNE, s.d.c). Deze titel legt o.a. de procedure vast m.b.t. het omgevingsveiligheidsrapport. Dit is "*een openbaar document waarin -naast een beschrijving van het veiligheidsbeheersysteem van een inrichting- van een project en van de redelijkerwijze in beschouwing te nemen alternatieven, de scenario's voor zware ongevallen in hun onderlinge samenhang op een systematische en wetenschappelijk verantwoorde wijze worden geïdentificeerd, geanalyseerd en geëvalueerd, en wordt aangetoond welke maatregelen kunnen en zullen worden getroffen om die zware ongevallen te voorkomen en de gevolgen ervan voor mens en milieu te beperken, hierna OVR te noemen*".

A. Milieueffectenrapportage

Het uitgangspunt van **milieueffectrapportage** (MER) is dat al in het stadium van de planning en de besluitvorming van bepaalde activiteiten de mogelijke schadelijke effecten voor mens en milieu in kaart worden gebracht, samen met die van de bestaande alternatieven voor die activiteiten. Deze regel volgt uit het voorzorgsbeginsel en het beginsel van preventief handelen (ook wel het voorkomingsbeginsel genoemd).

Volgens het besluit van de Vlaamse regering van 10 december 2004 houdende vaststelling van de categorieën van projecten onderworpen aan milieueffectrapportage, zijn volgende instellingen onderworpen aan milieueffectenrapportage:

- rubriek 3 c) Energiebedrijven: Bovengrondse opslag van aardgas met een opslagcapaciteit van 100.000 m³ of meer
- rubriek 13) Wijzigingen en uitbreidingen van projecten: wijziging of uitbreiding van bedrijven van bijlage I of II, waarvoor al een vergunning is afgegeven, die zijn of worden uitgevoerd en die aanzienlijke nadelige gevolgen voor het milieu kunnen hebben (niet in bijlage I opgenomen wijziging of uitbreiding)

In bijlage III worden categorieën van projecten waarvoor overeenkomstig artikel 4.3.2, § 2bis en § 3bis, van het decreet een project-MER of een project-m.e.r.-screeningsnota moet worden opgesteld vastgesteld. Categorie 3 c (energiebedrijven/bovengrondse opslag van aardgas) wordt hier vernoemd. Conform deze rubriek kan een project-m.e.r. screeningsnota of project-MER vereist zijn.

De initiatiefnemer kan echter een gemotiveerd verzoek tot ontheffing van de MER-plicht indienen bij de bevoegde administratie.

De installaties die binnen de scope van deze BBT-studie vallen zijn, conform de voormeld rubriek 3 c), niet MER-plichtig, aangezien de opslagcapaciteit in de scope begrensd is op 200 ton.

Voor meer informatie in verband met MER verwijzen we naar: http://www.mervlaanderen.be.

B. Veiligheidsrapportage

Bovenop de verplichtingen in het kader van milieueffectenrapportage, kan een inrichting waar LNG opgeslagen wordt eveneens onder de regels van veiligheidsrapportage vallen.

Veiligheidsrapportage (v.r.) is net als milieueffectenrapportage een praktisch middel om vorm te geven aan het voorkomingsbeginsel. VR is erop gericht om de risico's van zware ongevallen te identificeren. Het beoogt zware ongevallen te voorkomen en de gevolgen ervan voor mens en milieu te beperken.

Vlaanderen kent drie typen van veiligheidsrapportage:

- de omgevingsveiligheidsrapportage in het kader van de milieuvergunningverlening aan een hogedrempelinrichting; deze rapportagevorm leidt tot het opstellen en het beoordelen van een omgevingsveiligheidsrapport;
- de ruimtelijke veiligheidsrapportage in het kader van de ruimtelijke ordening; deze rapportagevorm leidt tot het opstellen en het beoordelen van een ruimtelijk veiligheidsrapport;
- de Samenwerkingsakkoord-veiligheidsrapportage (SWA) in het kader van het Samenwerkingsakkoord; deze rapportagevorm leidt tot het opstellen en het beoordelen van een Samenwerkingsakkoord-veiligheidsrapport van een hogedrempelinrichting.

Naast veiligheidsrapporten bestaat er ook nog een veiligheidsnota voor een hoge- en lagedrempelinrichting. Een veiligheidsnota is een aanvulling op een bestaand veiligheidsrapport en verwijst dus steeds naar dit veiligheidsrapport (Luc Vandebroek, persoonlijke communicatie, 13 december 2015; Danny De Baere, persoonlijke communicatie, 17 september 2017). De procedure voor het opstellen en het beoordelen van een veiligheidsnota kan als een veel snellere procedure van veiligheidsrapportage beschouwd worden.

Volgens de bijlage I, deel 1 van de Seveso III-richtlijn/het Samenwerkingsakkoord (SWA3)[35] kan een inrichting als **lagedrempel**- of drempel 1-richting beschouwd worden indien er 50 ton of meer en minder dan 200 ton LNG wordt opgeslagen.

[35] Het Samenwerkingsakkoord is het resultaat van de omzetting van de Seveso III-richtlijn in België (LNE, s.d.b)

Indien er 200 ton of meer LNG wordt opgeslagen, dan wordt de inrichting in kwestie als **hogedrempelinrichting** (drempel 2) gecategoriseerd.
"*Hogedrempelinrichtingen zijn inrichtingen waar gevaarlijke stoffen aanwezig zijn in hoeveelheden die gelijk zijn aan of groter zijn dan de hoge drempelwaarde. Hierbij dient opgemerkt dat een inrichting die geen enkele hoge drempelwaarde overschrijdt, toch nog als hogedrempelinrichting kan aangeduid worden als gevolg van de sommatieregel. Hogedrempelinrichtingen moeten:*

- *in het kader van het Samenwerkingsakkoord een kennisgeving (artikel 8 van het SWA) indienen, een preventiebeleid voeren en een veiligheidsbeheersysteem invoeren ter uitvoering van dit beleid (artikel 10 van het SWA), en een veiligheidsrapport (het SWA-VR) (artikel 12 van het SWA) indienen;*
- *in het kader van de Vlaamse milieuvergunningsprocedure een omgevingsveiligheidsrapport (het OVR) indienen.*" (LNE, s.d.).

Omwille van de verplichting tot het opmaken van een veiligheidsrapport worden hogedrempelinrichtingen ook VR-plichtige inrichtingen of VR-inrichtingen genoemd.

Voor meer informatie in verband met VR verwijzen we naar:
https://www.lne.be/veiligheidsrapportage

2.4.3 Overige Belgische wetgeving en normering

Tabel 13 in hoofdstuk 4 geeft een overzicht van Belgische normen die relevant zijn voor het ontwerp en de bouw van infrastructuur voor verdeling van LNG. In onderstaand overzicht staan ook normen voor (kwaliteits)testen. Deze normen zijn een omzetting van internationale (veelal ISO-)normen in nationale wetgeving.

Daarnaast bevatten ook het Boek III, titel 3 van de Codex over het welzijn op het werk en het KB 7/7/1994 tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing waaraan de nieuwe gebouwen moeten voldoen (in het bijzonder bijlage 6 industriële installaties) relevante aspecten om rekening mee te houden bij de exploitatie van een LNG-afleverinstallatie (Danny De Baere, FOD WASO). Dit geldt ook voor het hebben van een noodplan, waarover men bepalingen vindt in art. I.2-23. t.e.m. I.2-26 en art. VI.1-26 van de codex over het welzijn op het werk.

Het Koninklijk Besluit 11/07/2016 betreffende het op de markt aanbieden van drukapparatuur is van toepassing op het ontwerp, de fabricage en de conformiteitsbeoordeling van drukapparatuur en samenstellen waarvan de maximaal toelaatbare druk (PS) meer dan 0,5 bar bedraagt.

"Het koninklijk besluit van 11 juli 2016 betreffende het op de markt aanbieden van drukapparatuur voorziet in de omzetting van Richtlijn 2014/68/EU van het Europees Parlement en de Raad van 15 mei 2014 betreffende de harmonisatie van de wetgevingen van de lidstaten inzake het op de markt aanbieden van drukapparatuur. De richtlijn 2014/68/EU is een herschikking van de richtlijn 97/23/EU waarvan de eisen het voorwerp uitmaakten van het koninklijk besluit van 13 juni 1999 betreffende het op de markt brengen van drukapparatuur, gewijzigd bij de koninklijke besluiten van 6 december 2005 en 16 februari 2015." (FOD Economie, s.d.) De nieuwe reglementering trad in werking op 19 juli 2016.

2.4.4 Havenreglementering

Een vaste afleverinstallatie in het havengebied valt, net als een vaste opslaginstallatie op de kaai, niet enkel onder de bevoegdheid van de havenkapiteinsdienst (HKD), maar ook onder VLAREM. (persoonlijke communicatie, departement omgeving – interne werkgroep havens)

Bedrijven die in de Antwerpse haven en deze van Zeebrugge bunkeractiviteiten uitvoeren, moeten beschikken over een toelating van de Havenkapiteindiensten (HKD). Dit betekent dat de geplande bunkeractiviteiten uitgevoerd worden zoals beschreven in

de havenonderrichtingen[36] en dat iedere individuele bunkerhandeling op voorhand gemeld moet worden bij HKD. De bunkerprocedures uit deze havenonderrichtingen bevatten, naast bunkerchecklists voor het bunkeren van LNG via verschillende modaliteiten (*truck-to-ship, ship-to-ship en terminal-to-ship*), ook bepalingen over o.a. veiligheidsperimeters en weersomstandigheden. Bunkerprocedures die als leidraad kunnen dienen, zijn opgesteld door het WPCI en te raadplegen via http://www.lngbunkering.org/lng/bunker-checklists.

Het bunkeren van schepen via een bunkerschip (*ship-to-ship)* is niet ingedeeld in VLAREM maar valt volledig onder de bevoegdheid van HKD, waardoor een volwaardige vergunning (accreditatie) vanwege HKD vereist is. Dit is echter geen onderwerp van de voorliggende BBT-studie (Pieter Vandermeeren, Haven van Antwerpen, persoonlijke communicatie).

2.4.5 Europese wetgeving & beleid

Op Europees niveau bestaat er geen specifieke regelgeving m.b.t. uitbating van installaties, maar wel is er een beleid voor de stimulering van alternatieve brandstoffen waartoe de onderstaande voorbeelden direct of indirect bijdragen.

Richtlijn betreffende de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen (Richtlijn 2014/94/EU)

Met ingang van 29 september 2014 heeft de Europese Unie met de voormelde Richtlijn bindende regels geformuleerd opdat de uitbouw van tankstations voor alternatieve transportbrandstoffen in gans Europa zou plaatsvinden. De lidstaten worden door deze Richtlijn 'Clean Power for Transport' (CPT) geconfronteerd met de uitdaging om een minimale infrastructuur en gemeenschappelijke EU-normen voor de benodigde apparatuur en gebruikersinformatie voor alternatieve brandstoffen te verstrekken. In navolging van deze Richtlijn moeten de Europese lidstaten doelstellingen en nationale beleidskaders opmaken en deze aan hun burgers formuleren tegen eind 2016. Er komt echter geen apart CPT-decreet als vertaling van de voormelde Europese richtlijn. De verplichtingen voortvloeiend uit CPT kunnen in bestaande regelgeving ingebed worden (Pim Bonne, persoonlijke communicatie, 21 september 2016).

LNG, en bij uitbreiding bio-LNG en LBM, zijn in art.2 van de Richtlijn expliciet benoemde alternatieve brandstoffen. De lidstaten moeten voor deze brandstoffen voor wegtransport een 'voldoende' aantal publiek toegankelijke tankstations verzekeren. In het geval van LNG en aanverwante methaanrijke brandstoffen is 'voldoende' gespecificeerd als 'bij voorkeur om de 400 km in het Trans-European Transport Network (TEN-T)[37]. De tanklocaties moeten bovendien gebouwd zijn tegen eind 2025. De constructies moeten voldoen aan de (op het moment van de bouw) geldende normen voor de levering van aardgasproducten (NGVA Europe, 2015):

- LNG-tankstations voor vaartuigen zijn compatibel met ISO/TC 67;
- LNG-aansluitingen en tanks compatibel met ECE-reglement van de VN 110 (ISO 12617);
- LNG en L-CNG tankstations voor motorvoertuigen zijn compatibel met ISO 16924;

De Richtlijn vereist ook een minimale dekking om de toegankelijkheid tot LNG in de belangrijkste zee- (tegen 2025) en binnenhavens (tegen 2030) te verzekeren (LNG Masterplan, 2014).

[36] Voor Antwerpse haven te raadplegen op http://www.portofantwerp.com/

[37] Het Trans-European Transport Network (TEN-T) zijn een reeks van weg-, spoor-, lucht- en watervervoersnetwerken in de Europese Unie waarvoor door de EU al verschillende financieringsprogramma's werden opgericht met de ondersteuning van de bouw en upgrade ervan tot doel.

Standaardisatiemandaat 533

De EU neemt initiatieven om binnen de ontwikkelende markten voor alternatieve brandstoffen standaardisatie op te zetten. Via de ISO-werkgroepen (zie ook paragraaf 4.6) worden op die manier concrete opdrachten opgenomen die in het onderstaande document werden voorgesteld.
M/533 COMMISSION IMPLEMENTING DECISION C(2015) 1330 of 12.3.2015 on a standardisation request addressed to the European standardisation organisations, in accordance with Regulation (EU) No 1025/2012 of the European Parliament and of the Council, to draft European standards for alternative fuels infrastructure

Klimaatakkoord van Parijs

Het klimaatakkoord van Parijs stelt dat er snel een einde moet komen aan het gebruik van fossiele brandstoffen, aangezien dit een belangrijke oorzaak is van de overmatige CO_2-uitstoot. Het Akkoord trad in werking op 4 november 2016.

EU-lidstaten hebben zich ertoe verbonden om tegen 2030 tenminste 40% minder broeikasgassen (BKG) uit te stoten t.o.v. 1990. De ETS-sectoren (Emission Trading System) moeten hun BKG met 43% verminderen. Van de 'non-ETS' sectoren (i.h.b. landbouw, huisvesting, afval, transport en een klein deel van de industrie en energieproductie dat niet onder ETS valt) wordt een reductie van 30% verwacht ten opzichte van 2005. De Europese lange termijn doelstelling stelt de uitstoot van broeikasgassen tegen 2050 te verminderen met 80 tot 95% in vergelijking met 1990. De Europese 2030 doelstelling wordt opgedeeld in bindende nationale doelstellingen. Hiertoe bracht de Europese Commissie op 20 juli 2016 een voorstel van verordening uit, met daarin bindende jaarlijkse BKG-emissiereducties voor de periode van 2021 tot en met 2030. Het voorstel omvat een verdeling van de inspanningen over de lidstaten en een aantal flexibiliteitsmechanismen. De verdeling van de inspanning onder de lidstaten is voornamelijk gebaseerd op het BBP per capita, met voor de rijkste lidstaten (waaronder België) een bijstelling die rekening houdt met kostenefficiëntie. De ordegrootte van de inspanning die België moet leveren bedraagt een reductie van 35% in 2030 ten opzichte van 2005.

In het Vlaamse Klimaat- en Energiepact onderschrijft de regering de tekst van het Klimaatakkoord en het voorstel van de Europese commissie met betrekking tot de lastenverdeling voor de niet-ETS sectoren tussen de lidstaten. Er wordt eveneens gesteld dat de logistieke sector en mobiliteitssector mee aan de slag moeten om de belangrijke uitdagingen op vlak van klimaat te halen. Dit moet samengaan met inspanningen om te komen tot een vlotte mobiliteit. Deze klimaatambities moeten bereikt worden op een economisch verantwoorde wijze, zodat Vlaanderen haar rol van logistieke draaischrijf ten volle kan blijven spelen. De regering zet in op een *mental switch*: minder voertuigkilometers, multimodale benadering en duurzamere voertuigen. Deze klimaatcontext zal een impact hebben op de rol die aardgas kan spelen als transportbrandstof (Klaas van Cauwenberg, beleidsadviseur dep. MOW, persoonlijke communicatie op 2 maart 2017)

HOOFDSTUK 3 PROCESBESCHRIJVING

In dit hoofdstuk beschrijven we een op dit moment[38] typische procesvoering in exploitaties waarin LNG opgeslagen en verdeeld worden. Naast de procesbeschrijving wordt hierin ook de bijhorende milieu- en veiligheidsaspecten in beschouwing genomen.

Deze beschrijving heeft tot doel om een globaal beeld te scheppen van de toegepaste processtappen en hun mogelijke impact op het milieu en het niveau van externe veiligheid[39]. Dit vormt de achtergrond om in hoofdstuk 4 de milieuvriendelijke en veiligheid borgende technieken te beschrijven die de sector kan toepassen om de milieu-impact te verminderen en het niveau van externe veiligheid te verhogen.

De details van de procesvoering, en de volgorde van de toegepaste processen, kunnen in de praktijk variëren van bedrijf tot bedrijf. Niet alle mogelijke varianten in procesvoering worden in dit hoofdstuk beschreven. Ook kan de procesvoering in de praktijk complexer zijn dan hier beschreven.

Het is in geen geval de bedoeling van dit hoofdstuk om een uitspraak te doen over het al dan niet BBT zijn van bepaalde processtappen. Het feit dat een proces in dit hoofdstuk wel of niet vermeld wordt, betekent dus geenszins dat dit proces wel of niet BBT is.

3.1 LNG-samenbouwinstallaties, -processen en -componenten

Dit deel geeft een beknopte samenvatting van de huidige stand ter techniek van LNG-afleverinstallaties, die een samenbouw zijn van verschillende installatie(onderdelen) en daardoor als samenbouwinstallatie benoemd worden. Meer gedetailleerde informatie kan geraadpleegd worden in het rapport Veiligheidsafstanden van samenbouwinstallaties voor de verdeling van LNG aan voertuigen en vaartuigen dat in het kader van deze studie werd opgemaakt door M-Tech (2017). Daarnaast zijn er rapporten te raadplegen die bijkomende details en foto's geven over installatieonderdelen, opbouw, en dergelijke meer. Het rapport 'Brandweeroptreden bij incidenten met LNG' van Wolbers (2015) is hiervan een mooi voorbeeld.
Met het oog op de kwantitatieve risicoanalyse voor de bepaling van risicoafstanden die in voornoemd rapport werd uitgevoerd, worden in dit deel eveneens de "standaard" componenten en dito samenbouwinstallaties vermeld.

Samenbouwinstallaties voor de verdeling van LNG aan voer- en vaartuigen omvatten zowel het opslag-, overslag- als (soms) reliquefactieproces van het LNG en bestaan algemeen uit volgende **deelinstallaties**:

a) vaste en verplaatsbare opslagtanks voor de kleinschalige opslag en conditionering van LNG;
b) installaties voor het lossen van tankwagens, tankcontainers en/of schepen (upstream);
c) vaste en verplaatsbare afleverinstallaties voor de overslag van LNG als brandstof aan voer- of vaartuigen (downstream);
d) reliquefactie-installaties voor het beheersen van boil-off productie.

[38] De sector voor verdeling van LNG is in volle ontwikkeling, en relevante technische milieu- en veiligheidsinzichten veranderen kortom snel, zo ook de procesvoering. Dit dient in het achterhoofd gehouden te worden bij het lezen van dit hoofdstuk.

[39] De veiligheidsaspecten in hoofdstuk 3 geven een algemeen beeld van mogelijke, al dan niet processpecifieke, faalscenario's en bijhorende gevolgen voor de externe veiligheid die door de procesvoering en het bedienen van de betrokken installatie(s) kunnen plaatsvinden.

Volgende concrete **samenbouwinstallaties** voor de verdeling van LNG naar voer- en vaartuigen worden in beschouwing genomen in voorliggende BBT-studie:

a) een publiek of bedrijfsintern LNG/LCNG-tankstation voor voertuigen (vrachtwagens) (paragraaf 3.2);
b) een LNG-bunkerstation voor vaartuigen (binnenvaartschepen) met een beperkte opslagcapaciteit (minder dan 200 ton (450 m^3) LNG) (paragraaf 3.3);
c) een laadstation (paragraaf 3.4);
d) een vaste truck-to-ship (TTS) bunkerlocatie (paragraaf 3.5)
e) een stelplaats voor tankcontainers (bv. voor het aan boord brengen van tankcontainers als brandstoftank voor een binnenvaartschip) (paragraaf 3.6).
f) een vaste opslagtank voor bevoorrading van een industriële installatie met LNG (paragraaf 3.7)

Het is waarschijnlijk dat deze “standaardconfiguraties” zullen veranderen naarmate de markt, technische inzichten en veiligheidsinzichten verder evolueren.

Bovenstaande samenbouwinstallaties worden besproken in Hoofdstukken 3.2 t.e.m. 3.5. Vervolgens worden in Hoofdstuk 3.8 en 3.9 de respectievelijke veiligheids- en milieuaspecten behandeld. Tabel 7 geeft een overzicht van hoe verschillende soorten LNG-afleverinstallaties zijn samengesteld.

Tabel 7: Overzicht van hoe verschillende soorten LNG-afleverinstallaties zijn samengesteld

Proces	**Component / Onderdeel**	**Samenbouwinstallatie voor verdeling van LNG**				**Opmerkingen**
		Tankstation voertuigen	Bunkerstation vaartuigen	Truck-to-ship bunkerlocatie	Stelplaats voor tankcontainers	
Opslag en conditionering						
	Opslagtank	x	x			
	Verzadigingsverdamper	x	(x)			2 à 3 bar volstaat voor binnenvaartschepen, wat conditionering overbodig maakt.
Lossen en laden van LNG-tankwagens of -tankcontainers						
	Tankwagen of -container	x	(x)	x	x	
	Verlaadpomp	x	(x)	(x)		TTS bunkeren kan ook zonder verlaadpomp door de ladingstank eerst onder druk te brengen m.b.v. een drukopbouwverdamper.
	Verdeelslang	x	(x)	x		
	Vulleiding	(x)	(x)			Gelet op de temperatuur van het LNG worden transferleidingen zo kort mogelijk gehouden.
Lossen van LNG-schepen						
	Losslang of -arm		x			
	Vulleiding		(x)			Gelet op de temperatuur van het LNG worden transferleidingen zo kort mogelijk gehouden.
Verdelen van LNG naar voertuigen						
	Verdeelpomp	(x)				De overslag kan ook gebeuren zonder pomp door de opslagtank eerst onder druk te brengen m.b.v. een drukopbouwverdamper.

	Drukopbouwverdamper	(x)				
	Ondergrondse leidingen naar verdeelzuil	x				
	Verdeelslang	x				
Verdelen van LNG naar vaartuigen						
	Verdeelpomp		x			
	Leidingen		x			
	Verdeelslang of -arm		x			

3.2 Tankstation voor voertuigen

Hiermee wordt een publiek of bedrijfsintern LNG/LCNG-tankstation voor vrachtwagens bedoeld.

3.2.1 Componenten van een tankstation voor voertuigen

Een tankstation voor voertuigen –hetzij vast of verplaatsbaar- bestaat doorgaans uit volgende componenten, zoals weergeven in Tabel 7:

1. Opslagtank(s)
2. Tankcontainers of –wagens
3. Losinstallatie
4. Verzadigingsverdampers
5. Verdeelpompen
6. Drukopbouwverdamper
7. Verdeelleidingen en –slangen
8. (een boil-off gas managementsysteem (zie H4 voor mogelijke technologieën))

3.2.2 Uitvoeringswijzen van een tankstation voor voertuigen

De uitvoeringswijze kan echter verschillen. LNG-tankstations kunnen ingedeeld worden volgens drie types, zoals schematisch weergegeven in Figuur 9:

1) een station met een verdeelpomp en een verzadigingsverdamper waarmee de volledig inhoud van de tank in één keer wordt geconditioneerd (i.e. bulk saturation);
2) een station zonder verdeelpomp, maar met een verzadigingsverdamper en een drukopbouweenheid om de tank op een hogere druk te brengen dan de verzadigingsdruk die overeenkomt met de bulktemperatuur; hierbij wordt, net als bij het eerste type, de volledig inhoud van de tank geconditioneerd (i.e. bulk saturation);
3) een station met een verdeelpomp en een in-line verzadigingsunit waarmee het LNG tijdens het tanken ogenblikkelijk wordt geconditioneerd (i.e. saturation on the fly).

Op een tankstation van het type 1 en 2 wordt het LNG tijdens of direct na het lossen van de LNG-tankwagen geconditioneerd door het LNG in bulk te circuleren over een verzadigingsverdamper, waarbij de temperatuur van het LNG in de opslagtank in één keer wordt verhoogd tot minimaal -134 °C (verzadigingsdruk: 5 barg). Tussen twee losbeurten in zal het LNG in de opslagtank van het station door gebruik van de installatie (en de daaraan gekoppelde warmte-input in het systeem) geleidelijk toenemen van -134 °C tot -122 °C. Bij een volgende losbeurt van een tankwagen zal de beperkte resthoeveelheid warm LNG en warme dampen (op -122 °C) gemengd worden met een grote hoeveelheid koud LNG (< -150 °C), waardoor de temperatuur en de verzadigingsdruk van het LNG in de tank in een eerste fase sterk zal dalen.

Dergelijke tankstations met bulkconditionering van het LNG kunnen worden uitgerust met een centrifugale verdeelpomp (type 1) die instaat voor de transfer van het LNG van de opslagtank naar de verdeelzuilen of kunnen –indien het beoogde afleverdebiet en drukverlies in de leiding niet te groot is– opereren zonder verdeelpomp (type 2). In het laatste geval stroomt het LNG onder invloed van een drukverschil van de

opslagtank naar de verdeelzuilen. Het voordeel van deze laatste uitvoeringswijze is dat de warmte-insijpeling in de samenbouwinstallatie en de kans op lekkages tijdens de aflevering kleiner is.

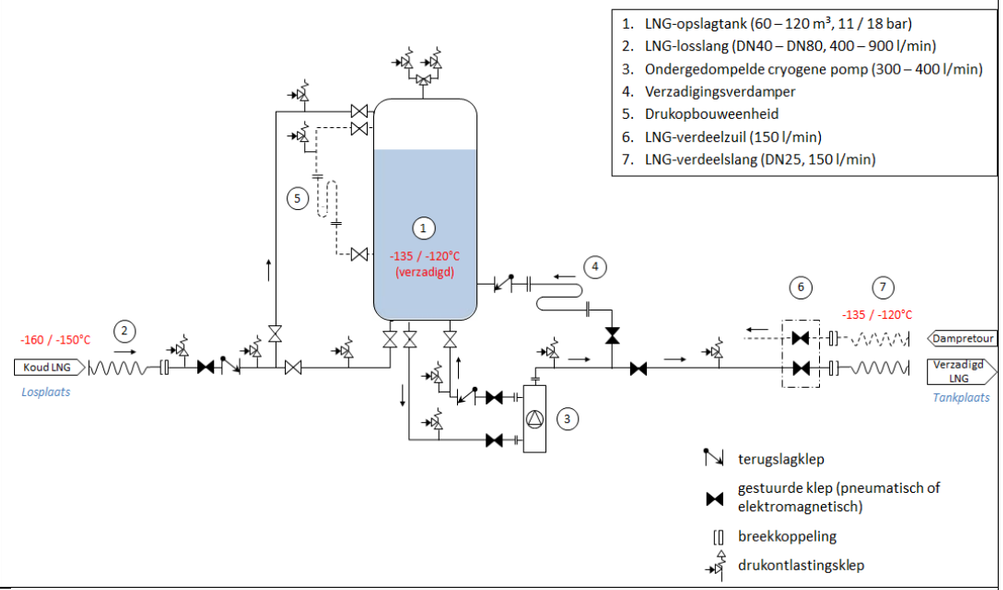
Op een tankstation van type 3 wordt het LNG pas tijdens het afleveren geconditioneerd (opgewarmd) met behulp van een in-line warmtewisselaar (of zgn. verzadigingsunit). Dit betekent dat het LNG in de opslagtank van het station op een lagere temperatuur (< -134 °C) wordt gehouden, waardoor de maximale verblijftijd (holding time) van het LNG in de tank toeneemt en het risico op een te hoge tankdruk in periodes met een beperkte afname wordt gereduceerd.

De voormelde drie types tankstations kunnen mobiel gemaakt worden. Dergelijke installaties zijn er in Vlaanderen (momenteel) nog niet vergund. Over mobiele tankstations staat ook in hoofdstukken 4, 5 en 6 nog info opgenomen. Figuur 4 geeft een beeld van hoe dergelijke installaties eruit kunnen zien.

Het is van belang te weten dat het ontwerp en de technologie voor aflevering van LNG nog volop in ontwikkeling is, waardoor de in dit hoofdstuk beschreven samenbouwconfiguraties niet als de enige toegelaten configuraties beschouwd mogen worden. Wel is het zo dat de doelstellingen die aan de basis liggen van de geselecteerde BBT's van toepassing zullen blijven. De middelen of uitvoeringswijzen die nodig zijn om die doel te halen, kan dus weliswaar wijzigen in de loop van de tijd, gekoppeld aan de technologische vooruitgang.

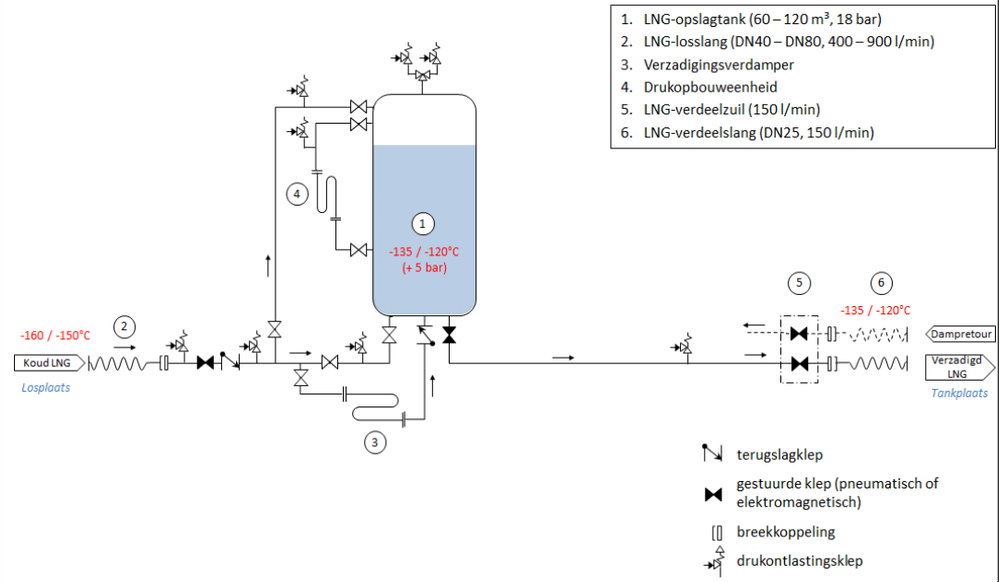
Type 1 Bulkconditionering – met pomp

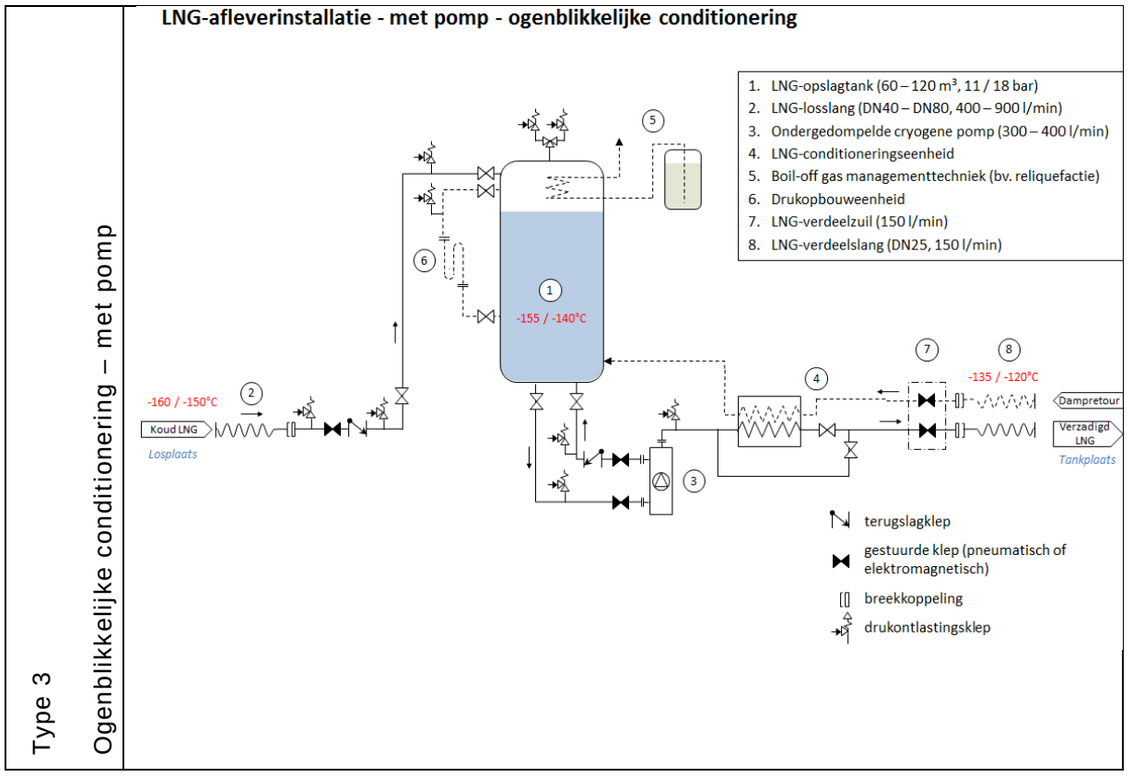
LNG-afleverinstallatie - met pomp - bulkconditionering



Type 2 Bulkconditionering – zonder pomp

LNG-afleverinstallatie - zonder pomp - bulkconditionering





Figuur 9: Drie uitvoeringswijzen voor LNG-tankstations (met ogenblikkelijke of bulkconditionering; met/zonder verdeelpomp) (M-Tech, 2017)

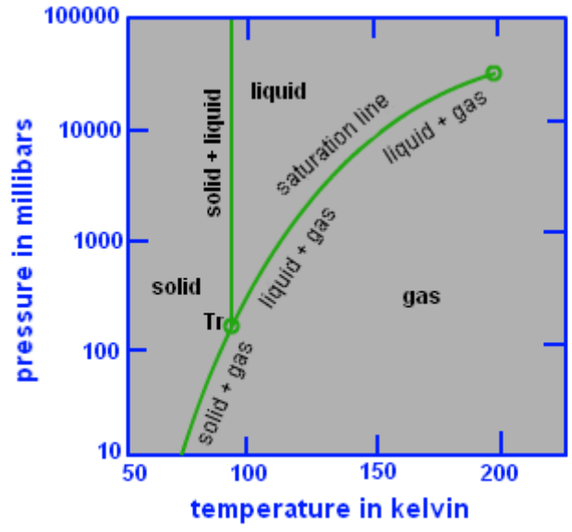
In wat volgt worden de karakteristieken van de samenstellende componenten (o.a. volume, debiet, doorzet, opslagcondities) van bestaande en geplande LNG-samenbouwinstallaties besproken, zoals bekomen uit een sectorbevraging in het kader van de veiligheidsstudie door M-Tech (2017). Vervolgens worden representatieve standaard samenbouwinstallaties gedefinieerd, die verderop aan een kwantitatieve risicoanalyse worden onderworpen.

3.2.3 Opslagtanks

→ Technische beschrijving

Een opslagtank is een omhulling, op een vast of mobiel onderstel, die ontworpen en vervaardigd is om stoffen drukloos of onder druk op te slaan.

Bij nagenoeg atmosferische druk of op een beperkte overdruk bij temperaturen van -162 °C (111 K) (atmosferisch) wordt LNG opgeslagen (M-Tech, 2013). Opslagtanks onder druk kunnen LNG in vloeibare toestand bewaren bij een temperatuur die boven het atmosferisch kookpunt (-162 °C) ligt (M-Tech, 2012). Hoe hoger de druk, hoe hoger de temperatuur van het nog vloeibare LNG kan zijn. Figuur 10 toont de saturatiecurve van methaan.



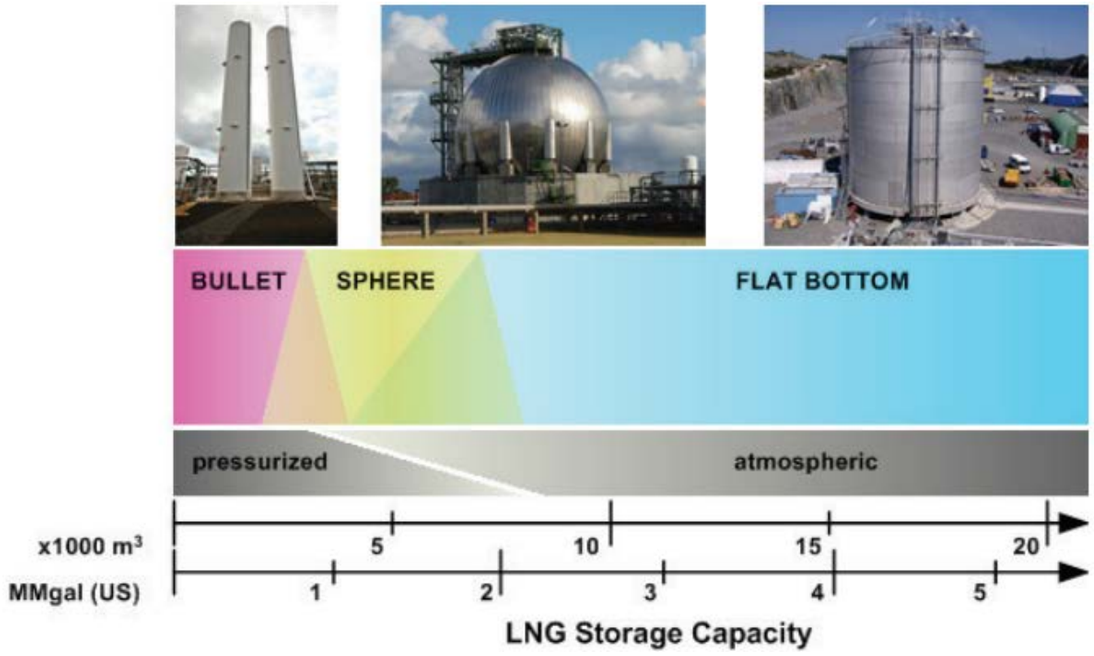
Figuur 10: Grafiek met de saturatiecurve van methaan (Tutorvista, s.d.)

Druktanks worden in het algemeen geconstrueerd als vacuümgeïsoleerde cilindrische tanks die verticaal of horizontaal worden opgesteld. In België wordt een inkuiping voorzien rond de opslagtank, terwijl dit in Nederland minder gangbaar is.

Het KB 11 juli 2016 betreffende drukapparatuur neemt de scope van de Europese "Pressure Equipment Directive" over en heeft dus betrekking op "… *het ontwerp, de fabricage en de overeenstemmingsbeoordeling van drukapparatuur en samenstellen die in de handel en in gebruik genomen worden en waarvan de maximale druk (PS) meer dan een 0,5 bar overdruk bedraagt.*" (FOD WASO, 2002). 0,5 barg is kortom de drempel om van een atmosferische opslagtank dan wel van een opslagtank onder druk (druktank, gelijk aan of > 0,5 barg) te spreken.

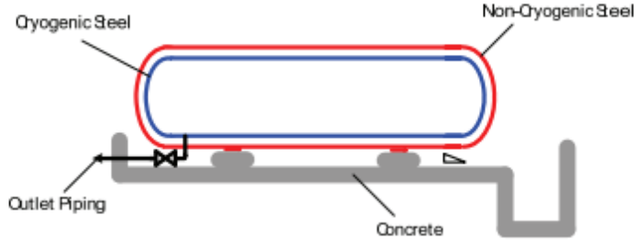
→ TYPE

Voor de opslag van LNG bestaan er diverse tankopties: cilindrisch/kogelvormig ("bullet"), bolvormig ("sphere") en met een vlakke bodem ("flat bottom"). Zoals Figuur 11 aangeeft, zijn er onderlinge verschillen in o.a. opbouw en vorm, het opslagvolume en de tankdruk. Bij de keuze voor een bepaald type opslagtank moet voornamelijk gekeken worden naar opslagdruk en -volume.



Figuur 11: Opslagtankalternatieven voor opslag van LNG (Key et al., s.d.)

Op het vlak van het ontwerp van opslagtanks (voor LNG-opslag) onderscheiden we in Vlaanderen twee verschillende types, waarvan enkel druktanks onder de scope van de studie vallen. Atmosferische LNG-tanks worden hier dus niet nader beschreven.



Figuur 12: Schematische weergave van een opbouw van een horizontale cilindrische opslagtank (met dubbele integriteit[40]) voor cryogene vloeistoffen (Rath & Krol, 2013).

De opslagtanks van tankstations voor voertuigen zijn dubbelwandige vacuümgeïsoleerde cilindervormige drukvaten die over het algemeen verticaal opgesteld worden, opdat de pompwerking optimaal zou zijn, en er dan minder ruimte in beslag wordt genomen. De tanks hebben doorgaans een totale hoogte van 12 tot 16 m.

[40] Het integriteitsniveau van de opslagtank verwijst naar het materiaalgebruik bij opbouw en de bijhorende risico's bij faling. Zie ook onder het punt 'veiligheidsaspecten - tankbreuk'.

→ BOVENGRONDS / ONDERGRONDS

Druktanks voor opslag van LNG bij de kleinschalige verdeling van LNG worden bovengronds uitgevoerd. De mogelijk voornaamste redenen hiervoor zijn een lagere kostprijs voor de civiele werken, betere visuele controle, gemakkelijkere bereikbaarheid voor onderhoud, beter controleerbare incidentenbestrijding, … Ondergrondse uitvoering van de opslagtanks is echter wel een techniek in ontwikkeling, en staat beschreven in Hoofdstuk 7.

Omdat ondergrondse uitvoering van LNG-opslagtanks op het moment dat deze studie werd geschreven (nog) geen voorkomende praktijk is, werd deze optie niet meegenomen in de begeleidende veiligheidsstudie en de zelfevaluatietools voor berekening van risico-afstanden en het groepsrisico door M-Tech, en derhalve ook niet in het voorstel voor VLAREM in hoofdstuk 6.

→ MATERIAALKEUZE

Het binnenste deel van de tank is vervaardigd uit roestvast staal en is bestand tegen zeer lage temperaturen (minstens tot -160 °C). De buitentank kan eveneens in roestvast staal of in koolstofstaal worden uitgevoerd.

Het voor de constructie van LNG-opslagtanks gebruikte roestvast staal (RVS) is taai en rekbaar, waardoor het bij een impact zeer sterk kan vervormen zonder te scheuren. De breukrek van dit type RVS bedraagt (volgens TNO) bij normale temperaturen ruim 40%. Bij een met LNG gevulde tank, met een extreem lage temperatuur van 162 of meer graden onder nul, daalt de breukrek, maar met een daling tot 20 - 30% is die nog altijd gelijk aan die van constructiestaal bij normale temperaturen (Schuttevaer, 2014).

Om de lage temperatuur van het LNG te behouden is het noodzakelijk om de warmte-intrede vanuit de omgeving zoveel mogelijk te beperken door de tank te isoleren. Een isolatie met schuim is mogelijk, maar doorgaans wordt de tank uitgevoerd met een dubbele wand. De ruimte tussen de binnen- en buitentank wordt vacuüm getrokken, wat een nog beter isolerende werking oplevert. De fabrikant voegt hier nog een adsorbens aan toe om het vacuüm te kunnen behouden. De tussenruimte wordt bovendien gevuld met een isolatiemateriaal (bv. perliet of Multi Layer Insulation, MLI[41]). Dit isolatiemateriaal voorkomt het plotseling insijpelen van warmte in de tank als het vacuüm verloren gaat.

→ VOLUME

Het brutovolume van de opslagtank op een LNG-tankstation wordt idealiter niet groter gekozen dan nodig, aangezien de te respecteren risico-afstanden deels gecorreleerd zijn met de maximale aanwezigheid van LNG op de inrichting. Handig is ook om het volume van de opslagtank zo te kiezen dat de volledige lading van een LNG-tankwagen of tankcontainer (max. 60 m^3 inhoud) kan worden gelost Dit betekent dat de opslagtank van een LNG-tankstation best een waterinhoud (brutovolume) heeft tussen 60 en 120 m^3. Indien men een grotere opslagcapaciteit wenst, bv. bij een bunkerstation, dan plaatst men doorgaans meerdere cilindrische opslagtanks naast elkaar.

---

[41] Zowel perliet als MLI resulteren in verhoogde warmteinlek bij verlies van vacuum. Perliet heeft een iets betere isolatiewaarde dan MLI bij verlies van vacuum (Tim Stoffelsma (Shell), persoonlijke communicatie, 17 oktober 2017)

→ NOMINALE WERKINGSTEMPERATUUR EN -DRUK

De opslagtank van een afleverinstallatie met bulkconditionering van het LNG (types 1 en 2) wordt typisch bedreven bij een temperatuur tussen -134 °C en -122 °C (verzadigingsdruk: 5-10 barg). Voor installaties zonder verdeelpomp maar met drukopbouwverdamper (type 2) wordt rekening gehouden met een bijkomende druk (+5 bar) in de opslagtank die wordt gecreëerd om het LNG te kunnen verdelen naar de tankzuilen. De maximaal beoogde werkingsdruk voor dergelijke installaties bedraagt typisch 10 à 11 barg.

Voor installaties met een in-line of ogenblikkelijke conditionering (type 3) wordt de opslagtank doorgaans op een lagere temperatuur gehouden, typisch tussen -153 en -142 °C (verzadigingsdruk: 1-3 barg). De maximaal beoogde werkingsdruk voor dergelijke installaties kan gereduceerd worden tot 6 à 7 barg.

De ontwerpdruk van de tank bedraagt typisch tussen 10 en 20 barg.

→ OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN

De openingsdruk van de veiligheidskleppen op de opslagtank dient gelegen te zijn tussen de maximale beoogde werkingsdruk en de ontwerpdruk van de tank.

De afregeling van de drukontlastingskleppen heeft een invloed op de maximale vullingsgraad van de tank en het boil-off gas management op het station. Een lagere openingsdruk van de veiligheidskleppen bemoeilijkt het boil-off gas management op het station (kortere verblijftijd van het LNG in de tank), maar laat anderzijds een hogere vullingsgraad toe.

→ MAXIMALE VULLINGSGRAAD

De maximale vullingsgraad van de tank is afhankelijk van de nominale werkingsdruk en -temperatuur en de aanwezigheid van een eventuele inkoeleenheid.

In Vlarem II zijn geen voorwaarden opgenomen met betrekking tot de vullingsgraad van druktanks met tot vloeistof gekoelde gassen. In overeenstemming met de voorschriften uit de PGS 33-1, wordt voorgesteld om voor drukvaten met tot vloeistof gekoelde gassen de filosofie van het ADR te volgen en de maximale vullingsgraad van de tank aldus te beperken tot 95% vulling bij de condities die aanleiding geven tot het openen van de drukontlastingskleppen op de tank.

→ MAXIMALE AANSLUITDIAMETER

De maximale aansluitdiameter van de opslagtank is afhankelijk van de wijze waarop het LNG wordt getransfereerd naar de verdeelzuil.

Bij een verdeling van LNG met behulp van een centrifugale pomp is de opslagtank voorzien van een DN80 aansluiting. Bij een verdeling onder invloed van een drukverschil heeft de tank maximaal een DN40 of DN50 aansluiting.

De vulleiding is verder uitgerust met een terugslagklep en is voorzien van afsluiters met een ESD-functie (met manuele of automatische activatie).

3.2.4 Tankcontainers of –wagens

→ VOLUME

Het brutovolume van een 40 ft. tankcontainer en tankwagen varieert respectievelijk van 40 tot 50 en van 50 tot 60 m³. Dit komt overeen met ca. 25 ton LNG.

→ OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN

De openingsdruk van de drukontlastingskleppen op de tankcontainers en tankwagens worden typisch afgesteld tussen 6 en 10 barg. Voor leveringen over relatief beperkte afstanden wordt de openingsdruk van de drukontlastingskleppen op tankwagens soms verlaagd tot 3 à 3,5 barg om een hogere vullingsgraad toe te kunnen laten.

→ MAXIMALE VULLINGSGRAAD

De maximale vullingsgraad van tankcontainers en tankwagens wordt voorgeschreven door het ADR en is beperkt tot respectievelijk 95% (voor tankwagens) en 98% (voor tankcontainers) bij de condities die aanleiding geven tot het openen van de drukontlastingskleppen op de houder. Rekening houdend met deze voorschriften kan een 50 m³ tankcontainer en 60 m³ tankwagen maximaal respectievelijk 19 en 23 ton LNG bevatten.

→ NOMINALE WERKINGSTEMPERATUUR EN -DRUK

De temperatuur van het LNG in de tankwagen of tankcontainer bij aankomst op het tankstation ligt typisch tussen -160 °C en -150 °C (verzadigingsdruk: 0,1-1,4 barg).

Indien een LNG-tankwagen wordt beladen op een LNG-importterminal in een straal van ca. max. 300 km dan bedraagt de initiële tankdruk in de tankwagen ca. 150 mbarg. Tijdens het transport van LNG over de voormelde relatief korte afstand zullen deze condities nauwelijks wijzigen gelet op de goede isolerende eigenschappen van de tankwagens. (M-Tech, 2013 & Jan Van Houwenhove, persoonlijke communicatie, 23 december 2015)

→ MAXIMALE AANSLUITDIAMETER

Tankcontainers (en tankwagens) zijn typisch voorzien van een DN65 vulaansluiting.

→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN

Overvulbeveiliging, gasdetectie, gekoppeld noodstopsysteem (zie ook 4.26).

3.2.5 Pomp voor het lossen van tankwagens en/of tankcontainers

Pompen worden gebruikt om LNG via leidingen en/of slangen van de tankwagen of -container naar de opslagtank te stuwen.

Het vullen van een LNG-opslagtank kan gebeuren met behulp van een pomp, maar is evenwel niet vereist. Een pomp zal de overslag evenwel versnellen t.o.v. een overslag door drukverschil tussen leverende en ontvangende tank.

Voor het starten van de pomp moet deze eerst worden afgekoeld naar gebruikstemperatuur. Dit gebeurt door het vullen van het pompcircuit met vloeistof uit de tank. Deze pomp is altijd lager dan het vloeistofniveau in de tank geplaatst. Als de pomp is afgekoeld tot gebruikstemperatuur kan deze worden gestart (PGS 33-1, 2013).

→ TYPE

Het lossen van een tankcontainer of tankwagen op een LNG-tankstation gebeurt standaard met een cryogene centrifugale pomp die gemonteerd is op de tankwagen of tankcontainer.

→ NOMINAAL LOSDEBIET

Het lossen van een tankcontainer of tankwagen op een LNG-tankstation gebeurt typisch aan een debiet van 400 tot 600 l/min (11 tot 16 ton/h).

Centrifugale pompen voor tankwagens en tankcontainers zijn beschikbaar voor debieten tot maximaal 1.200 l/min (onbelast).

→ SLANGDIAMETER

De koppeling tussen de tankcontainer of tankwagen en het vulpunt op de opslagtank wordt meestal gerealiseerd door een cryogene flexibele slang met een diameter van DN40 (600 l/min). DN50 (900 l/min) of DN80 komen ook voor.

→ VULLEIDING

De vaste bovengrondse of ondergrondse vulleiding heeft een diameter van DN40 of DN50, een beperkte lengte (max. 75 m) en is standaard voorzien van een terugslagklep en ESD-afsluiters.

Meestal wordt gebruik gemaakt van topvulling bij het lossen van de tankcontainer of tankwagen op het station.

→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS LOSSING

De nominale temperatuur van het LNG tijdens het lossen van de tankwagen of tankcontainer is gelijk aan de temperatuur van het LNG in de tankwagen of tankcontainer bij aankomst op het station. Met betrekking tot de druk in de losslang en vulleiding wordt rekening gehouden met een opvoerdruk van de pomp van 10 bar (M-Tech, 2017). De reguliere opvoerdruk van een trailerpomp ligt weliswaar rond 12 bar. Met maximale inlaatdruk van 7 bar kan dit dus oplopen richting 19 bar als design pressure. Er zijn pompen met een nog hogere opvoerdruk (Shell, 2017).

→ DOORZET

De beoogde jaarlijkse doorzet van bestaande en geplande LNG-tankstations varieert van 2.500 m³ (1.100 ton) tot 10.000 m³ (4.400 ton) per jaar, wat overeenkomt met ca. 60 tot 240 losbeurten van een LNG-tankwagen en ca. 5.000 tot 20.000 tankbeurten door LNG-aangedreven vrachtwagens per jaar.

→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN

Standaard wordt de losinstallatie op het tankstation voorzien van een noodstopsysteem dat minstens manueel door de chauffeur van de tankwagen kan worden geactiveerd. Automatische activatie door gasdetectie of lekdetectie op het tankstation is ook mogelijk.

Verder zijn de meeste tankstations uitgerust met een terugslagklep in de vulleiding.

3.2.6 Verzadigingsverdamper

Ter hoogte van de verdeelleiding kan een naverwarmer worden geïnstalleerd waarmee het LNG dat wordt aangevoerd vanuit de opslagtank kan worden verzadigd (opgewarmd), om te vermijden dat de druk in de brandstoftanks van de te bevoorraden vrachtwagens te snel zou dalen na het beëindigen van de tankbeurt (M-Tech, 2013). Deze druk is bij sommige types brandstoftanks van voertuigen noodzakelijk om het LNG naar de verdamper van de motor te kunnen leiden. De operationele druk van de brandstoftank van een truck die op LNG rijdt, al dan niet in combinatie met diesel (dual fuel), is (nog) niet gestandaardiseerd. Een LNG-truck van Mercedes opereert bijvoorbeeld op 18 bar, terwijl trucks van Scania en Iveco op een druk van 8 tot 10 bar, en Volvo-trucks op 6 tot 8 bar rijden.

→ TYPE WARMTEWISSELAAR

Warmtewisselaars die worden aangewend voor de bulkconditionering van het LNG op een tankstation zijn lagedruk omgevingsluchtverdampers. Deze warmtewisselaars zijn opgebouwd uit parallelle gevinde buizen waardoor het LNG stroomt. De nodige warmte wordt onttrokken uit de omgevingslucht die over de buizen stroomt. De omgevingslucht die aan de buitenzijde over de buizen stroomt, geeft zijn warmte af aan het LNG dat beperkt (5 tot 15 °C) wordt opgewarmd.

Voor de in-line of ogenblikkelijke conditionering van het LNG op een tankstation kunnen diverse types van warmtewisselaars worden aangewend (o.a. lagedruk omgevingsluchtverdampers, platenwarmtewisselaars of elektrische verwarmingstoestellen).

→ VERMOGEN VAN DE WARMTEWISSELAAR

Het vermogen van de warmtewisselaar en het daaraan gekoppelde totale warmtewisselend oppervlak of buislengte is afhankelijk van de hoeveelheid LNG die in een bepaalde tijdsspanne dient te worden opgewarmd.

Voor het in bulk conditioneren van het LNG op het tankstation en uitgaande van een lossing van ca. 20 ton koud LNG en een gewenste temperatuurtoename van ca. 10 °C

over een periode van 3 à 4 uren, dient de omgevingsluchtverdamper een vermogen te hebben van 50 tot 65 kW.

Voor een ogenblikkelijke (in-line) conditionering van het af te leveren LNG aan een debiet van 150 l/min is een warmtewisselaar met een vermogen van ca. 37 kW vereist.

→ RELATIEVE GEBRUIKSDUUR OP JAARBASIS

Een omgevingsluchtverdamper met een vermogen van 50 tot 65 kW voor de bulkconditionering van het LNG wordt afhankelijk van de doorzet van het tankstation ca. 190 uren per jaar of 2,2% van de tijd (doorzet: 2.500 m³/j) tot 780 uren per jaar of 8,9% van de tijd (doorzet: 10.000 m³/j) gebruikt.

Een in-line warmtewisselaar (vermogen: ca. 37 kW) voor de ogenblikkelijke conditionering van het LNG is afhankelijk van de doorzet van het tankstation ca. 280 uren per jaar of 3,2% van de tijd (doorzet: 2.500 m³/j) tot 1.110 uren per jaar of 12,7% van de tijd (doorzet: 10.000 m³/j) in gebruik.

→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS CONDITIONEREN

De nominale temperatuur tijdens het in bulk conditioneren van het LNG is typisch gelegen tussen -153 °C en -134 °C. Tijdens het in-line conditioneren is de temperatuur van het LNG typisch gelegen tussen -142 °C en -134 °C.

Met betrekking tot de druk in de warmtewisselaar wordt rekening gehouden met een opvoerdruk van de pomp van 10 bar.

3.2.7 Verdeelpompen

→ TYPE

Op LNG-tankstations worden hoofdzakelijk verdeelpompen van het type “ondergedompelde pakkingsloze pomp” (zgn. submerged pump of pomp in pomp kan) gebruikt om het LNG van de opslagtank naar de verdeelzuilen te transfereren.

In het geval van de aanwezigheid van meerdere verdeelzuilen op een LNG-tankstation zal een pomp vanuit operationeel standpunt aangewezen zijn om voldoende verdeelcapaciteit (-debiet) te kunnen garanderen (Fluxys, persoonlijke communicatie, 14 december 2015).

→ CAPACITEIT

Doorgaans wordt één verdeelpomp met een capaciteit van 300 à 400 l/min gebruikt per twee verdeelzuilen. Het debiet wordt ingesteld d.m.v. een toerentalregeling naargelang één of twee verdeelzuilen in gebruik zijn.

De persaansluiting van de pomp heeft een typische diameter van DN32, maar is ook vaak in DN40 uitgevoerd in het geval van een pomp met twee verdeelzuilen, en DN 25 voor een pomp met één verdeelzuil. De maximale opvoerdruk van de pomp bedraagt doorgaans ca. 10 bar, maar voor LNG-aflevering aan voertuigen die LNG op 9 bar

werken, dient ca. 15 bar opvoerdruk pomp te worden bewerkstelligt om voldoende flow te verkrijgen.

→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS VERDELEN

De nominale temperatuur van het LNG in de verdeelpomp is typisch gelegen tussen -134 °C en -122 °C voor installaties met bulkconditionering van het LNG. Voor installaties met een in-line conditionering van het LNG kan de temperatuur in de opslagtank en bijgevolg in de pomp lager zijn (typisch tussen -142 °C en -134 °C).

Met betrekking tot de druk ter hoogte van de perszijde van de verdeelpomp wordt rekening gehouden met een opvoerdruk van 10 bar.

3.2.8 Drukopbouwverdamper

Drukopbouw kan nodig zijn wanneer er een grote afname van het LNG is en het in de opslagtank resterende LNG “ingekoeld” wordt. De druk in de tank daalt immers door de hogere dichtheid van het LNG bij lagere temperaturen.

Bij een LNG-opslagtank wordt vaak een drukopbouwverdamper (pijpenwarmtewisselaar) gemonteerd. Hiermee kan de temperatuur van het LNG in de tank en bijgevolg ook de tankdruk op het gewenste peil worden gebracht (M-Tech, 2013). De drukopbouwverdamper zet vloeistof uit de tank door verdamping om in gas, en leidt deze damp terug in de tank. De dampfase in de tank wordt hierdoor verzadigd en de druk in de tank kan zo worden opgevoerd. Een drukreduceerventiel regelt vanzelf de druk in de tank. Als alternatief wordt soms een automatische klep gebruikt, gestuurd door een drukschakelaar.

3.2.9 Verdeelzuil

De dispenser of verdeelzuil is het toestel dat de afnemer gebruikt om zijn voertuigtank met LNG te vullen. Het is voorzien van de verdeelslangen, evenals de start- en stopknoppen en eventuele doorstroommeters en overige instrumenten. In de verdeelzuil kan een bypass worden aangelegd om de leiding voor te koelen (“in te koelen”) voordat de brandstoftank van het voertuig wordt gevuld. Vanuit de verdeelzuil vertrekt een verdeelslang en een dampretourslang. De koppeling voor dampretour kan anders zijn dan die van de verdeelslang.

→ NOMINAAL VERDEELDEBIET

Het nominale verdeeldebiet bedraagt ca. 150 l/min.

→ SLANGDIAMETER

Standaard wordt LNG afgeleverd met behulp van een cryogene DN25 verdeelslang.

→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN

De verdeelzuilen zijn doorgaans voorzien van een dodemansknop, een noodbreekkoppeling in de slang en een noodstop die minstens manueel door de klant

kan worden geactiveerd, maar in sommige gevallen ook automatisch wordt geactiveerd door gasdetectie op het tankstation. De vulling van de brandstoftank van de LNG-aangedreven vrachtwagen is standaard voorzien van een terugslagklep.

Een dispenser levert de LNG aan een voertuig via een spuitstuk. In tegenstelling tot CNG, waar het spuitstuk anders is voor personenwagens dan voor vrachtwagens en bussen, is bij LNG het spuitstuk voor alle wegvervoer hetzelfde.

De verdeelslang is doorgaans voorzien van een vulaansluiting die pas na het aankoppelen aan de tank kan worden geopend.

Met behulp van de verdeelslang wordt het LNG afgeleverd. De verdeelslang wordt aan de te vullen voertuigtank gekoppeld door een lekvrije snelkoppeling. Bij het loskoppelen sluit deze, waardoor vrijwel geen (L)NG verloren gaat.

→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS AFLEVERING

De nominale temperatuur van het LNG tijdens het afleveren van de brandstof aan het voertuig is typisch gelegen tussen -134 °C en -122 °C. Op tankstations met bulkconditionering wordt het LNG doorgaans afgeleverd op een temperatuur tussen -132 °C (verzadigingsdruk: 6 barg) en -124 °C (verzadigingsdruk: 9 barg). Tankstations die werken volgens het principe van een ogenblikkelijke conditionering kunnen het LNG, indien gewenst, ook afleveren op een lagere temperatuur (bv. -140 °C).

Met betrekking tot de druk in de verdeelslang wordt rekening gehouden met een opvoerdruk van de verdeelpomp van 10 bar. Voor aflevering van LNG van 9 bar aan voertuigen dient zoals hoger vermeld ca. 15 bar opvoerdruk door de pomp te worden bewerkstelligt om voldoende flow te verkrijgen. Het ingestelde druk van het overdrukventiel van het voertuig mag echter niet worden overschreden: dit is 16 bar voor 9 bar-voertuigen.

3.2.10 Verdeelleidingen

→ MATERIAALKEUZE

Het leidingwerk voor de transfer van LNG tussen de opslagtank en de verdeelzuil is – net als de opslagtank- vervaardigd uit roestvast staal (RVS). Dit is goed bestand tegen cryogene temperaturen. Ook hier zijn flensverbindingen mogelijk, maar worden in de praktijk worden zo veel als mogelijk lasverbindingen gebruikt omdat deze betrouwbaarder zijn bij wisselende temperaturen.

Leidingen kunnen geïsoleerd worden om de warmte-insijpeling zoveel mogelijk te minimaliseren, maar dit gebeurt doorgaans vooral bij leidingen waarmee personen in contact kunnen komen. Isolatie heeft als hoofdreden het voorkomen van warmtelekken en dus koud houden van de installatie. Bijkomstigheid is dat cryogenic burns door aanraking kan worden voorkomen door isolatie. Persoonlijke beschermingsmiddelen voor onderhoudspersoneel binnen de installatie geven hierin tevens bescherming.
Ander leidingwerk om LNG uit de tank naar de verdeelzuil te brengen, bv. bij een tankstation, hoeft niet te worden geïsoleerd, omdat het daar net de bedoeling is dat de druk van het LNG stijgt. De drukopbouwverdamper zorgt hier mede voor, maar ook warme leidingen om het LNG tot bij het ontvangende voer- of vaartuig te krijgen, kunnen aan de drukopbouw helpen.

→ TYPE

Op LNG-tankstations wordt doorgaans gebruik gemaakt van zgn. flexibele all-in-one leidingsystemen (zie voorbeeld Figuur 13) waarmee zowel LNG als warm restgas wordt getransfereerd tussen de verdeelzuilen en de rest van de installatie. Als alternatief kunnen roestvrijstalen vacuümgeïsoleerde leidingen worden gebruikt voor de transfer van LNG tussen de opslagtank en de verdeelzuilen. Beide leidingtypes worden ingegraven of worden aangelegd in een goot onder het maaiveld.

Figuur 13: Opbouw van een all-in-one vacuümgeïsoleerde leiding voor verdeling van LNG

→ NOMINAAL TRANSFERDEBIET

Per twee verdeelzuilen wordt gebruik gemaakt van een gemeenschappelijke verdeelpomp en verdeelleiding. Het nominale transferdebiet doorheen de verdeelleiding bedraagt bijgevolg 150 tot 300 l/min.

→ LEIDINGDIAMETER

Voor een LNG-tankstation met twee verdeelzuilen wordt doorgaans een vaste vacuümgeïsoleerde verdeelleiding met diameter DN40 of all-in-one leiding van type 39/64 gebruikt.

De lengte van de LNG-verdeelleidingen bedraagt typisch 10 tot 25 m.

→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS AFLEVERING

De nominale temperatuur van het LNG tijdens het afleveren van de brandstof aan het voertuig is typisch gelegen tussen -134 °C en -122 °C.
Met betrekking tot de druk in de verdeelleidingen wordt rekening gehouden met een opvoerdruk van de verdeelpomp van 10 bar.

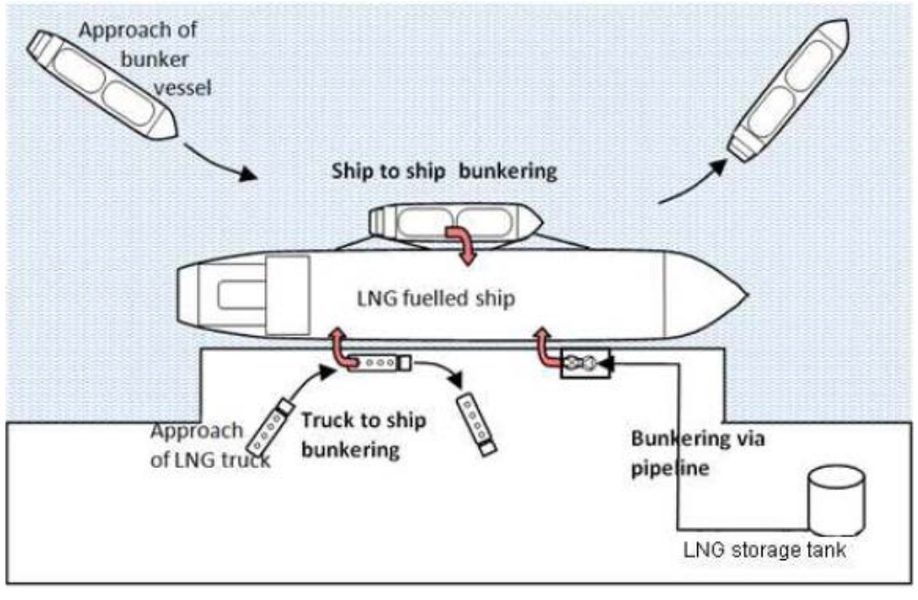
3.3 Bunkerstation voor vaartuigen

Het bevoorraden van een schip met scheepsbrandstof (bunkeren) kan op verschillende manieren gebeuren, zoals is weergegeven in Figuur 14.

In dit deel wordt het bunkeren van op de kade d.m.v. een vast bunkerstation besproken, meer specifiek een vast bunkerstation voor LNG aangedreven vaartuigen (binnenvaartschepen) met een beperkte opslagcapaciteit (minder dan 200 ton (450 m^3) LNG).

Truck-to-ship bunkeren wordt in titel 3.5 besproken. Dit gebeurt rechtstreeks vanuit de truck, zonder gebruik te maken van vaste infrastructuur zoals bv. een verdeelzuil.

Bunkeren vanop een schip ('ship-to-ship') valt buiten de scope van voorliggende BBT-studie.



Figuur 14: Verschillende bunkeropties van een op (bio-)LNG/LBM/LSNG aangedreven schip (Danish Maritime Authority, 2012)

3.3.1 Componenten van een bunkerstation voor vaartuigen

Een bunkerstation voor vaartuigen bestaat doorgaans uit volgende componenten:

1. Opslagtank(s)
2. Bunkerinstallatie (pomp, leidingen, bunkerslang of –arm)
3. Aanwezige tankwagens of -containers
4. Losinstallatie voor tankwagens of -containers
5. Losinstallatie voor LNG-schepen (tankers)
6. Laadinstallatie voor tankwagens en -containers

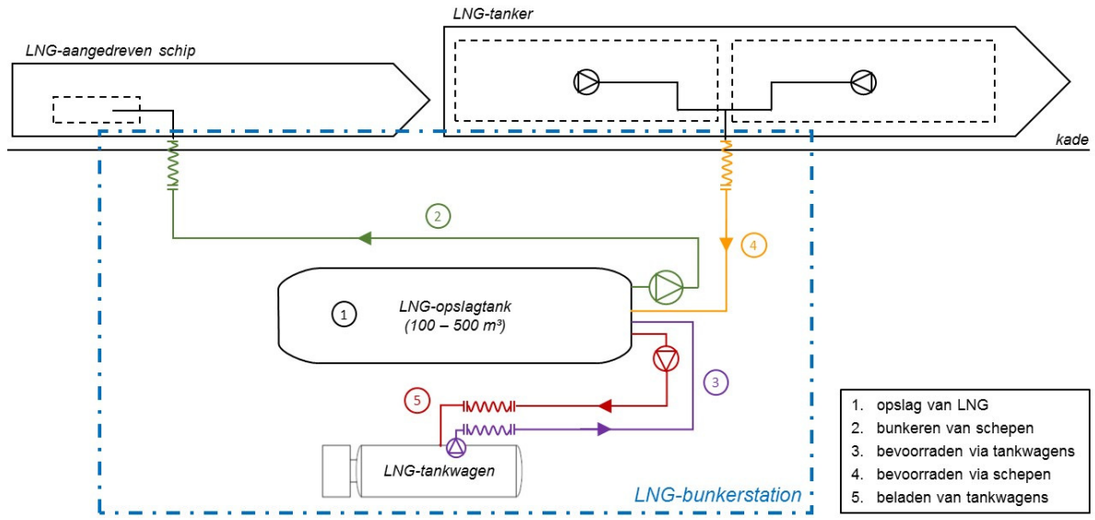
De belangrijkste activiteiten die plaatsvinden op een bunkerstation zijn:

1. de opslag van LNG in een cryogene bovengrondse druktank;
2. het afleveren van LNG als brandstof aan schepen (bunkeren);

3. het bevoorraden van het station met LNG via schepen of tankwagens;
4. het beladen van tankwagens of tankcontainers met LNG.

Bij het afleveren van LNG als brandstof aan schepen dient het LNG vooraf niet geconditioneerd (of verzadigd) te worden. Het beladen van tankwagens en tankcontainers betreft een activiteit die op een bunkerstation slechts beperkt wordt uitgevoerd (max. 1 à 2 tankwagens of tankcontainers per dag).

Een schematische weergave van een typisch LNG-bunkerstation met aanduiding van de belangrijkste activiteiten wordt weergegeven in Figuur 15.



Figuur 15: Schematische voorstelling van een typisch LNG-bunkerstation met aanduiding van de belangrijkste activiteiten op het station

In wat volgt worden de karakteristieken van de samenstellende componenten (o.a. volume, debiet, doorzet, opslagcondities) van bestaande en geplande LNG-samenbouwinstallaties besproken, zoals bekomen uit een sectorbevraging door M-Tech (2017). Vervolgens worden representatieve standaard samenbouwinstallaties gedefinieerd die verderop aan een kwantitatieve risicoanalyse worden onderworpen.

3.3.2 Opslagtanks

De opslagtanks die gebruikt worden voor bunkerstations voor vaartuigen zijn dubbelwandige vacuümgeïsoleerde cilindervormige drukvaten die doorgaans horizontaal worden opgesteld.

De tanks hebben een typische diameter van 3,5 tot 5 m.

→ VOLUME

Het brutovolume van de opslagtank op een LNG-bunkerstation wordt doorgaans zodanig gekozen dat de inrichting geen hogedrempel Seveso-inrichting is en derhalve niet onderhevig is aan de VR-plicht en het bunkerstation voldoende autonomie heeft,

wat betekent dat er verschillende bunkeroperaties kunnen worden uitgevoerd tussen twee losbeurten in. Op basis van deze voorwaarden wordt afgeleid dat de opslagtank van een LNG-bunkerstation idealiter een brutovolume heeft tussen 200 en 500 m³.

→ MAXIMALE AANSLUITDIAMETER

De leidingen die aansluiten op de opslagtank hebben een maximale diameter van DN80 (3”) of DN125 (5”) en zijn voorzien van afsluiters met een ESD-functie (met manuele of automatische activatie).

De vulleiding is standaard uitgerust met een terugslagklep.

Soms wordt een inkuiping voorzien rondom de aansluitingen (leidingsectie) van de opslagtank met een capaciteit van 25% van de inhoud van de opslagtank.

→ NOMINALE WERKINGSTEMPERATUUR EN –DRUK

De opslagtank op een bunkerstation wordt bedreven bij een temperatuur tussen -160 °C en -134 °C (verzadigingsdruk: 0,1-5 barg). De beoogde werkingsdruk bedraagt maximaal 5 barg.

De ontwerpdruk van grote cryogene drukvaten (100-500 m³) wordt doorgaans beperkt tot 8 à 10 barg om het gewicht en de kostprijs van de opslagtank te reduceren.

→ OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN

De openingsdruk van de veiligheidskleppen op de opslagtank dient gelegen te zijn tussen de maximale beoogde werkingsdruk en de ontwerpdruk van de tank en wordt typische ingesteld tussen 5 tot 10 barg.

→ Maximale vullingsgraad

Met betrekking tot de maximale vullingsgraad van de opslagtanks wordt in overeenstemming met de voorschriften uit de PGS 33-1 voorgesteld om de filosofie van het ADR te volgen en de maximale vullingsgraad van de tank aldus te beperken tot 95% vulling bij de condities die aanleiding geven tot het openen van de drukontlastingskleppen op de tank.

3.3.3 Bunkerpompen

→ TYPE

Op LNG-bunkerstations worden hoofdzakelijk ondergedompelde pakkingsloze pompen (zgn. submerged pump) gebruikt die in de onmiddellijke nabijheid van de opslagtank staan opgesteld.

→ CAPACITEIT

Rekening houdend met de opslagcapaciteit van de bestudeerde bunkerstations (200 – 500 m³) wordt bij het bunkeren uitgegaan van een transferdebiet van 36 tot max. 200 m³/h.

Het gelijktijdig bunkeren van meerdere schepen via eenzelfde verdeelpomp wordt niet toegepast.

De beoogde doorzet van een bunkerstation bedraagt volgens ENGIE LNG Solutions 100.000 m³ LNG per jaar.

→ AANSLUITING

Met betrekking tot de persaansluiting van de pomp wordt uitgegaan van een diameter van respectievelijk DN80 (< 80 m³/h) en DN150 (> 80 m³/h).
De maximale opvoerdruk van de pomp bedraagt ca. 10 bar.

→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS BUNKEREN

De temperatuur van het LNG tijdens het bunkeren ligt doorgaans tussen -160 °C (0,1 barg) en -142 °C (3 barg). Een LNG-temperatuur tot -134 °C (5 barg) is echter niet uitgesloten.

3.3.4 Bunkerslangen

→ NOMINAAL BUNKERDEBIET

Het standaard bunkerdebiet dat wordt toegepast op bestaande en geplande LNG-bunkerstations met een opslagcapaciteit tussen 200 en 500 m³ bedraagt ca. 100 m³/h. Afhankelijk van de LNG-behoefte van het te bevoorraden schip kunnen de bunkerdebieten variëren van 30 tot 400 m³/h.

In deze studie wordt uitgegaan van standaard afleverdebieten tussen 36 en 200 m³/h.

→ SLANGDIAMETER

Afhankelijk van het bunkerdebiet (36–200 m³/h) wordt een cryogene slang gebruikt met een nominale diameter van DN40 tot DN100.

De vaste bunkerleiding (bovengronds of in een goot onder het maaiveld) heeft eveneens een diameter van 3” of 4” en een lengte van maximaal 50 m.

→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN

De bunkerinstallatie is standaard uitgerust met een noodstopsysteem (met koppeling tussen station en schip) dat minstens manueel door een operator of toezichthoudend persoon aan boord van het schip kan worden geactiveerd, maar doorgaans ook automatisch wordt geactiveerd door gasdetectie of lekdetectie op het station en/of het

schip. Bij activatie van het noodstopsysteem wordt de bunkerpomp gestopt en worden de gestuurde noodafsluiters in de bunkerleiding gesloten.

Verder is er een noodbreekkoppeling (breakaway) voorzien in de bunkerslang en is er in de vulleiding naar de brandstoftank van het LNG-aangedreven schip meestal een terugslagklep aanwezig.

→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS BUNKEREN

De nominale temperatuur van het LNG tijdens het afleveren van de brandstof aan een schip ligt typisch tussen -160 °C en -134 °C.

Met betrekking tot de druk in de verdeelslang wordt rekening gehouden met een opvoerdruk van de pomp van 10 bar.

3.3.5 Aanwezige tankwagens of –containers

Een bunkerstation wordt bevoorraad door LNG-tankwagens (of –tankcontainers) of door kleine LNG-tankers. Bij een bevoorrading door tankwagens of tankcontainers wordt met betrekking tot de specificaties van deze tankwagens of tankcontainers verwezen naar de bespreking hogerop (hoofdstuk Tankstations voor voertuigen).

3.3.6 Losinstallatie voor tankwagens of –containers

Het lossen van een tankwagen of een tankcontainer op een LNG-bunkerstation gebeurt doorgaans op dezelfde wijze als op een LNG-tankstation, nl. met een centrifugale pomp die is gemonteerd op de tankwagen en een DN40 of DN50 flexibele slang aan debieten van ca. 25 tot 50 m³.

3.3.7 Losinstallatie voor LNG-schepen (tankers)

Een LNG-bunkerstation kan ook worden bevoorraad via kleine LNG-tankers of LNG-bunkerschepen met een capaciteit van 1.000 tot 7.500 m³.

→ NOMINAAL LOSDEBIET

In deze studie wordt rekening gehouden met drie standaard nominale losdebieten voor schepen, nl. 100 m³/h, 150 m³/h en 200 m³/h.

Aangezien het nieuwe bunkerschip, de ENGIE ZEEBRUGGE, vanaf het voorjaar van 2017 kan worden ingezet voor het schip-to-schip bunkeren en het bevoorraden van kleine LNG-bunkerstations in Noord-West Europa, wordt ook rekening gehouden met een scheepslossing aan een hoger debiet, nl. 400 m³/h.

→ SLANGDIAMETER

De losoperatie gebeurt met behulp van de cargopompen van het schip en een flexibele bunkerslang. Afhankelijk van het losdebiet (100 – 400 m³/h) wordt een cryogene slang gebruikt met een nominale diameter van DN80 tot DN150.

→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN

De losinstallatie voor LNG-tankers is standaard uitgerust met een noodstopsysteem (met koppeling tussen station en schip) dat minstens manueel door een operator of toezichthoudend persoon aan boord van het schip kan worden geactiveerd, maar doorgaans ook automatisch wordt geactiveerd door gasdetectie of lekdetectie op het station en/of het schip. Bij activatie van het noodstopsysteem worden de cargopompen gestopt en worden de gestuurde noodafsluiters in de transferleiding gesloten.
Verder is er een noodbreekkoppeling voorzien in de losslang en is er in de vulleiding van de opslagtank een terugslagklep aanwezig.

→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS LOSSING

De nominale temperatuur van het LNG tijdens het lossen van een LNG-tanker is typisch gelegen tussen -160 °C en -150 °C en 1 barg.
Met betrekking tot de druk in de losslang wordt rekening gehouden met een opvoerdruk van de cargopompen van 10 bar.

3.4 Laadinstallatie voor tankwagens en –containers

→ NOMINAAL LAADDEBIET

Het typisch laaddebiet dat wordt toegepast op een LNG-station met een opslagcapaciteit tussen 200 en 500 m³ bedraagt ca. 60 m³/h. Conservatief wordt rekening gehouden met een standaard nominaal laaddebiet van 1.300 l/min (78 m³/h).

→ SLANGDIAMETER

Standaard wordt een tankwagen of tankcontainer op een LNG-station beladen met behulp van een cryogene DN65 laadslang en een ondergedompelde pomp met een capaciteit tot 80 m³/h.

→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN

Standaard wordt de laadinstallatie op het tankstation voorzien van een noodstopsysteem dat minstens manueel door een operator op het station kan worden geactiveerd, maar in sommige gevallen ook automatisch wordt geactiveerd door gasdetectie of lekdetectie op het station.

→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS LOSSING

De nominale temperatuur van het LNG tijdens het laden van tankwagens of tankcontainers is gelijk aan de temperatuur van het LNG in de opslagtank van het station en bedraagt -160 °C en -134 °C. Met betrekking tot de druk in de laadslang en vulleiding wordt rekening gehouden met een opvoerdruk van de pomp van 10 bar.

3.5 Truck-to-ship (TTS) bunkerlocatie en stelplaatsen voor tankcontainers

Hiermee wordt een vaste truck-to-ship (TTS) bunkerlocatie bedoeld of een stelplaats voor tankcontainers (bv. voor het aan boord brengen van tankcontainers als brandstoftank voor een binnenvaartschip).

Het bunkeren vanuit tankwagens gebeurt volgens een vaste procedure onder permanent toezicht van de chauffeur van de tankwagen en een dekwacht op het schip. In geval van een incident tijdens de verlading kan de chauffeur van de tankwagen of de dekwacht de LNG-transfer onderbreken door het activeren van een noodstop (i.e. noodstopsysteem met manuele activatie).

3.5.1 Uitvoeringswijzen van de samenbouwinstallatie

→ TTS-BUNKERLOCATIES

De methode die momenteel het meest wordt toegepast voor het bunkeren van LNG-aangedreven binnenvaartschepen bestaat uit de rechtstreekse transfer van LNG van een tankwagen naar een schip. Bij het truck-to-ship (TTS) bunkeren wordt de LNG-tankwagen op de kade langszij het schip gepositioneerd en wordt het LNG via een pomp die is gemonteerd op de tankwagen en een flexibele slang getransfereerd van de tankwagen naar de brandstoftank aan boord van het schip. Gelet op de beperkte capaciteit van een LNG-tankwagen is de bunkermethode enkel geschikt voor kleine LNG-aangedreven schepen zoals binnenvaartschepen, sleep- en patrouilleboten en kleinere ferries met bunkervolumes tot maximaal 50 ton.

In deze studie worden vaste TTS-bunkerlocaties beschouwd waar jaarlijks 50 tot 500 bunkeroperaties worden uitgevoerd. De gebunkerde hoeveelheid per TTS-operatie bedraagt 20 à 22 ton (ca. 50 m^3).

Een TTS-bunkerlocatie bestaat doorgaans uit volgende componenten:

1. Aanwezige tankwagen tijdens een truck-to-ship bunkeroperatie
2. Installatie voor het bunkeren van schepen vanuit een tankwagen

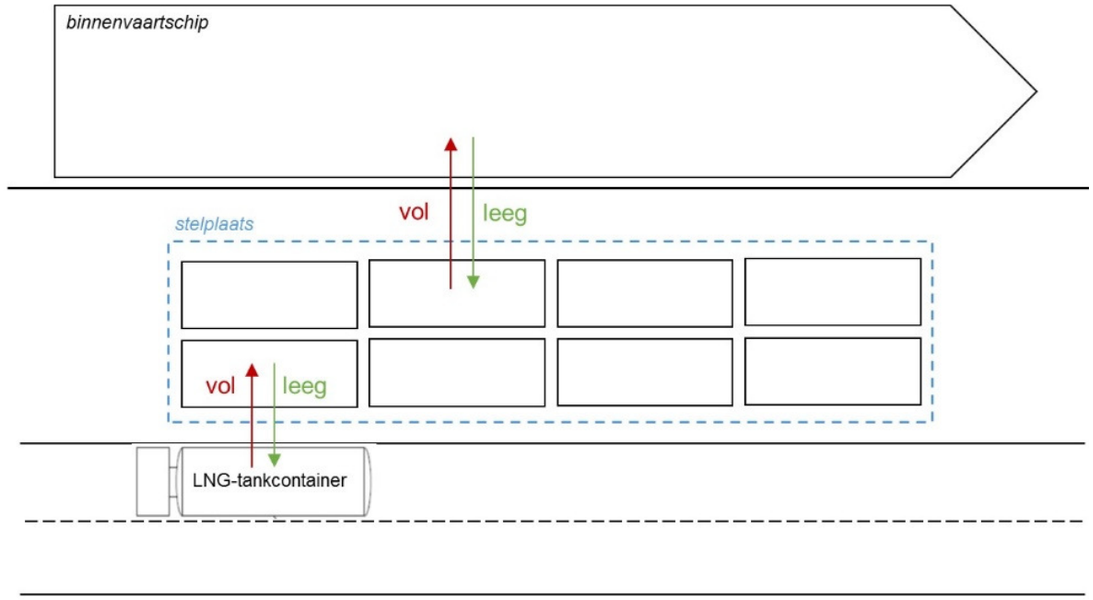
→ STELPLAATS VOOR TANKCONTAINERS

Een alternatieve methode om binnenvaartschepen te bevoorraden met LNG wordt schematisch voorgesteld in Figuur 16 en is gebaseerd op het concept van een vervangbare brandstoftank. Hierbij wordt een mobiele LNG-tankcontainer, die dienst doet als brandstoftank, aan boord van het binnenvaartschip gebracht. Indien de brandstoftank nagenoeg leeg is, kan deze op een containerterminal worden afgekoppeld en met behulp van een portaalkraan worden vervangen door een volle LNG-tankcontainer.
In afwachting van een containerwissel of het transport van lege tankcontainers naar een vulstation, worden volle en lege tankcontainers gestockeerd binnen een afgebakende zone (zgn. stelplaats) op een containerterminal.

In deze studie worden de risico's bepaald voor stelplaatsen met een gemiddelde aanwezigheid van 5, 10 en 20 volle tankcontainers. Uitgaande van 2 hefoperaties per containerwissel, worden het aantal hefoperaties met volle tankcontainers voor de

bestudeerde stelplaatsen geraamd op respectievelijk 1.000, 2.000 en 4.000 stuks per jaar.

De bijdrage van eenzelfde aantal lege LNG-tankcontainers tot het globale risico van de stelplaats wordt eveneens bestudeerd in de kwantitatieve risicoanalyse.



Figuur 16: Schematische voorstelling van een stelplaats met verplaatsbare brandstofstank voor LNG-aangedreven binnenvaartschepen (LNG-tankcontainers)

3.5.2 Aanwezige tankwagen tijdens een truck-to-ship bunkeroperatie

→ VOLUME

Het brutovolume van een tankwagen varieert van 50 tot 60 m³.

→ OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN

De openingsdruk van de veiligheidskleppen op een tankwagen is typisch ingesteld op een waarde tussen 6 en 10 barg. Uitzonderlijk wordt de openingsdruk van de veiligheidskleppen op een tankwagen verlaagd tot 3 barg om een grotere vullingsgraad van de tankwagen toe te kunnen laten.

→ NOMINALE WERKINGSTEMPERATUUR EN -DRUK

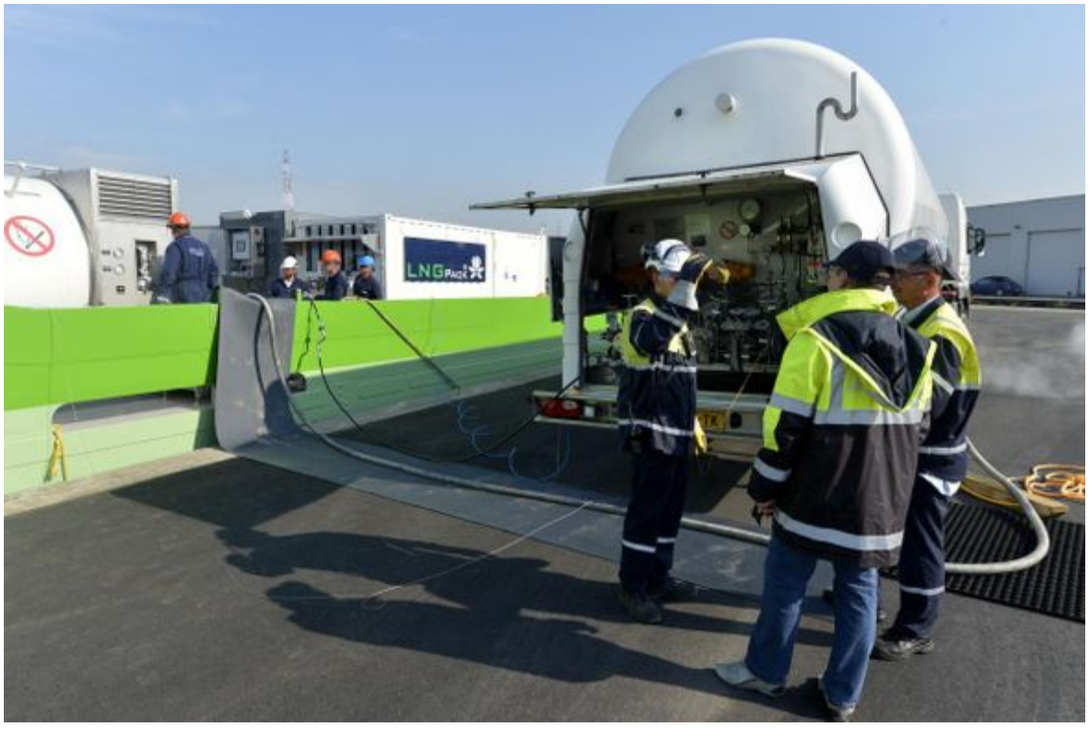
De temperatuur van het LNG in de tankwagen bij aankomst op de bunkerlocatie is typisch gelegen tussen -160 °C en -150 °C (verzadigingsdruk: 0,1–1,4 barg).

→ MAXIMALE AANSLUITDIAMETER

Tankwagens zijn typisch voorzien van een DN65 vulaansluiting.

3.5.3 Installatie voor het bunkeren van schepen vanuit een tankwagen (truck-to-ship)

Het bunkeren van een binnenvaartschip rechtstreeks uit een tankwagen gebeurt met een centrifugale pomp die gemonteerd is op de tankwagen.



Figuur 17: Beeld van een in operatie zijnde truck-to-ship bunkerprocedure (Schuler, 2014)

Wanneer het LNG in de brandstoftank van het schip zich op een hogere temperatuur bevindt dan het LNG in de tankwagen (i.e. meest voorkomende situatie), dan wordt vaak gekozen voor een topvulling. Het is echter afhankelijk van de klant dat top- en bottomvulling gecombineerd worden om de juiste afleverdruk af te stemmen: voor sommige afleverinstallaties is het mogelijk aan te raden om alleen topvulling toe te laten om terugstroming van vloeistof te voorkomen in geval van slangbreuk. Voor vulling van een LNG-opslagtank met industriële toepassing is dat niet altijd mogelijk omdat de tank direct op juiste druk moet staan en dan bodemvulling veelal vereist is.

→ NOMINAAL BUNKERDEBIET

Het nominale debiet bedraagt typisch 600 l/min. Aangezien TTS-bunkeroperaties in principe kunnen worden uitgevoerd aan een debiet tot 1.000 l/min, wordt in deze studie ook rekening gehouden met een hoger nominaal bunkerdebiet, nl. 900 l/min.

→ SLANGDIAMETER

Standaard wordt een TTS-bunkeroperatie uitgevoerd met een DN40 slang (600 l/min) of een DN50 slang (900 l/min).

→ VEILIGHEIDSMAATREGELEN

Standaard wordt de TTS-bunkerinstallatie voorzien van een noodstopsysteem dat minstens manueel door de chauffeur van de tankwagen kan worden geactiveerd, maar in sommige gevallen ook automatisch wordt geactiveerd door gasdetectie in de pomp- en meterkast van de tankwagen.

Verder is de vulleiding van de LNG-brandstoftank op het schip meestal voorzien van een terugslagklep. Een terugslagklep wordt niet door marine standards vereist (IGF of ESTRIN), maar dit is wel aan te raden.

→ NOMINALE TEMPERATUUR EN DRUK TIJDENS HET BUNKEREN

De nominale temperatuur van het LNG tijdens het bunkeren vanuit een tankwagen is gelegen tussen -160 °C en -150 °C.

Met betrekking tot de druk in de flexibele slang wordt rekening gehouden met een opvoerdruk van de pomp van 10 bar.

3.6 Stelplaats voor tankcontainers

→ VOLUME TANKCONTAINERS

Het brutovolume van een 40 ft. tankcontainer varieert van 40 tot 50 m^3.

→ OPENINGSDRUK VEILIGHEIDSKLEPPEN

In de risicoanalyse wordt uitgegaan van veiligheidskleppen die openen bij een druk van 6 barg.

→ VULLING TANKCONTAINERS

Voor volle tankcontainers wordt aangenomen dat ze maximaal gevuld zijn en ca. 19 ton LNG bevatten. Voor de lege tankcontainers wordt uitgegaan van een resthoeveelheid van max. 1 ton LNG.

→ NOMINALE WERKINGSTEMPERATUUR EN -DRUK

De temperatuur van het LNG in een volle tankcontainers is typisch gelegen tussen -160 °C en -142 °C (druk: 0,1–3 barg). Voor de lege tankcontainers wordt uitgegaan van een temperatuur van -134 °C (druk: 5 barg).

→ MAXIMALE AANSLUITDIAMETER

Tankcontainers zijn typisch voorzien van een DN65 vulaansluiting.

3.7 Vaste installatie voor bevoorrading industriële toepassing met LNG

Om een niet op het openbaar gasnet aangesloten bedrijf te kunnen voorzien van aardgas als brand- of grondstof, worden LNG-opslagtanks in toenemende mate, horizontaal dan wel verticaal, op bedrijfsterreinen geïnstalleerd. Dit illustreerde een Waals bedrijf in 2014 als eerste in België (Vermorgen, 2014).

Dergelijke opslagtanks zijn geen afleverinstallaties van LNG, zoals ze in hoofdstuk 6 van deze studie gedefinieerd worden, maar er zijn wel BBT in hoofdstuk 5 geselecteerd die relevant zijn voor deze opslagtanks.

Figuur 18: Vaste installatie voor de bevoorrading van een industriële toepassing met LNG (Cryonorm, s.d.)

3.8 Veiligheidsaspecten

De informatie m.b.t. veiligheidsaspecten in dit hoofdstuk 3 dient om een algemeen beeld te geven van mogelijke gebeurtenissen die niet tot het standaardproces behoren, en mogelijke (niet-limitatieve) gevolgen die hieraan gekoppeld kunnen worden.

In hoofdstuk 4 worden maatregelen (technieken) beschreven die deze faalscenario's kunnen voorkomen, de gevolgen ervan beperken, en dus in een verhoging van de externe veiligheid resulteren.

3.8.1 Studie van de procesveiligheid d.m.v. veiligheidsfuncties

Onderstaande bespreking van de veiligheidsaspecten is gebaseerd op de inzichten inzake het uitvoeren van procesveiligheidsstudies, zoals beschreven in de Informatienota Procesveiligheidsstudie van de Belgische Seveso-inspectiediensten. Hoewel oorspronkelijk bedoeld voor Seveso-bedrijven, kan deze aanpak ook toegepast worden voor procesinstallaties die geen deel uitmaken van een Seveso-bedrijf.

Het samenwerkingsakkoordi legt aan de exploitanten van Seveso-bedrijven op om alle nodige maatregelen te nemen om zware ongevallen te voorkomen en om de gevolgen daarvan voor mens en milieu te beperken.

Het beheersen van de risico's van zware ongevallen is dus gebaseerd op een dubbele strategie: het voorkomen ervan en -als ze zich toch voordoen ondanks de inspanningen om ze te voorkomen- de gevolgen ervan beperken.

Een zwaar ongeval wordt gedefinieerd als "een gebeurtenis, zoals een zware emissie, brand of explosie die het gevolg is van ongecontroleerde ontwikkelingen tijdens de exploitatie, die hetzij onmiddellijk, hetzij na verloop van tijd een ernstig gevaar oplevert voor de gezondheid van de mens binnen of buiten de inrichting of voor het milieu en waarbij één of meer gevaarlijke stoffen betrokken zijn".

Samengevat betekent dit dat de exploitant alle nodige maatregelen moet nemen om:

1. zware emissies te voorkomen (i.e. ongewenste vrijzettingen voorkomen)
2. branden en explosies te voorkomen (i.e. ongewenste vrijzettingen voorkomen en ontstekingsbronnen vermijden)
3. de gevolgen van zware emissies te beperken voor de mens en voor het milieu (i.e. lekken beperken, eens ze zich hebben voorgedaan).
4. de gevolgen van branden te beperken voor de mens en voor het milieu
5. de gevolgen van explosies te beperken voor de mens en voor het milieu.

Het centrale uitgangspunt van de methodologie voor het uitvoeren van procesveiligheidsstudies is de vaststelling dat in de praktijk de maatregelen die genomen worden in procesinstallaties niet het resultaat zijn van één enkele allesomvattende studie, maar het voorwerp uitmaken van aparte studies rond bepaalde, min of meer afgelijnde problematieken. In het algemeen kan men acht functies onderscheiden -verderop de acht veiligheidsfuncties (VF) genoemd– die telkens overeenstemmen met één bepaalde manier om in te grijpen in de loop van een ongevallenscenario waarbij gevaarlijke stoffen of energie vrijkomen:

VF1. Processtoringen beheersen
VF2. De degradatie van de omhullingen beheersen
VF3. Accidenteel vrijgezette hoeveelheden beperken
VF4. De verspreiding van vrijgezette stoffen en/of energie beheersen

VF5. Ontstekingsbronnen vermijden
VF6. Brandschade beperken
VF7. Beschermen tegen explosies
VF8. Blootstelling aan vrijgezette stoffen beperken.

De acht veiligheidsfuncties fungeren als een globale, rudimentaire checklist van te nemen maatregelen, wat de volledigheid van de procesveiligheidsstudie ten goede komt. Deze werkwijze bevordert bovendien het specificeren van meerdere onafhankelijke beveiligingslagen. De beveiligingslaag is de specifieke functie die de keten van gebeurtenissen in het scenario onderbreekt. Maatregelen zijn op hun beurt de concrete en tastbare voorzieningen die ervoor zorgen dat de beveiligingslaag zijn functie vervult.

Naast deze acht veiligheidsfuncties vormen de stoffen en reacties in de installatie mee de basis voor de procesveiligheidsstudie. De inherente gevaarlijke eigenschappen van stoffen en de fysische condities waarin ze aanwezig zijn in de installatie zijn immers bepalend voor de aard en de omvang van de schade die kan optreden wanneer ze worden vrijgezet. Daarnaast spelen stoffen en reacties een rol bij allerlei fenomenen die een ongewenste vrijzetting kunnen veroorzaken.

Stoffen kunnen een rol spelen in het veroorzaken van een vrijzetting. Een thermische ontbinding, een polymerisatiereactie of een interne explosie kunnen leiden tot hoge drukken en temperaturen.

De eigenschappen van de stoffen zijn verder bepalend voor de degraderende fenomenen die de omhullingen kunnen bedreigen, zoals allerlei vormen van corrosie en erosie. Eens vrijgezet uit de installatie, bepalen de eigenschappen van de stoffen de aard van de mogelijke gevolgen: brand, explosie, intoxicatie, chemische brandwonden of schade aan het milieu.

De belangrijkste stofeigenschappen in dit verband zijn:

- Thermische ontbinding
- Polymerisatie
- Corrosie en chemische aantasting
- Erosie
- Brand en explosie
- Intoxicatie door inademing
- Intoxicatie of brandwonden bij contact met de huid
- Schade aan het milieu
- Reactiviteit met andere stoffen (o.a. water) en constructiematerialen

Hieronder volgt een beknopte omschrijving van de risico's verbonden aan de stofeigenschappen. Vervolgens wordt de veiligheidsaspecten besproken, waarbij de indeling van de veiligheidsfuncties als basis wordt gebruikt. De beveiligingslagen en maatregelen worden uitvoerig besproken in hoofdstuk 4 van voorliggende BBT-studie.

3.8.2 Stofeigenschappen van LNG

Stofeigenschappen kunnen ongewenste reacties en corrosie mogelijk maken, die op hun beurt leiden tot een ongewenste vrijzetting.

Oorzaak: De inherente gevaarlijke eigenschappen van stoffen en de fysische condities waarin ze aanwezig zijn in de installatie. Daarnaast spelen reacties een rol bij allerlei fenomenen die een ongewenste vrijzetting kunnen veroorzaken.

Gevolg: De stofeigenschappen zelf zijn bepalend voor de aard en de omvang van de schade aan mens en milieu die kan optreden wanneer ze worden vrijgezet: brand, explosie, intoxicatie, chemische brandwonden of schade aan het milieu.
Een thermische ontbinding, een polymerisatie-reactie of een interne explosie kunnen leiden tot hoge drukken en temperaturen.
De eigenschappen van de stoffen zijn verder bepalend voor de degraderende fenomenen die de omhullingen kunnen bedreigen, zoals allerlei vormen van corrosie en erosie.

In onderstaande paragrafen worden eerst de fysische kenmerken en gevareneigenschappen van aardgas toegelicht. Vervolgens wordt verder ingegaan op de specifieke gevaren van LNG.

→ Aardgas / methaan

Aardgas is een fossiele brandstof die hoofdzakelijk bestaat uit methaan met kleine fracties van andere koolwaterstoffen (zoals ethaan en propaan), koolstofdioxide en stikstof. Het is een kleurloos en reukloos gas dat onder atmosferische omstandigheden lichter is dan lucht. Het gas is brandbaar binnen welbepaalde concentratiegrenzen in lucht (4,4–16,5 vol%).

Aardgas is niet toxisch en niet corrosief, maar kan bij vrijzetting in gesloten ruimten verstikkend werken door verdringing van de aanwezige lucht. Omwille van de lage dichtheid van het gas kan het onder atmosferische omstandigheden niet in grote hoeveelheden worden opgeslagen of worden getransporteerd. De opslag en het transport van aardgas gebeurt daarom hoofdzakelijk als gas onder hoge druk of in vloeibare toestand. De belangrijkste fysicochemische kenmerken en gevaareigenschappen van LNG zijn te raadplegen in een MSDS-fiche.

Tabel 8: Fysicochemische eigenschappen van LNG (Wolbers, 2015)

Liquefied Natural Gas (LNG)	
Sterk gekoeld aardgas (cryogeen)	-162 °C
Kooktraject[10]	-166 °C tot -57 °C
Brandbaarheid	Zeer brandbaar gas
Kleur en geur	Kleurloos en geurloos, geen geurstof toegevoegd; bij hoge concentratie: muf
Combinatie zuurstof	Verdrijft zuurstof, werkt verstikkend
Combinatie water	Niet oplosbaar in water, lichter dan water
Toxisch, bijtend en/of corrosief	Niet toxisch, niet bijtend of corrosief
UN- of VN-nummer	1972
GEVI	223
Expansiefactor	± 600 (1 liter vloeibaar LNG = 600 liter aardgas bij 0 °C)
Dichtheid	0,42-0,52 g/ml (1 liter LNG = 0,5 kg LNG)
Explosiegrenzen	5-15,8 vol%
Kritische druk	46 barg[9]
Kritische temperatuur	-83 °C
Verbrandingsproducten	CO_2, CO en water (schone brandstof)

Liquefied Natural Gas (LNG) is de benaming voor aardgas dat bij zeer lage temperatuur vloeibaar is. De temperatuur moet tenminste lager zijn dan de kritische temperatuur om een vloeibare fase te kunnen bekomen (-82 °C voor methaan). Typisch wordt LNG opgeslagen bij nagenoeg atmosferische druk of op een beperkte overdruk bij temperaturen van -162 °C (atmosferisch) tot -122 °C (10 barg). Het vloeibare gas bestaat hoofdzakelijk uit methaan (90 gew-%) en ethaan (10 gew-%) omdat andere componenten zoals waterdamp, koolstofdioxide en zwaardere koolwaterstoffen reeds bij de vloeibaarmaking van aardgas werden verwijderd.

Bij een accidentele vrijzetting van LNG op nagenoeg atmosferische druk zal het LNG door contact met de warme ondergrond hevig verdampen. De koude dampen die worden gevormd zijn in principe kleurloos, maar zijn waarneembaar door condensatie van de in de lucht aanwezige waterdamp (mist). De koude dampen zijn initieel zwaarder dan lucht en verspreiden zich aanvankelijk dicht bij de grond. Door opmenging met de omgevingslucht zullen de koude LNG-dampen geleidelijk opwarmen en zich neutraal gaan gedragen bij temperaturen vanaf ca. -110 °C (88) om tenslotte bij normale omstandigheden van druk en temperatuur lichter dan lucht te worden.

Bij een vrijzetting van LNG op een hogere druk en temperatuur zal het LNG rechtstreeks onder de vorm van damp/vloeistofnevel in de omgeving worden vrijgezet. Ontsteking van het vrijgezette product geeft onder de gegeven omstandigheden aanleiding tot het optreden van een fakkelbrand[42].

[42] Via http://www.scenarioboekev.nl/lng-tankwagen-fakkelbrand/ is hierover nog meer info te raadplegen.

Direct contact met vloeibaar aardgas kan aanleiding geven tot ernstige vrieswonden. Bij contact van LNG met koolstofstaal zal het staal verbrossen (door de lage temperatuur) en kan een stalen constructie gaan scheuren. Roestvaststaal behoudt wel zijn ductiliteit bij lage temperaturen en is daardoor beter bestand tegen het contact met cryogene vloeistoffen (M-Tech, 2017).

3.8.3 VF1 Processtoringen beheersen

Processtoringen zijn afwijkingen van de normale procesvoering.

Oorzaak: Defecte of slecht werkende apparatuur (bv. regelsystemen) of van menselijke fouten waardoor de procesparameters buiten het operationeel venster treden.

Gevolg: Ongewenste vrijzetting door afwijkende proces-condities.

1) Beschadiging van omhulling
2) Doorbraak via openingen naar atmosfeer
3) Ongewenst openen van de installatie (menselijke fout)

Voor de verdeling van LNG aan voer- en vaartuigen werden volgende aspecten geïdentificeerd:

→ Overvulling

"*Bij LNG-afleverinstallaties is het vullen van de LNG-opslagtank de activiteit met het grootste risico.*" (PGS 33-1, 2013). In dit kader zijn ruimtelijke aspecten als de locatie van de opstelplaats van de LNG-tankwagen en de interne afstanden van groot belang. Daarbij gaat het ook om de bereikbaarheid van het reservoir en het vulpunt en de toegankelijkheid van de opstelplaats voor de LNG-tankwagen. De LNG-tankwagen moet onbelemmerd de losplaats kunnen bereiken en verlaten. Naast deze ruimtelijke aspecten moeten de losprocedure en veiligheidsvoorzieningen op de LNG-tankwagen, in combinatie met bij de LNG-afleverinstallatie aangebrachte voorzieningen, een adequaat veiligheidsniveau tijdens het vullen van het reservoir garanderen.

Bij horizontale tanks is de vulgraad van de tank niet gelijk aan de vulhoogte. De dichtheid van het LNG wordt bij hogere temperatuur immers lager. Hierdoor zou bij 'warme' LNG een laag niveau worden gemeten en de tank overvuld kunnen worden wanneer er plots koud LNG aan toegevoegd wordt die de in de tank aanwezige LNG-damp terug vloeibaar maakt (PGS 33-1, 2013). Bij dergelijke horizontale tanks is daarom een gewichtsmonitoring meer zeggend dan een niveaumeter. Aan te raden is de combinatie van beide te gebruiken (zie ook paragraaf 4.17).

→ Drukopbouw

Door het opwarmen van LNG zet de vloeistof uit waardoor het niveau in de tank stijgt. Dit proces wordt omschreven als saturatie. Een te hoge overdruk in de tank kan het gevolg zijn van een overvulling, maar ook door een te grote warmte-insijpeling. Hierdoor gaat LNG over in dampfase en neemt de druk toe. In dampfase neemt het LNG immers een groter volume in. Voor kleine tanks (50-100 m^3) wordt het boil-off debiet op 0,2 tot 0,3 %/dag geschat. Voor grotere tanks (> 1.000 m^3) ligt dit boil-off-debiet een stuk lager, nl. minder dan 0,1 %/dag (M-tech, 2014).

Illustratief kan het voorbeeld van een Vlaams LCNG-tankstation genomen worden, waarin de cilindrische druktank 1 keer per week gevuld wordt. In het begin is de druk in de tank, vlak na het vullen met koud LNG, 2 à 3 barg. De laatste 2 à 3 dagen van die week loopt de temperatuur en daardoor ook de druk in de tank zodanig op, dat het LNG begint op te warmen, en er veel gasvormig methaanrijk gas in de tank zit.

→ **Menselijke fout**

Door een menselijke vergissing kan vergeten worden om na het vulproces de vul- of laadslang te ontkoppelen. Bij het wegrijden van het voertuig, kan schade aan de afleverinstallatie (dispenser) worden gebracht, met een mogelijke slangbreuk en LNG-vrijzetting tot gevolg.

3.8.4 VF2 Degradatie van omhullingen beheersen

Algemeen (los van LNG-aflevering): Typische degradatiefenomenen zijn corrosie, aantasting door waterstof, erosie, verzakkingen van fundering, vermoeiing, kruip en slijtage.

Oorzaak: Een toestand die aanleiding geeft tot het optreden van degradatie, onder volgende vormen: afname van de wanddikte, putvorming, scheuren, blaren, vervormingen, …

Gevolg: Ongewenste vrijzetting.

Bij contact van LNG met koolstofstaal, zal het staal verbrossen door de lage temperatuur en kan een stalen constructie gaan scheuren. Roestvaststaal behoudt wel zijn ductiliteit bij lage temperaturen en is daardoor beter bestand tegen het contact met cryogene vloeistoffen.

3.8.5 VF3 Accidenteel vrijgezette hoeveelheden beperken

De vrijgezette hoeveelheden worden bepaald door het lekdebiet en de duur van het lek.

Oorzaak: Een lek in een leiding of opslagvat (op de meest kritische plek, meestal onderaan)

Gevolg: De maximale vrijzetting die het gevolg kan zijn van het lek. Voor onder druk vloeibaar gemaakte gassen wordt damp vrijgezet, tot de volledige inhoud verdampt is. De vrijgezette hoeveelheden bij een lek in de gasfase zijn veel kleiner dan bij een lek in de vloeistoffase.

De drukopbouwverdamper van de opslagtank kan daarnaast door een pijpbreuk en ontsteking van het eventueel onder druk vrijkomende LNG tot een fakkelbrand, plasbrand of wolkbrand leiden. Welk type brand/explosie kan ontstaan, hangt af van de druk waarbij en de plaats waar het vrijkomende gas/damp/vloeistof (mengsel) uit de installatie-onderdelen treedt.

Tabel 9 geeft een overzicht van de generieke faalwijzen (vrijzettingsscenario's) en -frequenties (kans op falen per aanspraak) die voor de berekening van de veiligheidsafstanden worden toegepast voor de standaardcomponenten van LNG-samenbouwinstallaties.

Tabel 9: Generieke faalwijzen en –frequenties voor de componenten van de standaard samenbouwinstallaties (M-Tech, 2017)

Component	Generieke faalwijzen	Generieke faalfrequenties
Vaste druktank (Opslag & tankwagen)	Breuk	$3{,}2\ 10^{-7}$ /tankjaar
	Volledige uitstroom in 10 minuten	$3{,}2\ 10^{-7}$ /tankjaar
	Groot lek (i.e. breuk van de grootste aansluiting)	$1{,}1\ 10^{-6}$ /tankjaar
	Middelgroot lek ($\varnothing_{lek}$ = 25 mm)	$1{,}0\ 10^{-5}$ /tankjaar
	Klein lek ($\varnothing_{lek}$ = 10 mm)	$5{,}5\ 10^{-5}$ /tankjaar
Verplaatsbare druktank (tankcontainer)	Breuk	$3{,}2\ 10^{-7}$ /tankjaar
	Volledige uitstroom in 10 minuten	$3{,}2\ 10^{-7}$ /tankjaar
	Groot lek (i.e. breuk van de grootste aansluiting)	$1{,}1\ 10^{-6}$ /tankjaar
	Middelgroot lek ($\varnothing_{lek}$ = 25 mm)	$1{,}0\ 10^{-5}$ /tankjaar
	Klein lek ($\varnothing_{lek}$ = 10 mm)	$5{,}5\ 10^{-5}$ /tankjaar
	Val - groot lek ($\varnothing_{lek}$ = 50 mm)	$3{,}3\ 10^{-8}$ /verplaatsing
	Val - klein lek ($\varnothing_{lek}$ = 10 mm)	$3{,}3\ 10^{-7}$ /verplaatsing
Flexibele verlaadslang	Breuk	$5{,}4\ 10^{-7}$ /gebruiksuur
	Lek ($\varnothing_{lek}$ = 0,1 x $\varnothing_{leiding}$)	$5{,}4\ 10^{-6}$ /gebruiksuur
Vaste verlaadarm	Breuk	$3{,}0\ 10^{-8}$ /gebruiksuur
	Lek ($\varnothing_{lek}$ = 0,1 x $\varnothing_{leiding}$)	$3{,}0\ 10^{-7}$ /gebruiksuur
Pomp Centrifugaal met pakking	Lek ($\varnothing_{lek}$ = 0,1 x $\varnothing_{leiding}$)	$4{,}4\ 10^{-3}$ /pompjaar
Pomp Centrifugaal, pakkingsloos	Lek ($\varnothing_{lek}$ = 0,1 x $\varnothing_{leiding}$)	$1{,}0\ 10^{-4}$ /pompjaar
Bovengrondse leiding L: leidinglengte D: leidingdiameter	Breuk	$2{,}2\ 10^{-8}\ \frac{L}{D}$ /jaar
	Groot lek (Ølek = 0,36 x Øleiding)	$5{,}0\ 10^{-8}\ \frac{L}{D}$ /jaar
	Middelgroot lek (Ølek = 0,15 x Øleiding)	$1{,}2\ 10^{-7}\ \frac{L}{D}$ /jaar
	Klein lek (Ølek = 0,1 x Øleiding)	$2{,}8\ 10^{-7}\ \frac{L}{D}$ /jaar
Ondergrondse leiding L: leidinglengte	Breuk	$2{,}8\ 10^{-8}$ L /jaar
	Gat ($\varnothing_{lek}$ = 0,5 x $\varnothing_{leiding}$)	$6{,}9\ 10^{-8}$ L /jaar
	Barst ($\varnothing_{lek}$ = 10 mm)	$7{,}9\ 10^{-8}$ L /jaar
Warmtewisselaar (pijpen) L: totale pijplengte	Inwendige pijpbreuk ($\varnothing_{lek}$ = $\varnothing_{pijp}$)	$4{,}82\ 10^{-6}$ L /jaar
Noodstopsysteem	Operator activeert de noodstop niet	0,1 /aanspraak
	Automatisch detectiesysteem activeert de noodstop niet	0,01 /aanspraak
Terugslagklep (regelmatig getest)	Klep sluit niet bij terugstroming	0,06 /aanspraak

3.8.6 VF4 De verspreiding van vrijgezette stoffen en/of energie beheersen

De schade die vrijgezette stoffen kunnen veroorzaken, wordt mede bepaald door de mate waarin de stoffen zich in de omgeving kunnen verspreiden. Verspreiding kan een

gunstig of ongunstig effect hebben afhankelijk van aard en omstandigheden: brandbaar, explosief, (eco)toxisch. Ook bluswater verspreidt zich.

Oorzaak: Een lek van een bepaalde stof, eventueel van een bepaalde omvang (debiet of totale hoeveelheden).

Gevolg: Grondwaterverontreiniging, vorming van een explosieve wolk, afdrijven van een toxische wolk.

Bij een accidentele vrijzetting van LNG op nagenoeg atmosferisch druk zal het LNG door contact met de warme ondergrond hevig verdampen. De koude dampen die worden gevormd zijn in principe kleurloos, maar zijn waarneembaar door condensatie van de in de lucht aanwezige waterdamp (mist).

De koude dampen zijn initieel zwaarder dan lucht en verspreiden zich aanvankelijk dicht bij de grond. Door opmenging met de omgevingslucht zullen de koude LNG-dampen geleidelijk opwarmen en zich neutraal gaan gedragen bij temperaturen vanaf ca. -110 °C (88) om tenslotte bij normale omstandigheden van druk en temperatuur lichter dan lucht te worden.

Bij een vrijzetting van LNG op een hogere druk en temperatuur zal het LNG rechtstreeks onder de vorm van damp/vloeistofnevel in de omgeving worden vrijgezet. Ontsteking van het vrijgezette product geeft onder de gegeven omstandigheden aanleiding tot het optreden van een fakkelbrand.

Voor vrijzetting van LNG zijn grondwaterverontreiniging en het kunnen ontstaan van een toxische wolk niet relevant.

3.8.7 VF5 Ontstekingsbronnen vermijden

Een explosieve atmosfeer is een mengsel van lucht en brandbare stoffen. Een ontstekingsbron is een fysisch of chemisch fenomeen dat een explosieve atmosfeer tot ontsteking kan brengen.

Oorzaak: Een brand of explosie kan enkel optreden bij het gelijktijdig optreden van een explosieve atmosfeer en de aanwezigheid van een ontstekingsbron.

Gevolg: Brand of explosie.

3.8.8 VF6-VF7 Brand- en explosieschade beperken

Brandbare gassen en vloeistoffen met een vlampunt lager dan omgevingstemperatuur zijn brandgevaarlijk. Ook vloeistoffen bij een temperatuur hoger dan hun vlampunt.

Oorzaak: Een brand in de nabijheid, vrijzetting van ontvlambare stoffen, oorzaak van de brand.

Gevolg: Brand kan schade aanrichten aan installatie-onderdelen, draagstructuren en kabelgoten, hetgeen kan leiden tot een verdere escalatie van de noodsituatie (domino-effecten).

Oorzaak: Een (representatieve) explosie nabij de installatie

Gevolg: Beschadiging van onderdelen en gebouwen of de eventuele gevolgen daarvan.

Schade aan mensen (longen en trommelvliezen) + secundaire en tertiaire effecten

Aardgas is brandbaar binnen welbepaalde concentratiegrenzen in lucht (4,4 – 16,5 vol%).

Explosie en brand zijn algemeen benoemde, maar naar externe veiligheid toe de meest significante vervolgscenario's die het gevolg kunnen zijn van een welbepaald vrijzettingsscenario (bv. leidingbreuk) aan een onderdeel van de installatie.

Ontsteking van het vrijgezette product uit een installatie(onderdeel) kan, afhankelijk van het vrijzettingsscenario en het al dan niet onder druk staan van het betrokken installatieonderdeel, na vertraagde of directe ontsteking leiden tot de types brand/explosie opgesomd in Tabel 10:

Tabel 10: Types brand of explosie en het moment waarop ze kunnen optreden (M-Tech, 2017)

	Toelichting	Instantane vrijzetting	Continue vrijzetting
E0	Fenomenen die rechtstreeks gekoppeld zijn aan de vrijzetting	BLEVE	Niet van toepassing
E1	Fenomenen die optreden na directe ontsteking	Vuurbal	Fakkelbrand
		Plasbrand	Plasbrand
E2	Fenomenen die optreden bij een vertraagde ontsteking van een brandbare wolk waarbij de vlammen versnellen tot voldoende hoge snelheden om een significante overdruk te produceren	Gaswolkexplosie	Gaswolkexplosie
E3	Fenomenen die optreden bij een vertraagde ontsteking van een brandbare wolk waarin de vlamsnelheid onvoldoende is om een significante overdruk te produceren	Wolkbrand	Wolkbrand
E4	Fenomenen die optreden bij het volledig uitblijven van ontsteking	Niet van toepassing	Niet van toepassing

De voormelde brand- en explosiegerelateerde vervolgscenario's van een vrijzettingsscenario van LNG uit een installatieonderdeel zal warmtestraling en/of overdruk tot gevolg hebben. Dit effect zal tot een bepaalde afstand van de plaats van gebeurtenis een invloed op het veiligheidsniveau hebben. Ook de blootstellingstijd aan de warmtestraling bepaalt mee het effect (schade) op personen en installaties.

Brandbestrijding: detectie en blusmiddelen inzetten.

3.8.9 VF8 Blootstelling aan vrijgezette stoffen beperken

Oorzaak: Een vrijzetting van gevaarlijke stoffen (gas/damp, vloeistof, vaste stof).

Gevolg: De gevolgen van de blootstelling voor de werknemers;
Bv. intoxicatie, verdoving, euforisch gedrag, ademhalingsmoeilijkheden, verbranding, …

Aardgas is niet toxisch, maar kan bij vrijzetting in gesloten ruimten verstikkend werken door verdringing van de aanwezige lucht. Doordat installaties zich in de buitenlucht bevinden, zal een eventuele methaangaswolk snel verdunnen, waardoor het verstikkingsgevaar snel afneemt (M-Tech, 2013). Direct contact met LNG kan aanleiding geven tot ernstige vrieswonden ('frost bite').

Bij contact van LNG met een installatieonderdeel, hangt het gevolg af van de locatie en het materiaal waaruit het betrokken installatieonderdeel is vervaardigd. Na contact van LNG met koolstofstaal zal het staal bros worden en zullen de mechanische eigenschappen ervan veranderen. Een stalen constructie kan na contact met LNG gaan scheuren. Roestvaststaal behoudt wel zijn vervormbaarheid (= mate waarin het materiaal plastische vervorming toelaat) bij lage temperaturen en is daardoor beter bestand tegen het contact met cryogene vloeistoffen (M-Tech, 2013).

Bij ondergrondse leidingen bestaat bij vrijzetting de mogelijkheid op bevriezingsverschijnselen van de bodem die een effect kunnen hebben op de beperking van de thermische krimp van de leiding (PGS 33-1, 2013).

3.9 Milieuaspecten

→ Energieverbruik

Pompen en compressoren die in de verschillende processen ingezet worden (voor overslag, drukopbouw, verdeling, …), zijn de grootste energieverbruikers van de in deze studie besproken processen.

Het energetisch aspect heeft bij LNG-infrastructuur vaak betrekking op de mate van warmte-insijpeling in de installatie en het LNG. Als het LNG door een hogere warmte-insijpeling sneller opwarmt, stijgt de druk sneller, en is een snellere afzet van LNG vereist om tijdig nieuw koud LNG in de opslagtank te kunnen laden, om zo de tankdruk op laag peil te kunnen houden.

De vereiste hoge afleverdruk van LNG voor sommige types trucks zijn voor tankstations vanuit energetisch aspect daarom minder interessant dan wanneer alle LNG-trucks op LNG met lage druk zouden rijden. Een hoge afleverdruk vereist immers een grotere warmte-insijpeling om het LNG op voldoende hoge temperatuur en druk te krijgen (in de drukopbouwverdamper en naverwarmer). Een deel van dit warme LNG keert terug naar de tank, en warmt per tankbeurt van een truck op hoge druk de LNG in de tank meer op dan wanneer de tankende truck op een lage druk zou rijden. Wanneer een vrachtwagen met een LNG-brandstoftank op 18 bar LNG komt tanken, moeten bijvoorbeeld ook de relatief warme boil-off gassen uit de lege brandstoftank van de vrachtwagen worden gecapteerd in de LNG-opslagtank van het tankstation om nieuw LNG in de brandstoftank te kunnen laden. Dit is al een eerste vorm van warmte-insijpeling in de LNG-opslagtank.

Er is weliswaar een algemene trend merkbaar onder fabrikanten van trucks om meer naar de op lage druk opererende LNG-vrachtwagens te evolueren. Op termijn zou een Europese of wereldwijde standaard voor aflevering van LNG aan trucks de markt ten goede komen. LNG-tankstations kunnen eenvoudiger ontworpen worden, hebben minder warmte-insijpeling door aflevering op lage druk, en de eigenaars van LNG-trucks zouden in elk LNG-tankstation kunnen tanken.

→ Diffuse luchtemissies

Een diffuse emissie is een emissie die niet afkomstig is van een puntbron. Diffuse luchtemissies ontstaan bijvoorbeeld aan niet 100% lekdichte installatie(s)(onderdelen).

In normale bedrijfsomstandigheden komt er geen vloeibaar LNG vrij tijdens, voor of na het LNG-verdeelproces. Er zijn wel mogelijke bronnen van gasvormige methaanemissies (zie Tabel 11). Emissies van methaan zijn schadelijk voor het milieu omwille van het aardopwarmingsvermogen van methaan dat 28 keer groter is dan CO_2. Om deze te voorkomen of te minimaliseren zijn er maatregelen te nemen die in hoofdstuk 4 staan beschreven.

Diffuse emissies van methaangas kunnen afkomstig zijn van ventilatieopeningen, lekkages van instrumenten en niet optimaal werkende kleppen, afdichtingen en overdrukventielen (Mokhatab et al., 2014). In een goed ontworpen/onderhouden installatie zou dit zich in normale bedrijfsomstandigheden niet of zeer beperkt mogen voordoen.
Door het opwarmen van het product kunnen zogenaamde 'ademverliezen[43]', maar dit wordt ten eerste zoveel mogelijk beperkt door een dubbelwandige isolatie en thermische straling werende verflaag op de tank. Ten tweede zijn ademverliezen vooral relevant bij (slecht geïsoleerde) atmosferische opslagtanks.

Door het gebruik van flensverbindingen zal er een diffuse emissie optreden van koelmiddelen (in het geval van een liquefactie-installatie voor boil-off gas) en/of methaan en andere componenten in de methaanrijke gasstroom. Lasverbindingen voorkomen een dergelijke diffuse emissie langs die weg (zie ook hoofdstuk 4).

Tabel 11 geeft een overzicht van wat in 2013 als de huidige stand van kennis werd beschouwd qua diffuse emissies bij laad- en tankprocessen van tankcontainers en voertuigen. Voor overslagprocessen waar vaartuigen bij betrokken zijn, werden geen cijfers gevonden. De onderstaande tabel geeft een indicatie van de hoeveelheid methaan die accidenteel of uit operationele noodzaak naar de atmosfeer wordt geëmitteerd. In hoofdstuk 4 worden maatregelen voorgesteld om deze emissies te reduceren of te voorkomen.

Tabel 11: Overzicht van de mogelijke bronnen en geschatte hoeveelheden van diffuse methaanemissies (Hendrickx, 2013)

Proces	Frequentie	Emissie methaan naar de lucht
Laden van tankcontainer	Bij elke lading	< 1 Nm³
Lossen van tankcontainer	Bij elke lossing	0,05 Nm³
Normaal gebruik tankstation	Dagelijks (boil-off[44])	Afhankelijk van de configuratie en het aantal tankvullingen
Onderhoud van het tankstation	Jaarlijks	100–400 Nm³
Tanken van voertuigen	Per tankbeurt	< 0,0005 Nm³
Legen van voertuigen	Per leegbeurt	< 0,05 Nm³
Legen van opslagtanks	Per leegbeurt	0,05 Nm³

[43] "*Ademverliezen ontstaan door dampuitdrijving bij meteorologische variaties gedurende dag- en jaarcyclus. Hierbij blijft het vloeistofniveau quasi constant en zijn de verliezen gevolg van de optredende explansies en contracties van het gasvolume in de tank onder invloed van veranderende weersomstandigheden.*" (Gysens, 2008)

[44] Boil-off gas/damp verwijst naar de gegenereerde gassen tijdens de opslag van vluchtige vloeibare gassen, zoals LNG. LNG kookt bij iets meer dan -163 °C bij atmosferische druk en wordt meestal bij deze temperatuur geladen, getransporteerd en afgevoerd (The Petroleum Economist & PwC, 2006).

→ Geleide luchtemissies: boil-off gassen

Het is een uitdaging voor elke exploitant van een opslagtank met cryogene vloeistoffen (zoals LNG) om de vorming van boil-off te minimaliseren. Een goede bedrijfsvoering met voldoende doorzet zal hier alvast sterk toe bijdragen. De vorming van boil-off gas is echter onvermijdelijk, en hoeft op zich ook geen probleem te vormen zolang de druk van deze gassen niet de afblaasdruk van de veiligheidsventielen van de opslagtank overschrijdt. In dat geval vindt er immers een geleide emissie van zuiver methaan plaats (tenzij deze afgeblazen gassen afgeleid en gecapteerd worden, zie hoofdstuk 4).

Warmte-insijpeling in een opslagtank en contact van koud LNG met warmere installatieonderdelen (bv. leiding naar de dispenser) leidt tot verdamping van het LNG. Gelet op de producteigenschappen van methaan resulteert de verdamping van een kleine hoeveelheid LNG in een drukverhoging in de tank en installatieonderdelen. Drukverhoging is in sommige operationele omstandigheden gewenst, bijvoorbeeld om een LNG-stroming op gang te krijgen bij een vulproces vanuit een tankwagen.

Figuur 19 geeft een beeld van de boil-off ratio's van verschillende types opslagtanks onder druk.

Installatie	Positie	Tankvolume (m^3)	Isolatietype	Boil-off-ratio (% / dag)
Bovengronds	Verticaal	3-50	Vacuüm-perliet	**0,2–0,5**
Bovengronds	Horizontaal	20-250	Vacuüm-perliet	**0,1–0,2**
Ondergronds	Horizontaal	20-250	Vacuüm-perliet	**0,1–0,2**
Ondergronds	Horizontaal	100-500	Perliet-stikstof	**0,3–0,6**

Figuur 19: Overzicht van indicatieve boil-off ratio's voor verschillende druktankvolumes en –locatie (EN 13645, 2001).

→ Afvalstoffen

De afvalstoffen die vrijkomen ten gevolge van de uitbating van de installatie zijn doorgaans beperkt. Het betreffen met huishoudelijke afval vergelijkbare bedrijfsafvalstoffen die geproduceerd worden door klanten die het in vuilnisbakken op het station achterlaten. Dit type afval wordt opgehaald door de plaatselijke openbare reinigingsdiensten of door een erkend ophaler.

→ Afvalwater / hemelwater / grondwater (en bodem)

In normale bedrijfsomstandigheden komt er geen LNG vrij voor of na het tankproces. Als het al vrij zou komen, zal dit geen aanleiding geven tot grondwater- en grondverontreiniging, noch afval- of hemelwaterverontreiniging. LNG vervluchtigt immers onmiddellijk.

→ Geluid

Voer- en vaartuigen die LNG leveren en de voer- en vaartuigen die het komen tanken, kunnen geluidshinder veroorzaken. Daarnaast kunnen bepaalde installatieonderdelen zoals een pomp of compressor geluid produceren. Afgezien hiervan zal een LNG-tankstation in normale omstandigheden geen hinderlijke geluidsemissies veroorzaken.

In Nederland zijn PIEK normen goed ingeburgerd en bestaan er regels voor certificatie van het materieel. Inmiddels is ook in Vlaanderen al een tweede PIEK-project lopende, dat wordt afgerond midden 2015. De PIEK normen hebben alles te maken met geluidsbeperking bij laden en lossen. Trekkers op LNG dragen bij aan het reduceren van de geluidsemissies bij laad- en losprocessen.

→ Milieuaspecten als gevolg van calamiteiten

Het milieu beschermen tegen de gevolgen van zware emissies zal in hoofdzaak gerealiseerd moeten worden door te voorkomen dat de vrijgezette stoffen in contact komen met kwetsbare delen van het milieu. Maatregelen om de verspreiding van stoffen die het milieu bedreigen tegen te gaan, zijn in dit verband dus zeer belangrijk en worden beschreven in hoofdstuk 4.

De voornaamste risico's van een brand voor het milieu houden verband met de vorming van ecotoxische verbrandingsproducten, met de verspreiding van gecontamineerd bluswater in het milieu en met de uitbreiding van de brand naar de omgeving en de bijhorende milieuschade.

HOOFDSTUK 4 BESCHIKBARE TECHNIEKEN TER VERHOGING VAN HET BESCHERMINGSNIVEAU VAN MILIEU EN VEILIGHEID

In dit hoofdstuk lichten we de verschillende technieken/maatregelen toe die in de sector van verdeling van LNG getroffen kunnen worden om een antwoord te bieden op de in hoofdstuk 3 vermelde relevante milieu- en veiligheidsaspecten.

Dit hoofdstuk beschrijft maatregelen om milieubelasting te voorkomen of te beperken, en om de externe veiligheid te borgen.

De **milieuvriendelijke technieken** worden besproken volgens de voor deze sector relevante **milieudisciplines**: lucht, energie en geluid.

De **technieken** om het niveau van **externe veiligheid** te verhogen en om het milieu te beschermen, zijn mee in dit hoofdstuk verweven.

De informatie in dit hoofdstuk vormt de basis waarop in hoofdstuk 5 de BBT-evaluatie zal gebeuren. Het is dus niet de bedoeling om reeds in dit hoofdstuk (hoofdstuk 4) een uitspraak te doen over het al dan niet BBT zijn van bepaalde technieken. Het feit dat een techniek in dit hoofdstuk besproken wordt, betekent m.a.w. niet per definitie dat deze techniek BBT is.

Alle (kandidaat-)BBT zijn gericht op normale omstandigheden en het voorkomen van abnormale omstandigheden, en om schade, indien abnormale toestanden daartoe zouden leiden, te voorkomen of te beperken.

4.0 Inleiding/leeswijzer

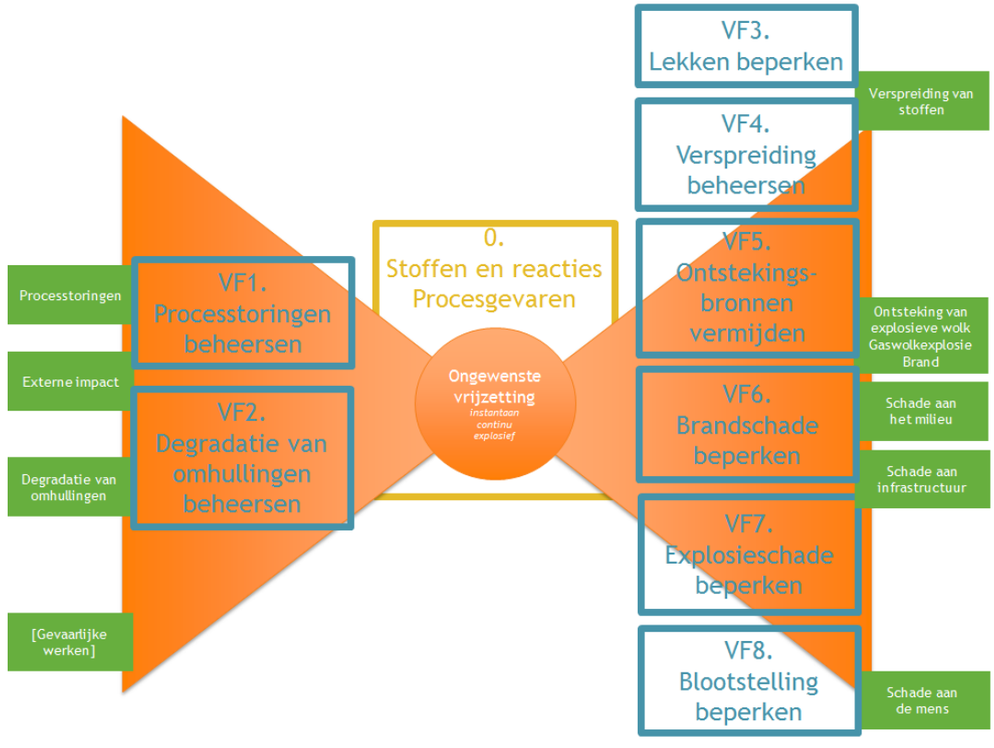
Het uiteindelijke doel van de in dit hoofdstuk beschreven maatregelen is steeds om een hoger niveau van milieubescherming of veilige bedrijfsvoering te realiseren.

Voor sommige maatregelen zijn reeds bepalingen opgenomen in Vlarem (bv. bij de maatregel “lekdetectie” bestaat er reeds een VLAREM-bijlage m.b.t. “permanente lekdetectie”), maar zijn in dit hoofdstuk opnieuw belicht omwille van de relevantie voor de activiteiten onder de studiescope. In hoofdstuk 6 wordt duidelijk welke wijzigingen aan het bestaande VLAREM-kader worden gesuggereerd.

Andere maatregelen zijn nieuw (bv. CNG-productie uit LNG als boil-off gas maatregel), en zullen (mits ze in hoofdstuk 5 als BBT geëvalueerd worden) in hoofdstuk 6 als nieuwe (sectorale) voorwaarden worden verwoord/verwerkt.

Veiligheidsfuncties

Zoals in hoofdstuk 3 werd beschreven, dienen de maatregelen uit deze BBT-studie één of meerdere veiligheidsfuncties. De aard van de veiligheidsfunctie geeft aan of ze, net als de eraan te linken maatregelen, een preventief of gevolgbeperkend doel heeft.



Figuur 20: Overzicht van de preventieve (VF1-VF2) en de gevolgbeperkende (VF3-VF8) veiligheidsfuncties, met in groen een aanduiding van mogelijke oorzaken (links) en gevolgen (rechts) in relatie tot een ongewenste vrijzetting van LNG tijdens exploitatie van een LNG-afleverinstallatie

Hoe de veiligheidsfunctie zich op het vlinderdasmodel positioneren, is weergegeven in Figuur 20.

In het centrum van de vlinderdas staat de ongewenste vrijzetting van LNG.

De oorzaak van de ongewenste vrijzetting is meestal een samenloop van omstandigheden waarbij de voorziene veiligheidsmaatregelen niet meer afdoende werkten. Elke genomen preventieve maatregel fungeert als een barrière om de ongewenste vrijzetting te voorkomen. De directe en onderliggende gevaren (oorzaken) samen met de preventieve maatregelen vormen de linkerkant van de vlinderdas.

De ongewenste vrijzetting zal resulteren in een aantal gevolgen. Gevolgbeperkende maatregelen moeten de mogelijke schade voorkomen of beperken. De rechterkant van het vlinderdasmodel wordt gevormd door de mogelijke gevolgen van de ongewenste vrijzetting, samen met de gevolgbeperkende maatregelen. Hierbij kan nog onderscheid gemaakt worden tussen maatregelen die ervoor moeten zorgen dat er -eenmaal de gevaarlijke stof ongewenst vrijgezet is- geen schade kan optreden

(beschermingsmaatregelen) of dat de optredende schade beperkt blijft (mitigerende maatregelen).

Het vlinderdasmodel beschrijft zowel het veiligheidsrisico voor de mens als voor het milieu. Voor elke beschikbare techniek wordt aangegeven of het om een preventieve (P) of gevolgbeperkende (GB) maatregel gaat door een kleine vlinderdas waarvan respectievelijk de linker- of rechterkant is ingekleurd.

Naast de opdeling preventief en gevolgbeperkend, cfr. het vlinderdasmodel en de bijhorende 8 veiligheidsfuncties is nog een bijkomend onderscheid in de aard van de maatregel te maken: is de maatregel eerder technisch of organisatorisch?

- Technische maatregelen omvatten onderdelen, toestellen, hulpmiddelen e.d. die vaak in de installatie geïntegreerd worden om het veiligheidsniveau te verhogen.

- Organisatorische maatregelen omvatten het opzetten van een beleid, opleidingen, procedures, voorschriften, signalisatie enz. die de mens duidelijk maken dat het aangewezen is om te handelen volgens bepaalde afspraken. Hierbij blijft de menselijke factor (zijnde menselijk ingrijpen/menselijk handelen) aanwezig.

Volgens de preventiehiërarchie gaat de voorkeur dan ook uit naar technische maatregelen, die om doeltreffend te kunnen zijn meestal ook complementaire organisatorische maatregelen zoals een regelmatig onderhoud vereisen.

Complementair aan Figuur 20 geeft de tabel op de volgende bladzijden het resultaat van de oefening om, in het kader van volledigheid, de maatregelen uit hoofdstuk 4 met de veiligheidsfunctie(s) te linken. Deze tabel kan de lezer kortom als leidraad gebruiken om gericht te kunnen zoeken naar maatregelen die gelinkt zijn aan een bepaalde veiligheidsfunctie.

Tabel 12: Kruistabel met relatie tussen de in H4 beschreven maatregelen en de 8 veiligheidsfuncties (FOD WASO)

Veiligheidsfunctie **Techniek**	Processtoringen beheersen	Ddegradatie van omhullingen beheersen	Accidentele vrijzettingen beperken	Verspreiding van vrijzettingen beheersen	Ontstekingsbronnen vermijden	Brandschade beperken	Schade door Explosie beperken	Blootstelling aan vrijzettingen beperken	LNG-eigenschappen en -reacties
4.1 Risicobeheersing m.b.v. een managementsysteem	X	X	X	X	X	X	X	X	
4.2 Opleiden van belanghebbenden	X	X	X	X	X	X	X	X	
4.3 Afspraken en regels over handelingen met LNG-houdende installatie(onderdelen)	X		X		X			X	
4.4 Voorzien van maatregelen voor toezicht & toegang	X	X	X						
4.5 Voorzien en gebruik maken van onderhoudsprocedures		X							
4.6 Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van goede praktijk	X	X	X	X	X	X	X	X	
4.7 Respecteren van interne scheidingsafstanden		X				X	X	X	
4.8 Respecteren van externe scheidingsafstanden		X				X	X	X	
4.9 Voorzien en inoefenen van up-to-date noodprocedures			X	X	X	X	X	X	
4.10 Voorzien en aanduiding van veiligheidszonering					X				
4.11 Vlotte en veilige verkeerscirculatie op de inrichting		X							
4.12 Vrijzetting door degradatie voorkomen		X	X						
4.13 Potentiaalverschillen tussen installatieonderdelen voorkomen					X				
4.14 Aflevering d.m.v. een vaste verdeelarm			X						
4.15 Ontwerpmaatregelen treffen om warmte-insijpeling te voorkomen	X		X						

4.16 Voorzien van een opvangvoorziening voor vrijgesteld LNG				X					
4.17 Voorkomen van en beveiliging bij overvulling	X								
4.18 Voorkomen van en beveiligen bij overdruk	X								
4.19 LNG-overslag d.m.v. van breekkoppelingen & lekvrije snelkoppelingen			X						
4.20 Afschermen van gevoelige installatieonderdelen		X							
4.21 Voorzien en gebruiken van persoonlijke beschermingsmiddelen								X	
4.22 Voorzien van branddetectie en brandbestrijdingsmiddelen						X			
4.23 Veiligheids- en milieu-informatie communiceren d.m.v. signalisatie	X		X		X			X	
4.24 Gecontroleerde immobilisatie van voer- en vaartuigen bij overslag		X							
4.25 Voorzien van een dodemansknop			X	X					
4.26 Voorzien van een gekoppeld noodstopsysteem (emergency shutdown - ESD)			X	X					
4.27 Optimaliseren van de LNG-aan- en afvoer	X								
4.28 Boil-off gas managementtechniek: Injecteren van methaan(gas) op een lokaal aardgasnet	X								
4.29 Boil-off gas managementtechniek: Productie van elektriciteit uit LNG	X								
4.30 Boil-off gas managementtechniek: Productie van CNG uit LNG	X								
4.31 Boil-off gas managementtechniek: In-line saturatie (‘saturation on the fly’)	X								
4.32 Boil-off gas managementtechniek: LNG-boil-off-conditionering door reliquefactie	X								
4.33 Gebruik van (mobiele) fakkelinfrastructuur				X					
4.34 Voorzien van een (droog) tankafkoelingsysteem ((dry) deluge system)		X				X			
4.35 Voorzien van lekdetectie			X						
4.36 Overzichtelijke inrichting van de plaats van exploitatie		X							
4.37 Voorzien van mogelijkheid om LNG uit opslagtank te kunnen ledigen (nood/onderhoud)			X						

4.1 Risicobeheersing m.b.v. een managementsysteem

➔ Beschrijving

Het hebben en naleven van afspraken met klanten, overheid, aannemers, brandweer, omwonenden, … t.b.v. een voor al deze betrokkenen aanvaardbaar niveau van (externe) veiligheid en milieu is een **preventieve** en **organisatorische** maatregel.

VLAREM II legt hieromtrent reeds een bepaling op in Afdeling 4.1.12. Risicobeheersing. Daarnaast bestaan reeds regels en procedures uit Gemeentelijke Havenpolitieverordening die nageleefd worden door exploitanten van LNG-afleverinstallaties in havengebied.

Een beheersing van de risico's bij de exploitatie van een LNG-afleverinstallatie d.m.v. een managementsysteem dient om op een gestructureerde en continu verbeterende manier minimaal aan de wettelijke verplichtingen en normeringen te voldoen. Via een geïntegreerd managementsysteem wordt structureel aandacht besteed aan milieu, veiligheid en gezondheid in de bedrijfsvoering. Deze maatregel heeft kortom tot **doel** om de risico's die uitgaan van de exploitatie van de LNG-samenbouw op een gestructureerde en georganiseerde manier te beheersen. Hierbij staan volgende concrete uitgangspunten centraal:

- voldoen aan de wet- en regelgeving inzake milieu, veiligheid en gezondheid;
- beheersen van milieuaspecten en veiligheids- en gezondheidsrisico's voor medewerkers en derden;
- streven naar een continue verbetering van de milieu- veiligheids- en gezondheids-prestaties van het bedrijf;
- communiceren van het milieu- veiligheids- en gezondheidsbeleid aan relevante belanghebbenden.

Een managementsysteem t.b.v. risicobeheersing is minstens een bundeling afspraken, en/of frequentiebepalingen m.b.t. technische en organisatorische (sub)maatregelen, zoals hieronder opgelijst, en verder in dit hoofdstuk voor sommige maatregelen in meer detail beschreven:

- het uitvoeren van risicoanalyses om de risico's te identificeren en evalueren;
- het nemen van passende maatregelen om deze risico's tot een aanvaardbaar niveau te reduceren door de kans en/of de ernst van het risicoscenario te verlagen. Dergelijke maatregelen omvatten, cfr. de volgende benadering van de preventiehiërarchie:
    - (Inherent veilige) ontwerpmaatregelen;
    - (Collectieve) beschermingsmiddelen en –systemen;
    - Werk- en onderhoudsinstructies (bv. instructiebladen of opleiding);
    - Persoonlijke beschermingsmiddelen
    - Signalisatie
    - Noodplannen en –procedures
- het documenteren en registreren van installatiegerelateerde aspecten en incidenten (zie ook voorgestelde checklist periodieke controles in hoofdstuk 6) d.m.v. een logboek dat voor de toezichthoudende overheid beschikbaar gehouden wordt:
    - Installatieschema, as-built plannen
    - Technisch constructiedossier conform actuele situatie
    - Keurings- en indienststellingsverslagen en -certificaten
    - Logboek met daarin het overzicht van werkzaamheden, onderhoudsingrepen, keuringen, calamiteiten, opleidingen, en andere relevante zaken

  - Explosieveiligheids- en zoneringsdossier (ATEX 114 en ATEX 151)
  - Controlerapporten afdeling handhaving (van departement Omgeving)
- de aflevering van LNG vindt uitsluitend plaats aan/door een afnemer die door de beheerder van het tankstation is geregistreerd als toegelaten afnemer. Deze opvolging en registratie gebeurt door de exploitant. De exploitant van de LNG-afleverinstallatie legt bij deze registratie in een verklaring vast dat de toegelaten afnemer bekend is met en zich houdt aan de actuele tankinstructie (PGS 33, 2017);
- bij verdeling in havengebied vanuit een afleverinstallatie naar een schip leven de exploitant en betrokken gebruikers de reglementen en procedures van de havenkapiteinsdienst na (HVA, 2016);
-

Om de administratieve lasten voor individuele bedrijven te beperken, kunnen rapporteringen en acties met betrekking tot kwaliteit, externe veiligheid en milieu zoveel mogelijk worden gestructureerd en op elkaar worden afgestemd. Ook integratie en afstemming van genomen maatregelen met de maatregelen die door andere spelers binnen de waardeketen genomen worden is, waar mogelijk, aangewezen.

Ingeval er LNG-opslagtanks in de inrichting aanwezig zijn die onder rubriek 17.1.2.2.3 vallen, is er alvast een VLAREM-verplichting om een milieucoördinator (niveau B) aan te stellen. Haar/zijn taken kaderen volledig in het managementsysteem.

➔ Toepasbaarheid

Elke exploitant die een LNG-afleverinstallatie uitbaat, kan zijn/haar veiligheids- en milieubeleid in een gestructureerde manier vastleggen en communiceren. Een managementsysteem is algemeen toepasbaar, maar kan, naargelang het type samenbouw inhoudelijk & qua omvang verschillen. Certificering van dit managementsysteem zorgt voor een bepaalde standaardisatie en kwaliteitsgarantie, maar is geen noodzaak.

LNG-tankstations, bunkerstations of andere vormen van afleverinstallaties (bv. laadstation) kunnen onbemand zijn. Dit impliceert andere procedures dan een samenbouw waarbij vaste operatoren de processen controleren en sturen. Hoe het toezicht en een respons op een calamiteit te garanderen, zijn twee voorbeelden van onderdelen van het managementsysteem die specifiek zijn naargelang het al dan niet bemand zijn van het station.

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

Managementsystemen voor milieu en externe veiligheid hebben hun nut in tal van verschillende industrietakken bewezen. Bij keuze voor een gestandaardiseerd zorgsysteem, zoals ISO of OHSAS er heeft, is er bovendien een makkelijke stroomlijning mogelijk met bv. de procedures van klanten, leveranciers en andere belanghebbenden die hun milieu- en veiligheidsbeleid eveneens op eenzelfde manier vormgeven.

Certificatie van het correct opzetten en werken volgens het managementsysteem is niet verplicht, maar zal externe partijen wel makkelijker overtuigen van de kwaliteit van dit managementsysteem, en de garantie op een vlottere stroomlijning.

➔ Financiële aspecten

Het opzetten en laten certificeren (en periodiek controleren) van een zorgsysteem vraagt tijd en (soms) advies door externe expertise. Periodieke audits in het kader van

dit zorgsysteem kosten eveneens geld. Deze kosten dienen geplaatst te worden tegenover een reductie van het risico op ongevallen met een mogelijk nog veel grotere kost.

4.2 Opleiden van belanghebbenden

➔ Beschrijving

Opleiding van (buitenlandse) klanten, contractanten, medewerkers op de plaats van exploitatie of andere betrokkenen (bv. brandweerdiensten) in de exploitatie is een essentiële voorwaarde om een veilige en milieuvriendelijke exploitatie van een samenbouw te borgen. Dit kan ook vastgelegd worden in het managementsysteem (zie 4.1).

De exploitant van de LNG-afleverinstallatie is verantwoordelijk voor het juiste opleidingsniveau van de belanghebbenden (bv. klanten en onderhoudspersoneel) die aan de LNG-afleverinstallatie werkt (PGS 33, 2017). Dit duidt het belang van correcte uitvoering en opvolging van deze maatregel. De exploitant kan zelf een opleiding organiseren, hiervoor beroep doen op opleidingsinstellingen, of een systeem opzetten waardoor de opleiding door de klant georganiseerd wordt, en de exploitant een periodieke steekproef van het opleidingsniveau neemt.

Het kennen van de leerlessen en instructies uit de opleiding kan daarbij gekoppeld worden aan het toekennen van een tankkaart voor het tankstation. Indien uit de steekproef blijkt dat een chauffeur niet de nodige handelingen kent of veiligheidsvoorschriften naleeft, kan vooraf contractueel zijn vastgelegd, dat de desbetreffende kaart ingetrokken wordt. Dit is vooral relevant indien het een onbemand station betreft en de chauffeur die tankt dus de toezichthouder op het moment van de verdeling is (zie hiervoor ook paragraaf 4.4).
Bij lossing van een LNG-tankwagen aan de LNG-opslagtank is de chauffeur van de tankwagen de toezichthouder[45] op het losproces.

Het is bij een dergelijke opleiding aangewezen dat de klant die de verladingen zal uitvoeren onder begeleiding van de lesgever leert hoe de verlading uit te voeren conform de geldende regels in dat station. Een opleiding omvat eveneens het leren om op de juiste manier aan te rijden/varen, hoe om te gaan met eventuele noodsituaties, de inhoud van het noodplan, de ver- en geboden in het betrokken station, ... Een opleiding voor verlading in een onbemand station vindt plaats voor de eerste ingebruikname (tank- of bunkerhandeling) door de klant.

Bij een bemand station waar de verlading door een medewerker van de exploitatie wordt verzorgd, kan het opleidingsluik van de klant beperkt blijven, of vervangen worden door duidelijke signalisatie die bv. de aanrijrichting correct aanduidt, of die op het verbod op roken in het station wijst. De medewerker die de exploitatie verzorgt dient vanzelfsprekend wel een uitgebreidere opleiding te krijgen.

Voor het lossen van een tankwagen (om een LNG-opslagtank te kunnen vullen), bestaan ook te volgen procedures. In PGS 33-1 is in bijlage E een procedure voor het vullen van de opslagtank opgenomen, die als voorbeeld kan dienen.

---

[45] Er is een hiaat in Vlarem II, die het toezicht op verladingen wel regelt voor gevaarlijke vloeistoffen en vaste stoffen (nl. art. 5.17.4.1.16) maar niet voor (vloeibaar gemaakte) gassen. Het vullen moet voor gevaarlijke vloeistoffen gebeuren "*onder het toezicht van de exploitant of zijn aangestelde*".

op een LNG-afleverinstallatie

In het algemeen is het aangewezen om de opleiding frequent op te frissen, oefenen of herhalen.

Een **voorbeeld** van een onderdeel van de opleiding is hoe men dient te tanken. Hierbij zijn de volgende stappen te doorlopen:

- Open de brandstofklep van het voertuig;
- Betaal aan de terminal;
- Maak de kop van het mondstuk van de vulslang schoon met stikstof of droge perslucht;
- Verbind de LNG-vulslang en de dampretourleiding;
- Start de overslagprocedure (een automatische afkoeling van de vulslang zal nodig zijn in het geval de vorige overslag enige tijd heeft geduurd)

De procedure zal complexer worden ingeval de afleverinstallatie voorzien is van een LNG-pomp, die (in)gekoeld moet worden alvorens de overslag kan starten. In dat geval is het aangewezen om voor de betalingsstap de klant de vulslang al te laten aansluiten (na reiniging met stikstof of droge perslucht), zodat de LNG-pomp reeds tijdens de betalingsstap kan inkoelen. Dit beperkt de totale overslagtijd en dus verblijftijd op het station.

➔ Voorbeeldprocedures voor de voormelde handelingen kunnen in richtlijnen zoals PGS 33-1 (2013) in hun volledigheid geraadpleegd worden. Zie bv. een volledige procedure voor het vullen van de opslagtank op een LNG-afleverinstallatie als bijlage E van de PGS 33-1 (2013).

➔ Toepasbaarheid

Een opleiding is minstens aangewezen voor gebruikers die in een laad- of afleverinstallatie lossen, laden, tanken of bunkeren, ongeacht of dit bemand of onbemand is. Deze maatregel is bij uitbreiding relevant voor alle installaties die binnen de scope van deze BBT-studie vallen (zie 1.2.1).

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Een correct gebruik van de installaties zal tot een verkleining van de kans op calamiteiten en ongecontroleerde (en dus ongewenste) emissies leiden.

Volgend praktijkvoorbeeld verduidelijkt hoe een opleiding en een correcte opvolging van de geleerde manier van werken (wat ook mede door de maatregel “toezicht” wordt ondervangen) diffuse emissies kan voorkomen.

In een LNG-tankstation geraakte de dichting in het mondstuk van de verdeelslang aan de verdeelzuil verschillende keren beschadigd. Dit resulteerde in onvolledige sluiting en dus emissie van aardgas uit de leidingen. De oorzaak hiervan lag bij het onvoldoende zuiver maken van het mondstuk alvorens te tanken. Water en condens die in het mondstuk achterblijven, bevriezen tijdens een LNG-overslag en beschadigen op die manier de dichting. Het is daarom aangewezen om het mondstuk voor elke overslaghandeling schoon te maken met stikstof (zogenaamde stikstof-purge) of droge perslucht. Een opleiding die de klant hierop wijst, zal eraan bijdragen dat de verbinding minder snel verslijt, en dat diffuse emissies kunnen ontstaan.

Figuur 21: Verbinding in de kop van het mondstuk van de verdeelslang aan de verdeelzuil (Fluxys, 2016)

Ook contractanten zijn belanghebbenden en dus is het essentieel dat verbindingen in leidingen alleen worden aangelegd door vakbekwaam personeel. De vakbekwaamheid wordt aangetoond door bijvoorbeeld (opleidings)certificaten (PGS 33, 2017).

➔ Financiële aspecten

Indien de opleiding door de exploitant zelf ontwikkeld en gegeven wordt, is de kost ervan beperkt tot een aantal voorbereidings- en lesuren. Een externe opleiding brengt een iets grotere meerkost met zich mee. Hierbij wordt in het midden gelaten of dit dan al dan niet een erkende of gecertificeerde instelling is.

De kostprijs van een opleiding is beperkt in vergelijking met andere maatregelen, zoals technische procescontrole (bv. voorzien van detectoren) en periodiek onderhoud. De vereiste investering in middelen en werkuren varieert naargelang het aantal te organiseren opleidingen.

4.3 Afspraken en regels over handelingen met LNG-houdende installatie(onderdelen)

➔ Beschrijving

Aanvullend op het voorzien van opleiding voor alle daartoe belanghebbenden (zie 4.2) vormt het aanbieden en toezien op het gebruik (4.4) van operationele procedures een basis voor een veilig gebruik van de exploitatie door werknemers, klanten en derden.

Een aangewezen vorm om deze afspraken en regels over omgaan met de LNG-samenbouw te capteren en communiceren zijn werkinstructies.

Werkinstructies, ook wel veiligheidsinstructiekaarten genoemd, zijn documenten die de lezer/gebruiker op een heldere en eenduidige manier informatie bieden over hoe bepaalde handelingen uit te voeren. Afhankelijk van voor wie het document bedoeld is, kan dit info bevatten over hoe op de juiste manier de installatie te bedienen, te onderhouden, in operatie te stellen, uit operatie te halen, onderdelen te vervangen, …

Instructies moeten in eerste instantie volledig, duidelijk en gericht op het doelpubliek (werknemer/exploitant, klant, contractor (bv. leverancier van LNG die de opslagtank vult)) zijn. De ISO-norm 16924 voor LNG-tankstations biedt een kader voor invulling voor deze maatregel in titel 19.6 van de norm.

Een voorbeeld van een instructiekaart voor klanten van een LNG-tankstation is de “LNG tankinstructie – samenvatting voor chauffeurs” die in september 2016 door het

Nederlandse Nationaal LNG Platform op hun website gepubliceerd[46] werd en tot stand kwam door samenwerking tussen verschillende exploitanten van LNG-tankstations, een vrachtwagenfabrikant en het Nederlandse LNG Platform. Het bevat essentiële kennis over hoe op de juiste (veilige en milieuvriendelijke) manier te tanken, hoe om te gaan met noodsituaties, …

Operationele procedures kunnen ook over andere zaken gaan, dan over hoe de installatie te bedienen. Zo is het aangewezen om tijdens onweer het bevoorraden van de LNG-opslagtank of het afleveren van LNG aan voer- en vaartuigen niet uit te voeren om het risico op evt. ontsteking door blikseminslag te voorkomen.

Een ander voorbeeld: "*Wanneer de LNG-installatie buiten werking is gesteld, is het van de installatie deel uitmakende elektronische regel- en beveiligingssysteem zodanig geschakeld dat de aflevering van LNG niet mogelijk is en ook het vullen van de opslagtank niet mogelijk is. De beveiligings- en alarmeringsapparatuur is echter onverminderd voor onmiddellijk gebruik gereed.*" (PGS, 2017)

Het is, naar vorm en taal toe, aangewezen om de complexiteit van de werkinstructies af te stemmen op het doelpubliek, zowel technische info, tekeningen als diagrammen.

➔ Toepasbaarheid

Deze maatregel is algemeen toepasbaar.

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

Een voorbeeld van een werkinstructie die een veiligheid verhogend effect creëert, is het uitleggen van hoe een tankprocedure op een veilige en milieuvriendelijke manier kan worden uitgevoerd. Deze reeks handelingen dient om processpecifieke risico's in te dijken. Een voorbeeld hiervan is de instructie om koppelingen van de LNG-installaties voor overslag te spoelen met droge perslucht of met stikstof.

➔ Financiële aspecten

Ervoor zorgen dat operationele procedures voorhanden zijn (en duidelijk zijn aangebracht), heeft een zeer beperkte kostprijs.

4.4 Voorzien van maatregelen voor toezicht & toegang(controle)

➔ Beschrijving

Het toezicht houden op de goede (en dus milieuvriendelijke en veilige) werking van de **exploitatie is** een maatregel die, afhankelijk van de invulling, **technisch en/of organisatorisch** kan zijn.

Het garanderen van toezicht door aanduiding van verantwoordelijkheden bij de klant en eventuele aanwezige medewerkers van de exploitatie is organisatorisch en dient vastgelegd in procedures.

Toezicht kan evenwel ook gerealiseerd worden door gebruik te maken van automatische detectoren (zie ook 4.35). Dan krijgt de maatregel ook een technisch

[46] http://www.nationaallngplatform.nl/wp-content/uploads/2016/09/LNG_Tankinstructie-def.pdf

karakter. Het is aangewezen een combinatie van technische en organisatorische maatregelen te nemen, net zoals bij andere technische maatregelen die enkel doeltreffend zijn mits goede afstelling, onderhoud, … wat onder organisatorische maatregelen valt.

Het doel van toezicht op de inrichting is om bij te dragen aan de goede werking van de exploitatie door continu zicht te kunnen hebben op de inrichting en eventuele onregelmatigheden om zo onmiddellijk te kunnen reageren wanneer de omstandigheden op de inrichting dit vereisen. Het gaat erom door toezicht bij te dragen aan de voorkoming en bestrijding van calamiteiten. Indien geen toezicht wordt gehouden, moet de afleverinstallatie zijn geblokkeerd.

Toezicht houden op de toestand en het correcte gebruik van de inrichting waar LNG getankt, verladen, opgeslagen, geproduceerd, … wordt, kan op verschillende manieren gebeuren.

Enerzijds is er het toezicht houden door de exploitant of beheerder van de inrichting. Dit kan door een permanente aanwezigheid van een opgeleide operator, permanent 24u/24u cameratoezicht door een externe bewakingsfirma. Ook een automatische melding aan de exploitant (bv. op zijn/haar smartphone) of de door hem aangeduide persoon in geval van een onregelmatigheid op de exploitatie. Een onregelmatigheid kan bijvoorbeeld een bewegingsdetectie via de camera zijn, een signaal door een gas- of temperatuurdetector, … Een combinatie van voorgaande middelen is ook mogelijk om het voormelde doel te bereiken. De toezichthouder krijgt instructies over het veilig bedienen van de afleverinstallatie en het uitvoeren van de vereiste handeling uit de noodprocedure in geval van calamiteiten (zie ook titel 4.2. Opleiding). Indien de inrichting bij normale operaties onbemand is, bestaan er systemen zodat de operator of een daartoe aangeduide bevoegde persoon op elk moment de processen in het station kan monitoren. Hiervoor zijn online controle-, detectie-, en alarmeringssystemen vereist.

Daarnaast kan ook een opgeleide afnemer van LNG of een chauffeur van een tankend voertuig toezicht houden. Een toezichthouder wordt in PGS 33-1 als een persoon beschouwd die instructies heeft gehad over het veilig bedienen van de afleverinstallatie en het uitvoeren van het noodplan in geval van calamiteiten. Dit kan de beheerder van de inrichting zijn of een afnemer, bijvoorbeeld een chauffeur. Voorwaarde is dat deze persoon instructies heeft gehad over het veilig bedienen van de afleverinstallatie en het uitvoeren van het noodplan in geval van calamiteiten (zie hiervoor ook paragraaf 4.2). Dit behoort bovendien administratief te worden vastgelegd en aantoonbaar te zijn, bv. door middel van toegangscontrole o.b.v. een identificatiesysteem. Indien deze toezichthoudende persoon het terrein verlaat, zou het afleveren niet meer mogelijk zijn zonder hernieuwde identificatie van een toezichthoudend persoon.

Het alarmerings- of notificatiesysteem (monitoringsysteem) en de operator zijn beschikbaar zolang de LNG-afleverinstallatie operationeel is. Bij wegvallen van de verbinding tussen de LNG-afleverinstallatie krijgt de operator een alarm. De operator zorgt in dat geval direct voor lokale monitoring van de LNG-afleverinstallatie.

Bij een afleverinstallatie voor schepen is er een veilige toegang tot het schip beschikbaar van op de wal (HVA, 2016).

Voor iedere afleverinstallatie is een operator aangewezen die beschikt over de vereiste competenties om storingen die optreden tijdens het inwerking zijn van de LNG-afleverinstallatie, te kunnen interpreteren en mogelijk te kunnen verhelpen of op te volgen. Er is 24/7 een ter zake deskundig persoon (telefonisch) beschikbaar die:

- bekend is met de LNG-installatie en;

- de beschikking heeft over de actuele toestand van de LNG-installatie en;
- de beschikking heeft over actuele camerabeelden van de LNG-installatie en;
- de storingen en alarmen kan interpreteren en op kan volgen.

"*Op een veilig toegankelijke plaats nabij de LNG-installatie zijn instructies aangebracht (eventueel in de sleutelkluis) met daarop het telefoonnummer waarop de hiervoor genoemde ter zake deskundige persoon bereikbaar is voor de hulpverleningsdiensten. Voor het in voorkomende gevallen ter plaatse verrichten van handelingen aan de installatie om de gevolgen van een ongewoon voorval/incident te beperken is binnen 30 minuten na alarmering een ter zake deskundige ter plaatse. De opvolging van ongewone voorvallen en processtoringen moet goed geregeld zijn en vereist bijzondere aandacht zeker als daarbij sprake is van meerdere betrokken partijen. De ter zake deskundige is benodigd om bij alarmering door derden en direct na ontvangst van alarmen van de LNG-installatie in geval van ongewone voorvallen/incidenten de hulpverleningsdiensten te alarmeren en deze te voorzien van de informatie die benodigd is voor de gevaar inschatting en inzet door de hulpverleningsdiensten. Bij onbemande installaties zal deze informatie-uitwisseling en afstemming met de hulpverleningsdiensten in eerste instantie telefonisch plaats vinden. De hulpverleningsdiensten verrichtten in principe geen bedieningshandelingen aan de LNG-installatie met zijn vele onderdelen en afsluiters (behoudens het indrukken van de noodstop) en daarom is de opkomsttijd van de ter zake deskundige opgenomen.*" (PGS 33-1, 2017)

Het is aangewezen de LNG-afleverinstallatie te voorzien met:

- een voorziening die aflevering slechts mogelijk maakt en de installatie vrijgeeft voor gebruik na identificatie van de gemachtigde/geregistreerde[47] afnemer;
- een voorziening die de gegevens van de aflevering registreert;
- een oproepknop, praatpaal of gelijkwaardige andere voorziening waarmee de beheerder of de operator kan worden opgeroepen en gecommuniceerd. Deze voorziening is nabij de verdeelzuil op een duidelijk zichtbare plaats aangebracht. De organisatie van het meldingssysteem is duidelijk en inzichtelijk vastgelegd door de beheerder;
- een noodstopvoorziening die de beheerder of de operator automatisch alarmeert. Bij een 'onbemand' station, waar de chauffeur van het LNG afnemende voertuig ook de taak heeft om toezicht te houden, is hij degene die de noodstop indrukt. Hiermee is in de organisatie van het meldingssysteem rekening gehouden.
- cameratoezicht.

➔ Toepasbaarheid

Deze maatregel is toepasbaar voor elke inrichting waar overslag van LNG plaatsvindt (bv. tank- of bunkerstation). Het is aangewezen dat er bij elk overslagproces (laden, lossen, tanken) een persoon ter plaatse toezicht houdt op het proces. Deze toezichthouder kan de exploitant, een opgeleide medewerker of een chauffeur zijn.

[47] De exploitant garandeert dat afnemers de nodige opleiding (zie titel 4.2) hebben genoten, en dat dezen geregistreerd zijn in een eigen lijst die deel uit maakt van de documentatie t.b.v. een managementsysteem voor risicobeheersing (zie titel 4.1). Het Nationaal LNG Platform heeft een certificaat-systeem ontwikkeld waardoor kan gecontroleerd worden of de chauffeur die komt tanken een geldig certificaat heeft. Er is echter (nog) geen standaard om dit certificaat 'systematisch' te controleren, dus hierop kan door de exploitant een steekproefcontrole op worden gehouden.

Het toezicht op de exploitatie tijdens de periodes dat er geen overslagproces plaatsvindt, kan volledig op afstand gebeuren door technische hulpmiddelen zoals camera's.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Toezicht zal ervoor zorgen dat afwijkingen van een correcte veilige en milieuvriendelijke werking van de inrichting snel opgemerkt worden en er een gepaste reactie op kan volgen. Toezicht kan, in het geval dit bv. door een tankende vrachtwagenchauffeur wordt gerealiseerd, ook een sensibiliserend effect hebben omtrent de risico's van het werken met LNG. Er wordt immers een expliciete verantwoordelijkheid bij de toezichthouder gelegd.

➔ Financiële aspecten

De kosten die verbonden zijn aan het toezicht variëren naargelang de invulling van het ervan. Permanente aanwezigheid van een operator is duur in arbeidsuren, maar kan dan gecombineerd worden met andere taken zoals tankservice of een shop. Camera's en de bijhorende monitoringsdiensten dienen tot toezicht en veiligheid en hebben ook een niet onaardige kost. Deze hangt o.a. af van de hoeveelheid vereiste camera's om de inrichting volledig in beeld te kunnen houden. Het geven van instructies aan gebruikers vraagt de nodige tijd, zowel van de uitbater van de inrichting als van de klant. Ook de bijhorende toegangscontrole en identificatiesysteem brengen een kost met zich mee.

4.5 Voorzien en gebruik maken van onderhoudsprocedures

➔ Beschrijving

Onderhoudsprocedures zijn vastgelegde afspraken tussen de exploitant en/of overheid en/of keuringsinstelling en/of andere stakeholders omtrent het preventief onderhouden van de installatie. Deze maatregel heef tot doel om incidenten door bv. slijtage van installatieonderdelen te voorkomen. ISO 16924 wijdt aan deze maatregel aandacht onder de titel "testing & commissioning".

Toegepast op een losslang, formuleert PGS (2017) het verplichte onderhoud door onderdeelvervanging van een losslang als volgt:

"*De losslang wordt ten minste één maal per drie jaar vernieuwd, tenzij uit de periodieke visuele inspectie blijkt dat vernieuwing eerder noodzakelijk is. Deze vernieuwing kan achterwege blijven indien de losslang na deze drie jaar op deugdelijkheid wordt gecontroleerd en hydraulisch wordt beproefd overeenkomstig NEN-EN 12434, NEN-EN 13766, NEN-EN 1474 deel 2 Indien bij deze beproeving gebreken optreden wordt alsnog voor vernieuwing van de slang gezorgd. Deze beproeving wordt vervolgens jaarlijks herhaald. De beproeving kan door of namens de exploitant van de LNG-tankwagen of de beheerder van de LNG-installatie worden uitgevoerd. Van deze beproeving moet een schriftelijke, gedagtekende, verklaring zijn opgemaakt. Deze verklaring moet desgevraagd door de chauffeur van de lossende LNG-tankwagen kunnen worden getoond. Daarnaast kan de fabrikant van deze slangen eisen stellen t.a.v. levensduur, inspectie en onderhoud. De aanwijzingen van de fabrikant worden gevolgd. Conform de huidige praktijk en het ADR wordt de losslang periodiek visueel gecontroleerd. Om deze reden zijn geen voorschriften betreffende de visuele inspecties opgenomen. Op basis van deze visuele inspecties (UV-aantasting,*

haarscheurtjes) wordt de slang in de regel preventief vervangen binnen de eerste zes jaar. Na het derde jaar is dit vaker het geval dan in de eerste drie jaren."

"*Voordat de LNG-installatie in gebruik wordt genomen, zijn de LNG-opslagtank, de appendages en het leidingwerk inwendig schoon. In het bijzonder zijn laskorrels, vet, olie en ander organisch materiaal zorgvuldig verwijderd. Na het reinigen wordt de installatie zo nodig gedroogd.*"

Het is aangewezen om elke twaalf maanden de verdeelslangen te onderwerpen aan een druktest door een milieudeskundige erkend in de discipline houders voor gassen of gevaarlijke stoffen. De verdeelslangen worden daarvoor van de verdeelzuil verwijderd en mogen alleen opnieuw in dienst genomen worden als bij de voormelde druktest geen gebreken optreden.

De exploitant vraagt de leverancier van LNG om de losslang ten minste één maal per drie jaar te vernieuwen, tenzij uit de periodieke visuele inspectie blijkt dat vernieuwing eerder noodzakelijk is. Deze vernieuwing kan achterwege blijven indien de losslang na deze drie jaar op deugdelijkheid wordt gecontroleerd en hydraulisch wordt beproefd. Indien bij deze beproeving gebreken optreden wordt alsnog voor vernieuwing van de slang gezorgd. Deze beproeving wordt vervolgens jaarlijks herhaald. Van deze beproeving wordt een schriftelijke, gedagtekende, verklaring opgemaakt. Deze verklaring moet desgevallend door de chauffeur van de lossende LNG-tankwagen kunnen worden getoond. Daarnaast kan de fabrikant van deze slangen eisen stellen t.a.v. levensduur, inspectie en onderhoud. De aanwijzingen van de fabrikant worden gevolgd. Merk wel op dat slangen op de tankwagens mogelijk intensiever gebruikt worden dan vaste slangen op een station. Dit kan een andere frequentie van vervanging verantwoorden.

Keuring en onderhoud vindt plaats volgens een vastgesteld schema, waarvoor in deze studie in hoofdstuk 6 een voorstel werd geformuleerd.

Bij het uitvoeren van onderhoud of werkzaamheden aan een LNG-installatie wordt de installatie in een veilige (noodstop)toestand opgeleverd door de beheerder aan degene die er gaat werken (contractor). Dit houdt in dat installatieonderdelen waaraan wordt gewerkt vloeistof- en gasvrij zijn gemaakt voordat de werkzaamheden beginnen. (zie ook titel 4.37) (PGS 33, 2017) Dit gaat best gepaard via een systeem van werkvergunningen (Danny De Baere, persoonlijke communicatie, 17 september 2017).

PGS 33-1 bevat een controlelijst als bijlage (F) die als voorbeeld van veiligheidschecklist voor de start van de werkzaamheden kan worden gebruikt. Dit invullen is cfr. PGS in ieder geval van belang bij het uitvoeren van werkzaamheden zoals ingassen en gasvrij maken, verwisselen van een dompelpomp en verwisselen van veerveiligheden. "*Echter ook bij andere werkzaamheden (aan bijvoorbeeld de afleverinstallatie) is het mogelijk dat er LNG vrijkomt en deze controlelijst moet worden toegepast. De controlelijst heeft als doel het waarborgen van een veilige situatie tijdens het uitvoeren van werkzaamheden waarbij LNG kan vrijkomen. Deze controlelijst bevat geen technische informatie over de uitgevoerde werkzaamheden. Om die reden is het niet noodzakelijk de controlelijsten in het logboek van de installatie te bewaren. Wel moet informatie over de uitgevoerde werkzaamheden in het logboek worden opgenomen.*" (zie ook 4.1).

"*De verschillende installatieonderdelen worden in/uit bedrijf genomen volgens de instructies van de leverancier/fabrikant van de LNG-installatie uit de gebruikshandleiding*" (PGS 33, 2017). Het plaatsen, verplaatsen of verwijderen van een LNG-opslagtank vindt alleszins uitsluitend plaats wanneer deze geen vloeistof en gas meer bevat.

Om een LNG-afleverinstallatie gasvrij te maken worden de nodige procedures nageleefd. Deze procedures beschrijven tenminste de volgende aspecten (PGS 33-1, 2017):

- het drukloos maken van het systeem;
- het vloeistofvrij maken van het systeem;
- het gasvrij maken van het systeem (inertiseren);
- het opwarmen/afkoelen van het systeem conform de materiaalspecificaties van de installatie;
- het drogen van het systeem.

➔ Toepasbaarheid

Het voorzien & naleven van onderhoudsprocedures is algemeen toepasbaar.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Een voldoende frequent en goed uitgevoerd onderhoud, waarbij bv. veiligheidsventielen vervangen worden, heeft een veiligheidsborgend effect.

➔ Financiële aspecten

De kost voor verplicht extern onderhoud is niet onzichtbaar in verhouding tot de total cost of ownership (TCO) van de exploitatie. De maatregel is echter onontbeerlijk, zowel om operationeel maximaal te kunnen blijven functioneren, als om incidenten met een slijtage-oorzaak te kunnen voorkomen.

4.6 Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van goede praktijk

➔ Beschrijving

Een code van goede praktijk is, conform de definitie in Vlarem II (art. 1.1.2), de verzameling publiek toegankelijke regels met betrekking tot de bouw, het transport, het plaatsen, het uitbaten, het onderhouden en het eventueel ontmantelen van een inrichting of een onderdeel ervan, met inbegrip van de toepasselijke productnormen en de bij de betrokken beroepscategorieën algemeen aanvaarde regels van goed vakmanschap. In geval van eventuele onderlinge tegenstrijdigheden (bv. qua interpretatie) is de volgende volgorde bepalend:

- de toepasselijke bepalingen in de Belgische wetten, decreten en besluiten. Bv.: hoewel niet specifiek toegespitst op LNG-houders, is hier bijlage 5.17.2 (codes van goede praktijk inzake bouw en controle van vaste houders) een relevante passage);
- de Belgische normen (zie ook 2.4.3);
- de normen uitgegeven door het Comité Européen de Normalisation (C.E.N.);
- de normen uitgegeven door de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO);
- de normen uitgegeven door de International Organisation for Standardisation (I.S.O.);
- de regels uitgegeven door de erkende controle-instellingen of de milieudeskundigen, erkend in de toepasselijke disciplines;
- de regels uitgegeven door de constructeurs of verdelers van installaties of onderdelen ervan;

- buitenlandse richtlijnen, zoals PGS 33-1 & 33-2.

Richtlijnen & normen en wetgeving

Voldoen aan de wet- en regelgeving inzake milieu, veiligheid en gezondheid is één van de uitgangpunten die centraal staan in het managementsysteem (zie ook paragraaf 4.1). Een groot deel van de eisen die aan LNG-afleverinstallaties wordt opgelegd, is vastgelegd in specifieke normen. Naast specifieke normen zoals deze voor LNG-afleverinstallaties (en de componenten ervan), zijn er ook heel wat zogenaamde 'horizontale' wetgeving, die voor een hele reeks installaties, en niet enkel LNG-gerelateerde, is geschreven. ATEX is daarvan een voorbeeld. Een overzicht van relevante wetgeving komt aan de bod in hoofdstuk 2 van deze studie, en ook in andere bronnen zoals in bijlage bij PGS 33-1. In de van toepassing zijnde normen en regelgeving zijn verreweg de meeste eisen aan de constructie voor LNG-opslagtanks en toebehoren opgenomen.

De Europese **richtlijnen** omvatten "Essentiële eisen" die moeten zorgen voor een hoog beschermingsniveau voor volksgezondheid, veiligheid, consumentenbescherming en milieubescherming. Een richtlijn is in zijn geheel bindend en verplicht de EU-lidstaten om de inhoud ervan binnen een bepaalde termijn om te zetten in nationale wetgeving. De taak om overeenkomstige geharmoniseerde normen op te stellen die voldoen aan de essentiële eisen van producten, zoals die zijn vastgesteld in de richtlijnen, ligt bij de Europese normalisatie-instellingen (o.a. CEN). Producten die voldoen aan de geharmoniseerde normen worden verondersteld te voldoen aan de overeenkomstige essentiële eisen (vermoeden van overeenstemming, CE-markering).

Relevante horizontale Europese richtlijnen voor LNG-installaties zijn:

- Machinerichtlijn
- Laagspanningsrichtlijn
- Elektromagnetische compatibiliteit
- Eenvoudige drukvaten
- Drukapparaten
- ATEX-richtlijn/explosieveiligheidsrichtlijn

Iedere component van een LNG-installatie moet bijgevolg voorzien zijn van een CE-markering wanneer deze onder één of meerdere van bovenstaande richtlijnen ressorteert. Daarnaast publiceert ISO (Internationale Organisatie voor Standaardisatie) internationale normen en technische rapporten, specifiek voor LNG-installaties. Een overzicht van de relevante normen i.v.m. LNG-installaties is te vinden in Tabel 13.

Onderstaande Tabel 13 geeft een niet-limitatief overzicht van documenten (in wording) die conform de voormelde definitie als code van goede praktijk gebruikt kunnen worden.

Tabel 13 verwijst naar regionale (CEN) en internationale (ISO) normen die specifiek voor LNG-infrastructuur werden opgemaakt. Sommige van deze normen zijn in Belgische norm (NBN) vertaald.

Binnen ISO worden normen opgemaakt of herzien binnen specifieke technical committees (TC). Voor LNG zijn de volgende TC's relevant:

- ISO/TC 67/SC 9 "LNG installations & equipment"
- ISO/TC 8 "Ships and marine technology"
- SO/PC 252 "Natural gas fuelling stations for vehicles"

Binnen CEN worden de voor deze studie relevante Europese normen (EN) opgemaakt binnen:

- CEN/TC 282 "Installation and equipment for LNG"
- CEN/TC 326 "Natural gas vehicles – Fueling and operation"

Sommige maatregelen die verderop in de BBT-studie besproken worden, kunnen al onderwerp zijn van bestaande of in opmaak zijnde normen. Indien dit het geval is, wordt dit in de beschrijving van de maatregel aangegeven.

Codes van goede praktijk en normen zijn onderhevig aan verandering door nieuwe inzichten en ervaringen uit de praktijk. Het is daarom raadzaam om de nieuwe inzichten hieromtrent als operator goed op te volgen.

Tabel 13: Niet-limitatief overzicht van normen die als code van goede praktijk aangewend kunnen worden bij de bouw, exploitatie en onderhoud van een samenbouw voor LNG-verdeling aan voertuigen en/of vaartuigen

ISO[48]/CEN[49]-referentienummer	Inhoud
1473	Installatie en uitrusting voor LNG - Ontwerp van installaties op het land
1474	Ontwerp en testen van maritieme overslagsystemen
10380	Relevante norm voor aflever- en dampretourslang
12065	Installaties en uitrusting voor vloeibaar aardgas - Beproeving op de geschiktheid van schuimconcentraten voor de bereiding van schuim met gemiddelde expansie en schuim met grote expansie, en bluspoeder gebruikt voor de bestrijding van branden van vloeibaar (LNG) aardgas
12066	Installaties en uitrusting voor vloeibaar aardgas - Beproeving van de isolerende bekledingen van reservoirs voor de opvang van vloeibaar aardgas
12308	Installaties en uitrusting voor vloeibaar aardgas - Beproeving op de geschiktheid van pakkingen voor flensverbindingen in leidingen voor vloeibaar aardgas
12434	Cryogene vaten - Slangen voor cryogene toepassing
12617	Relevante norm voor vulkoppelingen
12838	Installaties en uitrusting voor vloeibaar aardgas - Beproeving op de geschiktheid van monsternemingssystemen voor vloeibaar aardgas
13645	Ontwerp van installaties op het land met een opslagcapaciteit tussen 5 en 200 ton
16901	Leidraad voor het uitvoeren van risico-evaluaties bij het ontwerp van LNG-installaties op het land, waaronder het schip/wal-interface
16903	Kenmerken van LNG en materialen die geschikt zijn voor de bouw van LNG-apparatuur
16904	Ontwerp en testen van LNG mariene overslagarmen voor conventionele terminals op land
16924	LNG-tankstations voor voertuigen

[48] International Organisation for Standardisation

[49] C.E.N.: Comité Européen de Normalisation

17177	Richtlijnen voor de interfaces van maritieme hybride LNG-terminals
18624	Leidraad voor ontwerp en het testen van LNG-opslagtanks (in ontwikkeling)
18683	Richtlijnen voor systemen en installaties voor de levering van LNG als brandstof voor schepen
20519	Schepen en maritieme techniek - vaartuig – LNG-standaard voor bunkeren
28460	Installatie en uitrusting voor vloeibaar aardgas - schip/wal-interface en de havenoperaties

Naast normen kunnen andere codes van goede praktijk of ervaringen uit de praktijk nuttige inzichten opleveren voor nieuwe exploitanten. Deze inzichten kunnen al wel of nog niet verwerkt zijn in een norm.

Voorbeelden:

Deze BBT-studie bevat niet alle procedures voor elke handeling in een installatie binnen de scope van deze studie. Deze zijn te vinden in de desbetreffende (en voormelde) normen/richtlijnen/codes van goede praktijk.

Hieronder zijn echter enkele sowieso relevante en toepasbare procedures/maatregelen weergegeven:

- In navolging van de gedelegeerde verordening van de Europese Commissie (C(2017)7348 final) wordt voorgesteld de LNG-tankpunten voor binnen- of zeeschepen die niet onder de 'Internationale Code voor de bouw en de uitrusting van schepen die vloeibaar gas in bulk vervoeren (IGC-code)' vallen, te laten voldoen aan norm EN ISO 20519.

- Een voorbeeld van een goede praktijk **bij de bouw van een LNG-tankstation** is het voorzien van een dubbele mogelijkheid om de LNG-leverende truck aan de LNG-opslagtank te laten koppelen. Uit ervaring in het LNG-tankstation in Veurne (Mattheeuws en Fluxys) blijkt dat bij het vullen van de opslagtank, de operator van de handeling (= meestal de chauffeur van de LNG-leverende truck), doorgaans de voorkeur geeft aan het gebruik van hun eigen flexibel om de verlading mee te doen. Deze flexibel hangt immers al vast aan hun truck en met één handeling kan de truck dan aan de opslagtank gekoppeld worden. Een tankstation kan eveneens een flexibele koppeling hebben liggen die aan één uiteinde reeds is vastgemaakt aan de ingang van de opslagtank. Om te vermijden dat de operator de flexibel aan de truck koppelt aan de flexibel van het tankstation, wat meer risico op lekkage oplevert, kan het station gebouwd worden met twee aansluitpunten: één met en één zonder flexibel (Fluxys, persoonlijke communicatie, 14 december 2015).

- De juiste soort en aantal van de te gebruiken bouten voor de **verankering van de LNG-opslagtank** aan de funderingsplaat hanteren. Dit om de stabiliteit te van de LNG-opslagtank te garanderen onder de invloed van het falen van een belendend CNG-buffervat (Luc Van Geert, persoonlijke communicatie, 16 februari 2018).
  Het effect van een explosie is groter dan de windkrachten die op een LNG-opslagtank inwerken. De krachten van explosie en de wind worden niet gecombineerd (de explosie heft tijdelijk de windkracht op). Illustratief werd voor een specifieke installatie het volgende berekend om deze krachten voldoende te kunnen opvangen en de stabiliteit van de opslagtank te garanderen. "*Met een afstand van 10m tussen het centrum van het tank en de buffer, 4 x M20 8.8 verankering per voet en een zool van 4.8mx4.8mx0.8m is de stabiliteit ingeval van explosie gegarandeerd, zowel voor een lege als voor een volle tank. Er is uplift, maar deze is niet kritisch. De funderingszool moet gedurende de latere fases geoptimaliseerd worden aan de hand van geotechnisch onderzoek. De sterkte van de tank zelf, evenals zijn steunvoeten, moeten door de leverancier onder dezelfde explosie gegarandeerd worden.*" (Vincotte, 2017)

- De **positionering van voer- en vaartuigen** die bij een LNG-overslaghandeling betrokken zijn, wordt zo uitgevoerd dat het in geval van nood snel kan wegrijden of –varen, indien blijven staan nog grotere risico's met zich mee zou brengen.

Een voorbeeld hiervan is een truck-to-ship-bunkering waarbij de LNG-leverende truck "… *momenteel zo gepositioneerd moet worden dat hij in geval van nood snel kan wegrijden. Dergelijke vereiste geldt ook voor het te bunkeren schip.*" (Pieter Vandermeeren, persoonlijke communicatie, 3 maart 2017).

- **Bij de keuze van een type verdeelzuil** bij het ontwerp en bouw van een LNG-tankstation blijkt eveneens uit voormelde praktijkervaring van Fluxys en Mattheeuws dat de leiding van de verdeelzuil die de zuil met de brandstoftank koppelt, beter een lengte van 3 ca. meter heeft. Dit is van geval tot geval te evalueren, maar in Veurne bleek een leidinglengte van 2,5 m een perfecte positionering van de tankende truck t.o.v. de verdeelzuil te vereisen, wat minder praktisch is. De leiding hoeft ook niet te lang te zijn, want dit verhoogt het gewicht (minder ergonomisch) en de kans op beschadigingen, omdat een deel van de leiding dan sneller op de grond zal liggen en door andere trucks overreden en beschadigd zou kunnen worden. PGS stelt hierbij dat de verdeelslang en de dampretourslang voor LNG niet langer dan 5 m mogen zijn. De maximale buigradius van de slang moet in acht worden genomen.

- **Bij de uitvoering van de verdeelzuil** is de verdeelslang zo met de verdeelzuil geconnecteerd dat voor verdeling naar vaartuigen contact met de grond of scheepsstaal maximaal beperkt wordt. De verdeelslang is zo met de verdeelzuil geconnecteerd dat voor zowel verdeling naar voer- als naar vaartuigen, de verdeelslang:
    - niet rond nabijgelegen objecten kan worden gewikkeld;
    - uit een buigzaam deel in één stuk bestaat;
    - geen knikken kan vertonen;
    - eens drukvrij, met inert gas gespoeld wordt vooraleer een koppeling met de LNG ontvangende tank van voer- of vaartuig te maken (zie ook titels 4.5 en 4.32)

- Het **leidingwerk** voor de transfer van LNG tussen de opslagtank en de verdeelzuil is –net als de opslagtank- vervaardigd uit roestvast staal (RVS). Dit is goed bestand tegen cryogene temperaturen. Ook hier zijn flensverbindingen mogelijk, maar worden in de praktijk worden zo veel als mogelijk lasverbindingen gebruikt omdat deze betrouwbaarder zijn bij wisselende temperaturen. LNG-leidingen in de inkuiping zijn bovengronds aangelegd. Leidingen die buiten de inkuiping treden, worden bij voorkeur ondergronds in een (droge) goot gelegd. Het doel is steeds om de leidingen te beschermen tegen chemische, thermische en mechanische invloeden. Op de voormelde manier wordt hieraan voldaan.
  Het is bij all-in-one-leidingen aanbevolen om geen flensverbindingen in de ondergrondse goot op te nemen tenzij in deze goot voldoende ventilatie aanwezig is.
  Voor direct ingegraven BRUGG-leidingen is het daarnaast aan te bevelen om een lekdetectiesysteem te hebben om eventuele lekkages in vroegtijdig stadium te detecteren en de leiding in te blokken (Tim Stoffelsma, persoonlijke communicatie, 24 oktober 2017).

- **Afsluiters** zijn nog voorbeelden van ontwerpingrepen die LNG-vrijzetting helpen voorkomen.

  De afsluiters zijn kleppen op een LNG-installatie die i.f.v. de benodigde operatie open en dicht staan, en automatisch gestuurd worden.

PGS stelt dat de afsluiters tussen de LNG-opslagtanks en de LNG-afleverinstallatie zich in de veilige stand bevinden wanneer:

- er geen aflevering van LNG plaatsvindt;

- er geen LNG wordt gelost;
- er onderhoud aan de installatie plaatsvindt.

Wanneer geen LNG wordt afgeleverd bevindt de installatie zich in een veilige toestand. Dit betekent dat vloeistofafsluiters gesloten zijn en gasretourleidingen voorzien zijn van terugslagkleppen. Uitzondering hierop zijn schakelingen/regelingen om het LNG op een geschikte druk en temperatuur te brengen.

In de LNG-vulleiding en op aansluitingen van de LNG-opslagtank (m.u.v. de drukontlastingsapparatuur en niveaumetingen) zijn op zo kort mogelijke afstand van het LNG-opslagtank handbedienbare afsluiters om onderhoud te kunnen plegen aan de gestuurde of ESD-afsluiters aangebracht. Afsluiters aan opslagtank zijn gelast t.e.m. de eerste ESD-afsluiter.

Inblokafsluiters zijn aangebracht om onderhoud veilig uit te kunnen voeren. Alle veiligheidsafsluiters zijn voorzien van een open/dicht standaanwijzer. De veiligheidsafsluiters sluiten binnen 5 seconden na het wegvallen van de sturing (activering ESD).

De vloeistofleiding bestemd voor het vullen van de LNG-opslagtank is bij het LNG-vulpunt voorzien van een afsluiter. Deze afsluiter(s) is/zijn deugdelijk ondersteund.

Enkele relevante bepalingen, zoals deze in de PGS 33-1 (2017) geformuleerd zijn:

- "*De LNG-installatie is volgens NEN-EN-IEC-62305 getoetst op mogelijke blikseminslag en als uit de toetsing blijkt dat dit nodig is, is de LNG-installatie volgens deze norm uitgevoerd.*"
- "*Het LNG-vulpunt van de LNG-opslagtank is goed toegankelijk voor daartoe bevoegde personen en bevindt zich bovengronds.*"
- "*Het plaatsen, verplaatsen of verwijderen van een LNG-opslagtank vindt uitsluitend plaats in vloeistofloze en aardgasvrije toestand.*"
- Elektromagneten, aandrijvingen (motoren) of andere onderdelen van het ESD-systeem zijn voldoende beschermd tegen bevriezing door het toepassen van instrumentenlucht met een juist dauwpunt (- 40 °C) en hercirculatie van instrumentlucht over de aandrijving.
- Maatregelen m.b.t. (ondergronds) leidingwerk:

    - *bij toepassen van een droge goot is aangetoond dat deze constructie voldoende draagkrachtig is. De berekening van de constructie moet zijn gebaseerd op de resultaten van een grondmechanisch onderzoek conform NEN 3680;*
    - *de LNG-leidingen in de goot bestaan uit één stuk of zijn gelast uitgevoerd. Toelichting De leiding kan zijn voorzien van verschillende isolatieontwerpen (bijvoorbeeld cryogene of vacuüm isolatie);*
    - meer specifieke maatregelen omtrent dit topic in PGS 33-1. (2017) (M-1.31-M1.40)

- De inwerkinggestelde LNG-afleverinstallatie is zodanig uitgevoerd dat:

    a) <u>indien geen LNG wordt verdeeld</u>:
        i. de identificatie- en registratievoorziening voor gebruik gereed is;
        ii. de noodknoppen en de oproepinstallatie voor gebruik gereed zijn;
        iii. de beveiligingsvoorzieningen, zoals de temperatuurgevoelige elementen in de panelen van de afleverinstallatie, de beveiliging op het niet gesloten zijn van de op afstand bedienbare afsluiters, de

thermische beveiliging van de pompmotor en de beveiliging tegen te lage druk in de verdeelslang, voor gebruik gereed zijn;
iv. de gasdetectie actief is.

b) na lossing van LNG aan de LNG-opslagtank:
i. vrijmaken van de losslang van vloeibaar en dampvormig LNG, alvorens deze af te koppelen.

c) tijdens de verdeling van LNG:
i. de op afstand bedienbare afsluiters zijn geopend;
ii. de 'dodemansknop' is ingedrukt;
iii. de noodknop en de oproepinstallatie voor gebruik gereed zijn;
iv. de beveiligingsvoorzieningen voor gebruik gereed zijn;
v. de gasdetectie actief is.

d) bij beëindiging van de verdeling van LNG:
i. hetgeen plaatsvindt door het loslaten van de 'dodemansknop': de installatie en het beveiligingssysteem gaan naar de situatie zoals vermeld onder a).

d) bij incidenten (zie ook titel 4.8):
i. de installatie automatisch buiten werking wordt gesteld en wordt vergrendeld wanneer de automatisch werkende beveiligingsvoorzieningen zijn geactiveerd;
ii. de installatie automatisch buiten werking wordt gesteld en vergrendeld indien de noodknop wordt bediend;
iii. de indicatie van het buiten werking of defect zijn van de installatie voor de afnemende chauffeur duidelijk zichtbaar is;
iv. er in geval van gasdetectie, lage temperatuur-, rook- en brand-detectie een akoestisch signaal wordt gegeven;
v. de beheerder van het tankstation of een door de beheerder van het tankstation aangewezen operator automatisch wordt gealarmeerd wanneer de noodknop is bediend en/of de automatisch werkende beveiligingsvoorzieningen zijn geactiveerd;
vi. de beheerder van het tankstation of een door de beheerder van het tankstation aangewezen operator kan worden gewaarschuwd via de oproepinstallatie.

"*In de LNG-vulleiding en op aansluitingen van de LNG-opslagtank (m.u.v. de drukontlastingsapparatuur en niveaumetingen) zijn op zo kort mogelijke afstand van de LNG-opslagtank handbedienbare afsluiters om onderhoud te kunnen plegen aan de gestuurde of ESD-afsluiters aangebracht. Afsluiters aan opslagtank dienen gelast te zijn tot en met de eerste ESD-afsluiter. Er zijn inblokafsluiters aangebracht om onderhoud veilig uit te kunnen voeren. Alle veiligheidsafsluiters zijn voorzien van een open/dicht standaanwijzer. De veiligheidsafsluiters sluiten binnen 5 seconden na het wegvallen van de bekrachtiging "sturing (activering ESD).*"

Het voorzien van redundante veiligheden is een manier om de betrouwbaarheid van een beschermingslaag te verhogen. Een redundante maatregel zorgt ervoor dat, wanneer een eerste beschermingslaag faalt, de redundante tweede beschermingslaag voorkomt dat incidenten plaatsvinden of escaleren (voor meer info over beschermingslagen, zie ook 3.8).

In het algemeen is het aangewezen om de (LNG-verdeel)procedures zo eenvoudig mogelijk, en zoveel mogelijk in lijn met de verdeling van conventionele brandstoffen

(bv. diesel, HFO) te houden, zonder daarbij afbreuk te doen aan het milieubeschermende en veiligheid borgende karakter.

➔ Toepasbaarheid

Een norm kan specifiek voor een bepaald type samenbouw zijn opgemaakt, zoals ISO 16924 voor LNG-tankstations voor voertuigen. In deze norm staan bovendien enkele aparte voorschriften, specifiek voor verplaatsbare installaties. Deze specifieke voorschriften staan onder paragraaf 17.2 van de norm. Een voorbeeld van een dergelijk specifiek voorschrift is, dat de installatieonderdelen van een dergelijke verplaatsbare afleverinstallatie niet aan de fundering verankerd moeten worden indien de stabiliteit van de installatieonderdelen aan de desbetreffende eisen voldoet.

Er bestaan naast ISO 16924 echter ook normen die een bredere toepasbaarheid hebben (bv. ISO 16903 m.b.t. materiaaleisen voor LNG-apparatuur in de brede zin).

Welke normen voor een bepaalde LNG-installatie van toepassing zijn, kan in deze BBT-studie geraadpleegd worden, maar het is raadzaam om dit telkens zelf na te kijken. Door de ontwikkeling van de LNG-markt ontstaan er nog heel geregeld nieuwe inzichten die al dan niet in nieuwe normen worden gegoten. De in deze studie vermelde normen zijn niet-limitatief.

Een voorbeeld:
Naar onderhoud toe, vermeldt artikel 5.17.3.3.8.§2. dat op de opslagtank voor vloeibare gassen veiligheidskleppen uitwendig uitgevoerd dienen te zijn, en uitgerust met een systeem dat toelaat om zonder gasverlies en zonder het vooraf ledigen van de houder de veiligheidsklep te vervangen. Dit is eveneens toepasbaar op LNG-opslag,

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Normen zijn erop gericht om, gebaseerd op internationale en breed gedragen wetenschappelijke inzichten, op een gestandaardiseerde manier technische eisen op te leggen aan installaties. Eén van de hoofddoelen van normering is om het veiligheidsniveau en de milieuprestatie van de installatie te verhogen.

➔ Financiële aspecten

Het toepassen van normen kan een bepaalde investering vragen, maar deze investering is niet hoger dan voor een concurrerende exploitant. Normering creëert immers een ‘level playing field’ doordat alle soortgelijke installatie(-onderdelen) aan dezelfde normen onderworpen zijn.

Doorgaans zijn de normen op nationaal en op ‘lagere’ niveaus een vertaalslag van de internationaal geldende normen. Op die manier wordt d.m.v. normering naast een level playing field ook een noodzakelijk niveau van standaardisatie gecreëerd dat investeringen in de sector aantrekkelijker maakt.

4.7 Respecteren van interne scheidingsafstanden

➔ Beschrijving

Doel van het respecteren van interne scheidingsafstanden is om schadelijke effecten als gevolg van een te voorzien ongeval te voorkomen of te beperken en daarmee een escalatie naar een groter ongeval (domino-effect) te voorkomen.

Bij het ontwerp van de installatie is het daarom van belang om een minimale scheidingsafstand te hanteren tussen een gevarenbron (een installatie-onderdeel met een gevaarlijke stof) en de potentiële ontvanger van het gevaar (een persoon, kwetsbaar installatie-onderdeel of gebouw binnen de inrichting).

In het kader van deze BBT-studie werd door M-Tech een berekening van interne en externe scheidingsafstanden voor verschillende samenbouwconfiguraties gemaakt. Deze studie en de resulterende zelfberekening (en evaluatie)-tools zijn volledig te raadplegen via www.emis.vito.be.

Een samenvatting en selectie van de door M-Tech berekende externe afstandsregels voor courant voorkomende samenbouwconfiguraties, is hieronder opgenomen. Let erop dat de studie door M-Tech meer uitgebreide en gedetailleerde info over de berekening en resultaten van afstandsregels bevat. Het is sterk aanbevolen om deze extra info te raadplegen bij het toepassen van deze maatregel.

De minimale scheidingsafstanden worden in Tabel 14 samengevat.

Tabel 14: Minimale scheidingsafstanden tussen de componenten van een LNG-samenbouwinstallatie met een hoge lekfrequentie (i.e. flexibele slangen en pompen) enerzijds en naburige personen en installaties binnen de inrichting anderzijds

slangdiameter / perszijde pomp	scheidingsafstanden tot personen			scheidingsafstanden tot installaties		
	$T_{LNG} \geq -142°C$	$T_{LNG} < -142°C$ (*)		$T_{LNG} \geq -142°C$	$T_{LNG} < -142°C$ (*)	
		plas (land)	plas (water)		plas (land)	plas (water)
DN25	6	6	10	5	5	7
DN32	8	8	12	6	6	8
DN40	10	10	14	7	7	10
DN50	12	12	16	8	8	11
DN65	16	16	20	10	10	14
DN80	18	20	24	13	13	16
DN100	24	26	29	15	17	19
DN150	40	40	40	21	26	26

(*) Het verhogen van de minimale scheidingsafstanden is enkel noodzakelijk voor LNG op een temperatuur lager dan -142°C, aangezien enkel onder die omstandigheden voldoende grote plassen kunnen worden gevormd.

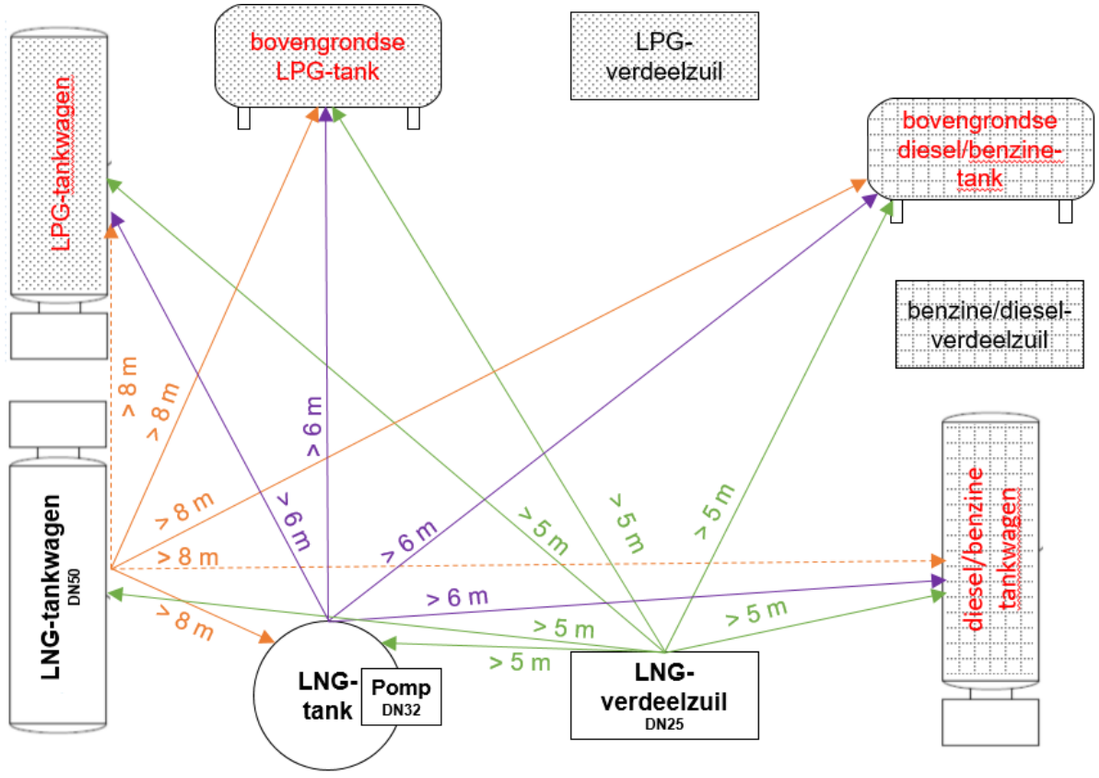
LNG-tankstations

De onderdelen van een LNG-afleverinstallatie die de interne scheidingsafstanden hoofdzakelijk bepalen, zijn:

(1) de LNG-opslagtank en bijhorende randapparatuur, met daarbij lekkage aan de verdeelpomp of - voor LNG-tankstations zonder verdeelpomp – aan een flens in de omgeving van de opslagtank als meest risicorelevante faalscenario's. Zoals in bovenstaande Tabel 14 is weergegeven, bedraagt de aanbevolen scheidingsafstand 8 m voor personen en 6 m voor naburige installaties, voor een pomp met een DN32 aansluiting aan de perszijde.
(2) de LNG-tankwagen en bijhorende losinstallatie, met daarbij lekkage aan de flexibele losslang of –pomp als onderdelen als meest risicorelevante faalscenario's. Tabel 14 geeft de aanbevolen scheidingsafstanden weer in functie

van de diameter van de gebruikte losslang. Een slangdiameter DN50 vergt bv. een scheidingsafstand van 8 m ten opzichte van naburige installaties.
(3) de verdeelzuilen, met daarbij lekkage aan de LNG-verdeelslang als meest risicorelevante faalscenario. Voor een DN25 verdeelslang bedraagt de aanbevolen scheidingsafstand 6 m voor personen en 5 m voor naburige installaties (zie Tabel 14).

Figuur 22 toont een visuele weergave van de aanbevolen interne scheidingsafstanden bij gebruik van een DN32 slang bij de opslagtank (paarse pijlen; > 6 m), een DN50 losslang aan de tankwagen (oranje pijlen; > 8 m) en een DN25 slang bij de verdeelzuil (groene pijlen; 5 m). Voor andere combinaties kunnen de afstanden in het uitgebreide rapport geraadpleegd worden.



Figuur 22: Scheidingsafstanden van de LNG-componenten tot naburige installaties met gevaarlijke stoffen op een tankstation (rood = kwetsbaar object; stippellijn = indien tankwagens tegelijk aanwezig zijn) (M-Tech, 2017)

De door M-Tech berekende interne scheidingsafstanden komen overeen met de scheidingsafstanden die zijn opgenomen in Annex B van ISO 16924 (zie tabel X.6.2.1.1 in bijlage 6 van M-Tech-rapport). De aanbevolen scheidingsafstanden zijn bovendien conservatief ten opzichte van de experimenteel gemeten stralingsfluxen voor een lek aan een 1” (DN25) verdeelslang en 2” (DN50) losslang (M-Tech, 2017).

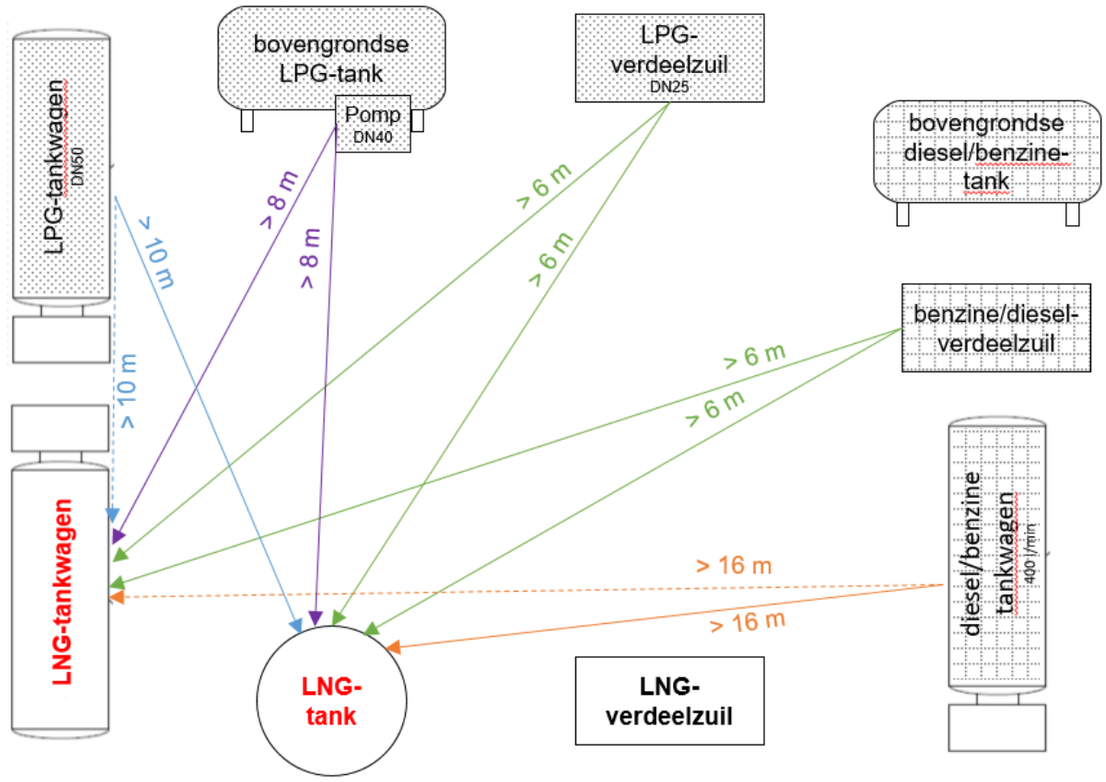
Specifiek voor LNG-tankstations, werden ook scheidingsafstanden bepaald om de risico’s op domino-effecten als gevolg van ongevallen met andere installaties met gevaarlijke stoffen op een tankstation (bv. verdeelinstallaties voor diesel, benzine en LPG) te beheersen.

In geval van opslag en verlading van benzine en diesel wordt aangenomen dat de flexibele slangen die worden gebruikt bij het lossen van deze ontvlambare vloeistoffen een hogere faalkans hebben dan deze die worden aangewend bij de verlading van zeer licht ontvlambare gassen. Ter hoogte van de verdeelzuilen is het meest voorkomende ongeval dat van een voertuigbrand. De berekende scheidingsafstanden tot naburige installaties voor beide voormelde scenario's bedragen respectievelijk 16 m en 6 m, gemeten vanaf respectievelijk het vulpunt en de verdeelzuilen voor diesel en benzine.
Voor de opslag en verlading van vloeibaar petroleumgas (LPG) worden gelijkaardige vrijzettingsscenario's als voor LNG gehanteerd, nl. lekkages aan flexibele slangen en pompen). De aanbevolen interne scheidingsafstanden tot naburige installaties zijn weergegeven in Tabel 15.

Tabel 15: Aanbevolen scheidingsafstanden tot naburige installaties gemeten vanaf het LPG-vulpunt, -verdeelpomp en -verdeelzuil.

LPG-component	aanbevolen scheidingsafstanden tot naburige installaties
verdeelzuil (DN25)	6 m
verdeelpomp (DN40)	8 m
vulpunt (DN50)	10 m

Figuur 23 toont bovenstaande scheidingsafstanden vanuit diesel-, benzine- en LPG-verdeelinstallaties tot naburige installaties en gemeten vanaf het LPG-vulpunt (blauwe pijlen; > 10 m), LPG-verdeelpomp (paarse pijlen; > 8 m) en LPG-verdeelzuil (groene pijlen; > 6 m). Deze scheidingsafstanden dienen aangehouden te worden tot de op het LNG-station aanwezige LNG-opslagtank en LNG-tankwagen (in het rood weergegeven; kwetsbare componenten).



Figuur 23: Scheidingsafstanden van andere gevaarlijke installaties tot de LNG-componenten op een tankstation (rood = kwetsbaar object; stippellijn = indien tankwagens tegelijk aanwezig zijn) (M-Tech, 2017)

De afstand tussen onderdelen van de LNG-installatie en riool- en kelderopeningen, bedraagt minimaal 5 meter (PGS 33, 2017).

Samenvattend kan gesteld worden dat de interne scheidingsafstanden op een gecombineerd tankstation voor LNG met benzine, diesel en/of LPG bepaald worden door de niet-LNG installaties. De interne scheidingsafstanden voor benzine, diesel en/of LNG-stations overstijgen immers de scheidingsafstanden voor LNG-stations.

Het belangrijk om op te merken dat multifuelstations in steeds meer verschillende gedaantes opduiken, zowel qua lay-out (inrichting van de exploitatie), als qua aanbod aan brandstofcombinaties (waterstof, CNG, LNG, benzine, diesel, elektriciteit, LPG). Het beoordelen van potentiële domino-effecten dient dus steeds ad-hoc geëvalueerd te worden indien de realiteit niet overeenkomt met de scope van de door M-Tech uitgevoerde studie.

LNG-bunkerstations

De onderdelen van een LNG-bunkerstation die relevant zijn met betrekking tot de bepaling van interne scheidingsafstanden zijn:

(1) de LNG-opslagtank en bijhorende randapparatuur, met lekkage van de bunkerpomp als meest risicorelevant faalscenario;
(2) de bunkerinstallatie voor schepen, met lekkage aan de flexibele bunkerslang als meest risicorelevant faalscenario;
(3) de losinstallatie voor LNG-tankers, met lekkage aan de flexibele losslang als meest risicorelevant faalscenario;
(4) de LNG-tankwagen en bijhorende verlaadinstallatie, met lekkage aan de flexibele verlaadslang als meest risicorelevant faalscenario.

Onderstaande tabellen Tabel 16 t.e.m. Tabel 20 geven de aanbevolen scheidingsafstanden weer voor bovenstaande onderdelen in functie van respectievelijk het bunkerdebiet (met de overeenkomstige persaansluiting van de pomp), de diameter van de bunkerslang, de diameter van de flexibele losslang en de diameter van de verlaadslang.

Tabel 16: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en installaties, gemeten vanaf het lospunt (slang- en pompaansluitingen) van een bunkerstation (M-Tech, 2017)

Bunkerdebieten (pompaansluiting)	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
20 – 80 m³/h (DN80)	20	13
60 – 190 m³/h (DN150)	40	26

Tabel 17: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installatie, gemeten vanaf de bunkerlocaties (slangaansluitingen) (M-Tech, 2017)

slangdiameter	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
DN40	14	10
DN65	20	14
DN80	24	16
DN100	29	19

Tabel 18: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installaties, gemeten vanaf het lospunt voor LNG-tankers (slangaansluitingen) (M-Tech, 2017)

slangdiameter	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
DN80	24	16
DN100	29	19
DN150	40	25

Tabel 19: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installaties, gemeten vanaf het los/laadpunt (slang- en pompaansluitingen) (M-Tech, 2017)

slangdiameter	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
DN40	10	7
DN50	12	8
DN65	16	10

Truck-to-ship bunkerlocaties

De minimale scheidingsafstanden bij truck-to-ship bunkeroperaties worden bepaald voor het scenario van een lek aan de flexibele bunkerslang of centrifugaalpomp van de tankwagen. Ze worden weergegeven in Tabel 20 als functie van de diameter van de bunkerslang.

Tabel 20: Aanbevolen scheidingsafstanden bij TTS-bunkerlocaties tot in de omgeving en op de inrichting aanwezig zijnde personen en naburige installaties gemeten vanaf het aansluitpunt van de bunkerslang (M-Tech, 2017)

slangdiameter	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
DN40	14 m	10 m
DN50	16 m	11 m

Merk op dat voor de haven van Antwerpen de veiligheidszone bij het truck-to-ship bunkeren gedefinieerd werd als een perimeter van 25 m rond de manifold van de tankwagen, uitgaande van een 3” flexibele bunkerslang (cfr. de Havenonderrichting).

Stelplaatsen voor tankcontainers

Tabel 21 geeft de minimale scheidingsafstanden weer voor een stelplaats met volle en lege tankcontainers, gebaseerd op het scenario van een klein lek aan een tankcontainer.

Tabel 21: Aanbevolen min. scheidingsafstanden voor een stelplaats met LNG-tankcontainers (M-Tech, 2017)

type container	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
40ft. tankcontainer (vol)	20	13
40ft. tankcontainer (leeg)	4	3

➔ **Toepasbaarheid**

Het respecteren van de interne scheidingsafstanden is algemeen toepasbaar voor nieuwe installaties die gebouwd worden na het in voege treden van een regelgevende verplichting omtrent deze scheidingsafstanden. Voor bestaande installaties is het verkleinen van afstanden qua kosten-baten vaak geen haalbare optie, omdat de meeste installatiecomponenten aan de grond verankerd zijn.

Wanneer men voor een bepaalde samenbouwconfiguratie de interne scheidingsafstanden tussen twee installatieonderdelen wil raadplegen, kan men de Figuur 22 en Figuur 23 raadplegen. Indien de figuren een verschillende afstand weergeven tussen twee dezelfde installatieonderdelen, is het van belang om bij het ontwerp van de LNG-afleverinstallatie de grootste afstand uit de twee figuren te hanteren.

➔ **Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau**

Interne scheidingsafstanden hebben tot doel om preventief (in de ontwerp- en configuratiefase van de installatie) de impact van productvrijzetting en een eventueel vervolgscenario (bv. ontsteking van het vrijgekomen product met een plasbrand tot gevolg) maximaal te beperken.

➔ **Financiële aspecten**

Een eventueel enige meerkost aan het respecteren van interne scheidingsafstanden zijn de extra benodigde meters leiding tussen de verschillende installatieonderdelen.

4.8 Respecteren van externe scheidingsafstanden

➔ **Beschrijving**

Externe scheidingsafstanden kunnen quasi hetzelfde gedefinieerd worden, maar verschillen met interne scheidingsafstanden op het punt 'potentiële ontvanger van het gevaar'. Bij externe scheidingsafstanden bevindt deze potentiële ontvanger zich buiten de grenzen van de inrichting.

In het kader van deze BBT-studie werd door M-Tech een berekening van interne en externe scheidingsafstanden voor verschillende samenbouwconfiguraties gemaakt. Deze studie en de resulterende zelfberekeningstools zijn volledig te raadplegen via www.emis.vito.be.

Een selectie uit de door M-Tech berekende externe afstandsregels voor enkele voorkomende samenbouwconfiguraties, is hieronder opgenomen. Let erop dat de studie door M-Tech heel wat meer uitgebreide en gedetailleerde info over de berekening en resultaten van afstandsregels voor vele mogelijke configuraties bevat.

Het is sterk aanbevolen om deze info uit de studie door M-Tech te raadplegen bij het toepassen van deze maatregel. Bijzondere aandacht gaat hierbij naar de richtlijnen voor het gebruik van de risicoafstanden die voor elk beschouwd type samenbouw zijn opgenomen in het rapport van M-Tech.

Tabel 22: Maximale risicoafstanden in meter voor de standaard LNG-tankstations met opslagtanks, verdeelpomp en verdamper voor de conditionering van het LNG (doorzet: 10.000 m³/j) (M-Tech, 2017).

Volume	Type LNG-tankstation	niet ingekuipt [m]			ingekuipt [m]		
		10^{-5}/j	10^{-6}/j	10^{-7}/j	10^{-5}/j	10^{-6}/j	10^{-7}/j
60 m³	bulkconditionering, met verdeelpomp	0	21	82	0	21	82
	bulkconditionering, zonder verdeelpomp	0	22	83	0	22	82
	ogenblikkelijke conditionering, met verdeelpomp	0	23	82	0	22	73
80 m³	bulkconditionering, met verdeelpomp	0	21	91	0	21	90
	bulkconditionering, zonder verdeelpomp	0	21	88	0	21	87
	ogenblikkelijke conditionering, met verdeelpomp	0	23	91	0	22	81
100 m³	bulkconditionering, met verdeelpomp	0	22	92	0	22	91
	bulkconditionering, zonder verdeelpomp	0	21	95	0	21	94
	ogenblikkelijke conditionering, met verdeelpomp	0	23	98	0	23	87
120 m³	bulkconditionering, met verdeelpomp	0	22	98	0	22	97
	bulkconditionering, zonder verdeelpomp	0	21	101	0	21	100
	ogenblikkelijke conditionering, met verdeelpomp	0	23	104	0	23	92

Tabel 23: Gecumuleerde maximale risicoafstanden in meter voor een LNG-bunkerstation met bunkerslangen en losslangen voor tankwagens (Temp. LNG: -160 tot -134 °C) (M-Tech, 2017) – de afstanden gelden vanaf het centraal punt van het LNG-bunkerstation.

Volume opslagtank	Bunkerdebiet (slangdiameter)	Losdebiet (slangdiameter)	25.000 m³/jaar			50.000 m³/jaar			100.000 m³/jaar		
			10^{-5}/j	10^{-6}/j	10^{-7}/j	10^{-5}/j	10^{-6}/j	10^{-7}/j	10^{-5}/j	10^{-6}/j	10^{-7}/j
200 m³	≤ 50 m³/h (DN40 of DN65)	≤ 600 l/min (DN40)	36	67	135	43	77	142	51	88	152
300 m³					148			152			160
400 m³					165			167			172
500 m³					175			177			181
200 m³	≤ 100 m³/h (DN80)	≤ 900 l/min (DN50)	40	78	147	49	88	160	61	100	174
300 m³					157			167			183
400 m³					169			177			191
500 m³					179			185			195
200 m³	≤ 200 m³/h (DN100)	≤ 1.300 l/min (DN65)	42	90	164	52	100	182	66	112	199
300 m³					174			191			209
400 m³					181			196			215
500 m³					189			202			221

In de studie door M-Tech zijn bijkomend maximale risicoafstanden[50] te vinden voor installatieonderdelen van de beschouwde afleverinstallaties, en gecumuleerde risico-

[50] Maximale risicoafstanden zijn de externe veiligheidsafstanden, bepaald als de maximale afstanden tot waarop een plaatsgebonden mensrisico van 10-5, 10-6 en 10-7/j wordt berekend. Gerekend vanaf 1 punt.

afstanden[51] voor LNG-bunkerstations die door verschillende combinaties van slangen en armen worden bevoorraad en zelf de schepen bevoorraden. Deze zijn te raadplegen in de tabellen IV 2.2.1 t.e.m. IV 2.2.4.

Tabel 24 toont de door M-Tech (2017) berekende maximale risicoafstanden voor volle en lege tankcontainers op een stelplaats. De tabel toont dat het berekende mensrisico dat uitgaat van lege tankcontainers ongeveer een factor 10 lager is dan het risico dat uitgaat van evenveel volle tankcontainers. De invloed van het jaarlijks aantal hefoperaties op de stelplaats (i.e. een maat voor de doorzet) wordt bestudeerd door het geraamd aantal hefoperaties te halveren en te verdubbelen. Dit is zeer beperkt.

Tabel 24: Maximale risicoafstanden in meter voor standaard Truck-to-Ship (TTS)-bunkeroperaties op een vaste locatie (M-Tech, 2017) – afstanden te rekenen vanaf het centrale punt van de operatie

Type slang en nom. debiet	Aanwezige maatregelen (*)	50 operaties/jaar			250 operaties/jaar			500 operaties/jaar		
		10^{-5}/j	10^{-6}/j	10^{-7}/j	10^{-5}/j	10^{-6}/j	10^{-7}/j	10^{-5}/j	10^{-6}/j	10^{-7}/j
DN40 (400 - 600 l/min)	noodstop	4	35	57	21	52	84	35	57	99
	noodstop & terugslagklep	3	20	46	11	41	64	20	46	76
DN50 (600 - 900 l/min)	noodstop	1	34	65	15	59	91	34	65	109
	noodstop & terugslagklep	1	29	56	14	50	79	29	56	93

Tabel 25 toont de berekende maximale risicoafstanden voor standaard stelplaatsen waar zowel volle als lege LNG-tankcontainers aanwezig zijn, die via een portaalkraan aan boord van het te bevoorraden binnenvaartschip kunnen worden gebracht.

Tabel 25: Maximale risicoafstanden in meter voor een stelplaats voor LNG-tankcontainers (lege en volle tankcontainers beschouwd in het berekende risico) (M-Tech, 2017) – afstanden te rekenen vanaf het centrale punt van de operatie

type samenbouwinstallatie	gemiddeld aantal volle containers	Maximale risicoafstanden [m]		
		10^{-5}/j	10^{-6}/j	10^{-7}/j
stelplaats 40ft. tankcontainers	5	14	58	137
	10	21	75	151
	20	36	109	165

[51] Gecumuleerde risicoafstanden zijn de bundeling van de individuele risico-afstanden van de verschillende installatieonderdelne op een afleverinstallatie (bv. opslagtank, verdeelzuil, …). Wanneer de afzonderlijke componenten waaruit een samenbouwinstallatie is opgebouwd zich op grote afstand van elkaar bevinden, dan resulteert het toepassen van de gecumuleerde maximale risicoafstanden vanaf de inplantingslocatie van elke component mogelijk in een aanzienlijke overschatting van de zones waar het plaatsgebonden mensrisico 10-5/j, 10-6/j en 10-7/j of meer bedraagt. Afhankelijk van de onderlinge verhouding van de maximale risicoafstanden van de afzonderlijke componenten en de verhouding van de onderlinge afstand tussen de componenten en hun maximale risicoafstanden is het gebruik van de maximale risicoafstanden van de individuele componenten dan eerder aangewezen.

Richtlijnen voor het gebruik van de berekende (gecumuleerde) risicoafstanden, zijn te raadplegen in de begeleidende studie door M-Tech (2017), waarin o.a. de volgende richtlijn is opgenomen: "*Afhankelijk van de onderlinge afstanden tussen de risicobepalende componenten van een samenbouwinstallatie en de onderlinge verhouding van de maximale risicoafstanden die uitgaan van de individuele componenten, is het aangewezen om bij de evaluatie van het externe mensrisico van een samenbouwinstallatie uit te gaan van de gecumuleerde maximale risicoafstanden (tabellen IV.1.2.1 en IV.1.2.2) of van de individuele maximale risicoafstanden van de afzonderlijke componenten (tabellen IV.1.1.3, IV.1.1.6 en IV.1.1.7). Het toepassen van de gecumuleerde maximale risicoafstanden vanaf de inplantingslocatie van elke component is steeds conservatief, maar kan leiden tot een aanzienlijke overschatting van het plaatsgebonden mensrisico van de samenbouwinstallatie. Een evaluatie louter op basis van de individuele maximale risicoafstanden van de afzonderlijke componenten is daarentegen soms ontoereikend.*"

➔ Toepasbaarheid

Het respecteren van de externe scheidingsafstanden is algemeen toepasbaar voor nieuwe installaties die gebouwd worden na het in voege treden van een decretale verplichting omtrent deze scheidingsafstanden. Voor bestaande installaties is het verkleinen van afstanden vaak geen haalbare optie.

Verkleining van de hierboven beschreven afstanden is mogelijk aangezien dit geen impact heeft op de interne en externe veiligheid, en er dus andere maatregelen (bv. afscherming) een eventuele impact op de omgeving door een calamiteit opvangt. Het is aangewezen dat kleinere scheidingsafstanden in combinatie met extra omgevingsbeschermende maatregelen door een erkende deskundige externe veiligheid in een veiligheidsstudie onderzocht worden. Wel is het aangewezen, in analogie met de meest recente sectorale voorwaarden voor LPG, om waar mogelijk voor het bepalen van de risicoafstanden gebruik te maken van de generieke tool in plaats van beroep te doen op individuele veiligheidsstudies opgemaakt door erkende VR-deskundigen.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Externe scheidingsafstanden hebben tot doel om preventief (in de fase van ontwerp, configuratie en inplanting van de installatie) de impact van accidentele productvrijzetting en een eventueel vervolgscenario (bv. ontsteking van het vrijgekomen product met een plasbrand tot gevolg) op de omgeving maximaal te beperken.

➔ Financiële aspecten

Voor externe scheidingsafstanden kan het zoeken naar en betalen van een geschikt terrein waarop de scheidingsafstanden gerespecteerd kunnen worden, een bepaalde meerkost met zich meebrengen.

4.9 Voorzien en inoefenen van up-to-date noodprocedures

➔ Beschrijving

Noodprocedures hebben tot doel om de impact van een accidentele vrijzetting van gevaarlijke stoffen uit een inrichting op mens en omgeving zoveel mogelijk te beperken.

Noodprocedures vormen een essentieel onderdeel van de maatregelen m.b.t. een managementsysteem voor milieuvriendelijke en veilige exploitatie (4.1) en opleiding (4.2).

Het is een bundeling van alle gemaakte afspraken tussen en gelegde verantwoordelijkheden bij exploitant, omliggende bedrijven, buurtbewoners, hulpdiensten, en andere belanghebbenden om ingeval van een incident de schade zoveel als mogelijk te beperken.

Specifiek met de brandweer is het belangrijk om duidelijke afspraken te maken over uitvoering van brandbestrijdingsmaatregelen. De brandweerdiensten in Vlaanderen hebben via deelname aan Europese expertengroepen en oefenterreinen specifieke kennis en ervaring over de aanpak van incidenten met LNG. Daarnaast kunnen zij een adviesrol tijdens de omgevingsvergunningsprocedure opnemen, waardoor zij specifieke maatregelen in het kader van brandpreventie en –bestrijding kunnen opleggen (Tom Van Esbroeck, brandweerzone centrum, persoonlijke communicatie, 4 sept. 2017).

Een noodprocedure kan specifiek op een welbepaald domein gericht zijn (bv. organisatie van brandbestrijding) of kan een breder toepassingsgebied hebben.

Opdat 'iedereen' kennis zou kunnen nemen van de geldende procedures voor een bepaalde inrichting is het belangrijk dat de procedures schriftelijk beschikbaar zijn op de locatie van exploitatie.

Een noodprocedure kan de volgende onderdelen bevatten, maar zal qua specifieke inhoud afhankelijk zijn van het voorwerp en doel van de noodprocedure (bv. brandbestrijding, productvrijzetting, interactie met omliggende bedrijven ingeval van calamiteit, …):

- een overzicht van de gevaareigenschappen van het product;
- een beschrijving om elk lopend proces manueel stop te zetten;
- een verduidelijking over het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen;
- gemeenschappelijke en individuele verantwoordelijkheden van elk der (nabijgelegen) exploitanten bij noodsituaties. Dit is bijvoorbeeld de organisatie van de brandbestrijding, het optreden van de interventiediensten en afstemming en uitvoering (oefenen) van de noodplanning[52]. Er is echter een duidelijk onderscheid tussen interne noodplanning (verantwoordelijkheid van de exploitant, zoals onder deze titel besproken) en externe noodplanning (interventieplannen van de brandweer).

"*Nadat een noodstopsysteem is geactiveerd, wordt de installatie niet eerder gebruiksklaar gesteld dan nadat de reden van het bedienen van de noodstopvoorziening bekend is en de aanleiding hiertoe is opgeheven. De installatie kan en mag alleen terug in werking worden gezet door de operator na een volledige controle en diagnose ter plaatse.*" (PGS 33-1, 2017)

De volgende acties worden in ieder geval uitgevoerd in geval van een ongewoon voorval, zo ook bij een LNG-(aflever)installatie (PGS, 2017):

- "*activeer de aanwezige noodstopvoorzieningen om verladingen te stoppen en het installatieonderdeel in veilige modus te brengen;*
- *zorg voor waarschuwing en ontruiming van de omgeving. Indien nodig waarschuw de hulpverleningsdiensten;*
- *waarschuw de gebruiker/beheerder van het tankstation*".

[52] Omtrent noodplanning zijn art 22 t.e.m. 25 van het KB 27/3/1998 relevant. Zie ook art 29 van het KB 11/3/2002 - chemische agentia

Een ander voorbeeld van een aangewezen regel in noodsituaties is om een eventueel aanwezige vrachtwagen op de exploitatie tijdens een alarm door de gasdetectoren niet te activeren (motor starten) om ermee weg te rijden. Het starten zou een mogelijke gaswolk op exploitatie kunnen doen ontsteken.

Onder titel 4.26, tot slot, worden scenario's getoond die het noodstopsysteem kunnen activeren.

➔ Toepasbaarheid

Noodprocedures zijn toepasbaar op alle vormen van samenbouw, maar kunnen inhoudelijk verschillen naargelang het type samenbouw.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Een noodprocedure is in de eerste plaats een maatregel die gericht is op het verhogen van de externe veiligheid. Het is een maatregel die preventief genomen kan worden om incidenten aan te pakken.

➔ Financiële aspecten

Een noodprocedure vraagt financieel enige inspanning. De kosten die eraan verbonden zijn liggen in de geïnvesteerde tijd om alle actoren samen te brengen en de afspraken met hen te maken. Daarnaast is ook oefeningen van de inhoud in daartoe bedoelde instellingen nodig. Zo kan in Rotterdam met de brandweer op calamiteitenbestrijding voor LNG getraind worden. Andere manieren om de inhoud van de noodprocedure up to date en in de mindset van de gebruikers te houden, zijn eveneens geldig.

4.10 Voorzien en aanduiding van veiligheidszonering

➔ Beschrijving

Een **veiligheidszone** is een afgebakend gebied binnen de grenzen van de exploitatie waarbinnen maatregelen genomen zijn om de risico's op een explosie tot een minimum te beperken, en waarbinnen explosieveilig materieel gebruikt moet worden. Een veiligheidszone wordt gecreëerd door ervoor te zorgen dat alle niet-essentiële aanwezigheid van personeel en activiteiten zich buiten de visueel aangeduide veiligheidszone bevindt. Hierdoor wordt een zone zonder potentiële ontstekingsbronnen gecreëerd en wordt, naast de kans op een ontsteking, ook de kans op menselijke en materiële schade ten gevolge van blootstelling aan brand na een ontsteking gereduceerd. De specifieke voorwaarden hieromtrent worden beschreven in de ATEX-richtlijn.

De specifieke maatregelen die binnen een veiligheidszone genomen worden om de risico's op explosie te minimaliseren, gaan bijvoorbeeld over het voorzien van equipotentiaalverbindingen om installaties binnen de veiligheidszone te beschermen tegen statische elektriciteit (zie ook titel 4.13). De ATEX-richtlijn daaraan gelinkte normen bieden hiervoor en voor andere meer specifieke maatregelen een kader.

Titels 5.2 en 5.3 van ISO 16924 handelen over veiligheidsmaatregelen (explosie en vuur), specifiek voor LNG-afleverinstallaties.

Binnen een gezoneerd gebied is:

- het verboden te roken;
- de aanwezigheid van open vuur verboden;
- de aanwezigheid van voorwerpen met een oppervlaktetemperatuur van meer dan 300 °C (573 K) verboden;
- de aanwezigheid van verbrandingsmotoren, machines en andere toestellen verboden, tenzij de uitvoering van deze apparaten voldoet aan de Europese wetgeving voor toepassing in explosieve gebieden en geschikt is voor de desbetreffende zone;
- ingeval verdeling naar schepen, geen ander schip aangemeerd in de veiligheidszone;
- staan elektronische toestellen af, of zijn ze op een veilige (lage) spanning gezet (bv. zenders of radars bij schepen) (HVA, 2016).

Tijdelijk werken met deze apparaten is toegestaan als de gebruiker specifieke regels volgt volgens ATEX 137.

Voor afleverinstallaties aan schepen geldt specifiek dat alle openingen en luchtinlaten in de veiligheidszone worden afgesloten tijdens een overslagproces.

Veiligheidszones zijn daarentegen niet te verwarren met **beveiligingszones.** Beveiligingszones maken deel uit van de eerste beschermingslaag, zoals dit in de filosofie van het vlinderdasmodel genoemd wordt (zie paragraaf 3.8) . Het is een, al dan niet visueel afgebakende, zone in buurt van de afleverinstallatie. In de praktijk gaat het om de terreingrenzen van de exploitatie, de reikwijdte van het verkeersplan, camera's, … Ze worden gebruikt om de waarschijnlijkheid van LNG-vrijzetting veroorzaakt door externe invloeden, zoals een botsing tussen schip/vrachtwagen en een LNG-voerende leiding van de samenbouw, te verkleinen. Deze beveiliging wordt geborgd door het bewaken van het voer- en vaartuigverkeer en andere activiteiten in deze zone, en/of door afscherming van installatieonderdelen (zie ook 4.20), bv. met hekwerk of een muur of wand.

➔ Toepasbaarheid

"Het instellen van een veiligheidszone is een maatregel die genomen wordt bij ship-to-ship of truck-to-ship bunkeroperaties, omdat deze activiteiten op verschillende locaties binnen een haven kunnen plaatsvinden. Op een vast tank- of bunkerstation wordt voorafgaand aan de vergunning een risicoanalyse uitgevoerd en is het instellen van een veiligheidszone tijdens het doorvoeren van de activiteit aldus niet meer aan de orde." (Luc Vandebroek, persoonlijke communicatie, 2 december 2015).

Het bepalen en aanduiden van een veiligheidszone is altijd toepasbaar, dus ook bij tijdelijke en verplaatsbare installaties.

Een beveiligingszone is van toepassing op elk type LNG-samenbouw, aangezien elke installatie aanrij- of aanvaargevoelige installatieonderdelen heeft.

Figuur 24: Aanduiding van de veiligheidszone op het truck-to-ship-bunkerstation in Antwerpen

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Het doel van een veiligheidszone is de waarschijnlijkheid verlagen van de ontsteking van accidenteel vrijgekomen aardgas. Indien er toch een LNG-vrijzetting zou plaatsvinden, kan een veiligheidszone de kans op een ontsteking van het vrijgekomen gas verminderen. De veiligheidszone verkleint an sich de kans niet, maar aan de zonering zijn maatregelen verbonden die dat wel doen. Zo worden strenge eisen gesteld aan ontstekingsbronnen die zich binnen de veiligheidszone bevinden. In die zin is een veiligheidszone dus een indicatie van een gebied waarbinnen specifiek genomen maatregelen vereist zijn om ontsteking van vrijgekomen aardgas te voorkomen. Het zijn preventieve veiligheidsmaatregelen in de tweede lijn (tweede beschermingslaag, zie ook 3.8) (Blikom, 2013).

Ontstekingsbronnen kunnen elektrische installaties zijn. In een zogenaamd 'zoneringsdossier' wordt beschreven waaraan de elektrische installaties moeten voldoen in de afgebakende zones die volgens de zoneringsplannen met signalisatie (bv. gele lijn) worden aangeduid.

Er zijn echter nog andere ontstekingsbronnen mogelijk die in het Explosieveiligheidsdossier (conform boek III, titel 4 van de codex over welzijn op het werk) moeten beschreven worden. Daarvoor is het conform het boek III, titel 4 van de codex over welzijn op het werk eveneens verplicht om ontstekingsvoorkomende maatregelen te nemen. In EN1127-1 worden er 13 types ontstekingsbronnen beschreven.

➔ Financiële aspecten

De kostprijs van een veiligheidszone zit vooral in het verplicht gebruik/installatie van EX-materiaal erin. De eigenlijke aanduiding ervan kost relatief weinig geld. Daarnaast is echter ook toezicht op naleving nodig (zie ook paragraaf 4.4), is het een onderdeel van periodiek onderhoud en toezicht (zie 4.5), en is er ook ruimte en dus grond voor nodig. Deze aspecten dragen ook bij tot de prijs van de zone.

4.11 Vlotte en veilige verkeerscirculatie op de inrichting

➔ Beschrijving

Het is van belang dat verkeer op het terrein van de afleverinstallatie zich makkelijk en veilig kan bewegen, er zonder problemen op en af kan rijden.
Parkeren op de losplaats is daarom niet aanbevolen, tenzij voor de lossende vrachtwagen. Op die manier wordt vermeden dat de tankwagen op de openbare weg moet staan wachten).
Een goed verkeersplan is een mogelijk middel om een vlotte en veilige verkeerscirculatie te realiseren. Een dergelijk plan wordt bij voorkeur in de ontwerpfase opgesteld, en omvat scheiding van functies (laden, verdelen, lopen, rijden, varen, parkeren, opslaan, rijrichtingen) met bij voorkeur eenrichtingsverkeer, rechts rijden vrijwaren, vermijden van kruisingen, voorrangsregels, rijgebieden met vastgelegde minimumbreedte, rijsnelheden, aansluiten bij de wet- en regelgeving voor de openbare weg.

Voor vaartuigen bepaalt elke haven haar eigen zogenaamde verkeersregels.

➔ Toepasbaarheid

Een verkeersplan is algemeen toepasbaar.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Een verkeersplan helpt incidenten door aanrijding en -varing van andere voer- en vaartuigen en installatieonderdelen te voorkomen en schade te minimaliseren indien er toch een (verkeersgerelateerd) incident zou plaatsvinden.
Een verkeersplan houdt ook rekening met evacuatiemogelijkheden en vrije toegang voor de hulpdiensten, ingeval van calamiteiten.

➔ Financiële aspecten

Het opmaken en communiceren (signaleren) van een verkeersplan kost in verhouding tot de totale kost van (exploitatie) van een installatie weinig.

De kostprijs van een verkeersplan is afhankelijk van de grootte van de exploitatie, de complexiteit van de infrastructuur, de reeds aanwezige risico's, de reeds aanwezige informatie, de uitvoering van het plan, het aandeel in de uitwerking, …

4.12 Vrijzetting door degradatie voorkomen

➔ Beschrijving

De mate waarin deze fenomenen niet kunnen vermeden worden door een geschikte materiaalkeuze al dan niet in combinatie met een beschermlaag, zal de schade die ze veroorzaken aan de omhulling moeten opgevolgd worden (door continue monitoring, onderhoud en periodieke inspectie). Vrijzettingen door degradatie worden voorkomen door tijdig in te grijpen, bijvoorbeeld door herstellingen uit te voeren, de werkingscondities van een omhulling aan te passen of door een omhulling te vervangen.

Ook kathodische bescherming kan bijdragen aan de goede staat van de omhulling. Kathodische bescherming (KB) is een methode van corrosiebestrijding van metalen onderdelen die op het principe van potentiaalverlaging van het te beschermen object is gebaseerd. Door de potentiaal voldoende te verlagen wordt de anodereactie van ijzer tot ijzerionen zo sterk vertraagd dat hij praktisch te verwaarlozen is.

➔ Toepasbaarheid

Een geschikte materiaalkeuze, al dan niet in combinatie met een beschermlaag, is toepasbaar. Kathodische bescherming is eveneens toepasbaar op zowel bovengrondse als ondergrondse tanks, maar enkel relevant maatregel voor ondergronds opslagtanks met inbegrip van de randvoorwaarden in art. 5.17.3.1.7. (zie onder volgende titel).

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Corrosie van een tankwand kan tot lekken leiden, en is dus ten allen tijde te voorkomen of te monitoren. Kathodische bescherming is echter bedoeld om ondergrondse opslagtanks te beschermen, en heeft dus enkel daar een veiligheidsvoordeel. Bovengrondse opslagtanks worden in vergelijking met ondergrondse tanks veel minder blootgesteld aan gelijkaardige corrosieve omstandigheden (door evt. continu in contact te staan met grondwater), en zijn overigens beschermd door een (witte) corrosiewerende laklaag.
Omdat ondergrondse uitvoering van LNG-druktanks als een techniek in opkomst beschouwd wordt, staat deze in hoofdstuk 7, maar wordt dit middel om degradatie te voorkomen niet in hoofdstuk 5 geëvalueerd.

➔ Financiële aspecten

De kost van een geschikte materiaalkeuze, beschermlaag, en het voorzien van een kathodische bescherming is klein in verhouding tot de totale investeringskost van de samenbouw.

4.13 Potentiaalverschillen tussen installatieonderdelen voorkomen

➔ Beschrijving

Bij een overslaghandeling is het vereist om een potentiaalvereffening (elektrische verbinding met de aarde) via een aardingspunt tot stand te brengen. Het te tanken, of te lossen verplaatsbare recipiënt moet daarom zijn voorzien van 1 of meer metallische aansluitpunten als aardingspunt. Potentiaalverschillen tussen installatieonderdelen moeten voorkomen worden om een daaruit volgende ontsteking te voorkomen.

Vaste overslaginstallaties moeten daarom sowieso voorzien zijn van een aardingspunt. Bij LNG-verdeling aan schepen mag het (positief geladen) schip niet in verbinding staan

met de (neutrale) ondergrond. De fenders tussen schip en wal zijn uit een niet-geleidend materiaal uitgevoerd.

Figuur 25: Drie achter elkaar liggende zwarte fenders uit niet-geleidend materiaal (Yokohama, s.d.)

Bij truck-to-ship bunkeroperaties moet de vrachtwagen geaard worden alvorens het bunkeren te starten. De vrachtwagen en het schip staan immers op een verschillende potentiaal. Er dienen ter voorkoming van ontstekingen door potentiaalverschillen ook isolerende flenzen op de betrokken installatieonderdelen voorzien worden.
Een isolatieflens of isolatiepakking is vervaardigd uit niet-elektrisch geleidend materiaal ter voorkoming van zogenaamde zwerfstromen door het voormelde potentiaalverschil tussen wal en schip.

Figuur 26: Aardingspunt voor de LNG-leverende vrachtwagen op de truck-to-ship (TTS) bunkerzone in Antwerpen

Er moet een aarding gerealiseerd zijn voordat een LNG-overslag kan starten.

➔ Toepasbaarheid

Een aarding is algemeen toepasbaar, maar de uitvoering en handeling verschilt naargelang men een voer- dan wel vaartuig bevoorraad.
Bij verdeling van LNG aan vaartuigen vanuit een LNG-tankwagen wordt enkel de LNG-tankwagen geaard alvorens de overslaghandeling te starten.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Door aarding en het gebruik van equipotentiaalverbindingen worden ontstekingen ten gevolge van een verschil in statische geladenheid van een voer- of vaartuig en de samenbouw voorkomen.

➔ Financiële aspecten

De kost voor het voorzien van een aarding is klein in verhouding tot de totale investeringskost van de samenbouw.

4.14 Aflevering d.m.v. een vaste verdeelarm

➔ Beschrijving

Een vaste constructie waarop een slang permanent is bevestigd en beweegbaar is (voorbeeld, zie Figuur 27), wordt voor verschillende overslagprocessen gebruikt. In de maritieme sector is deze techniek het vaakst gebruikt. Een arm vergemakkelijkt immers de koppeling met tankinlaat van een groot schip.

Figuur 27: Voorbeeld van een vaste laadarm voor bunkering (Skangas, 2015).

➔ Toepasbaarheid

Laadarmen kan je zowel op vaste landinstallaties als op bunkerschepen installeren (Jan Van Houwenhove, Vlaams LNG Platform, persoonlijke communicatie, Jan Van Houwenhove, 24 augustus 2017).

Vaste laadarmen worden op heden voornamelijk gebruikt bij bunker- en (vrachtwagen)laadstations, of om LNG-voerende of -varende schepen te lossen, te laden of te bunkeren.

De arm wordt niet ingezet voor tanken (verdelen naar brandstoftank) van vrachtwagens.

Een vaste laadarm kan technisch gezien echter bij elke vorm van samenbouw geplaatst worden, maar wordt in de praktijk enkel gebruikt voor vaste bunkerstations omwille van de grote overslagdebieten. De diameter van de verdeelslang is groter. Dit maakt de slang zwaarder en dus moeilijker handmatig te manipuleren. Een arm komt hieraan tegemoet.

➔ Voordeel voor het veiligheidsniveau

In de praktijk worden verschillende overslagprocessen nog frequent uitgevoerd door koppeling van de leverende tank aan de ontvangende tank met een losse slang, bijvoorbeeld bij bunkering van een schip door een vrachtwagen. Aan een vaste laadarm wordt t.o.v. een losse slang een **lagere faalfrequentie** (factor 10 lager dan een flexibele slang) toegekend doordat de slang minder slijtage door gebruik ondervindt. De slang zit vast in de constructie en wordt daardoor minder blootgesteld aan externe impact waardoor de kans op schade (bv. microscheurtjes) kleiner is.

Er kunnen door middel van een vaste arm **grotere verlaaddebieten** gehaald worden, omdat hierin (zwaardere) slangen met een grotere nominale diameter bevestigd kunnen worden zonder dat dit een negatieve weerslag op de hanteerbaarheid heeft. Het verhoogde debiet zorgt voor een **kortere overslagtijd** t.o.v. een losse slang, wat op zich een positieve impact op de interne en externe veiligheid creëert. Wanneer de slang toch zou lekken of breken, is de potentiële impact dan weer groter door dit grotere overslagdebiet.

De **koppeling- en ontkoppelingsprocedure** voor een vaste laadinstallatie is sneller en efficiënter, en de monitoring van de overslagoperatie is gemakkelijker.

➔ Financiële aspecten

De kost van een vaste laadarm varieert o.a. naargelang het type (capaciteit, grootte, …). De relatieve meerprijs stijgt uiteraard naargelang de doorzet van het type samenbouw daalt: voor de belading van een LNG-tankstation (dus voor het vullen van de LNG-opslagtank) is de investering relatief groter dan voor de verdeling van LNG naar ontvangende schepen in een bunkerstation, dat doorgaans grotere volumes doorzet en dus een hogere omzet heeft. De meerprijs van de vaste laadarm kan geplaatst worden tegenover een hogere overslagefficiëntie, wat vooral een argument is bij laad- of bunkerstations. Een tankstation zal immers niet continu beladen moeten worden en de vaste laadarm is bij dergelijke samenbouw veel minder vaak in gebruik. Voor de doorzethoeveelheden die verwacht worden bij een vast bunkerstation met een opslagcapaciteit binnen de scope van deze BBT-studie is de meerkost hoog ten opzichte van de meerwaarde.

Vaste laadarmen (met toebehoren) zijn beschikbaar vanaf 600.000 euro, maar een realistische inschatting van de CAPEX is 800.000 euro (Jan Van Houwenhove, Vlaams LNG Platform, persoonlijke communicatie, Jan Van Houwenhove, 24 augustus 2017).

4.15 Ontwerpmaatregelen treffen om warmte-insijpeling te voorkomen

➔ Beschrijving

Een primaire omhulling is een middel om LNG bij elkaar te houden. In de opslagtank gebeurt dit dankzij de tankwand en bij verdeling dankzij geïsoleerde slangen en leidingen die bestand zijn tegen de cryogene eigenschappen van het LNG.

Een dubbelwandige tank is aangewezen. Deze tankwand moet geïsoleerd zijn. Bij LNG-opslag is de tankruimte tussen binnenste en buitenste tankwand vacuüm getrokken. Vaak is deze tussenruimte bovendien nog met perliet of Multi Layer Insulation (MLI) gevuld om de isolerende eigenschappen van de tankwand nog te verhogen. Perliet heeft een iets betere isolatiewaarde dan MLI bij verlies van vacuüm (Tim Stoffelsma – Shell, persoonlijke communicatie, 17 oktober 2017).

➔ Toepasbaarheid

Deze maatregel is algemeen toepasbaar voor de opslag van LNG bij alle types samenbouw in de scope van deze studie.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

De energie-efficiëntie verhoogt door de isolerende eigenschap van de secundaire omhulling. Zonder de dubbelwandige vacuüm geïsoleerde omhulling zou er veel meer boil-off gas gevormd worden (door hogere warmte-insijpeling). Warmte-insijpeling betekent indirect energieverlies, omdat dit boil-off gas terug ingekoeld moet worden, wat op zijn beurt energie vraagt (bv. re-liquefactie).

Daarnaast verhoogt ook de veiligheid, omdat een dubbelwandige tank beter bestand is tegen externe impacts dan een enkelwandige.

➔ Financiële aspecten

De meerkost van een dubbelwandige primaire omhulling t.o.v. een enkelwandige is beperkt. De energie-efficiëntievoordelen ervan zijn significant. In de sector zijn dubbelwandige tanks dan ook reeds de standaard.

4.16 Voorzien van een opvangvoorziening voor vrijgesteld LNG

➔ Beschrijving

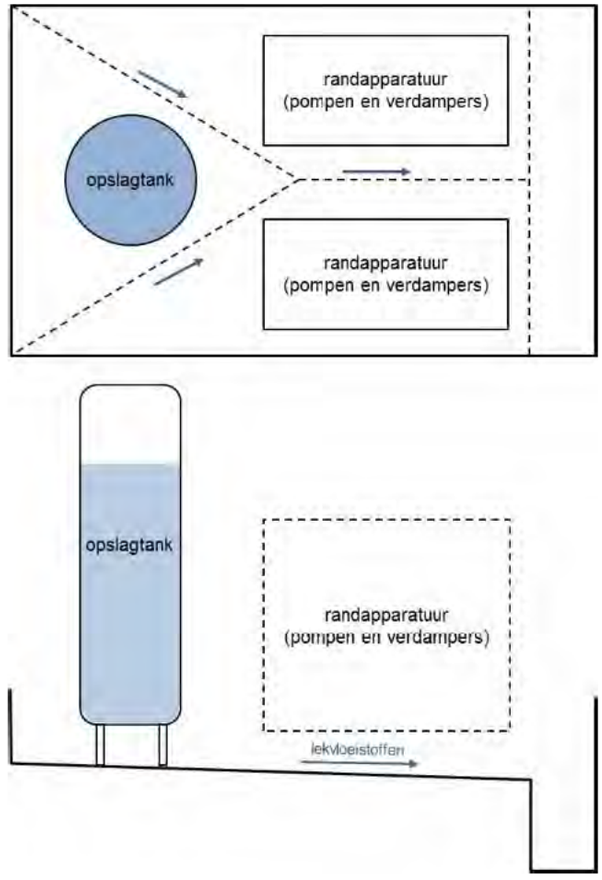
Een opvangvoorziening is een vorm van secundaire omhulling van het LNG (na dubbelwandige tank als primaire omhulling). Een omhulling heeft vloeistofretentie tot doel.

Een opvangvoorziening kan als een traditionele inkuiping ofwel als een afhellende (isolerende) ondergrond met opstaande randen en open afvoergoten en een meer afgelegen opvangzone worden uitgevoerd.

<u>Opvangvoorziening rondom de opslagtank en –onderdelen</u>

"*De opvangvoorziening kan worden gerealiseerd als een klassieke inkuiping waarbij de nodige aandacht besteed dient te worden aan het draineren van lekvloeistoffen in een richting weg van de opslagtank (zie Figuur 28). De hoogte van de kuipmuren dienen verder beperkt te blijven om de kans op het optreden van een gaswolkexplosie door inklemming van een gevormde brandbare wolk te beperken en de brandbestrijding niet te bemoeilijken. De inkuiping dient voorzien te zijn van een systeem waarmee het hemelwater verwijderd wordt uit de inkuiping zonder dat het ontvlambare gas in*

vloeibare vorm zich kan verspreiden buiten de inkuiping. In combinatie met een LCNG-verdeelinstallatie moet de plaatsing van de CNG-buffer zodanig zijn dat deze niet in contact kan komen met cryogene lekvloeistoffen." (M-Tech, 2017)



Figuur 28: Schematische voorstelling van een inkuiping waarin lekvloeistoffen kunnen aflopen in een richting weg van de opslagtank (M-Tech, 2017).

De definitie van een inkuiping volgens VLAREM II, artikel 1.1.2 is: "*een kuipvormige uitgevoerde vloeistofdichte constructie uit niet-brandbare materialen, die in staat is om de lekvloeistof te weerhouden;…*"

De inkuiping hoeft niet noodzakelijk gebouwd te zijn met cryogeen beton[53]. Niet-cryogeen beton is eveneens in staat om LNG in de inkuiping te houden. Niet-cryogeen beton kan na contact met vrijgesteld LNG wel zijn gebarsten en een herstelling vereisen.

ISO 16924 geeft onder titel 6.1.2 ("Buildings & civil works") algemene instructies m.b.t. het ontwerp en de bouw, die eveneens relevant zijn voor de bouw van een inkuiping.

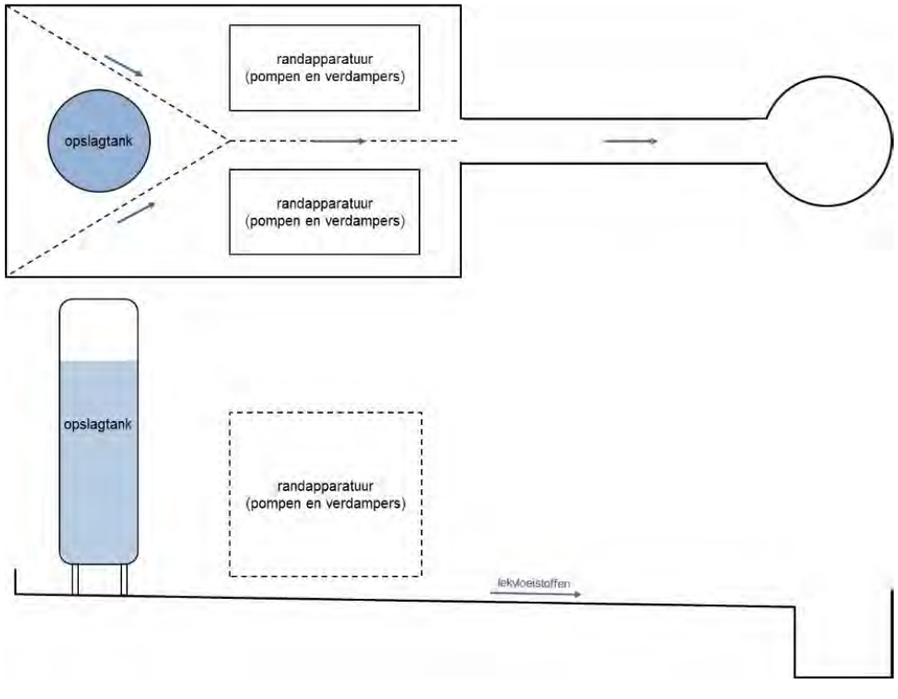
[53] Cryogeen beton is beton met een samenstelling die speciaal is gemaakt om tegen blootstelling aan cryogene temperaturen te kunnen.

ISO 16924 stelt in 8.1.2.2.1 voorts dat de onderdelen van een LNG-installatie of -samenbouw die LNG bevatten ofwel binnen de inkuiping worden geplaatst, ofwel op een plaats zodat vrijkomend LNG veilig kan afvloeien naar een inkuiping. Alinea 8.1.2.2.2 stelt dat het niet noodzakelijk is om een inkuiping (opvangvoorziening) te voorzien rond een LNG-opslagtank en bijhorende installaties indien kan worden aangetoond dat de gevolgen van LNG-vrijzettingen veilig kunnen worden beheerst zonder gebruik te maken van een inkuiping (opvangvoorziening). ISO 16924 bevat nog aanvullende aanbevelingen voor een milieuvriendelijke en veilige opvang van LNG.

De Belgische norm NBN 13645 stelt in §6.13 voorts dat wanneer een lek van een ontvlambare vloeistof een mogelijk faalscenario is, wat bij LNG-tanks en LNG-voerende installatieonderdelen het geval is, dat lekken beperkt moeten worden door 'indijking'. Een voorbeeld van een indijking is een betonnen inkuiping.

Opvangvoorziening buitenom de opslagtank en –onderdelen

"*Indien er voldoende ruimte beschikbaar is, kan de opvangvoorziening ter hoogte van de opslagtank gerealiseerd worden als een afhellende (isolerende) ondergrond met opstaande randen en open afvoergoten waarmee het accidenteel vrijgezette LNG wordt weggeleid naar een meer afgelegen opvangzone, dit om het risico op een brand onder de opslagtank en een thermisch geïnduceerde BLEVE van de tank te beperken. Bij het ontwerp van de opvangvoorziening dient verder maximaal ingezet te worden op het beperken van de plasoppervlakte en -verdamping. In geval van een gecombineerde LNG/CNG-verdeelinstallatie dienen de CNG-componenten die niet bestand zijn tegen de cryogene temperaturen (bv. CNG-buffer) oordeelkundig geplaatst te worden opdat deze niet in contact kunnen komen met accidenteel vrijgezet LNG*" (M-Tech, 2017).



Figuur 29: Schematische voorstelling van een mogelijke opvangvoorziening met afvoer van lekvloeistoffen naar een afgelegen opvangput, in boven- en zijaanzicht (M-Tech, 2017)

➔ Toepasbaarheid

Een opvangvoorziening is technisch gezien altijd toepasbaar. Een opvangvoorziening vereist doorgaans een grotere beschikbare ruimte dan een inkuiping.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Een opvangvoorziening is een vorm van secundaire[54] omhulling. Het is kortom een schadebeperkende maatregel om de gevolgen van een LNG-vrijzetting veilig te kunnen beheersen. Een inkuiping is de meest courant toegepaste opvangvoorziening in Vlaanderen. Daarom wordt de focus hierop gelegd onder deze titel. Een inkuiping draagt ertoe bij dat de verdamping van het vrijgezette vloeibaar LNG op gecontroleerde wijze kan gebeuren, zonder dat de LNG-plas met gevoelige installatieonderdelen of mensen in contact komt. Bij het vrijkomen van LNG uit de primaire omhulling (bv. de opslagtank) in vloeibare toestand, kan een inkuiping de effectafstand verminderen. Dit is voordelig bij de uitvoering van het noodplan na een calamiteit.

Hoe relevant het veiligheidsverhogend effect van een inkuiping is, is in belangrijke mate afhankelijk van de waarschijnlijkheid van ongevalscenario's die aanleiding geven tot de vorming van een LNG-plas. Volgende aspecten hebben een invloed op de grootte van de plas die zich kan vormen bij een vrijzetting van LNG:

a. De omvang van de vrijzetting (catastrofale breuk: grote kans op vorming van omvangrijke plassen <-> klein lek: verwaarloosbare kans op omvangrijke plassen)
b. De temperatuur van het LNG bij vrijzetting (-160°C: grote kans op vorming van omvangrijke plas <-> -120°C: kleine kans op omvangrijke plas)
c. De wijze van de vrijzetting (verticale emissie naar beneden, emissie op grondniveau, lek rechtstreeks op tank: grotere kans op plasvorming <-> horizontale emissie op hoogte na breuk van leiding met zekere lengte: kleinere kans op plasvorming)

In de studie van M-Tech (M-Tech, 2017) werd aangetoond dat de invloed van een inkuiping op het plaatsgebonden mensrisiconiveau van 10^{-5}/j en 10^{-6}/j eerder beperkt is, omdat de ongevalscenario's waarbij plasvorming te verwachten is (leidingbreuk en catastrofaal begeven) te lage faalfrequenties hebben om op deze niveaus van het plaatsgebonden mensrisico een rol te gaan spelen. Op het niveau van 10^{-7}/j heeft de plaatsing van een inkuiping voor bepaalde installaties (installaties met saturation on the fly) wel een positieve impact op de risicocontour.

Uit de studie blijkt verder dat de inkuiping wel een belangrijke invloed kan hebben op het groepsrisico. Zeker indien de externe omgeving gekenmerkt wordt door een grote populatie in de onmiddellijke omgeving (100 tot 350m) kan het voorzien van een inkuiping belangrijk zijn om het extern mensrisico dat uitgaat van de installatie aanvaardbaar te maken.

Anderzijds kunnen door het plaatsen van een inkuiping bijkomende risico's worden geïntroduceerd:

- Verstikkingsgevaar voor onderhoudstechniekers:
  Onderhoud uitvoeren aan een installatie waarin grote hoeveelheden LNG aanwezig zijn, is altijd een risicovolle operatie. De exploitant dient door het hanteren van een goed veiligheidsbeheerssysteem deze risico's voor het eigen

[54] Ter vergelijking: de dubbele wand van een druktank is een vorm van een primaire omhulling die voornamelijk dient om de tank thermische te kunnen isoleren.

personeel zo veel als mogelijk te beperken. Als er een LNG-vrijzetting zou optreden tijdens het onderhoud, dan loopt de onderhoudstechnieker steeds een groot risico. Het voorzien van een inkuiping zal het risico voor hem misschien beperkt verhogen, maar kan anderzijds het risico voor derden in de omgeving aanzienlijk verlagen.

- Beperkt zicht op installatie, moeilijkere interventies, verhoogd explosierisico:
  Deze problemen worden vooral verwacht bij hoge inkuipingsmuren (2à3 m). Op bestaande tankstations bestaat de inkuiping uit een muur die ca. 1 meter hoog (oppervlakte ca. 80 m²).
- Risico op BLEVE bij een engulfing fire
  Studies van TNO en BAM tonen aan dat dubbelwandige vacuüm-geïsoleerde tank gedurende 2 uur in een brand (bon fire test) kunnen staan zonder gevaar op catastrofaal bezwijken van de tank.

Deze bijkomende risico's kunnen beperkt worden door goed ontwerp van de inkuiping (beperking van de hoogte van de inkuipingsmuren) en het hanteren van een goed veiligheidsbeheerssysteem. Naar het oordeel van het begeleidingscomité wegen deze nadelen niet op tegen de voordelen.

Door het permanent toezicht, de specifieke interne afstandsregels, het beperkt aantal en de beperkte duurtijd van de handelingen per bunkerlocatie oordeelt het begeleidingscomité dat het veiligheidsverhogend effect bij truck-to-ship verladingen beperkter is dan bij de andere types LNG-afleverinstallaties.

➔ Financiële aspecten

De prijs van een inkuiping is sterk afhankelijk van de situatie ter plaatse (aard en draagkracht van de ondergrond, vorm, hoogte, …). Ter indicatie: de inkuiping van het LCNG-tankstation LNG Drive in Kallo kostte om en bij de 100.000 euro.

4.17 Voorkomen van en beveiliging bij overvulling

➔ Beschrijving

Er zijn tal van technische maatregelen te nemen die een overvulling kunnen helpen voorkomen. Enkele voorbeelden hieruit, toegepast op LNG, zijn (PGS, 2017):

- **weergave van de maximale vullingsgraad van de tank <u>op</u> de tank** d.m.v. signalisatie. De maximale vullingsgraad van een druktank is afhankelijk van de maximale vullingsgraad conform de ADR-reglementering (95%), de dichtheid van het LNG bij de ingestelde afblaasdruk van de veiligheidsventielen, en de dichtheid van LNG bij 1 bar (442,0 kg/m³). Door middel van de onderstaande formule kan de maximale vullingsgraad van een druktank berekend worden:

$$\frac{\textbf{Dichtheid LNG bij ingestelde afblaasdruk veiligheidsventielen}}{\textbf{Dichtheid LNG bij 1 bar}} \textbf{ X 95\%}$$

- een **niveaumeter** die continu en zichtbaar de vullingsgraad aangeeft;
- een **level-switch-detectie** die enkel een waarde 0 of 1 heeft als uitgangssignaal, en enkel na detectie van overvulling een activatiesignaal naar het noodstopsysteem stuurt;
- **gewichtsmonitoring** van de LNG-opslagtank om de vullingsgraad te kennen;

- een **koppeling met het centrale noodstopsysteem**, die helpt bij het voorkomen van een overschrijding van de maximale vullingsgraad; (zie ook de beschrijving van een (gekoppeld) noodstopsysteem, titel 4.26)
- een **drukmeter** die een meet- en aledigen taanwijzingsbereik heeft van ten minste de ontwerpdruk van de opslagtank;
- een **installatie waarmee het binnenste vat van de tank**, ingeval van dreigende overvulling of voor onderhoud, **kan worden geleegd** (zie ook 4.37 'Voorzien van mogelijkheid om LNG uit opslagtank te kunnen ledigen (nood/onderhoud)');
- Wanneer de voertuigtank het maximale vulniveau heeft bereikt stopt de levering naar de klant automatisch.

Wat de veiligheidskleppen of -ventielen betreft, geldt voor LNG-opslag het principe: "hoe lager de insteldruk hoe hoger de vullingsgraad kan zijn bij vulling met het product op zijn kookpunt (-161,5 °C voor LNG). Het uitgangspunt hierbij is dat de tank niet volledig gevuld mag zijn met vloeistof vooraleer de drukontlastingsklep opengaat. Eenmaal de tank quasi volledig gevuld is met vloeistof, dan stijgt de druk zeer sterk bij de geringste temperatuurtoename." (Luc Vandebroek, persoonlijke communicatie, 15 september 2016).

➔ Toepasbaarheid

Deze maatregelen zijn specifiek gericht op druktanks voor de opslag van LNG. Enkele van deze maatregelen zijn hierna meer in detail beschreven.

Een niveaumeting is essentieel. De niveaumeting in de tank wordt normaal uitgevoerd met behulp van een drukverschilmeting over de vloeistofhoogte. Vooral bij horizontale tanks is de niveaumeting, gezien het beperkte drukverschil tussen damp en vloeistof, lastig en is het belangrijk om de kalibratie van de instrumentatie de nodige aandacht te geven.

Een niveaumeter en een gewichtsmeting hebben beide het voorkomen van overvulling door automatisch afsluiten van de toevoerleiding bij een vulproces van de tank tot gevolg. Deze maatregelen zijn beide (cumulatief) toepasbaar (om redundantie te realiseren).

➔ Voordeel voor veiligheidsniveau

EN16924 (2016) vraagt twee onafhankelijke niveaumetingen die elk de toevoer van LNG moeten stoppen bij bereiken van de max. vullingsgraad. Dit reduceert de kans op overvulling (aangenomen met een factor 10).

"*Voordeel van weegcellen is dat ze buiten de tank staan, niet in contact met het LNG. Dit maakt het onderhoud eenvoudiger.*" (Willy Vanhorenbeek, Fluxys, persoonlijke communicatie, 5 sept. 2017)

Wat de hierboven vermelde overvulmaatregel betreft, dient te worden gesteld dat overvulling van de tank een hoge initiële faalfrequentie met een groot risico heeft. Daarom wordt het aanbevolen om minimaal een SIL2 overvulbeveiliging toe te passen om dit scenario te voorkomen. Shell (Tim Stoffelsma, persoonlijke communicatie, 24 oktober 2017) houdt standaard een SIL3 overvulbeveiligingsniveau aan. Enkel een niveaumeter zonder enige vorm van koppeling met het ESD-systeem is zeker niet voldoende om overvulling te voorkomen.

➔ Financiële aspecten

Een gewichtsmonitoring kost 10.000-15.000 euro (Willy Vanhorenbeek, Fluxys, persoonlijke communicatie, 5 sept. 2017).

4.18 Voorkomen van en beveiligen bij overdruk

➔ Beschrijving

Het LNG in de LNG-brandstoftank van het voer- of vaartuig dat LNG wil (bij)tanken/bunkeren, heeft voor aanvang van het overslagproces een bepaalde druk en temperatuur. Dit LNG is doorgaans relatief warm en de druk in de brandstoftank eerder hoog[55]. Om de druk in de ontvangende tank te kunnen controleren en overdruk te voorkomen kunnen verschillende maatregelen genomen worden die voor tankstations in detail beschreven staan in ISO 16924 (titel 7.4).

Een mogelijkheid is het voorzien van een **gas- of dampretourleiding bij tank- en bunkeroperaties**. Voor het vullen van een opslagtank wordt doorgaans geen dampretourleiding gebruikt (zie paragraaf verderop m.b.t. boven- en ondervulling). Terwijl de brandstoftank wordt gevuld met koud LNG, worden de dampen in de ontvangende tank via de dampretourleidingen naar de LNG-leverende tank geleid. Dampretourleidingen volgen hetzelfde traject als dat van de LNG-overdracht, echter in tegenovergestelde stroomrichting. Ze bevatten gas/damp i.p.v. vloeistof en bestaan uit aardgas in plaats van LNG (DNV GL, 2015). De slangen of armen die hierbij worden gebruikt hebben voor bunkeroperaties typisch een diameter 3” (75 mm) tot 10” (250 mm) (M-Tech, 2012). Dampretourleidingen zijn voorzien van terugslagkleppen zodat er geen LNG langs die weg in de ontvangende tank kan geraken. Een uitzondering hierop zijn de schakelingen/regelingen die nodig zijn om de LNG-leverende installatie koud en op een aanvaardbare druk te houden. De dampretourslang is eveneens voorzien van een terugslagklep om te voorkomen dat damp vanuit de buffer van de verdeelzuil terug naar de voertuigtank kan stromen. De verdeelslang en de dampretourslang voor LNG zijn conform de geldende normen maximum 5 meter en minimum 3 meter lang. De verdeelslang en dampretourslang moeten voldoen aan NBN-EN 12434[56] of NBN-EN 13766[57]. De verdeelslang voor LNG moet bovendien anders gemarkeerd zijn dan de dampretourslang (PGS, 2013).

Bij bunkeroperaties wordt de leverdruk gecontroleerd door een **verdamper** op de LNG-leverende installatie die een drukopbouw kan realiseren in geval van een te lage LNG-druk, die het bijvoorbeeld onmogelijk maakt om het LNG naar de ontvangende tank te laten stromen. Door het opwarmen van LNG (bv. via de verdamper) zet de vloeistof uit, waardoor het niveau in de tank stijgt. Dit proces wordt omschreven als saturatie. Saturatie kan in het algemeen (dus ook bij LNG-tankstation) op verschillende manieren (zie 4.28).

Bij bunkeroperaties en vulprocessen van opslagtanks bij tankstations met koud LNG (rond -162 °C) wordt vaak een **boven- en ondervulling** toegepast (DNV GL, 2015).

[55] Warmte-insijpeling is de oorzaak van warm LNG. Zo zullen leidingdelen die gevuld met LNG zijn, en die ingeblokt staan tussen twee afsluiters, opwarmen door de omgeving (zon), en tot een drukverhoging bijdragen.

[56] EN 12434:2000: Cryogene vaten - Slangen voor cryogene toepassing. Norm volgende uit de Richtlijn m.b.t. drukapparatuur (1997/23)

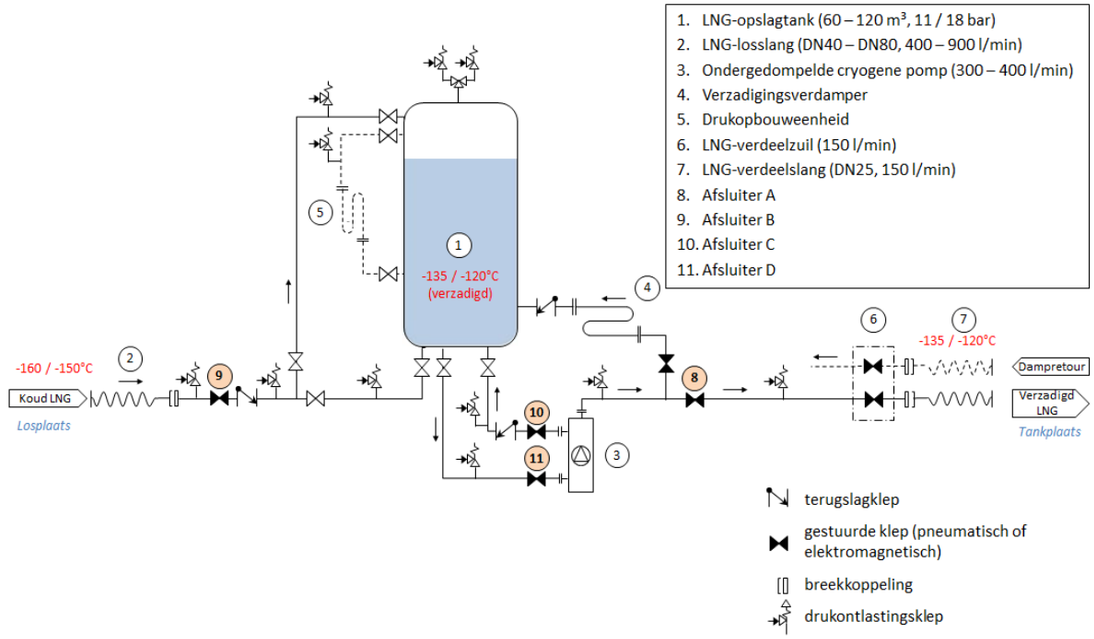
[57] NBN EN 13766:2010: Thermoplastic Multi-Layer (Non-Vulcanized) Hoses And Hose Assemblies For The Transfer Of Liquid Petroleum Gas And Liquefied Natural Gas - Specification

Hierbij wordt de druk in de ontvangende tank manueel geregeld. De operator houdt de druk in het oog en doet de druk dalen door LNG langs boven in de ontvangende tank te laten stromen. Het LNG wordt bij vulling langs boven in de tank verneveld, wat tot een snelle drukdaling leidt. Wanneer de druk te laag dreigt te worden, en bijvoorbeeld het transferproces dreigt stil te vallen door een te beperkt drukverschil tussen leverend en ontvangend voer- en/of vaartuig, kan de druk verhogen wanneer de operator LNG langs de onderkant in de ontvangende tank laat stromen. Het is van belang om tussen het vulpunt en opslagtank een terugslagklep te hebben geïnstalleerd.

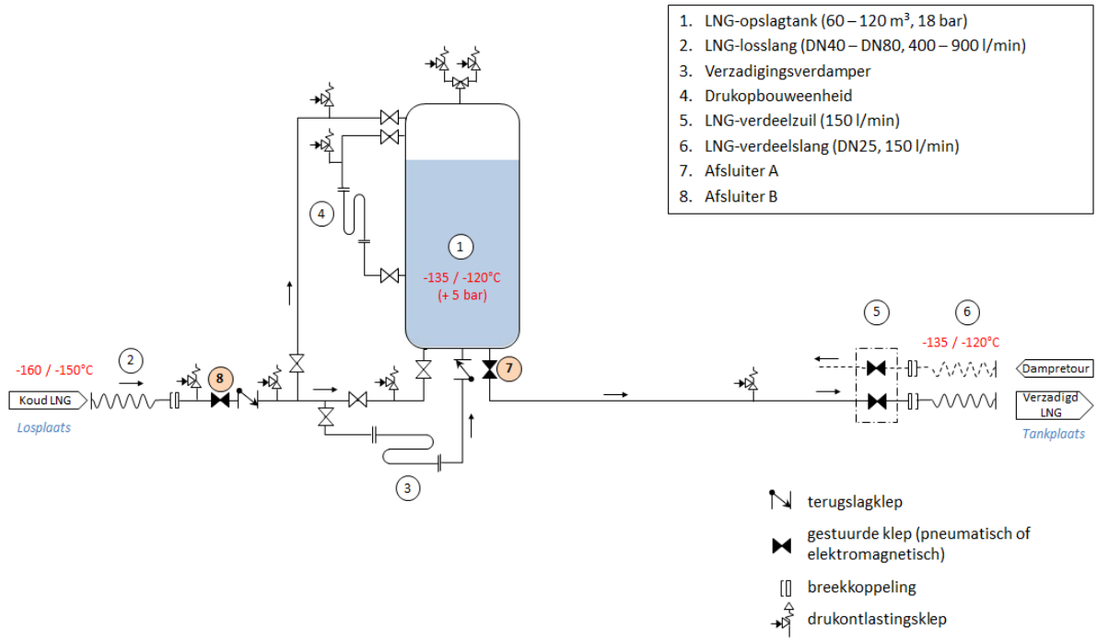
Andere cumulatief te nemen maatregelen om overdruk te voorkomen of de gevolgen ervan te beperken zijn het voorzien van:

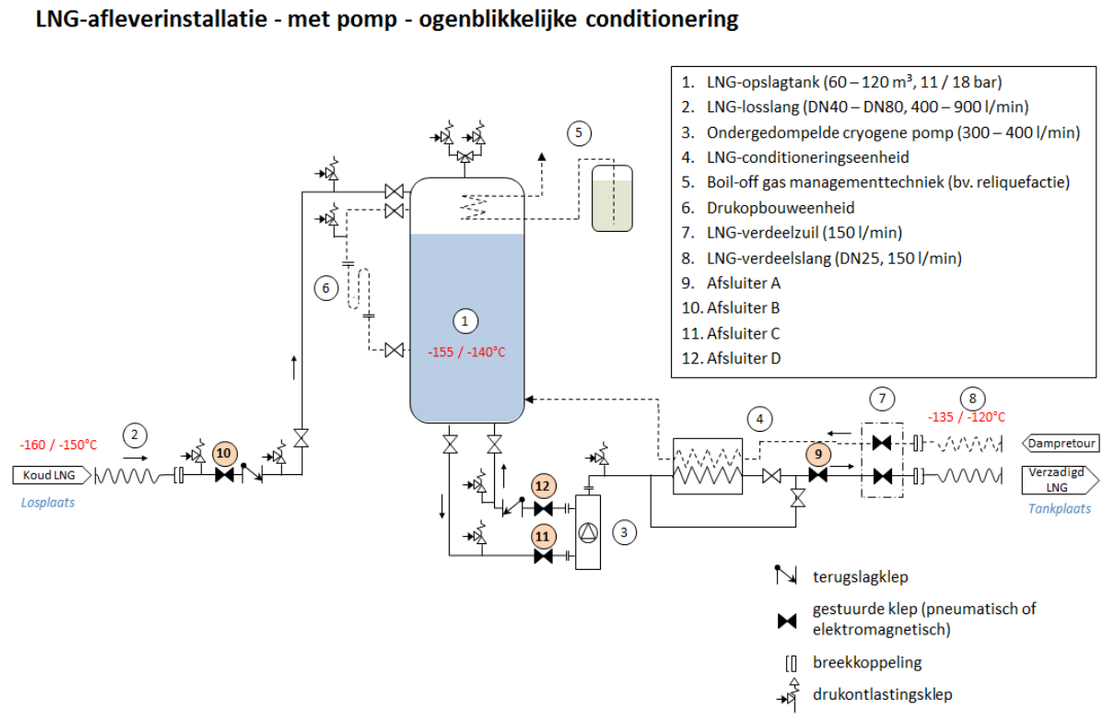
- **Preventief**:
  - Elektromagnetisch of pneumatisch aangestuurde automatische afsluiters die gestuurd worden door drukmetingen, en die de processen binnen de installatie op een aanvaardbaar drukniveau houden;
  - een **systeem voor afleverdrukherkenning** dat waarborgt dat de finale afleverdruk aan het voer- of vaartuig niet boven de instelwaarde van het drukontlastingsventiel/veiligheids- of overdrukventiel van de voertuigtank komt. Een voorbeeld van een dergelijk systeem maakt dat op basis van voertuigherkenning na realiseren van de koppeling met de verdeelslang de juiste afleverdruk aan dat voer- of vaartuig wordt verzorgd.
  -
- **Curatief:**
  - **Mechanische veiligheidsventielen:** ventielen die gebruikt worden om vloeistof of gas al dan niet door te laten. Er bestaan verschillende modellen, met wisselende aantallen leidingaansluitingen en doorstroomopeningen.
    Veiligheidsventielen hebben tot doel om een deel van het dreigend te veel aan druk in de opslagtank af te voeren (TNO, 2015);
  - Een **breekplaat** wordt in de praktijk soms voorzien op LNG-opslagtanks, dit om overdruk door overvulling voldoende te mitigeren. “Een breekplaat is een eenmalig te gebruiken overdrukbeveiliging die een systeem beschermt tegen overdrukken. Ze kunnen toegepast worden als extra bescherming bij het gebruik van veiligheidsafsluiters. Daarnaast zijn ze vaak ook een geschikt alternatief voor afsluiters.” (Verhoef, 2015).

LNG-afleverinstallatie - met pomp - bulkconditionering



LNG-afleverinstallatie - zonder pomp - bulkconditionering





Figuur *30*: Schema's met de momenteel op de markt aanwezige uitvoeringen van LNG-afleverinstallaties, incl. aanduiding van de minimale afsluiters/gestuurde kleppen per uitvoeringsvorm (Gebaseerd op M-Tech, 2017).

➔ Toepasbaarheid

Deze maatregel(en) zijn algemeen toepasbaar voor elke samenbouw of installatie waar een LNG-opslagtank onderdeel van uit maakt.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Voorkomen van overdruk is in eerste instantie een veiligheidsmaatregel, maar de voorkoming leidt ook tot een voorkoming van milieu-impact door accidenteel vrijkomend LNG.

Specifieke voordelen van een breekplaat bij opslag van processen waar drukken voorkomen (Verhoef, 2015):

- *een breekplaat weegt weinig en heeft een kleine inbouwmaat;*
- *een breekplaat is vaak goedkoper;*
- *een breekplaat vraagt geen onderhoud;*
- *de afdichting van de breekplaat is beter;*
- *een breekplaat heeft een korte responstijd*

- Specifieke nadelen van een breekplaat (Verhoef, 2015):*een breekplaat kunt u éénmalig gebruiken;*
- *een breekplaat is niet hersluitbaar;*
- *een breekplaat kan niet getest worden;*
- *bij een breekplaat is de afwijking van de breekdruk +/- 5%, bij een veiligheidsafsluiter is dit +/- 3%;*
- *wanneer bij het openbarsten metaalstukjes afscheuren en in de leiding terecht komen kan dit schade toebrengen*

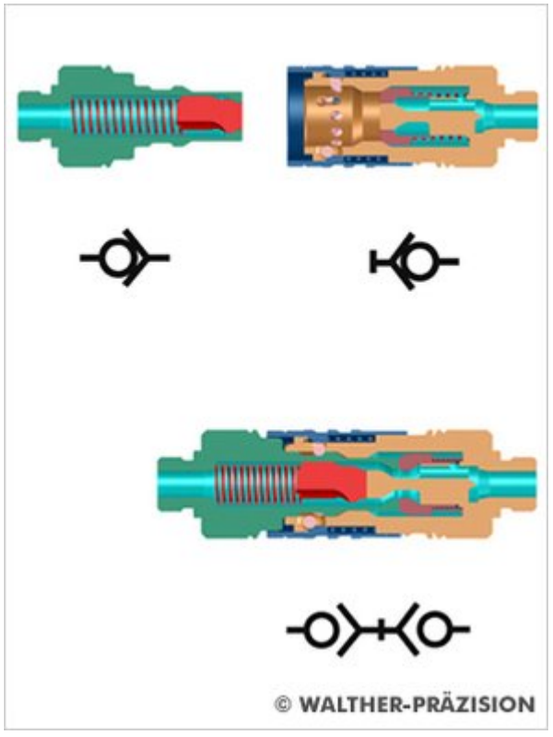
➔ Financiële aspecten

De meerkost van de beschreven maatregelen zijn beperkt, aangezien de meeste installaties reeds standaard één of meer van de maatregelen bevat(ten).

4.19 LNG-overslag d.m.v. van breekkoppelingen & lekvrije snelkoppelingen

➔ Beschrijving

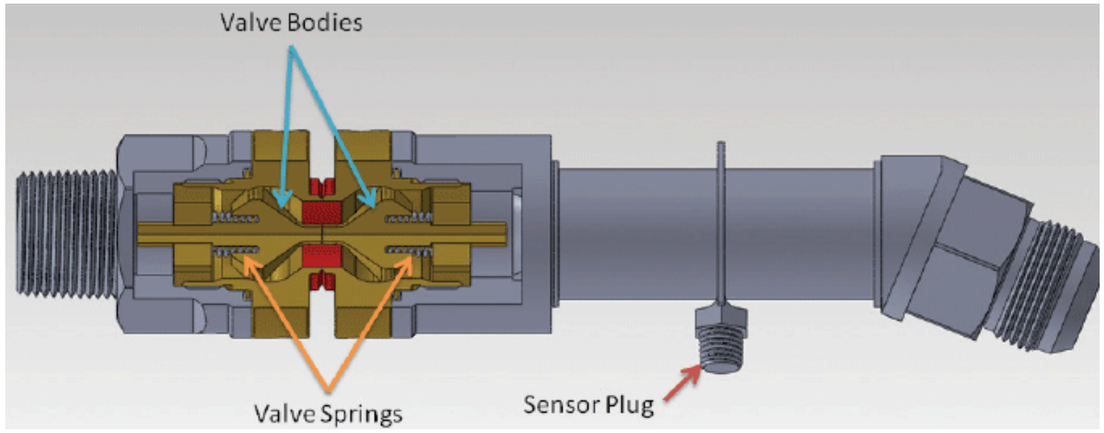
Figuur 31 toont schematisch de werking en de manier waarop de onderdelen van een **breekkoppeling** met elkaar gekoppeld zijn.



Figuur 31: Schematische weergave van werking breekkoppeling (Walther-praezision, s.d.)

Zoals Figuur 32 toont, zijn de twee onderdelen van de breekkoppeling bij normale overslagcondities tegen elkaar gedrukt. De tegengestelde veren ('valve springs') houden elkaar en de onderdelen van de koppeling ('valve bodies') gecentreerd t.o.v. elkaar waardoor de LNG-stroom van het ene naar het andere onderdeel kan stromen.

Wanneer een vaar- of voertuig d.m.v. een breekkoppeling aan een andere installatie gekoppeld is en zich er te ver van weg beweegt zonder eerst te zijn losgekoppeld, zal de breekkoppeling als zijnde 'bewust ontworpen zwakste punt' eerst breken alvorens een ander onderdeel van de leiding of slang dat doet. Doordat de koppeling breekt kunnen de veren elkaar geen tegendruk meer geven en schieten deze uit hun 'valve body' en sluiten ze op die manier beide uiteinden van de gebroken leiding of slang af.



Figuur 32: Aanduiding van enkel functionele onderdelen van een breekkoppeling (Macro Technologies LCC, 2012a)

Figuur 33 toont een breekkoppeling voor (onder) en na (boven) een test. De uitstekende uiteinden (foto boven) aan de terugslagkleppen geven aan dat beide zijden van de breekkoppeling gesloten zijn. Dit zijn de uiteinden van de veren die na het breken van de koppeling te zien zijn (Macro Technologies LCC, 2012b).

Figuur 33: Foto van een breekkoppeling voor LNG-aflevereenheden (Macro Technologies LCC, 2012b)

Lekvrije (droge) snelkoppelingen zijn ontworpen voor toepassingen waar snel en onder druk koppelen en ontkoppelen van slangen en leidingen gevraagd zijn zonder verspilling van medium. Hier zijn verschillende merken en types op de markt beschikbaar.

Figuur 34: Afbeelding van een in werking zijnde cryogene snelkoppeling (Manntek, s.d.)

De droge cryogene koppeling (LNG-koppeling) bestaat uit een "tank"-eenheid die een type van terugslagklep is en een "slang"-eenheid is met een klep die wordt aangedreven door een interne nokkromme om beide ventielen tegelijkertijd te kunnen openen. Gebruik hiervan vereist een enkele actie met een rechte omwaartse draaibeweging om de koppelingen en het open stromingspad te verbinden. Een initiële druk- en draaiwerking op de slangeenheid zorgt ervoor dat de tankunit en daarmee de twee eenheden afsluit. Na verdere rotatie openen de inwendige kleppen, waardoor de stroom van het LNG met een minimale drukval mogelijk wordt gemaakt.

Een selectief (code)systeem maakt het voor een breed scala van cryogene vloeibare gassen mogelijk om deze koppeling te gebruiken zonder enig risico van falen door een "menselijke fout" (Manntek, s.d.).

Voordat het afkoppelen van de losslang plaatsvindt, is de losslang vloeistofvrij gemaakt, ongeacht het type koppeling en slang.

➔ Toepasbaarheid

Breekkoppelingen zijn toepasbaar in elke installatie die met een voer- of vaartuigen gekoppeld wordt, om te tanken/bunkeren dan wel te laden.

Een Europese standaardisering van dergelijke koppelingen is nog geen feit, maar wordt bestudeerd door de LNG-subgroup van het European Sustainable Shipping Forum (ESSF), dat daarover vervolgens advies overmaakt aan de ISO. Daarnaast is de Society for Gas as a Marine Fuel (SGMF) bezig met het ontwerp en testen van LNG-snelkoppelingen voor overslag van LNG via slangen (Pieter Vandermeeren, persoonlijke communicatie, 3 maart 2017).

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

Om te voorkomen dat de installatie wordt beschadigd of grote hoeveelheden gas verloren gaan indien een voer-of vaartuig zich verplaatst terwijl de slangen nog aangekoppeld zijn, kunnen in de verdeelslangen breekkoppelingen worden gemonteerd. Een breekkoppeling is ontworpen om automatisch de stroom van vloeibaar aardgas aan beide zijden van de gebroken koppeling te stoppen. Het is een preventieve maatregel om schade aan installaties en daardoor veroorzaakte lekken en dus blootstelling aan en luchtemissies van LNG te voorkomen (Hall, 2012).

"*Het voorzien van een breekkoppeling wordt in een QRA weliswaar niet kwantitatief verdisconteerd … Het scenario dat moet worden meegenomen in de kwantitatieve risicoanalyse is een breuk van de verdeel- of losslang. Een breekkoppeling vermijdt een vrijzetting in geval van een te grote trekbelasting op de slang. Echter, bij andere faaloorzaken (bv. slijtage, te hoge inwendige druk, …) zal de breekkoppeling niet kunnen vermijden dat er een vrijzetting is van product uit de slang. Opdat de breekkoppeling kan worden verdisconteerd in de QRA, dient het aandeel van de specifieke faaloorzaak ('te grote trekkracht') in het faalkanscijfer van de LNG-slangen gekend te zijn. Op basis van de beschikbare informatie in het Handboek Faalfrequenties 2009 is dit niet mogelijk.*" (Luc Vandebroek, persoonlijke communicatie, 15 september 2016).

Een lekvrije snelkoppeling garandeert, net als een breekkoppeling, een minimale emissie bij ontkoppeling en voorkomt incidentele lekken (Manntek, s.d.).

➔ Financiële aspecten

De prijs van een breekkoppeling in een afleverinstallatie voor voertuigen ligt rond de 600 euro, zowel voor breekkoppelingen aan de gasretourzijde als aan de vulzijde. Deze kan variëren naargelang de nominale diameter van de leiding of slang waar ze op is gemonteerd.

Voor lekvrije snelkoppeling werden geen publieke prijsgegevens teruggevonden.

4.20 Afschermen van gevoelige installatieonderdelen

➔ Beschrijving

Het afschermen van gevoelige installatieonderdelen heeft een bescherming tegen externe invloeden tot **doel**. Dit kunnen zowel onbevoegden zijn (vandalisme, oneigenlijk gebruik van bepaalde installatieonderdelen), als weersomstandigheden of aanrijdingen.

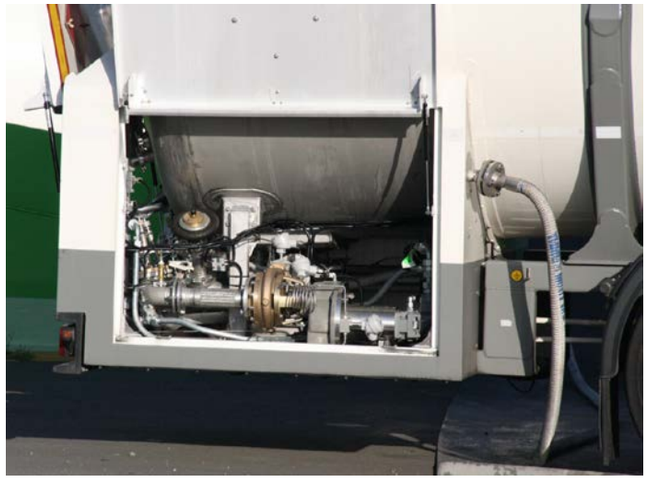
Er zijn verschillende verschijningsvormen van deze externe invloeden. Enkele mogelijkheden zijn hieronder beschreven, tezamen met mogelijke **middelen** om de bescherming in te vullen.

Een **scheidingsconstructie** (bv. metalen hekwerk) dient om onbevoegden de toegang tot bepaalde installatieonderdelen (zoals de opslagtank) te verhinderen met als achterliggend doel om misbruik, sabotage en foutieve handelingen door onbevoegden te voorkomen. Het is van belang om binnen de scheidingsconstructie rondom de LNG-opslagtank(s) geen brandgevaarlijk materiaal of brandgevaarlijke begroeiing te laten groeien. De scheidingsconstructie kan geheel of gedeeltelijk worden uitgevoerd als een muur. Hierbij is het eveneens belangrijk om voor voldoende ventilatie te zorgen. De norm NBN EN 60079-10-1 (2009)[58] vormt daarbij een leidraad.

Stootpalen of andere gelijkwaardige veiligheidsmaatregelen zoals betonblokken zijn aangewezen om de verdeelzuilen en andere stootgevoelige installatieonderdelen te beschermen tegen aanrijding.

[58] Explosieve atmosfeer - Deel 10-1 : Classificatie van gevaarlijke gebieden - Explosieve gasatmosfeer

Omkasting of overkapping is voor kleinere installatieonderdelen zoals een tankzuil of een pomp op een leverende truck dan weer een geschikte vorm van afscherming tegen bepaalde weersinvloeden zoals hagel of bliksem.



Figuur 35: Omkasting van de pomp en het leidingwerk bij een LNG bunkerende truck

➔ Toepasbaarheid

Deze maatregel is toepasbaar op elke vorm samenbouw. De technische uitvoering van deze maatregel kan verschillen naargelang de af te schermen samenbouw een vast verankerde of een mobiele installatie is. Bij een vast verankerde samenbouw kan de afscherming de vorm hebben van een metalen hekwerk dat op de inkuiping is gemonteerd. Bij een mobiele installatie zal een omkasting van bepaalde installatieonderdelen als afscherming kunnen dienen. Rond een verdeelzuil of het lospunt van de opslagtank zullen stootpalen als afscherming kunnen fungeren.

De maatregel is zowel relevant bij publiek toegankelijke als bij niet-publiek toegankelijke afleverinstallaties.

De afscherming wordt aangebracht rond alle bovengrondse installatieonderdelen.

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

Deze maatregel is louter een veiligheidsmaatregel. Onbevoegden kunnen foutieve handelingen aan installaties uitvoeren met een kans op calamiteiten met grote gevolgen.

➔ Financiële aspecten

De kostprijs van een afscherming is afhankelijk van de omvang van de installatie die afgeschermd moet worden en van de manier waarop de afscherming gerealiseerd wordt.

Voor een afleverinstallatie voor motorvoertuigen kan het tankstation van LNG Drive als indicatie dienen. Hier werd een metalen hekwerk op de rand van de inkuiping aangebracht. Deze afscherming kostte circa 8.000 euro.

4.21 Voorzien en gebruiken van persoonlijke beschermingsmiddelen bij handelingen met LNG-voerende installatie(onderdelen)

➔ Beschrijving

Bij de aflevering van LNG wordt gebruik gemaakt van adequate persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's), waaronder ten minste een veiligheidsbril en handschoenen, die geschikt zijn voor omgang met cryogene stoffen. Daarnaast moet de gebruiker lichaamsbedekkende en beschermende kledij dragen.

Een verdeelslang is na gebruik ver onder het vriespunt. Onbeschermd contact met de slang kan leiden tot verwondingen en voor dergelijke gevaren door blootstelling aan koude onderdelen (die tot ernstige vrieswonden of 'frost bite' kunnen leiden), zijn de voormelde PBM's aangewezen om gebruikt te worden.

De Codex Welzijn op het werk bepaalt de regelgeving omtrent het gebruik van PBM's. Arbeidsveiligheid is een federale bevoegdheid.

De benodigde PBM's worden voorzien door de werkgever van de persoon die de handeling uitvoert, dus niet altijd door de exploitant van de installatie. De exploitant voert echter toezicht (zie ook 4.4) uit op het correct naleven van de voorschriften inzake dragen van de PBM's.

➔ Toepasbaarheid

Deze maatregel is algemeen toepasbaar voor elke persoon die een handeling uitvoert met een LNG-houdende installatie, dus bv. ook de klanten die komen tanken (chauffeurs van vrachtwagens.

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

Het veiligheidsvoordeel van deze maatregel spreekt voor zich. De impact op arbeidsveiligheid is weliswaar heel wat groter dan die op externe veiligheid.

➔ Financiële aspecten

De kost van PBM's is nihil in vergelijking met de baten voor de arbeidsveiligheid.

4.22 Voorzien van branddetectie en brandbestrijdingsmiddelen

➔ Beschrijving

Brand door ontsteking van vrijgekomen methaan is in eerste instantie te voorkomen door toepassing van de preventieve maatregelen die in dit hoofdstuk staan beschreven. Indien deze zogenaamde eerste beschermlaag van maatregelen echter toch niet voldoende blijkt, en er zelfs een ontsteking van het vrijgekomen methaan plaatsvindt, dan het essentieel om dit in eerste instantie zo snel mogelijk te detecteren, en de brand zo snel en goed als mogelijk te kunnen bestrijden. De te nemen maatregelen voor de respectievelijke branddetectie en –bestrijding zijn over het algemeen niet specifiek voor LNG-incidenten, maar in deze beschrijving worden enkele relevante invullingen samengebracht die in de beschikbare normen en richtlijnen zijn gemaakt.

Voor bepaling van de nodige branddetectie kunnen de richtbepalingen uit het technisch document DTD S21-100 gehanteerd worden om een identificatie van de detectienoden

voor de desbetreffende installatie te maken. Alle LNG-afleverinstallaties beschikken echter over apparatuur om een brand te detecteren, zoals rookmelders en vlamdetectoren, maar ook alarmen om aanwezige personen of bevoegde diensten zoals brandweer te verwittigen. Het aantal en type te voorziene detectoren wordt niet vermeld in de relevante normen en richtlijnen, en wordt dus best case by case geëvalueerd.

Voor brandbestrijding geldt dat LNG-specifieke brandblusmiddelen gebruikt moeten worden. Met specifiek ontworpen stationaire installaties voor de toevoeging van lichtschuim (dat specifiek en aantoonbaar geschikt moet zijn voor toepassing op LNG) is het mogelijk om de warmtestraling van een LNG-(plas)brand in een opvangbak met 90% te reduceren om deze gecontroleerd uit te laten branden. EN 13645 suggereert om bij installaties groter dan 50 ton een opvangbak en een lichtschuiminstallatie toe te voegen (PGS 33-1, 2013).
bij de opstelplaats van een tankend voertuig ten minste één poederbrandblustoestel met 9 kg poeder, of een gelijkwaardig blusmiddel aanwezig is om een beginnende brand effectief te kunnen bestrijden. Indien meer voertuigen gelijktijdig kunnen tanken is elke opstelplaats voorzien van ten minste één poederbrandblustoestel. Het aantal opstelplaatsen komt overeen met het aantal voertuigen dat gelijktijdig kan tanken.
Het brandblustoestel kan onbelemmerd worden bereikt, is steeds voor onmiddellijk gebruik beschikbaar en is binnen 5 m van de desbetreffende verdeelzuil opgesteld.
Het is aangewezen om brandblustoestellen te kiezen die voldoen aan de geldende normen en beschermd of bestand zijn tegen de weersinvloeden.
Indien binnen 40 m vanaf de begrenzing van het tankstation geen bluswatervoorzienig aanwezig is er een bluswatervoorziening nabij de LNG-installatie aanwezig.
Gebruikers van de installatie krijgen in hun instructies en opleiding over het werken met de betrokken installatie en aanwijzingen en leerlessen over hoe ze de betrokken brandblustoestellen dienen te gebruiken (zie ook 4.2). Een praktische opleiding kleine blusmiddelen kan hier deel van uitmaken, indien de gebruiker deze nog niet elders heeft genoten.
Instructies en meer info over deze maatregel kan o.a. teruggevonden via het Nederlandse Instituut Fysieke Veiligheid (www.ifv.nl). Deze instantie ontwierp o.a. protocolkaarten op het gebied van de bestrijding van LNG-incidenten te vinden. De volgende protocolkaarten werden er ontwikkeld:

- Algemene procedure optreden bij LNG-incident
- Bestrijding incidenten LNG brandstoftanks
- Bestrijding incidenten LNG bunkering
- Bestrijding incidenten bij laden en lossen LNG
- Bestrijding incidenten bij LNG tankstations
- Bestrijding incidenten bij LNG tankwagens

➔ Toepasbaarheid

Deze maatregel is algemeen toepasbaar.

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

In noodsituaties waarbij een brand het gevolgscenario is, is het essentieel dat snel gehandeld kan worden om de brand te doven en de schade te beperken. Ontsteking van een eventueel aanwezige brandbare gaswolk moet immers ten allen tijde voorkomen worden. De juiste en voldoende blusmiddelen zijn dus een minimumvereiste voor een veilige exploitatie.

De kans op de gelijktijdige aanwezigheid van een brand (niet van LNG) en een brandbare gaswolk is klein. Ofwel is er een niet aan LNG-gerelateerde brand in de omgeving, en moet de LNG-opslagtank gekoeld worden (en uiteraard de brand proberen geblust). Ofwel is er een kleine LNG-plasbrand die men kan proberen te blussen met de poederblusser. Voor grote LNG-vrijzettingen geldt dat, als deze niet ontstoken wordt, er een watergordijn opgezet wordt (veelal door de brandweer) om de gaswolk sneller te laten stijgen, zodat de potentiële impact door ontsteking verkleind wordt. Als deze gaswolk wel ontstoken wordt, dan zal de brandweer in eerste instantie aangestraalde installaties koelen teneinde een domino-effect te voorkomen.

➔ Financiële aspecten

Brandbestrijdingsmiddelen kosten geld, en ook het onderhoud of periodieke onderhoud ervan zijn niet te vergeten, maar de kosten zijn relatief klein in vergelijking met de kosten door schade wanneer niet onmiddellijk geblust kan worden bij een kleine brand.

4.23 Veiligheids- en milieu-informatie communiceren d.m.v. signalisatie

➔ Beschrijving

Een signalisatie heeft een informerende functie en deze kan zowel visueel als akoestisch zijn. Het is een maatregel die, om maximaal doeltreffend te zijn, aandacht vereist in andere maatregelen zoals opleiding (4.2).

Signalisatie kan verschillende doelen hebben. Enerzijds heeft het een preventieve werking, omdat het personen attent maakt op bepaalde gevaren en/of helpt om op een correcte manier om te gaan met installatieonderdelen of processen. Signalisatie kan in de vorm van borden, pictogrammen, etiketten, labels, geluidssignalen, …

Anderzijds kan signalisatie ingezet worden om in geval van een noodtoestand aanwezige personen te helpen om het gevaar te bestrijden of om zichzelf zo veilig mogelijk te evacueren.

Pictogrammen geven, afhankelijk van hun vorm en kleur, bepaalde gebods-, verbods- of gevaaraanduidingen.

Figuur 36: Signalisatiebord op de afscherming van een LCNG-tankstation (afleverinstallatie voor voertuigen)

Een voorbeeld van signalisatie is het aanbrengen van opschriften zoals 'VERBODEN VOOR ONBEVOEGDEN' en 'OPSLAG VLOEIBAAR AARDGAS' op de scheidingsconstructie, die gebruikt wordt om bepaalde installatieonderdelen af te schermen voor onbevoegden. Het is voorts aangewezen om op de scheidingsconstructie naast elke deur signalisatieborden aan te brengen waarop vermeld staat dat roken en het maken van vuur verboden zijn (Figuur 34). Telefoonnummers waarnaar in nood gebeld kan worden, zijn eveneens belangrijke inhoud die d.m.v. borden gesignaleerd kan worden.

Een andere toepassing van deze maatregel kan in de nabijheid van de verdeelslang, waar d.m.v. tekst of een pictogram gewaarschuwd wordt voor de gevaren door cryogene temperaturen. De temperatuur van de verdeelslang zakt na gebruik ver onder het vriespunt. Onbeschermd contact met de slang kan leiden tot verwondingen (PGS, 2017).

Aanrijstroken, vulplaatsen en de standplaats voor de lossende LNG-tankwagen zijn tot slot best visueel aangeduid door markeringen op de grond.

➔ Toepasbaarheid

Het aanbrengen van signalisatie is toepasbaar op elke vorm van samenbouw en doorgaans verplicht door bestaande wetgeving, zoals CLP-GHS-wetgeving[59], de ATEX-richtlijn[60] en het Boek II, titel 6 van de Codex welzijn op het werk inzake veiligheidssignalisatie.

[59] De CLP-verordening voert het Globally Harmonised System (GHS) in de Europese Unie in. CLP staat voor "classification, labelling en packaging" (indeling, etikettering en verpakking). Het GHS is een wereldwijd geharmoniseerd systeem voor de indeling, de etikettering en de verpakking van gevaarlijke soffen en mengsels dat op het niveau van de Verenigde Naties is overeengekomen.

[60] ATEX staat voor de Franse benaming ATmosphères EXplosibles en wordt als synoniem gebruikt voor twee Europese richtlijnen op het gebied van explosiegevaar onder atmosferische omstandigheden. Deze richtlijn is speciaal voor apparatuur die gebruikt wordt op plaatsen waar explosiegevaar is.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Het goed informeren van aanwezige personen binnen een risicozone is een essentieel onderdeel van het veiligheidsbeleid van een inrichting.

➔ Financiële aspecten

De kosten die verbonden zijn aan het aanbrengen van signalisatie hangen af van de hoeveelheid en de aard. Gelet op het aandeel in de totale kostprijs van een samenbouw wordt de kost van deze maatregel(en) niet als significant hoog beschouwd.

4.24 Gecontroleerde immobilisatie van voer- en vaartuigen bij overslag

➔ Beschrijving

Het starten van een motor in een gaswolk kan tot een ontsteking van die wolk leiden, en dus is de motor opzetten bij een activatie van het noodstopsysteem door gasdetectie af te raden. Voorkomen van ongecontroleerd wegrijden van een voer- of vaartuig dat met een opslagtank (tijdens het vullen) of verdeelzuil (tijdens tanken of bunkeren) is verbonden, is in dat geval essentieel om schade aan de installatie, voer- en/of vaartuigen en LNG-vrijzetting te voorkomen. In andere noodsituaties kan het daarentegen wel aangewezen zijn dat de LNG-tankwagen wel kan wegrijden. In dat geval is het dan belangrijk dat de LNG-tankwagen in de juiste rijrichting gepositioneerd staat (zie ook 4.6).

Middelen die voor gecontroleerde immobilisatie ingezet kunnen worden, zijn wielkeggen bij het tanken en lossen van vrachtwagens, en tijdelijke verankering van een schip aan de kade. Een koppeling van het ESD-systeem met dat van de tankwagen is niet voor alle noodsituaties aangewezen, maar in geval van bepaalde activatiescenario's van het noodstopsysteem, zoals een geactiveerde gasdetector, kan dit wel aangewezen zijn (zie 4.26).

Er bestaan ook veiligheidsmaatregelen die op de LNG-tankwagen geïnstalleerd worden om automatisch de remmen te activeren. Dit is een zogenaamd brake activation system dat geactiveerd wordt bij het openen van de trailercabine, openen van de kleppenkast van de LNG-tankwagen, of bij het uitnemen van de losslang uit de houder.

➔ Toepasbaarheid

Het doel van deze maatregel geldt voor alle types overslag waarbij een mobiele eenheid betrokken is (bv. een LNG-leverende truck bij een truck-to-ship bunkeroperatie).

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Er zijn in dit hoofdstuk reeds andere maatregelen zoals breakaway-koppelingen besproken, die een tweede beschermingslaag[61] tegen vrijzetting bieden wanneer de eerste beschermingslaag faalt.

---

[61] Zie voor duiding i.v.m. beschermingslagen de tekst in het begin van H4

Het is echter van belang om in eerste instantie te voorkomen dat een breekkoppeling in actie moet komen. Hiervoor kan een pneumatische blokkering van de remmen (d.m.v. een brake activation system) op de leverende tankwagen voorzien worden.

➔ Financiële aspecten

De meerkost van deze maatregel is verwaarloosbaar in vergelijking met de investerings- (CAPEX) en operationele (OPEX) kosten van de installatie.

4.25 Voorzien van een dodemansknop op de relevante locaties

➔ Beschrijving

"*Een dodemansknop is een schakelaar die wordt toegepast bij machines en toestellen waar de aanwezigheid en aandacht van de bediener essentieel is voor de veiligheid. De knop zorgt ervoor dat de machine automatisch uitgeschakeld wordt en tot stilstand komt als de machinist onwel wordt of van de machine valt. Bij een juiste technische uitvoering van de dodemansknop wordt een fouttolerant systeem gerealiseerd dat afschakelt als de (menselijke) besturing uitvalt.*" (Newman, 2016; M-Tech, 2017)

Aan of in de verdeelzuil (dispenser) en op de leverende LNG-tankwagen moet een knop of handgreep zijn aangebracht die zo moet zijn ingericht dat aflevering van LNG alléén kan plaatsvinden door het periodiek met de hand indrukken van deze knop.

Sommige stations zijn uitgerust met een dodemansknop die continu moet worden ingeduwd tijdens het tanken. Deze verplichting is opgenomen in de eerste versie van PGS 33-1. Dit blijkt echter ongemakkelijk voor de bestuurder die het overslagproces initieerde. Het niet meer indrukken van de knop stopt automatisch de brandstoftoevoer van het overslagproces.

Een andere variant van een dodemansknop vereist dat de knop maar om de 30 seconden (in deze studie de "drukfrequentietijd" genoemd) moet worden ingedrukt om het tankproces door te laten lopen. Uit veiligheidsrapporten bij Vlaamse LNG-tankstations bleek dit laatste systeem voldoende om een veilige werking te garanderen. Tegelijkertijd verhoogt dit de gebruiksvriendelijkheid van het tanken.

ISO 16924 verruimt deze periode van niet-verplicht drukken tot 60 seconden en stelt dat de verdeelzuil wordt uitgerust met een knop of handgreep (of soortgelijke handbediende element). De brandstoftoevoer zal pas beginnen en zich voortzetten wanneer de knop of het handvat met de hand wordt bediend (continu of met tussenpozen in korte intervallen van maximaal 60 seconden).

Het begeleidingscomité van deze studie stelde dat o.b.v. de inzichten in verschillende richtlijnen en praktijkervaringen de volgende drukfrequentietijd voldoende veiligheidsgaranties bieden:

- 1 minuut bij verdeelprocessen (tanken/bunkeren-)
- 3 minuten bij vulprocessen

  Het begeleidingscomité geeft aan dat er bij kortere drukfrequentietijden er een verhoogd risico op ontwijkgedrag van operatoren kan ontstaan (zijnde het blokkeren van de knop d.m.v. bv. een tape of elastiek), omdat een tankbeurt 10 minuten of langer kan duren.

Het is toegelaten om de dodemansknop zodanig uit voeren dat loslaten gedurende maximaal 2 s mogelijk is om bijvoorbeeld van hand te kunnen wisselen.

Uit operationele ervaring bij Shell blijkt dat de trailer-chauffeur vele handelingen moet verrichten bij opstarten van de pomp vooraleer een losproces te kunnen starten. Hierdoor is 30 seconden als drukfrequentieperiode bijna niet haalbaar en kan dit leiden tot onnodige activatie van het noodstopsysteem, wat vervolgens dan weer tot ingesloten hoeveelheden LNG en dus venting kan leiden. Drie minuten wordt als acceptabel gesteld, mede ook om onnodige ESD-activatie te voorkomen.

➔ Toepasbaarheid

Het voorzien en verplicht gebruiken van een dodemansknop is toepasbaar op installaties die betrokken zijn bij een overslagproces van LNG. Dit kan zowel vulprocessen van LNG-opslagtanks als tank- of bunkerprocessen met LNG omvatten.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Een dodemansknop peilt naar de waakzaamheid van de operator die op het overslagproces toeziet. Indien de dodemansknop niet tijdig wordt ingedrukt, percipieert het veiligheidssysteem dit als een te lage waakzaamheid om een veilig overslagproces te kunnen handhaven en zal het proces automatisch worden stopgezet.

➔ Financiële aspecten

Een aparte prijs voor deze maatregel kon niet worden teruggevonden, maar blijkt verwaarloosbaar klein in verhouding tot het ganse systeem van veiligheidsmaatregelen in een LNG-overslaginstallatie.

4.26 Voorzien van een gekoppeld noodstopsysteem (emergency shutdown - ESD)

➔ Beschrijving

Een noodstopsysteem of emergency shutdown system (ESD) is een systeem dat tijdens procesvoering (bv. tanken) de installatie in een veilige en stabiele toestand brengt en een gevaarlijke situatie met kans op schade aan mens of machine afwendt. Het ESD-systeem stuurt de op afstand bediende afsluiters dicht (isoleert de verschillende installatieonderdelen). Het noodstopsysteem kan manueel worden geactiveerd (door het indrukken van een noodstopknop[62]) of automatisch door detectie van een gas- of vloeistoflek. (SIGTTO, 2009; M-Tech, 2017; Euchner, s.d.). Bij LNG-voerende installaties zorgt een dergelijk systeem ervoor dat de (vloeibare en dampvormige) LNG-stroom in een installatie wordt stopgezet wanneer een signaal is gegeven dat gevaar dreigt. Dit signaal kan afkomstig zijn van een aan het ESD-systeem gekoppelde sensor die een **automatisch** signaal geeft, of van een eenmalige **manuele** druk op een noodstopknop. Een ESD is kortom een veiligheidsmaatregel om de installatie en lopend proces in een veilige, statische toestand te brengen (SIGTTO, 2009).

Een ESD-systeem is conform EN-ISO13850 dominant ten opzichte van alle mogelijke bedrijfsfuncties, en werkt dus altijd (Euchner, s.d.).

[62] Een activering van een noodstop stopt het proces en brengt deze in een veilige toestand.

Bij **activering van de noodstopvoorziening**[63] gaan de vloeistofafsluiters zo snel mogelijk (bij voorkeur minder dan 5 s, maar ook 15 s is een gangbare tijdsperiode[64]) in veilige toestand en worden draaiende delen afgeschakeld van spanning. Terzelfdertijd zorgt het ESD-systeem ervoor dat de gebruiker of door de gebruiker aangewezen persoon automatisch worden gealarmeerd.

Bij een **onbemand station**, waar de chauffeur de taak heeft om toezicht te houden, is deze persoon degene die de noodstop of oproepknop naar een centrale alarm- of hulpdienst indrukt. Het is van belang hier in de organisatie van het meldingssysteem rekening te houden. "*Een LNG-installatie zonder direct toezicht is op afstand in de veilige toestand te brengen door een operator*" (PGS 33-1, 2017).

Een (niet-limitatief) overzicht van **scenario's** waarbij de ESD in een LNG-voerende installatie in werking treedt, de noodstopknop automatisch worden geactiveerd en de afsluitkleppen op de installatieonderdelen automatisch in veilige (gesloten) toestand gaan:

- overschrijden van de ingestelde overdruklimiet van de pressostaat aan de LNG-opslagtank. Daarbij wordt automatisch een signaal naar de toegepaste boil-off gas managementtechniek(en) gestuurd (mits dit om een actieve maatregel zoals reliquefactie of L-CNG-productie gaat);
- bij vloeistof (temperatuur)detectie ter hoogte van de centrale afblaasvoorziening ('vent stack'), waarbij door bv. overvulling/overdruk LNG langs die weg naar de omgeving stroomt/spuit;
- bij plots wegvallen van de druk in een slang voor overslag van LNG. Gelet op het beperkte inhoudsvolume van een slang zal een plotse drukval in de slang tijdens een overslagproces steeds als een leidingbreuk beschouwd worden. De geïnstalleerde en aan het ESD-systeem gekoppelde lagedruksensor detecteert de breuk van de losslang, stopt de pomp en sluit de klep van de leverende (opslag)tank en de ESD-klep bij de ontvangende (opslag)tank;
- bij het wegvallen van de elektrische voeding of pneumatische sturing;
- wanneer een gas-, brand-, of andere detector die aan het ESD-systeem gekoppeld is, een signaal tot noodstop geeft.

De triggers waarbij het noodstopsysteem de volledige installatie in een veilige toestand moet brengen zijn:

- manuele activering van het noodstopsysteem via een noodstopknop;
- branddetectie;
- overschrijden van de ingestelde overdruklimiet van de pressostaat aan de LNG-opslagtank. Daarbij wordt automatisch een signaal naar de toegepaste boil-off gas managementtechniek(en) gestuurd;
- detectie van gas/vloeistof (koude) vanaf -70°C ter hoogte van de (centrale) afblaasvoorziening ('vent stack'), waarbij door bv. overvulling/overdruk LNG langs die weg naar de omgeving stroomt/spuit;
- bij lekdetectie of drukval in een slang voor overslag van LNG, dus zowel bij de losslang als bij een verdeelslang;

[63] Het is aangewezen om een specifieke resetprocedure te voorzien om te voorkomen dat installatieonderdelen ongewild schakelen na een activering van de ESD.

[64] De benodigde tijd van het ESD-systeem om de noodafsluiters te activeren is in het Nederlandse beleid een bepalend criterium voor de bepaling van de te hanteren afstanden bij inplanting t.o.v. eventueel omliggende omgevingsgevoelige objecten zoals een huis.

- wanneer de debietsmeting de vooraf ingestelde waarden overschrijdt;
- bij het wegvallen van de elektrische of pneumatische sturing;
- wanneer een gas-, temperatuurs-, rook-, vlam- of andere (detectie)systeem dat aan het ESD-systeem gekoppeld is, een signaal tot noodstop geeft:
  - bij overschrijding van de temperatuurgrenzen;
  - bij onderschrijding van de temperatuurgrenzen in de inkuiping van de LNG-afleverinstallatie;
  - lekdetectie van een ondergrondse leiding;
  - overschrijding van de gasdetectiegrens van 40 % LEL, waarbij, als gevolg van deze overschrijding, de pomp stopt en de op afstand bedienbare afsluiters sluiten. Het gasdetectiesysteem moet hierbij, net als in andere noodsituaties in bedrijf blijven.

Algemeen geldt dat, aangezien de meeste noodsituaties verwacht worden te zullen ontstaan tijdens het uitvoeren van handeling aan de afleverinstallatie (bv. aan- en afkoppelen vulslang, tanken, …), het minstens zinvol is om een noodstopknop te voorzien in de buurt waar de manipulatie gebeurd (+ eventueel vanuit een centrale locatie).

Concreet is het dan ook aangewezen om, conform de VLAREM II-voorwaarden voor CNG-afleverinstallaties, ook op elke LNG-verdeelzuil twee noodstopknoppen te voorzien.

Ook een noodstopknop aan de vulplaats en in de technische ruimte van de afleverinstallatie zijn essentieel.

Bij een vulproces van een LNG-opslagtank door een LNG-tankwagen is het aangewezen om een pneumatische koppeling tussen het ESD-systeem van de ontvangende tank en de remmen van de leverende vrachtwagen tot stand te brengen alvorens het vulproces te starten. Op die manier kan de vrachtwagen niet vertrekken zolang de koppeling tussen de beide ESD-systemen in stand is.

Het is van belang dat de bedieningsorganen van het noodstopsysteem herkenbaar, duidelijk zichtbaar en snel toegankelijk zijn (Euchner, s.d.), niet in het minst als de verdeling van LNG aan een automaat gebeurt.

Tabel 26: Illustratieve benadering van een gestuurd meervoudig noodstopsysteem (naar LIQAL, 2018).

	Knop noodgevallen	LEL 10%	LEL 20%	Hoge temperatuur	Lage temperatuur	Lage temperatuur (overvullen *trycock*)	Vulknop bestuurder	ESD tankwagen (weg)	Hoge druk	Lage druk	Rookdetectie	Lage temperatuur (*vent stack*)	Sensor trillingen	Software knop ESD	ESD station diesel
Overslag	ESD2	ESD1	ESD3	ESD3	ESD2	-	*Stop Flow*	ESD1	ESD1	ESD3	-	-	-	ESD2	ESD2
Verdeelzuil	ESD1	ESD1	ESD3	ESD3	ESD2	-	*Stop Flow*	-	-	-	-	-	ESD2	ESD2	ESD2
Boil-off-gasmanagementsysteem	ESD1	ESD1	ESD3	ESD3	ESD2	-	-	-	-	-	-	-	-	ESD2	ESD2
Opslagtanks en pompinstallaties	ESD1	ESD1	ESD3	ESD3	ESD2	ESD2	-	-	-	-	-	ESD2	-	ESD2	ESD2
Technische ruimte	ESD2	-	-	ESD3	-	-	-	-	-	-	ESD3	-	-	ESD2	ESD2

"Stop Flow" = afbreken voeding
"ESD1" = stopzetten/stilleggen unit
"ESD2" = stopzetten/stilleggen LNG-installatie
"ESD3" = stopzetten/stilleggen tankstation
" - " = n.v.t.

Geen enkel ESD alarm kan *gereset* worden vanop afstand; visuele inspectie en lokale *reset* vereist na ESD (behalve bij "*Stop Flow*")

In de meeste gevallen heeft een LNG-afleverinstallatie een enkelvoudig noodstopsysteem, dat na activatie (door onder deze titel opgelijste triggers), de volledige installatie in een veilige toestand zal brengen.

Tabel 26 toont echter illustratief hoe dit noodstopsysteem kan gesplitst worden in 3 met elkaar verbonden sturingen. Dit voorbeeld is gebaseerd op een Nederlandse installatie, en de sturing is dus ook op Nederlandse wetgeving gebaseerd (zie bv. ESD1 dat geactiveerd wordt na 10% LEL-detectie, terwijl in deze hiervoor 40% wordt aanbevolen – zie 4.35).

Bij een overschrijden van 95% vullingsgraad, aangegeven door de niveaumeter of level switch[65] van de LNG-opslagtank, kan het bijvoorbeeld aangewezen zijn om slechts een deel van de installatie buiten werking stellen, maar de installaties voor verdeling niet. Anders zou je niet meer kunnen tanken om het niveau in de tank terug te laten zakken.

Een opsplitsing van de sturing van het noodstopsysteem dient ad hoc geëvalueerd te worden, omwille van de veelheid aan mogelijke configuraties. Doel moet daarbij altijd zijn om minstens het veiligheidsniveau te behalen als bij de onder deze titel vermelde enkelvoudige sturing van het noodstopsysteem met de voormelde minimale triggers.

➔ Toepasbaarheid

Een gekoppeld ESD-systeem is toepasbaar op de meeste installaties binnen de scope van deze studie. Hieronder wordt dit gespecifieerd voor wanneer wel en wanneer geen toepasbaarheid bestaat.

[65] Een niveaumeter is eerder een continue meting, terwijl een "level switch" een aparte detectie is die een waarde 0 of 1 heeft als uitgangssignaal.

Bij afleverinstallaties in de scope van deze studie, die o.a. onder 200 ton opslagcapaciteit liggen, stelt ISO 16924 onder titel 16.1 dat het noodstopsysteem deel mag uitmaken van het sturingssysteem dat de operationele goede werking van de installatie regelt. Bij installatie boven de 200 ton zal er immers een onafhankelijk werkend noodstopsysteem voorzien moeten worden.

Bij een LNG-vulprocessen:
Het gekoppeld noodstopsysteem dient om de bodemklep van de trailer te kunnen sluiten en de trailerpomp te stoppen wanneer het gekoppeld noodstopsysteem (bv. dat van het tankststation) geactiveerd wordt, bv. door branddetectie aan de verdeelzuilen.

Bij LNG-verdeelprocessen:
Een LNG-ontvangend voer- of vaartuig (door respectievelijk tanken en bunkeren) is doorgaans **niet** voorzien van een ESD-systeem, waardoor de koppeling op dergelijke verdeelprocessen niet toepasbaar is.

Bij koppeling van andere installaties:
Een reliquefactie-installatie (bv.) die tijdelijk aangekoppeld wordt om aan boil-off-gas-management te kunnen doen, of een andere (tijdelijk) gekoppelde installatie, dient ook op het vlak van ESD-sturing gekoppeld te worden, teneinde ingeval van incidenten het geheel dan wel delen van de gekoppelde installatie te kunnen stilleggen.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Een noodstopsysteem voorkomt dat een faling van een installatieonderdeel of een onjuiste handeling door een persoon tot een grote vrijzetting van product (met de daaraan gekoppelde gevolgen) leidt.

Een praktijkvoorbeeld:
Wanneer een bestaand tankstation wordt uitgebreid met een LNG-afleverinstallatie, kan de nabijheid van de bestaande diesel- en/of AdBlue-tank en –dispenser een verhoogd veiligheidsrisico veroorzaken. Het koppelen van het noodstopsysteem van beide installaties met dat van de LNG-installatie, zullen alle installaties in een veilige toestand brengen van zodra de noodstop in één van de installaties wordt geactiveerd.

➔ Financiële aspecten

De prijs van een ESD-systeem hangt af van de omvang van de installatie (het aantal te beveiligen punten), en de aard van de sensoren (bv. voor rook, temperatuur, druk, gas). Een prijsinschatting van een ESD-systeem maken we hier daarom niet kwantitatief. De kostprijs is weliswaar relatief gering t.o.v. de totale investeringskost van een samenbouw, aangezien een ESD-systeem geen aankoop van pompen en andere duurdere installatie-onderdelen vereist. De belangrijkste afsluiters zijn bovendien al geautomatiseerd.

4.27 Optimaliseren van de LNG-aan- en afvoer

➔ Beschrijving

Om te voorkomen dat de overdrukventielen (zie titel 4.18) geactiveerd worden en het gas naar de atmosfeer afgeblazen wordt (= ‘venting’), bestaan er nog beheersmaatregelen om te hoge productie van boil-off gassen te voorkomen.

In normale operationele omstandigheden vormt de warmte-insijpeling en bijhorende drukverhoging geen probleem. De druk in een opslagtank wordt dan bij een vulproces van de tank verlaagd door nieuw (kouder) LNG langs de bovenkant van de opslagtank toe te voegen. Dit vernevelde LNG condenseert de aanwezige LNG-dampen in de opslagtank en verlaagt zo de druk in de tank.

De warmte-insijpeling kan wel tot een verhoogd risico op overdruk leiden indien de tank nog te vol is, en een nieuwe vulling, die de druk zou kunnen verlagen, operationeel of financieel niet opportuun is. In dat geval kan een drukverlaging in de opslagtank ook gerealiseerd worden door een actieve koeling van de LNG-dampen tot deze opnieuw vloeibaar worden (re-liquefactie).

De hoeveelheid 'te behandelen'[66] boil-off gas is niet altijd goed op voorhand te voorspellen. Verschillende (soms onzekere) factoren zorgen ervoor dat de vorming van boil-off niet te groot wordt:

- Voldoende frequente afname van LNG, zodat de opslagtank 'tijdig' (lees: vooraleer de druk zo hoog opgelopen is dat de overdrukventielen openen) met nieuw (koud) LNG aangevuld kan worden waardoor de druk daalt en de dampen terug vloeibaar worden.
- Temperatuur van de boil-offdampen in de brandstoftank van voer- en vaartuigen die, tijdens een tank- of bunkeroperatie, via de dampretourleiding naar de opslagtank van het tank- of bunkerstation worden geleid. Des te warmer deze dampen, des te sneller warmt ook het LNG in de opslagtank van de afleverinstallatie (bv. tankstation) op.

Cruciaal om boil-off te minimaliseren, is kortom een voldoende en constante doorzet/verbruik van LNG, zodat dit niet te hard kan opwarmen en de vorming van boil-off gassen tot een minimum beperkt wordt.

Exploitanten trachten o.a. daarom een bepaalde minimale hoeveelheid LNG-afname onder contract te hebben alvorens het tank- of bunkerstation te bouwen/in exploitatie te nemen, zodat zij zeker zijn dat er niet te veel LNG-productverlies optreedt ten gevolge van opwarming (boil-off) door een te kleine doorzet. Indien de hoeveelheid boil-off gas toch te groot wordt en een overschrijding van de afblaasdruk van de veiligheidsventielen of appendages dreigt, zijn er verschillende mogelijkheden om het boil-off gas te beheren zoals reliquefactie (4.32) en productie van CNG uit LNG (4.28).

➔ Toepasbaarheid

Elke exploitant die een samenbouw met een LNG-opslagtank uitbaat heeft baat bij het toepassen van deze maatregel, en is daar technisch toe in staat.

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

Deze maatregel heeft dezelfde positieve impact op het veiligheidsniveau als de andere boil-off gas maatregelen, maar grijpt eerder preventief in. De maatregel voorkomt bij toepassing immers de overmatige vorming van boil-off gas, en aldus zorgt deze maatregel ervoor dat andere, meer actieve, boil-off gasmanagementtechnieken minder snel in actie zullen moeten treden.

[66] Het behandelen, beheren of 'managen' van boil-off gassen wordt besproken in hoofdstuk 4, in de paragrafen 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, en 4.32.

➔ Financiële aspecten

De financiële kost van boil-off gas (= verlies van koud product) is een goede stimulans voor exploitanten om de vorming ervan en het nemen van noodzakelijke (exploitatiekost verhogende) boil-off gas managementmaatregelen zoveel mogelijk te beperken.

4.28 Boil-off gas managementtechniek: Injecteren van methaan(gas) op een lokaal aardgasnet

➔ Beschrijving

Een alternatieve mogelijkheid voor afzet van boil-off gas is om dit op een lokaal gasnetwerk te zetten. Een toepassing hiervan gebeurt door LNG Drive voor het LNG-station in Kallo, waar het aardgas op het gasleidingnetwerk van het belendende bedrijf ADPO gezet kan worden op de momenten wanneer overdruk dreigt.

➔ Toepasbaarheid

Deze maatregel is niet algemeen toepasbaar, aangezien de nabije aanwezigheid van een aardgasnetwerk en de toelating om erop te injecteren vereisten zijn.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Net als de andere beschreven boil-off gas managementtechnieken reduceert het de kans op overdruk in de LNG-opslagtank.

➔ Financiële aspecten

Extra leidingwerk en installaties zijn vereist om de connectie met een (bestaand) gasleidingnetwerk te kunnen maken. De financiële meerkost hiervoor, o.a. t.b.v. monitoring van de hoeveelheid gas die op het net wordt gezet, zal meestal niet opwegen tegen het bedrag dat teruggevorderd kan worden van de exploitant van het aardgasnetwerk. Overdruk door boil-off gas productie is een zeldzaamheid en de hoeveelheden naar het aardgasnet af te blazen boil-off zijn klein.

4.29 Boil-off gas managementtechniek: Productie van elektriciteit uit LNG

➔ Beschrijving

Dit is een boil-off gasmaatregel, en op die manier draagt deze bij tot een minder snel kunnen optreden van overdruk in de opslagtank, en een eventueel daarop volgende vrijzetting van methaan naar de atmosfeer(zie boil-off gas management in H3, titel 3.9).

Een alternatieve mogelijkheid voor valorisatie van boil-off gas is om dit via een gasturbine in elektriciteit om te zetten (Engie, s.d.; Philippe Desrumaux, persoonlijke communicatie, 9 maart 2017). Dit kan op verschillende manieren technisch gerealiseerd worden:door boil-off gas op ca. 0,3 bar naar een elektriciteitsgenerator te sturen om daarmee elektrische laadpalen te kunnen voeden. De gasverbrandingsmotor die elektriciteit produceert (bv. 65 kW) kan in een (zee)container worden ingebouwd.

Ter illustratie: in het vast bunkerstation wordt deze elektriciteitsgenerator bevoorraad door een bufferopslag gasvormig methaanmengsel (= de boil-off gassen), met een opslagcapaciteit van 2.000 liter in cilinders van 80 liter.

LNG is een energiedrager die toelaat om, wanneer het publieke gasleidingnetwerk op een bepaalde locatie niet beschikbaar is, toch (L-)CNG te kunnen aanbieden (zie 4.30). Indien de exploitant daarenboven ook nog eens onafhankelijk zou willen zijn van het elektriciteitsnet, biedt een gasturbine mogelijk een oplossing. Hierbij kan verdampt LNG in gasvorm aan de turbine gevoed worden waaruit elektriciteit voor de exploitatie resulteert.

Op die manier kan het indirect als een boil-off gas managementmaatregel beschouwd worden: de afname van LNG-damp om in gasvorm de turbine te voeden, zorgt voor een drukreductie in de opslagtank.
Deze methode is anders dan bij de productie van CNG uit LNG, waar, zoals in 4.30 wordt beschreven, het vloeibare LNG op druk wordt gebracht alvorens dit te verdampen.
Het verschil tussen beide methode is een verschillende energie-efficiëntie (EE) en verschillende samenstelling van het resulterende gas.
De EE is hoger bij het eerst op druk brengen van het LNG en pas daarna te verdampen, omdat minder compressie-energie in het comprimeren van vloeibaar LNG nodig is dan het comprimeren van methaanrijk gas.
Aan de andere kant is de LNG-damp dan weer rijker aan methaan dan LNG in vloeibare vorm (doordat het methaan sneller verdampt dan de andere in kleine hoeveelheden aanwezig zijnde componenten zoals ethaan), wat maakt dat het comprimeren van boil-off gas resulteert in een CNG met licht hogere calorische waarde.

➔ Toepasbaarheid

De maatregel is niet toepasbaar als noodstroomvoorziening, maar wel als boil-off gas managementtechniek. De turbine die aan de LNG-installatie stroom zou leveren wordt als gevolg van de noodprocedures (zie 4.26) immers onbruikbaar. De turbine kan immers niet starten wanneer de stroom uitvalt, waardoor de mogelijkheid vervalt om het als noodstroomvoorziening te gebruiken (de turbine wordt op dat moment bovendien ook niet meer elektrisch gevoed).

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

De generator zal extra geluidsproductie en lokale luchtemissies door verbranding van aardgas veroorzaken, maar net als de andere boil-off gas managementtechnieken biedt de maatregel een bijdrage aan een kleinere kans op vrijzetting van LNG door overdruk.

Vanuit veiligheidsaspect impliceert een gasturbine een extra installatiecomponent en dito faalscenario's.

➔ Financiële aspecten

Er is een vrij grote (meer)kost verbonden aan een gasturbine om off the grid te kunnen opereren. Bijkomende kosten zijn immers de turbine, het leidingwerk en batterijen voor de noodstroomvoeding.

4.30 Boil-off gas managementtechniek: Productie van CNG uit LNG

➔ Beschrijving

Boil-off gassen kunnen op verschillende manieren beheerd en beheerst worden. Naast de onder titel (4.32) besproken reliquefactie van LNG-dampen, door middel van warmte/koude-uitwisseling met vloeibare stikstof, of door inzet van een (mobiele) liquefactie-installatie met koelcyclus, is er nog een mogelijke optie om met het boil-off gas om te gaan.

Wanneer de afname van LNG te klein is en de drukopbouw daardoor stijgt, kan het tank- of bunkerstation LNG comprimeren (tot ca. 250 bar m.b.v. een verdringingspomp) en vervolgens verdampen, en op druk opslaan als CNG. Dit CNG kan dan op het station zelf worden aangeboden. In dat geval is nog een bijkomende CNG-dispenser en bijhorend leidingwerk vereist. De VLAREM-voorwaarden voor een CNG-tankstation[67] moeten dan eveneens nageleefd worden. Het CNG kan d.m.v. een CNG-trailer naar andere CNG-tankstations in de buurt getransporteerd worden. Voordeel hiervan is dat het CNG dan quasi op de nodige afleverdruk (ca. 250 bar) aan het tankstation geleverd kan worden. Een booster (compressortype) kan de CNG-trailer vervolgens legen en het CNG op de nodige druk opslaan in een vaste CNG-opslagunit. Deze piste vereist minder compressie-energie dan wanneer CNG vanuit een (lage of middendruk)aardgasleiding tot 250 bar afleverdruk gecomprimeerd moet worden.

PGS (2017) benoemt hierbij nog de volgende maatregelen die in acht moeten worden genomen:

- Voordat het gas wordt geleverd aan de CNG-buffer is de temperatuur van het gas dat wordt geleverd aan een CNG installatie afgestemd op/in overeenstemming met de ontwerpspecificaties van de buffer van de CNG installatie.

- Het gas dat aan de CNG-installatie wordt geleverd, is vooraf geodoriseerd.

- Indien het gas buiten de door de exploitant vastgelegde leveringsspecificaties valt, wordt de levering aan het CNG-systeem automatisch stopgezet.

➔ Toepasbaarheid

Aangezien schepen niet op CNG varen, is de bestemming van het geproduceerd L-CNG bijna altijd een voertuig. Niettemin kan ook een bunkerstation voorzien zijn van een CNG-productie (LNG-compressor en -verdamper), –opslag- en overslaginstallatie. Dit kan voor een belendend CNG-tankstation, maar vrachtwagens voor transport van CNG kunnen het geproduceerde CNG in theorie ook in de bunkerstations komen laden ophalen ten behoeve van een CNG-afnemer elders (bv. een CNG-tankstation). Op die manier wordt het boil-off gas alsnog gevaloriseerd.

Momenteel is er nog een ministeriële afwijking nodig om CNG aan te mogen bieden dat geproduceerd werd uit LNG, zogenaamd L-CNG. Reden hiervoor is dat er voor de sectorale voorwaarden, en meer bepaald de minimale scheidingsafstanden bij een CNG-afleverinstallatie, rekening werd gehouden met een standaardinstallatie waarbij de

[67] Vlarem II, Afdeling 5.16.8. Inrichtingen voor de bevoorrading van motorvoertuigen met samengeperst aardgas of tot aardgaskwaliteit opgewaardeerd samengeperst biogas, andere dan deze vermeld in afdeling 5.16.7

bevoorrading vanuit het aardgasnet gebeurt. VLAREM II voorziet in art. 5.16.8.2.par.2 momenteel enkel in een kader voor CNG-productie door compressie van aardgas dat van het openbaar net wordt gehaald.

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

Het voordeel van deze maatregel ligt in het voorkomen van overdruk en afblazen ('venting') van boil-off gas. Dit is in eerste instantie een milieumaatregel, maar heeft terzelfdertijd een impact op de grootte van de isorisocontour en dus de externe veiligheid.

Om deze maatregel energie-efficiënt en veilig in te zetten, is het o.a. belangrijk om een goede inschatting te maken van het benodigde compressievermogen van de compressor die tussen de verdamper en de CNG-opslag staat. Hiervoor kan informatie ingewonnen worden bij de fabrikant van de betrokken installatie(s) en/of kan een boil-off rate model (Myung Wook et al., 2008) geraadpleegd worden. Vanwege de door de exploitant niet steeds gekende dynamica van LNG-boil off gassen zou de compressor om gasvormig LNG te comprimeren doorgaans overgedimensioneerd zijn en bijgevolg onnodig veel energie verbruiken (Myung Wook et al., 2008).

➔ Financiële aspecten

LNG is in Vlaanderen doorgaans afkomstig van Fluxys in Zeebrugge en is dus hoogcalorisch. CNG dat uit dergelijk LNG is geproduceerd is bijgevolg ook hoogcalorisch, dit in tegenstelling tot het CNG dat vooral in het noordoosten van België uit het laagcalorische aardgas van het openbaar aardgasnet wordt geproduceerd. Door het hoogcalorisch karakter kan er meer euro per kilo gevraagd worden. Dit compenseert deels de productiekost en het eventueel benodigde transport om het CNG naar een andere locatie te transporteren.

De extra benodigde installatieonderdelen om deze maatregel in praktijk te zetten, zijn een vaste opslagunit voor CNG (doorgaans een (ISO-)container met cilindervormige opslagflessen) en een afleverpunt om de overslag naar de, eveneens benodigde, CNG-trailer te kunnen realiseren.

4.31 Boil-off gas managementtechniek: In-line saturatie ('saturation on the fly') van af te leveren LNG

➔ Beschrijving

In een tankstation van het derde type (zie 3.2.2) wordt LNG pas tijdens het afleveren geconditioneerd (opgewarmd) met behulp van een in-line warmtewisselaar (of zgn. verzadigingsunit).

➔ Toepasbaarheid

Deze maatregel is algemeen toepasbaar.

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

Het voordeel van de maatregel manifesteert zich op het vlak van energie-efficiëntie. Doordat niet de bulk van het LNG in de gehele opslagtank opgewarmd wordt t.b.v. een hogere druk (die dan nadien afgeleverd kan worden), kan men het LNG langer koud houden en dus bewaren.

Het LNG in de opslagtank van de samenbouw kan langer op een lagere temperatuur (< -134 °C) gehouden worden, waardoor de maximale verblijftijd (holding time) van het LNG in de tank toeneemt en het risico op een te hoge tankdruk in periodes met een beperkte afname wordt gereduceerd.

➔ Financiële aspecten

Een systeem voor in-line saturatie is kostenefficiënt bij nieuwe installaties waarvan de doorzet een te grote onbekende factor is. Bij bestaande tankstations die met bulksaturatie werken is ombouw met een systeem voor in-line saturatie niet altijd kostenefficiënt. De investering is bij dergelijke installaties immers al gemaakt en een ombouw kost meer dan het kan opbrengen, zeker wanneer de doorzet van de samenbouw voldoende groot is.

4.32 Boil-off gas managementtechniek: LNG-boil-off-conditionering door reliquefactie[68]

➔ Beschrijving

Conditionering van boil-off gas door reliquefactie kan door gebruik te maken van een (mobiele) micro-liquefactie-installatie met koelcyclus of door een warmtewisselaar die gevoed wordt met vloeibare stikstof ('LIN[69]-assist').

De eerste variant wordt momenteel (2017) voor het eerst toegepast op het LNG-tankstation in Lokeren.

Van de warmtewisselaar met stikstof zijn er (momenteel) in Vlaanderen nog geen toepassingen.

Het kookpunt van stikstof bedraagt bij atmosferische druk ca. -196 °C. Het stikstof wordt gescheiden van het verdampte LNG en in een warmtewisselaar gebracht, waardoor het bij een bepaalde druk condenseert (bij een temperatuur van ca. -150 °C). Het stikstof gaat door de warmteoverdracht in gasvormige toestand over en wordt naar de atmosfeer afgeblazen.

Het vloeibare stikstof wordt opgeslagen in een opslagtank, die identiek opgebouwd is en eenzelfde isolatiewaarde heeft als de opslagtank voor LNG: dubbelwandig vacuüm geïsoleerd en gevuld met perliet. De opslagtank voor vloeibare stikstof wordt eveneens op eenzelfde manier gevuld als een LNG-tank. Ook de drukregeling is identiek aan deze van een LNG-tank. De stikstoftank wordt voorzien van alle noodzakelijke kleppen en beveiligingen. De operationele druk bedraagt om en bij de 6 bar.

Stikstof kan in gasvormige toestand en bij omgevingstemperatuur ook in de samenbouw aangewend worden als instrumentgas voor bv. de sturing van kleppen en als middel om installatieonderdelen te inertiseren. Het vloeibare stikstof kan in dit geval d.m.v. een kleine aparte verdamper in gasvormige toestand worden gebracht.

---

[68] John De Bont, projectmanager externe projecten Linde Gas Benelux, persoonlijke communicatie, 3 april 2015.

[69] LIN: Liquefied Nitrogen

Het volume van de stikstofopslagtank varieert in functie van het gebruik van het stikstof voor als instrumentgas, en van het volume van de LNG-opslagtank.

Naast de voeding van een warmtewisselaar met vloeibaar stikstof (LIN) dat in vloeibare vorm wordt aangeleverd, zijn er technisch nog andere configuraties mogelijk om de LNG-dampen terug vloeibaar te maken. Deze komen in de praktijk echter weinig voor omwille van hun kostenplaatje.

- Periodieke liquefactie d.m.v. een mobiele liquefactie-installatie (opbouw op vrachtwagen).
- Ter plaatse het vloeibaar stikstof aanmaken en gebruiken als voeding voor de warmtewisselaar (i.p.v. in vloeibare vorm aanleveren).
- Liquefactie m.b.v. andere koelmiddelen en een koelcyclus realiseren. De verschillende mogelijke opties staan beschreven in hoofdstuk 3.

➔ Toepasbaarheid

De maatregel is toepasbaar op elke vorm van samenbouw waarin een LNG-opslagtank is geïntegreerd, maar vooral op die vormen van samenbouw die een onregelmatige en/of onvoorspelbare afnamehoeveelheid en –frequentie van LNG hebben: een afleverinstallatie voor voer- en vaartuigen. Bij een laadstation en een opslaginstallatie voor bevoorrading van een industriële toepassing van LNG is de hoeveelheid over te slagen LNG beter in te schatten en is er minder kans op verliezen van LNG door overdruk.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Deze maatregel is in eerste instantie een milieumaatregel en leidt tot het voorkomen van een directe emissie van methaanrijk gas. Gelet op het aardopwarmingsvermogen van methaan (25 keer zo sterk als koolstofdioxide) is elke vermeden emissie een voordeel voor het milieu.

De maatregel resulteert anderzijds wel in een emissie van stikstof, maar dit gas is onschadelijk voor het milieu[70].

De hoeveelheid vermeden emissies hangt af van de opslagcapaciteit van de samenbouw in combinatie met de frequentie en volume van de afnames van LNG. Naarmate de LNG-opslagtank een grotere capaciteit heeft, worden er relatief gezien (per aanwezige kg LNG in de tank) minder boil-off gassen gevormd die na verloop van tijd tot een overdruk kunnen leiden. Een grotere koudemassa is immers beter bestand tegen warmte-insijpeling en wordt relatief gezien ook minder aan warmte-insijpeling blootgesteld. De opslagtankoppervlakte per kg LNG daalt namelijk naarmate het volume van de tank stijgt.

Er is geen extra direct elektriciteitsverbruik verbonden aan deze maatregel. Het vloeibare stikstof wordt vloeibaar geleverd en vloeit doorheen de leidingen door het drukverschil tussen verdampt (druk in de kopruimte van de tank) en vloeibaar stikstof. Indirect is er extra energieverbruik, wat het gevolg is van de productie en transport van het vloeibaar stikstof.

[70] Stikstof is het hoofdbestanddeel (78%) van lucht en heeft an sich geen nadelige effecten op het milieu.

Hoewel het aanbrengen van een actieve koeling voor het re-liquefiëren van LNG-dampen in eerste instantie een milieumaatregel is, heeft deze maatregel terzelfdertijd ook een voordeel voor het veiligheidsniveau.

Terzelfdertijd moet opgemerkt worden dat ook vloeibaar stikstof een cryogene temperatuur heeft en deze bij blootstelling voor een persoon zonder aangepaste persoonlijke beschermingsmiddelen schadelijk is.

De emissie van afgeblazen (licht ontvlambaar) methaangas door overdruk wordt vermeden. Installatie van een dergelijk systeem zal geen risicoverhoging tot gevolg hebben, zo blijkt uit gevoeligheidsanalyses op QRA's van tankstations die dit systeem geïnstalleerd hebben.

➔ Financiële aspecten

De opslagtank voor stikstof is een standaardtank die doorgaans circa 25.000 euro kost bij een volume van ca. 6.000 liter. Aangezien dit standaard type opslagtank frequent ingezet wordt en er ook andere producten in opgeslagen kunnen worden, worden ze over lange periode (> 20 jaar) afgeschreven. De opslagtank blijft doorgaans eigendom van de (vloeibaar) gas leverende firma. De huurprijs die de exploitant maandelijks betaalt, bedraagt in het geval van "tankleasing" enkele honderden euro. De overige onderdelen (sensoren, warmtewisselaar, leidingen, …) van de stikstofmodule kosten om en bij de 30.000 euro indien ze buiten de LNG-opslagtank worden geïnstalleerd. De installatie kan volgens recente ontwikkelingen ook in de LNG-tank worden ingewerkt. Dit heeft een meerkost van 15.000 euro, maar maakt het mogelijk om de vloeistof- en dampfase in de LNG-opslagtank onafhankelijk van elkaar te conditioneren. De gehele opslaginstallatie wordt daardoor een stuk compacter en flexibeler.

Naast de investeringskost (capital expenditure, CAPEX) is er een operationele kost (OPEX) ten gevolge van verbruik van vloeibaar stikstof[71]. Dit verbruik hangt af van de warmte-insijpeling en het gebruik[72] van het station. Het verbruik ligt ongeveer op 0,1 kg vloeibaar stikstof per kg opgeslagen LNG.

De kostprijs per kg LNG om LNG(-damp) terug vloeibaar te maken m.b.v. stikstof kan worden gedrukt indien de benodigde stikstofinstallatie ook aangewend wordt om stikstof als instrumentgas en gas voor inertisering te gebruiken. De kosten die verbonden zijn aan een apart systeem voor gebruik van een ander instrumentgas worden op die manier immers voorkomen.

De kostprijs van het stroomverbruik zakt indien het 's nachts gebeurt en bijgevolg is het dan kostenefficiënter om te koelen.

De financiële kost van de maatregel wordt geplaatst tegenover de vermeden kosten door productverlies (afgeblazen methaanrijk gas door overdruk) en het behoud van de kwaliteit van het LNG. Indien de boil-off gassen opnieuw vloeibaar worden gemaakt en niet worden afgeblazen of verwijderd, zal het methaangetal immers behouden blijven. Sommige vrachtwagens vereisen een methaangetal van minimum 90.

---

[71] De prijs van vloeibaar stikstof hangt o.a. af van de afgenomen hoeveelheid. Een indicatieve prijs is 0,15 à 0,17 euro per kilo vloeibaar stikstof.

[72] Bijvoorbeeld frequentie van LNG-afname, hoeveelheid afgenomen LNG per tankbeurt.

4.33 Gebruik van (mobiele) fakkelinfrastructuur

➔ Beschrijving

Wanneer de gasdruk in de druktank de drempel van de veiligheidsventielen overschrijdt, en er daardoor methaan naar de atmosfeer ('venting') zal worden afgeblazen, bestaat de mogelijkheid om de gassen uit de druktank af te voeren en deze ter plaatse te verbranden d.m.v. een fakkel. Hierdoor wordt het methaangas met een aardopwarmingsvermogen van 28 bij optimale verbranding omgezet in CO_2, dat een aardopwarmingsvermogen van 'slechts' 1 heeft.

Omdat affakkelen zowel een bron van vervuiling is en leidt tot het verbranden van een potentieel waardevol product, is het aangewezen om het gebruik ervan te beperken tot niet-routinematige of in vrijzettingen ten gevolge van noodsituaties (JRC, 2016).

Bij het ontwerp van een exploitatie met fakkel is er een verplichting om deze buiten de explosiegevaarlijke zone te plaatsen. Een vrijzetting van een gaswolk zou door de brandende fakkel immers tot ontbranding gebracht kunnen worden, met bijhorende potentiële schade aan de omgeving.

➔ Toepasbaarheid

Een fakkel kan technisch gezien toegepast worden op elke vorm van samenbouw waar een opslagtank deel uit maakt van de installatie.

Een fakkel is niet is bedoeld als "afgasbehandelingstechniek" of techniek voor boil-off gas management, maar wel als back-up in noodsituaties of niet-routinematige bedrijfsomstandigheden.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Milieuvoordeel: er wordt geen gasvormig methaan afgeblazen. Dit wordt door verbranding omgezet in het minder schadelijke koolstofdioxide.

Veiligheid: aanwezigheid van een fakkel kan, afhankelijk van de configuratie van de samenbouw en de omgeving, een nadelig effect hebben op de externe veiligheid. In het geval er overdruk dreigt en gas wordt afgefakkeld, en er tegelijkertijd elders een LNG-vrijzetting is, kan de gaswolk ontstoken worden door de brandende fakkel.

➔ Financiële aspecten

Een mobiele fakkel van het type dat door openbare gasdistributie wordt gebruikt (dus met een beperkt afblaasdebiet) kost in aankoop ca. 10k€. Huuroplossingen zijn hiervoor mogelijk ook beschikbaar, maar dan is de onmiddellijke beschikbaarheid cruciaal op momenten van overdruk. Praktisch is dit wellicht moeilijker te organiseren. Voorzien van een (droog) tankafkoelingsysteem ((dry) deluge system).

➔ Beschrijving

Een (droog) tankafkoelingsysteem op de opslagtank is gekend als een vorm van actieve brandbestrijding. Bij een LNG-installatie wordt het echter niet als dusdanig ingezet. Het wordt wel ingezet als een techniek om de warmte-insijpeling in noodsituaties te minimaliseren, en op die manier eveneens de boil-off gasproductie te minimaliseren.

Het is dus een preventieve maatregel om te hoge boil-off gasproductie in een LNG-opslagtank te voorkomen.

Het kan een automatisch systeem betreffen dat op de bovenkant van de tank is gemonteerd, of het kan, ingeval van een brandhaard in de buurt van de tank, verzorgd worden door brandweerdiensten die de LNG-tank koel houden door ze met bluswater te besproeien. In het geval van een automatisch system is het opgebouwd uit een leidingsysteem met sproeikoppen die aan de bovenkant van de tank zijn gemonteerd. Het netwerk van leidingen kan aan een watertoevoer gekoppeld worden, maar bevat geen water als het niet in werking is, vandaar de benaming 'dry'.

Belangrijk hierbij is dat het aansluitpunt van het droog tankafkoelingssysteem zich op voldoende afstand van de verdeelzuilen of andere potentiële warmtebronnen na calamiteit bevindt. Dit om te garanderen dat de brandweer of exploitant bij calamiteit het tankafkoelingssysteem in veilige omstandigheden kan activeren.
Even goed kan er al een watervoorraad op de exploitatie aanwezig zijn, met een pomp die dan al dan niet automatisch in gang moet gezet worden om de dry deluge te kunnen voeden. Manuele activatie van deze pomp moet dan wel op een veilige manier mogelijk zijn, dus op voldoende afstand van de installatie.

Figuur 37: Dry-delugesysteem (rode leiding) in werking ikv testprocedure op LNG-tankstation van Mattheeuws (zwarte leiding is de centrale afblaasvoorziening of vent stack).

➔ Toepasbaarheid

Toepassing van deze maatregel is technisch steeds mogelijk.

➔ Financiële aspecten

Een spuitkop voor een tankafkoelingssysteem van een tankstation kost ongeveer 100 euro. Met de leidingen erbij kost een geheel tankafkoelingssysteem voor een normale opslagtank van een LNG-tankstation ongeveer 900 euro (Stefaan Meirlaen, milieucoördinator Mattheeuws, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017).

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

Een (droog) tankafkoelingsysteem is enkel relevant indien er zich potentiële bronnen van brand in de buurt van de opslagtank bevinden. Het is dus geen standaardmaatregel voor elke LNG-opslagtank.Wanneer deze dieseltank na een calamiteit in brand zou staan, kan de stralingswarmte voor een ongewilde boil-off gasproductie in de LNG-opslagtank leiden, met een eventuele ongewilde, want met een brandhaard in de buurt zeer gevaarlijke, afblaas van methaan via de overdrukventielen en/of centrale afblaasvoorziening tot gevolg.

Een vacuüm-geïsoleerde druktank is echter reeds goed geïsoleerd en kan gemiddeld gezien ca. twee uur in een brand kunnen staan zonder dat de druk in de tank en de temperatuur van de binnenste tankwand een gevaarlijke waarde bereikt (Kamperveen, Spruijt & Reinders, 2016).

Voor druktanks met een stalen buitentank wordt in de EN 13645 een richtwaarde gegeven van 15 kW/m² als maximaal toegelaten stralingsflux. Deze waarde voor stralingsflux is meegenomen in de berekening van de interne risico-afstanden (persoonlijke communicatie Luc Vandebroek, M-Tech, 1 februari 2017).

4.34 Voorzien van lekdetectie

➔ Beschrijving

Er zijn een heel aantal potentiële bronnen van diffuse methaanemissies. Voor overslagprocessen waar voertuigen en tankcontainers bij betrokken zijn, is een hoeveelheidsindicatie opgelijst in 3.9.

Indien lekdetectie een acute bron van vrijkomend product detecteert, komt het noodstopsysteem in actie (zie 4.26). Bepaalde bronnen van (diffuse) emissies kunnen echter te klein in hoeveelheid of te sterk verdund zijn opgemerkt te worden door de aan het ESD-systeem gekoppelde gasdetectoren.

Onderstaande tabel lijst per proces, dat onder titel 3.9 opgelijst werd, enkele mogelijke oplossingen op ter eliminatie of reductie van deze methaanemissies. Enkele van deze maatregelen worden elders in dit hoofdstuk meer in detail besproken.

Figuur 38: Overzicht van mogelijke bronnen van diffuse methaanemissies en bijhorende mogelijk te nemen maatregelen (gebaseerd op Hendrickx, 2013).

Proces	Oorzaak	Mogelijke maatregel
Laden van tankcontainer	Hoge temperatuur of druk in de ontvangende	• Dampen in ontvangende tankcontainer afblazen ('venting') naar een andere (koudere) tankcontainer of naar de leverende tank (dampretour) – zie 4.15

	tankcontainer	• Affakkelen
Lossen van tankcontainer	Methaanemissie bij het ontkoppelen van de vulleidingen	• Leidingen spoelen met stikstof of droge perslucht vooraleer te ontkoppelen
Normaal gebruik tankstation	Productie van boil-off gas	• Verbranden van de boil-off gassen in een warmtekrachtkoppelingscentrale voor productie van elektriciteit • Damp (= relatief warm) uit de brandstoftanks van tankende vrachtwagens naar de LNG-opslagtank leiden om deze daar opnieuw te koelen. • Terug vloeibaar maken van boil-off gassen (reliquefactie, zie paragraaf 4.32)) • Vorming van boil-off gas voorkomen door het LNG actief koel te houden in de opslagtank (bv. door er een warmtewisselaar in te installeren die het LNG op temperatuur houdt)
Tanken van voertuigen	Methaanemissies tijdens het tanken	• Gebruik dichtingen, mondstukken, lekdichte koppelingen, en andere voor overslag vereiste onderdelen die aan de daarvoor bedoelde normen voldoen (zie paragraaf 4.6)

Vloeistof- en gas/damplekdetectie en –reactiesystemen omvatten een breed scala van relevante apparaten en technologieën, waaronder alarmen, noodafsluiters, vlam- en gasdetectoren en andere apparaten, drukregelaars, overdrukventielen, rookdetectoren en temperatuursensoren (GIIGNL, s.d.). Onder titel 4.26 wordt aangegeven welke van deze systemen met het noodstopsysteem gekoppeld worden en wanneer deze het noodstopsysteem kunnen activeren.

Detectie van (zeer kleine) lekken kan ook gebeuren door toepassing van de volgende maatregelen:

1. Periodieke controle van diffuse emissies d.m.v. optical gas imaging camera (bv. FLIR-camera), draagbare lekdetector (bv. method 21 Type leak detector), remote laser, mobiel optisch;
2. Minstens wekelijkse visuele uitwendige controle op lekkages;
3. Gasdichtheidscontrole (bv. gassnuffelaar, spray voor opspeuren van lekken).

Een permanent lekdetectiesysteem wordt door Vlarem II (art. 1.1.2-def.) benoemd als "*een bestendig aanwezig systeem dat toelaat op een gemakkelijke manier lekken vast te stellen*".

Op de plaatsen waar het te verwachten is dat lekken kunnen optreden, zijn ten minste twee continu werkende **gasdetectoren** geïnstalleerd. Daarnaast worden ze steeds geïnstalleerd op plaatsen waar menselijke handelen met LNG plaatsvindt, en de kans op lekkage het grootst zoals:

- onder de luifel, indien de verdeelzuilen onder de luifel staan;
- aan elke verdeelzuil, waar voer- en vaartuigen aan- en afgekoppeld worden;
- op de plaats van het vulpunt van de opslagtank.

Bij een gasdetectie van 10% van de onderste explosiegrens (LEL) moeten aanwezige personen door akoestische en/of optische signalen worden gewaarschuwd. Bij een gasdetectie van 40% van de LEL moet het vulstation automatisch buiten werking worden gesteld door de pomp te stoppen en de op afstand bedienbare afsluiters te sluiten. Het gasdetectiesysteem moet in bedrijf blijven.

PGS (2017) stelt dat het aangewezen is om minimaal 2 **temperatuurdetectoren** op de afleverinstallatie te voorzien, waarvan één nabij de verdeelzuil en één in de installatie of nabij de LNG-opslagtank. Bij het bereiken van -30 °C of +70 °C wordt het noodstopcircuit geactiveerd.
Het begeleidingscomité van deze studie is van oordeel dat de voormelde gasdetectie een minimumvereiste is, en dat temperatuurdetectie op de bodem van de opvangvoorziening en in de nabijheid van de opslagtank doorgaans als redundante maatregel beschouwd kan worden. Niettemin kan het bevoegde gezag hier ten allen tijde van afwijken.

➔ Toepasbaarheid

Lekdetectie is een algemeen toepasbare maatregel die men met verschillende, elkaar al dan niet aanvullende, technische maatregelen kan uitvoeren.

Gasdetectie is vaak echter niet standaard op LNG-tankwagens[73] voorzien, maar het is er wel op toepasbaar.

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

Deze maatregel kan, in de vorm van actieve sensoren en detectoren, gekoppeld zijn aan het noodstopsysteem en aldus de gevolgen van een lek beperken. Terzelfdertijd kan de maatregel tot doel hebben om diffuse emissies op te sporen om daar gerichte maatregelen voor te nemen. In dat geval gaat het eerder om een milieumaatregel om operationele emissies, die een geen acuut veiligheidsrisico inhouden, te reduceren.

Gasdetectoren hebben in alle gevallen een veiligheidverhogend effect, mits deze op de juiste plaatsen en in voldoende aantallen zijn geïnstalleerd, goed onderhouden zijn en gekoppeld zijn aan het ESD-systeem (met alarm).

Temperatuursdetectie op de bodem van de inkuiping, onder de tank, is een reduntante maatregel die nuttig is wanneer bij calamiteit vloeistofvrijzetting verwacht wordt. Zoals aangegeven in de beschrijving van titel 4.16 is dit eerder te verwachten bij een opslagtank die koud LNG (zoals bij type C-afleverinstallaties aan voertuigen, zie 3.2.2) bevat. Ook bij warmer LNG onder hogere druk in de tank kan vloeibaar LNG vrijgezet worden, maar dan is al een aanzienlijke breuk van de tank nodig, en zal het LNG sneller verdampen.

Het hebben van een temperatuurdetectie in de afblaasvoorziening is aan te raden om:
- overvulling te detecteren
- een lekkende overdrukventiel te kunnen detecteren

[73] LNG-tankwagens staan op zich buiten de scope van deze studie, maar eventueel aanwezige gasdetectoren op deze tankwagen kunnen de LNG-afleverinstallatie in veilige (nood)toestand brengen, wanneer deze tijdens een vulproces van de tank van een afleverinstallatie geactiveerd worden.

➔ Financiële aspecten

De kost van deze maatregel hangt af van de invulling ervan. Permanente detectoren dienen periodiek gecontroleerd te worden, wat geld kost. Een audit d.m.v. optische gasdetectoren kost 750 euro. De prijs voor uitvoering van metingen door derden kost circa 850 euro/dag (1 dag meten + 0.5 dag verwerken resultaten, excl. verplaatsingskosten). Daarbij moet rekening gehouden worden met een eenmalige set up kost van 200 euro.

Een visuele controle is dan weer onderdeel van 'goed huisvaderschap' en kost enkel geld door de erin geïnvesteerde tijd (arbeidsuren).

4.35 Overzichtelijke inrichting van de plaats van exploitatie

➔ Beschrijving

Een goed overzicht op de exploitatie kan op verschillende manier ingevuld worden.

Middelen zijn (PGS, 2017):

- goed overzicht (evt. via cameratoezicht) door de operator (zie ook titel 4.4);
- een overzichtelijke indeling van opritten, afritten en terreinverharding met het oog op het beperken van aanrijdingsgevaar;
- het voorzien van een goede standplaats voor de (af)leverende LNG-tankwagen zodat deze geen belemmering voor het verkeer op de openbare weg vormt en zodat deze tijdens het vullen van tanks de goede bediening en het overzicht over de gehele installatie niet nadelig beïnvloedt;
- een goede toegankelijkheid van de installatie bij bestrijding van een eventuele brand;
- op plaatsen waar onderhoud aan de installatie wordt uitgevoerd, zijn minimaal twee vluchtmogelijkheden aanwezig in verband met incidenten;
- de gehele LNG-installatie en de aan- en afvoerroutes zijn tijdens het onderhoud, laden en lossen en het tanken dusdanig verlicht, dat voldoende overzicht is gewaarborgd.

Ook de plaatsing van de standplaats van de lossende LNG-tankwagen is belangrijk. Het is veiliger indien deze zich volledig op het terrein van de inrichting bevindt, en niet deels op een ander perceel of openbaar domein.

➔ Toepasbaarheid

De maatregel is algemeen toepasbaar.

➔ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Doel van deze maatregel is om overzicht en logica te brengen teneinde zowel de normale operaties als noodsituaties zo vlot mogelijk en met een minimale kans op (bijkomende) incidenten te kunnen aanpakken.

➔ Financiële aspecten

Er is geen significante meerkost verbonden aan deze maatregel.

4.36 Voorzien van mogelijkheid om LNG uit opslagtank te kunnen ledigen (nood/onderhoud)

➔ Beschrijving

Het is van belang dat de exploitant voorbereid is op het nemen van de nodige maatregelen, zodat het ledigen eventueel op zeer korte termijn kan plaatsvinden (indien dit snel dient te gebeuren). Daarbij is het van belang om na te gaan of de onderstaande suggesties compatibel zijn met de uitvoering van de installatie in kwestie. Zo dient er bv. technische een mogelijkheid te zijn in het ontwerp van de installatie om LNG buiten de verdamper om uit de opslagtank te krijgen.

Tussen vulpunt en opslagtank zit doorgaans een terugslagklep, waardoor dit door andere kleppen en leidingen omzeild (bypass) moet kunnen worden ingeval van noodzaak tot lediging van de opslagtank (bv. wanneer de fundering onder de opslagtank om één of andere reden onvoldoende dragend en onstabiel is geworden).

Er zijn verschillende mogelijkheden die toegepast kunnen worden. Eén ervan is om een ISO-container of een lege tankwagen voor transport van cryogene vloeistoffen te laten aanrijden en de inhoud van de opslagtank over te pompen in het tijdelijk recipiënt. Aangezien er echter vaak nog enkel met topvulling gewerkt wordt, is er onderaan soms geen aansluiting voorzien om een slang met pomp aan te kunnen koppelen.

De saturatiedruk van de trailer (voor korte afstanden 3 à 5 bar[74]) is lager dan die van de LNG-opslagtank (7 bar). De insteldruk van de trailer kan echter aangepast worden tot 20 bar om de 'warme' inhoud van een LNG-opslagtank naar een tankwagen/ISO-container over te kunnen slaan. Het voorzien van de correcte koppelstukken is hierbij van belang.

Gelet op de mogelijk te warme temperatuur van het LNG, is het vinden van een afzetplaats mogelijk niet evident. Toepassing als feedstock voor een L-CNG-installatie lijkt hierbij de meest interessante optie, zowel financieel als qua milieubescherming.

➔ Toepasbaarheid

De maatregel is algemeen toepasbaar voor nieuwe installaties. Bij bestaande installaties moet i.f.v. het installatieontwerp bekeken worden hoe de snelle lediging van de LNG-opslagtank gerealiseerd kan worden.

➔ Voordeel voor milieu/veiligheidsniveau

Bij grote aanpassingen of gepland onderhoud aan de LNG-installatie worden klanten bediend tot de tank (quasi) leeg is. Er zit dan evenwel nog steeds een restfractie in de opslagtank als gas opgeslagen. Dit achterblijvende gas kan (bv. als CNG) gevaloriseerd of (in het slechtste geval) verbrand d.m.v. een mobiele fakkelinstallatie (zie 4.33) worden.

---

[74] De openingsdruk van de drukontlastingskleppen op de tankcontainers en tankwagens worden typisch afgesteld tussen 6 en 10 barg. Voor leveringen over relatief beperkte afstanden wordt de openingsdruk van de drukontlastingskleppen op tankwagens soms verlaagd tot 3 à 3,5 barg om een hogere vullingsgraad toe te kunnen laten.

In situaties van nood (bv. dreigende overvulling), onverwachte herstelling, uit dienst stelling, of onderhoud aan een LNG-opslagtank is het van belang om de LNG-opslagtank te kunnen ledigen.

➔ Financiële aspecten

Exacte prijsgegevens zijn niet teruggevonden, maar zullen relatief lager liggen ingeval bij installatieontwerp al rekening gehouden wordt met de noodzakelijkheid om de opslagtank te kunnen ledigen.

HOOFDSTUK 5 SELECTIE VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN

In dit hoofdstuk evalueren we de milieuvriendelijke technieken uit hoofdstuk 4 naar hun technische haalbaarheid, milieu-impact en economische haalbaarheid, en geven we aan of de aangehaalde milieuvriendelijke technieken al dan niet als BBT aanzien kunnen worden voor de sector van verdeling van LNG.

De in dit hoofdstuk geselecteerde BBT worden als BBT beschouwd voor de sector van verdeling van LNG, haalbaar voor een standaard[75] bedrijf. Dit wil niet zeggen dat elk bedrijf uit deze sector ook zonder meer elke techniek die als BBT aangegeven wordt, kan toepassen. De bedrijfsspecifieke omstandigheden moeten steeds in acht genomen worden.

De BBT-selectie in dit hoofdstuk mag niet als een losstaand gegeven gebruikt worden, maar moet in het globale kader van de studie gezien worden. Dit betekent dat men zowel rekening dient te houden met de beschrijving van de milieuvriendelijke en veiligheidsborgende technieken in hoofdstuk 4 als met de vertaling van de BBT-selectie naar aanbevelingen en concretisering van de milieuregelgeving in hoofdstuk 6.

5.1 Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken

In Tabel 27 worden de beschikbare milieuvriendelijke technieken uit hoofdstuk 4 getoetst aan een aantal criteria. Deze multicriteria-analyse laat toe te oordelen of een techniek als Beste Beschikbare Techniek (BBT) kan beschouwd worden. De criteria hebben niet alleen betrekking op de relevante veiligheidsaspecten en milieucompartimenten, maar ook de technische haalbaarheid en de economische aspecten worden beschouwd, in de mate hierover informatie beschikbaar was. Dit maakt het mogelijk een integrale evaluatie te maken, conform de definitie van BBT (cf. Hoofdstuk 1).

Toelichting bij de inhoud van de criteria in Tabel 27 wordt onder de volgende titels gegeven.

5.2 Technische haalbaarheid

- **bewezen**: geeft aan of de techniek zijn nut bewezen heeft in de industriële praktijk ("-": niet bewezen; "+": wel bewezen);
- **arbeidsveiligheid**: geeft aan of de techniek, bij correcte toepassing van de gepaste arbeidsveiligheidsmaatregelen, aanleiding geeft tot een verhoging van de

[75] Gelet op de jonge leeftijd van de sector en de verwachte economische en technologische groei die deze nog zal doormaken, werden in hoofdstuk 3 "standaard"-types samenbouwinstallatie per type samenbouw gedefinieerd. Deze standaarden zijn te beschouwen in het huidige tijdskader en dito maturiteit van de infrastructuur voor kleinschalige verdeling van LNG.

risico's op arbeidsongevallen ("-": verhoogt risico; "0": verhoogt risico niet; "+": verlaagt risico);
- **algemeen toepasbaar**: geeft aan of de techniek zonder technische beperkingen algemeen toepasbaar is voor een standaard[75] samenbouwinstallatie ("-": niet algemeen toepasbaar; "+": wel algemeen toepasbaar);
- **kwaliteit**: geeft aan of de techniek een invloed heeft op de kwaliteit van het eindproduct en/of dienstverlening ("-": verlaagt kwaliteit; "0": geen effect op kwaliteit; "+": verhoogt kwaliteit);
- **globaal**: schat de globale technische haalbaarheid van de techniek in ("+": als voorgaande alle "+" of "0"; "-/+": als voorgaande alle "+" of "0" en toepasbaarheid "-"; "-": als minstens één van voorgaande (behalve toepasbaarheid) "-").

5.3 Milieuvoordeel

- **lucht**: inbreng van verontreinigde stoffen in de atmosfeer ten gevolge van de exploitatie van de inrichting;
- **energie**: energiebesparingen, inschakelen van milieuvriendelijke energiebronnen en hergebruik van energie;
- **geluid**: de productie van geluid tijdens normale operationele omstandigheden, die door de omgeving als hinderlijk ervaren wordt;
- **overige milieuaspecten** (waterverbruik, emissies naar water, bodem en grondwater, afval, gebruik van chemicaliën)
- **globaal**: ingeschatte invloed op het gehele milieu.

Per techniek wordt voor elk van bovenstaande milieuaspecten een kwalitatieve beoordeling met de volgende mogelijke resultaten gegeven:
- "-": negatief effect;
- "0": geen/verwaarloosbare impact;
- "+": positief effect;
- "+/-": soms een positief effect, soms een negatief effect.

5.4 Verhoging van het niveau van externe veiligheid

- "-": de techniek heeft een negatief effect op het niveau van externe veiligheid. De zone rondom de exploitatie waarbinnen een risico op een dodelijk ongeval bestaat ingeval van permanente aanwezigheid binnen die zone, vergroot door toepassing van de techniek.
- "0": geen/verwaarloosbare impact
- "+": positief effect (de risicozone verkleint);
- "+/-": soms een positief effect, soms een negatief effect.

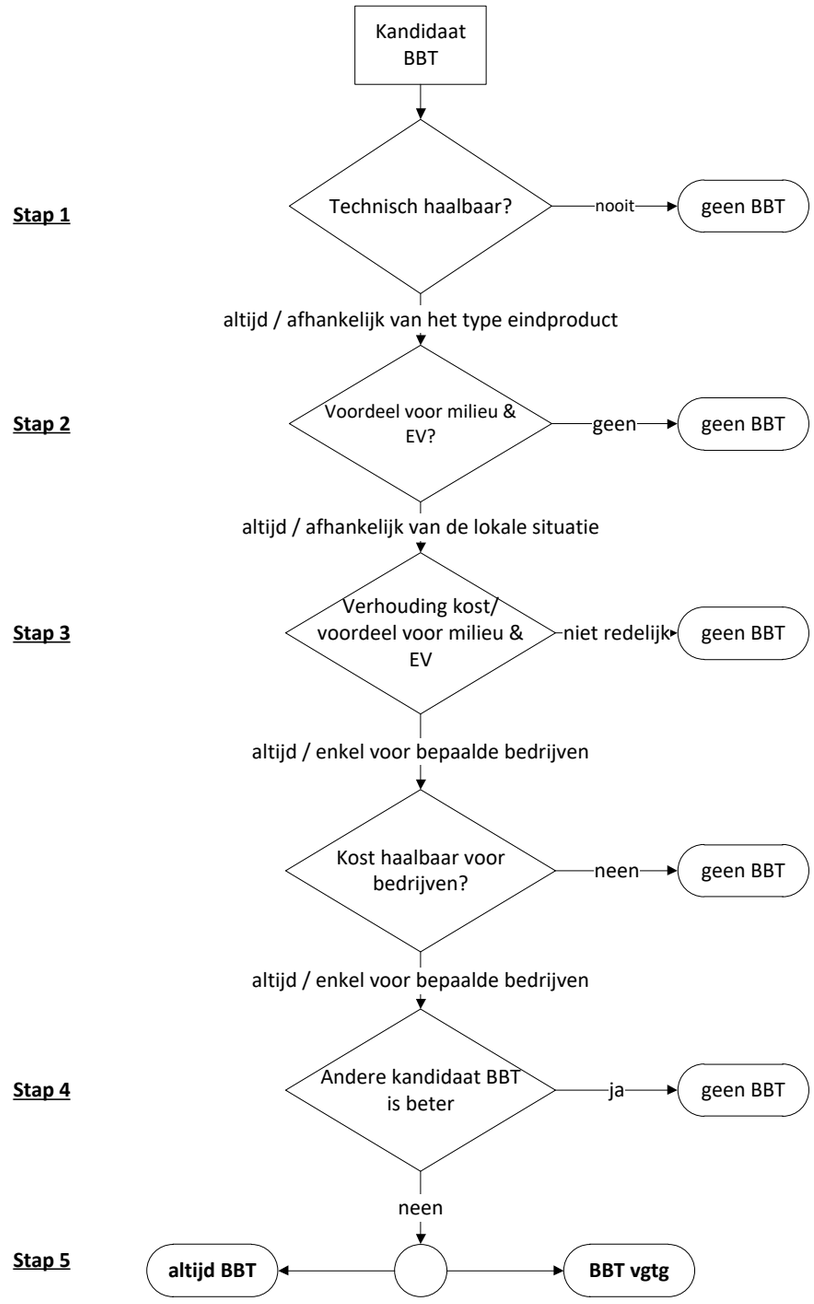
5.5 Economische haalbaarheid

- "+": de techniek werkt kostenbesparend (terugverdieneffect aanwezig);
- "0": de techniek heeft een verwaarloosbare invloed op de kosten;
- "-": de techniek leidt tot een verhoging van de kosten, de bijkomende kosten worden draagbaar geacht voor de sector (d.i. voor een gemiddeld bedrijf) en staan in een redelijke verhouding ten opzichte van de gerealiseerde milieuwinst;
- "- -": de techniek leidt tot een verhoging van de kosten, de bijkomende kosten worden niet draagbaar geacht voor de sector (d.i. voor een gemiddeld bedrijf), of staan niet in een redelijke verhouding ten opzichte van de gerealiseerde milieuwinst.

Uiteindelijk wordt in de laatste kolom telkens beoordeeld of de beschouwde techniek als beste beschikbare techniek kan geselecteerd worden (BBT: ja of BBT: nee). Waar dit sterk afhankelijk is van de beschouwde instelling en/of lokale omstandigheden wordt BBT: vgtg (van geval tot geval) als beoordeling gegeven.

Het proces dat gevolgd wordt bij de BBT-selectie, is schematisch voorgesteld in Figuur 39:

- Eerst wordt nagegaan of de techniek (de zogenaamde “kandidaat BBT”) technisch haalbaar is, waarbij rekening wordt gehouden met de kwaliteit van het product/dienstverlening en de arbeidsveiligheid (stap 1).
- Wanneer de techniek technisch haalbaar is, wordt nagegaan wat het effect is op de verschillende milieucompartimenten (stap 2). Door een afweging van de effecten op de verschillende milieucompartimenten en omgeving te doen, kan een globaal milieuoordeel geveld worden. Om dit laatste te bepalen worden de volgende elementen in rekening gebracht:
  - Zijn één of meerdere milieuscores positief en géén negatief, dan is het globaal effect steeds positief;
  - Zijn er zowel positieve als negatieve scores dan is het globaal milieueffect afhankelijk van de volgende elementen:
    - de verschuiving van een minder controleerbaar naar een meer controleerbaar compartiment (bijvoorbeeld van lucht naar afval);
    - relatief grotere reductie in het ene compartiment ten opzichte van toename in het andere compartiment;
    - de wenselijkheid van reductie gesteld vanuit het beleid; o.a. afgeleid uit de milieukwaliteitsdoelstellingen voor water, lucht (bijvoorbeeld “distance-to-target” benadering).
- Naast het effect op de verschillende milieucompartimenten wordt in stap 2 ook het effect op de omgeving (externe veiligheid) beoordeeld.
- Wanneer het globaal milieu- en veiligheidseffect positief is, wordt nagegaan of de techniek bijkomende kosten met zich meebrengt, of deze kosten in een redelijke verhouding staan tot de bereikte milieu- en externe veiligheidswinst, en draagbaar zijn voor een gemiddeld bedrijf uit de sector (stap 3).
- Kandidaat-BBT die onderling niet combineerbaar zijn (omdat combinatie niet mogelijk of niet zinvol is) worden onderling met elkaar vergeleken, en enkel de beste wordt als kandidaat-BBT weerhouden (stap 4).
- Uiteindelijk wordt beoordeeld of de beschouwde techniek als beste beschikbare techniek (BBT) kan geselecteerd worden (stap 5). Een techniek is BBT indien hij technisch haalbaar is, een verbetering brengt voor het milieu (globaal gezien) en/of de mate van externe veiligheid), economisch haalbaar is (beoordeling “-“ of hoger), en indien er geen “betere” kandidaat-BBT bestaan. Waar dit sterk afhankelijk is van de beschouwde instelling en/of lokale omstandigheden kunnen aan de BBT-selectie randvoorwaarden gekoppeld worden.



Figuur 39: Selectie van BBT op basis van scores voor verschillende criteria

Belangrijke opmerkingen bij het gebruik van Tabel 27:
Bij het gebruik van onderstaande tabel mag men volgende aandachtspunten niet uit het oog verliezen:

- De beoordeling van de diverse criteria is onder meer gebaseerd op:
  - ervaring van exploitanten met deze techniek;
  - BBT-selecties uitgevoerd in andere (buitenlandse) vergelijkbare studies;
  - adviezen gegeven door het begeleidingscomité;
  - inschattingen door de auteurs;

  - waar nodig, wordt in een voetnoot bijkomende toelichting verschaft. Voor de betekenis van de criteria en de scores wordt verwezen naar de paragrafen hogerop onder 5.
- De beoordeling van de criteria is als indicatief te beschouwen, en is niet noodzakelijk in elk individueel geval van toepassing. De beoordeling ontslaat een exploitant dus geenszins van de verantwoordelijkheid om bv. te onderzoeken of de techniek in zijn/haar specifieke situatie technisch haalbaar is, de interne en externe veiligheid niet in gevaar brengt, geen onacceptabele milieuhinder veroorzaakt of overmatig hoge kosten met zich meebrengt. Tevens is bij de beoordeling van een techniek aangenomen dat steeds de gepaste veiligheidverhogende/milieubeschermende maatregelen getroffen worden.
- De tabel mag niet als een losstaand gegeven gebruikt worden, maar moet in het globale kader van de studie gezien worden. Dit betekent dat men zowel rekening dient te houden met de beschrijving van de technieken in hoofdstuk 4 als met de vertaling van de tabel naar aanbevelingen en concretisering van de milieuregelgeving in hoofdstuk 6.
- De tabel geeft een algemeen oordeel of de aangehaalde milieuvriendelijke technieken al of niet als BBT aanzien kunnen worden voor de verdeling van LNG. Dit wil niet zeggen dat elk bedrijf uit deze sector ook zonder meer elke techniek die als BBT aangegeven wordt, kan toepassen. De bedrijfsspecifieke omstandigheden moeten steeds in acht genomen worden.

Tabel 27: Evaluatie van beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van BBT

Techniek	**Technische haalbaarheid**					**Milieuvoordeel**					**Externe veiligheid**	**Kostenhaalbaarheid & - effectiviteit**	**BBT**
	Bewezen	Arbeidsveiligheid	Algemeen toepasbaar	Kwaliteit	**Globaal**	Emissie naar de lucht	Energie-efficiëntie	Geluid	Overige milieuaspecten waterverbruik, afvalproductie	**Globaal**			
4.1 Risicobeheersing m.b.v. een managementsysteem	+	+	+	+	**+**	+	+	+	0	**+**	**+**	**-**	**JA**
4.2 Opleiden van belanghebbenden	+	+	+	+	**+**	+	+	+	0	**+**	**+**	**0**	**JA**
4.3 Afspraken en regels over handelingen met LNG-houdende installatie(onderdelen)	+	+	+	+	**+**	+	+	+	0	**+**	**+**	**+**	**JA**
4.4 Voorzien van maatregelen voor toezicht & toegang	+	+	+	+	**+**	+	+	+	0	**+**	**+**	**+**	**JA**
4.5 Voorzien en gebruik maken van onderhoudsprocedures	+	+	+	+	**+**	+	+	+	0	**+**	**+**	**0**	**JA**
4.6 Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van goede praktijk	+	+	+	+	**+**	+	+	+	0	**+**	**+**	**0**	**JA**
4.7 Respecteren van interne scheidingsafstanden	+	+	+	0	**+**	+	+	+	0	**+**	**+**	**-**	**JA**
4.8 Respecteren van externe scheidingsafstanden	+	+	+	0	**+**	0	0	+	0	**+**	**+**	**-**	**JA**
4.9 Voorzien en inoefenen van up-to-date noodprocedures	+	+	+	0	**+**	0	0	+	0	**+**	**+**	**-**	**JA**
4.10 Voorzien en aanduiding van veiligheidszonering	+	+	+	0	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
4.11 Vlotte en veilige verkeerscirculatie op de inrichting	+	+	+	0	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**-**	**JA**
4.12 Vrijzetting door degradatie voorkomen													
Juiste materiaalkeuze en beschermlaag	+	+	+	+	**+**	+	0	0	0	**+**	**+**	**+**	**JA**

Techniek	**Technische haalbaarheid**					**Milieuvoordeel**							
	Bewezen	Arbeidsveiligheid	Algemeen toepasbaar	Kwaliteit	**Globaal**	Emissie naar de lucht	Energie-efficiëntie	Geluid	Overige milieuaspecten waterverbruik, afvalproductie	**Globaal**	**Externe veiligheid**	**Kostenhaalbaarheid & -effectiviteit**	**BBT**
4.13 Potentiaalverschillen tussen installatieonderdelen voorkomen	+	+	+	0	**+**	+	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
4.14 Aflevering d.m.v. een vaste verdeelarm	+	+	+	0	**+**	+	0	0	0	**+**	**+**	**- / --**[76]	**vgtg**[77]
4.15 Ontwerpmaatregelen treffen om warmte-insijpeling te voorkomen	+	0	+	0	**+**	0	+	0	0	**+**	**+**	**+**	**JA**
4.16 Voorzien van een opvangvoorziening voor vrijgesteld LNG	+	+	+	0	**+ / -**	+	0	0	0	**0**	**+**[78] **/ 0**[79]	**- / --**[80]	**vgtg**[81]

[76] Bij een truck-to-ship bunkering en verdeelinstallatie voor voertuigen is een vaste laadarm niet BBT, omwille van niet kosteneffectief.

[77] Bij een vast bunkerstation kan een vaste laadarm wel BBT zijn, maar doorgaans niet voor de doorzethoeveelheden die verwacht worden bij een vast bunkerstation met een opslagcapaciteit binnen de scope van deze BBT-studie, zijnde <200 ton. Indien ten gevolge van de opslagcapaciteit, doorzet, leidingdiameters, of andere risicobepalende factoren van de afleverinstallatie, de risicoafstandsregels niet gerespecteerd kunnen worden zonder vaste laadarm, kan een vaste laadarm wel BBT zijn. Dit is op bedrijfsniveau te beoordelen.

[78] In de studie van M-Tech (M-Tech, 2017) werd aangetoond dat de invloed van een inkuiping op het plaatsgebonden mensrisiconiveau van 10^{-5}/j en 10^{-6}/j eerder beperkt is, omdat de ongevalscenarios waarbij plasvorming te verwachten is (leidingbreuk en catastrofaal begeven) te lage faalfrequenties hebben om op deze niveaus van het plaatsgebonden mensrisico een rol te gaan spelen. Op het niveau van 10^{-7}/j heeft de plaatsing van een inkuiping voor bepaalde installaties (installaties met saturation on the fly) wel een positieve impact op de risicocontour. Verder blijkt uit de studie dat de inkuiping wel een belangrijke invloed kan hebben op het groepsrisico. Zeker indien de externe omgeving gekenmerkt wordt door een grote populatie in de onmiddellijke omgeving (100 tot 350m) kan het voorzien van een inkuiping belangrijk zijn om het extern mensrisico dat uitgaat van de installatie aanvaardbaar te maken. Anderzijds kunnen door het plaatsen van een inkuiping bijkomende risico's worden geïntroduceerd. Naar het oordeel van het begeleidingscomité wegen deze nadelen niet op tegen de voordelen.

[79] Door een combinatie van het permanent toezicht, de specifieke interne afstandsregels, het beperkt aantal en de beperkte duurtijd van de handelingen per overslagen volume-eenheid en per bunkerlocatie, oordeelt het begeleidingscomité dat het veiligheidsverhogend effect van een opvangvoorziening bij truck-to-ship verladingen kleiner is dan bij de andere types LNG-afleverinstallaties.

[80] De omvang van de kosten voor de opvangvoorziening wegen voor truck-to-ship-verladingen niet op tegen het veiligheidsverhogend effect, dat voor deze installaties beperkt is (zie voetnoot 79).

Techniek	**Technische haalbaarheid**					**Milieuvoordeel**							
	Bewezen	Arbeidsveiligheid	Algemeen toepasbaar	Kwaliteit	**Globaal**	Emissie naar de lucht	Energie-efficiëntie	Geluid	Overige milieuaspecten waterverbruik, afvalproductie	**Globaal**	**Externe veiligheid**	**Kostenhaalbaarheid & -effectiviteit**	**BBT**
4.17 Voorkomen van en beveiliging bij overvulling													
Visuele weergave van de maximale vullingsgraad van de tank op de tank	+	+	+	+	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
Niveaumeter die continu en zichtbaar de vullingsgraad aangeeft	+	+	+	+	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
Gewichtsmonitoring van de opslagtank	+	+	+	+	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**-**	**vgtg**[82]
Koppeling tussen de niveaumeter en het ESD-systeem	+	+	+	+	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
Installatie waarmee het binnenste vat van de tank, ingeval van dreigende overvulling of voor onderhoud kan worden geleegd	+	+	+	0	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**-**	**JA**
4.18 Voorkomen van en beveiligen bij overdruk													
Dampretour bij verdeling van LNG	+	0	+	0	**+**	+	+	0	0	**+**	**+**	**0**	**JA**
Boven- en ondervulling van LNG-opslagtanks	+	0	+	0	**+**	+	+	0	0	**+**	**+**	**0**	**JA**
Breekplaat	+	+	+	0	**+**	-	-	-	0	**-**	**+ / -**	**0**	**NEE**[83]

[81] Alhoewel het veiligheidsverhogend effect van een opvangvoorziening verschilt van geval tot geval (zie voetnoot 78), wordt er in deze studie voor geopteerd om het voorzien van een opvangvoorziening voor vrijgekomen LNG als BBT te beschouwen voor alle LNG-afleverinstallaties, met uitzondering van truck-to-ship-verladingen. Dit enerzijds omwille van het voorzorgsprincipe, anderzijds met de bedoeling om een uniform en duidelijk voorwaardenkader voor alle installaties te creëren.

[82] De beperkte (meer)kost om tot 10 maal lagere kans op overvulling te hebben bij een verticaal opgestelde opslagtank geeft een goede redundantie, maar is niet standaard BBT bovenop een niveaumeter, wat een kosteneffectievere maatregel is. Het is wel BBT om beide metingen op een horizontaal geplaatste LNG-opslagtank te installeren, omwille van het feit dat bij een horizontale tank de vulgraad niet gelijk is aan de vulhoogte (zie de duiding hiervan in paragraaf 3.8.3). Bij horizontaal opgestelde tanks is de gewichtsmonitoring van de tank dus wel BBT in combinatie met een niveaumeter.

Techniek	**Technische haalbaarheid**					**Milieuvoordeel**					**Externe veiligheid**	**Kostenhaalbaarheid & -effectiviteit**	**BBT**
	Bewezen	Arbeidsveiligheid	Algemeen toepasbaar	Kwaliteit	**Globaal**	Emissie naar de lucht	Energie-efficiëntie	Geluid	Overige milieuaspecten waterverbruik, afvalproductie	**Globaal**			
Afblaasvoorziening	+	+	+	0	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**-**	**JA**
Overdrukventielen & afleverdrukherkenning	+	+	+	0	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
4.19 LNG-overslag d.m.v. van breekkoppelingen & lekvrije snelkoppelingen													
d.m.v. van breekkoppelingen	+	+	+	+	**+**	+	0	0	0	**+**	**+**	**0**	**JA**
d.m.v. lekvrije snelkoppelingen	+	+	+	+	**+**	+	0	0	0	**+**	**+**	**0**	**JA**
4.20 Afschermen van gevoelige installatieonderdelen	+	+	+	0	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**-**	**JA**
4.21 Voorzien en gebruiken van persoonlijke beschermingsmiddelen	+	+	+	+	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
4.22 Voorzien van branddetectie en brandbestrijdingsmiddelen	+	+	+	+	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
4.23 Veiligheids- en milieu-informatie communiceren d.m.v. signalisatie	+	+	+	+	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
4.24 Gecontroleerde immobilisatie van voer- en vaartuigen bij overslag	+	+	+	0	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
4.25 Voorzien van een dodemansknop	+	+	+	0	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
4.26 Voorzien van een gekoppeld noodstopsysteem (emergency shutdown - ESD)	+	+	+	0	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**

[83] Op basis van de ervaring van het begeleidingscomité, blijkt een breekplaat niet als een alternatief voor de andere maatregelen ter voorkoming van en beveiligen bij overdruk als BBT gebruikt te kunnen worden, maar kan wel als een extra (redundante) beschermingsmaatregel getroffen worden bovenop (overdruk)veiligheidsventielen/afsluiters.

Techniek	Technische haalbaarheid					Milieuvoordeel					Externe veiligheid	Kostenhaalbaarheid & - effectiviteit	BBT
	Bewezen	Arbeidsveiligheid	Algemeen toepasbaar	Kwaliteit	**Globaal**	Emissie naar de lucht	Energie-efficiëntie	Geluid	Overige milieuaspecten waterverbruik, afvalproductie	**Globaal**			
4.27 Optimaliseren van de LNG-aan- en afvoer	+	0	+	0	**+**	+	+	+	0	**+**	**0**	**+**	**JA**
4.28[84] Boil-off gas managementtechniek: Injecteren van methaan(gas) op een lokaal aardgasnet	+	0	-	0	**+ / -**	0	0	0	0	**0**	**+ / -**	**-**	**vgtg[85]**
4.29[84] Boil-off gas managementtechniek: Productie van elektriciteit uit LNG	+	0	-	0	**+ / -**	+	0	-	0	**0**	**0**	**-**	**vgtg[86]**
4.30[84] Boil-off gas managementtechniek: Productie van CNG uit LNG	+	0	-	0	**+ / -**	+	+	-	0	**+**	**+ / -**	**+ / --**	**vgtg[87]**
4.31[84] Boil-off gas managementtechniek: In-line saturatie ('saturation on the fly')	+	0	-	+	**+ / -**	+	+ / -	0	0	**+**	**0**	**- / --**	**vgtg[88]**
4.32[84] Boil-off gas managementtechniek: LNG-boil-off-conditionering door reliquefactie	+	0	-	0	**+ / -**	+	+	-	0	**+**	**+ / -**	**- / --**	**vgtg[89]**

[84] Het voorzien van één of een combinatie van boil-off gas managementtechnieken is BBT. De exploitant heeft de keuze om één of meerdere technieken van 4.28 t.e.m. 4.32 toe te passen.

[85] Een lokaal aardgasnet is niet steed beschikbaar, dus is dit om technische redenen niet altijd als BBT te beschouwen

[86] Productie van elektriciteit uit LNG is een mogelijke manier om boil-off gassen te valoriseren, maar dient op bedrijfsniveau geëvalueerd worden of dit in de gegeven situatie en vanuit energetisch en economisch standpunt de meest geschikte boil-off gas managementmaatregel is.

[87] Produceren van CNG uit LNG is een mogelijke manier om boil-off gassen te valoriseren indien de doorzet van LNG onvoldoende blijkt, maar dient op bedrijfsniveau geëvalueerd worden of dit in de gegeven situatie en vanuit economisch standpunt (bv. voldoende vraag naar CNG) de meest geschikte boil-off gas managementmaatregel is..

[88] Het is BBT om een in-line saturatie toe te passen bij nieuwe installaties waarvan de doorzet een te grote onbekende factor is. Het is geen BBT om bestaande tankstations met bulksaturatie van een in-line saturatie te voorzien.

Techniek	Technische haalbaarheid					Milieuvoordeel					Externe veiligheid	Kostenhaalbaarheid & effectiviteit	BBT
	Bewezen	Arbeidsveiligheid	Algemeen toepasbaar	Kwaliteit	**Globaal**	Emissie naar de lucht	Energie-efficiëntie	Geluid	Overige milieuaspecten waterverbruik, afvalproductie	**Globaal**			
4.33 Gebruik van (mobiele) fakkelinfrastructuur	-	0	+	0	**0**	+	-	-	0	**-**	**-**	**-**	**NEE**[90]
4.34 Voorzien van een (droog) tankafkoelingsysteem ((dry) deluge system)	+	0	+	0	**+**	0	0	0	0	**0**	**+ / 0**	**- / --**	**vgtg**[91]
4.35 Voorzien van lekdetectie	+	0	+	0	**+**	+	0	0	0	**+**	**+**	**+**	**JA**
4.36 Overzichtelijke inrichting van de plaats van exploitatie	+	+	+	+	**+**	0	0	0	0	**0**	**+**	**0**	**JA**
4.37 Voorzien van mogelijkheid om LNG uit opslagtank te kunnen ledigen (nood/onderhoud)	+	0	+	0	**+**	+	0	0	0	**+**	**+**	**-**	**JA**

[89] Investeren in reliquefactie van boil-off gas is niet steeds kostenefficiënt. Het type samenbouw en de doorzet zijn hierbij bepalend. Het is BBT om verdampt LNG opnieuw te koelen d.m.v. een extern koelmiddel indien de doorzet te klein is om inkoeling door bijvulling met LNG te kunnen realiseren. Ook bij een tankstation van type c is een reliquefactie (bv. d.m.v. een LIN-assist) BBT.

[90] Een fakkel is niet bedoeld als techniek voor boil-oll gas management, maar enkel als back-up in noodsituaties of niet-routinematige bedrijfsomstandigheden. BBT slaan op normale operationele omstandigheden. Het gebruik van een fakkel kan dus niet als BBT beschouwd worden.

[91] Een droog tankafkoelingssysteem is enkel BBT wanneer er zich in de buurt potentiële warmtebronnen bevinden die in een stralingsflux op de LNG-opslagtank van meer dan 15 kW/m² op de tankwand kunnen resulteren. Dit om domino-effecten vanuit een omliggende installatie te voorkomen.

5.6 Conclusies

Op basis van Tabel 27 kunnen volgende conclusies geformuleerd worden voor de kleinschalige verdeling van LNG.

Na consultatie en overleg met het begeleidingscomité, de externe lectoren, literatuurstudie, en sectorbevraging, werden de volgende maatregelen geselecteerd:

- **om altijd als BBT te worden beschouwd:**
    - Risicobeheersing m.b.v. een managementsysteem
    - Opleiden van belanghebbenden
    - Duidelijkheid garanderen over afspraken en regels over handelingen met LNG-houdende installatie(onderdelen)
    - Voorzien van maatregelen voor toezicht & toegang
    - Voorzien en gebruik maken van onderhoudsprocedures
    - Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van goede praktijk
    - Respecteren van interne scheidingsafstanden
    - Respecteren van externe scheidingsafstanden
    - Voorzien en gebruiken maken van up-to-date noodprocedures
    - Voorzien en aanduiding van veiligheidszonering
    - Vlotte en veilige verkeerscirculatie op de inrichting
    - Potentiaalverschillen tussen installatieonderdelen voorkomen
    - Ontwerpmaatregelen treffen om warmte-insijpeling te voorkomen
    - Voorzien van een opvangvoorziening voor vrijgekomen LNG, uitgezonderd bij truck-to-ship verladingen
    - Voorkomen van en beveiliging bij overvulling, m.i.v.:
        - Visuele weergave van de maximale vullingsgraad van de tank op de tank
        - Niveaumeter die continu en zichtbaar de vullingsgraad aangeeft
        - Gewichtsmonitoring van de opslagtank bij horizontaal geplaatste opslagtanks
        - Koppeling tussen de niveaumeter en/of level switch en het ESD-systeem
        - Installatie waarmee het binnenste vat van de tank, ingeval van dreigende overvulling of voor onderhoud kan worden geleegd
    - Voorkomen van en beveiligen bij overdruk, m.i.v.:
        - Dampretour bij verdeling van LNG
        - Boven- en ondervulling van LNG-opslagtanks
        - Afblaasvoorziening
        - Overdrukventielen
        - Afleverdrukherkenningssysteem
    - LNG-overslag d.m.v. van breekkoppelingen & lekvrije snelkoppelingen
    - Afschermen van gevoelige installatieonderdelen
    - Voorzien en gebruiken van persoonlijke beschermingsmiddelen
    - Voorzien van brandbestrijdingsmiddelen
    - Veiligheids- en milieu-informatie communiceren d.m.v. signalisatie
    - Gecontroleerde immobilisatie van voer- en vaartuigen bij overslag
    - Voorzien van een dodemansknop
    - Voorzien van een gekoppeld noodstopsysteem (emergency shutdown - ESD)
    - Optimaliseren van de LNG-aan- en afvoer
    - Voorzien van lekdetectie

- Overzichtelijke inrichting van de plaats van exploitatie
- Voorzien van mogelijkheid om LNG uit opslagtank te kunnen ledigen (nood/onderhoud)
- Vrijzetting door degradatie voorkomen door juiste materiaalkeuze en het aanbrengen van een beschermlaag op de LNG-opslagtank

- **om op technisch/economische gronden van geval tot geval als BBT te worden beschouwd:**

  - Aflevering d.m.v. een vaste (laad)arm
  - Productie van elektriciteit uit LNG
  - Productie van CNG uit LNG
  - In-line saturatie ('saturation on the fly')
  - LNG-boil-off-conditionering door reliquefactie
  -
  - Injecteren van methaan(gas) op een lokaal aardgasnet
  - Voorzien van een (droog) tankafkoelingsysteem ((dry) deluge system)

- **om niet als BBT te worden beschouwd:**

  - Gebruik van (mobiele) fakkelinfrastructuur als boil-off gas management maatregel
  - Voorkomen van en beveiligen bij overdruk door middel van een breekplaat (een breekplaat kan enkel als een extra (redundante) beschermingsmaatregel gebruikt worden)

HOOFDSTUK 6 AANBEVELINGEN OP BASIS VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN

In dit hoofdstuk formuleren we op basis van de BBT-analyse een aantal concrete aanbevelingen en suggesties. Hierbij volgen we 3 sporen:

- aanbevelingen voor milieuvoorwaarden: we gaan na hoe de BBT kunnen vertaald worden naar milieuvoorwaarden, en formuleren suggesties om de bestaande milieuregelgeving voor de verdeling van LNG te implementeren, concretiseren en/of aan te vullen;
- aanbevelingen voor de milieusubsidieregelgeving: we gaan na welke milieuvriendelijke technieken voor de verdeling van LNG in aanmerking kunnen genomen worden voor Ecologiepremie;

6.1 Aanbevelingen voor milieuregelgeving

6.1.1 Inleiding

De beste beschikbare technieken vormen een belangrijke basis voor het opstellen en concretiseren van de milieuregelgeving.

Artikel 2.8.2.4 van VLAREM II specifieert dit als volgt:

Na iedere Vlaamse BBT-studie evalueert de afdeling Milieu, bevoegd voor de omgevingsvergunning, in overleg met de betrokken adviesverlenende overheidsorganen, vermeld in artikel 20, §1, van titel I van het VLAREM, en de afdeling Milieu-Inspectie, de noodzaak om aan de Vlaamse minister een ontwerp van besluit van de Vlaamse Regering tot het bepalen van de algemene of sectorale milieuvoorwaarden te bezorgen. In voorkomend geval, legt de Vlaamse minister het ontwerp van besluit tot het bepalen van de algemene of sectorale milieuvoorwaarden voor aan de Vlaamse Regering.
Na iedere Vlaamse BBT-studie stelt de Vlaamse minister richtlijnen op voor de betrokken overheden voor de aanbevelingen die via bijzondere milieuvoorwaarden kunnen worden opgelegd.

6.1.2 Aanbevelingen voor de algemene voorwaarden in VLAREM

Op basis van deze studie worden geen aanbevelingen voor de algemene voorwaarden in VLAREM gedaan.

6.1.3 Aanbevelingen voor de sectorale voorwaarden in VLAREM

De verdeling van LNG aan voer- en vaartuigen is een activiteit waarvoor in VLAREM momenteel nog geen sectorale voorwaarden bestaan. Ook bestaat er, zoals eerder in hoofdstuk 2 van deze studie vermeld, momenteel in de indelingslijst (Bijlage I van VLAREM II) geen specifieke rubriek voor deze activiteit.

In het kader van deze studie worden daarom, op basis van de BBT, voorstellen geformuleerd voor sectorale voorwaarden. Dit veronderstelt ook :

- introductie van definities omtrent verdeling van LNG;
- introductie van een nieuwe activiteit in de indelingslijst van bijlage 1 van VLAREM II;
- introductie van de aan de voormelde nieuwe activiteit gekoppelde sectorale voorwaarden van VLAREM II;)
- introductie van een afwijkingsbepaling in de nieuw voorgestelde sectorale voorwaarden voor LNG-afleverinstallaties omtrent interne en externe risicoafstanden voor stelplaatsen voor LNG-tankcontainers;
- introductie van een bijlage aan de voormelde nieuwe sectorale voorwaarden m.b.t. 'Keuringschema voor LNG-afleverinstallaties'; *(bijlage A)*
- introductie van een bijlage aan de voormelde nieuwe sectorale voorwaarden m.b.t. 'Interne risicoafstanden voor LNG-afleverinstallaties'; (*bijlage B*)

De voorstellen zijn terug te vinden in de onderstaande paragrafen.

→ Voorstel tot aanvulling definities in artikel 1.1.2 van VLAREM II

Momenteel zijn in VLAREM geen definities omtrent LNG opgenomen. Hieronder worden voor een aantal begrippen definities voorgesteld die kunnen opgenomen worden in Artikel 1.1.2 van VLAREM II. Het voorstel is om, in lijn met de voor aardgasafleverinstallaties gehanteerde terminologie, de samenbouwinstallaties bunkerstation en tankstation als "afleverinstallaties" te definiëren.

(LNG-)opslagtank + (LNG-)verdeelinstallatie = (LNG-)afleverinstallatie

Ook de basisdefinities behoeven een opname in de VLAREM-teksten, dus volgt hieronder eerst een voorstel voor definitie van "LNG". Hoewel er voor CNG an sich geen definitie in VLAREM is opgenomen, maar dit als "samengeperst aardgas of tot aardgaskwaliteit opgewaardeerd samengeperst biogas" wordt benoemd, staat hieronder toch een voorstel van definitie voor LNG waarbij deze term eerder als een verzamelterm beschouwd wordt, dan wel een strikte interpretatie (d.i. vloeibaar aardgas). Op die manier verhoogt de leesbaarheid zonder in nuance in te boeten. De nuance zit immers in de definitie van LNG zelf.

- **"LNG"**
  "groepsbenaming voor alle methaanrijke cryogene vloeistoffen van fossiele, biogene, chemische of andere oorsprong"

- **"L-CNG"**
  "samengeperst aardgas ('compressed natural gas') dat bekomen wordt door LNG te comprimeren en vervolgens te verdampen"

- **"LNG-afleverinstallatie"**
  "Inrichting voor de bevoorrading van motorvoer- of vaartuigen met LNG, bestaande uit een LNG-verdeelinstallatie met één of meerdere verdeelzuilen, een LNG-

opslagtank, en toebehoren" Met de "toebehoren" wordt hier verwezen naar eventuele installaties die nodig zijn om het LNG vanuit de opslagtank tot in de verdeelinstallatie te krijgen, zoals een cryogene pomp, een verdamper, …

Opmerking: Er bestaat reeds een definitie van "aardgasafleverinstallaties"[92]. Deze specifieert de oorsprong van het aardgas niet, en kan behouden blijven. Zoontstaat er geen regelgevende leemte om sectorale voorwaarden voor installaties voor aflevering van L-CNG te definiëren[93]. Voor deze L-CNG-installaties bestaat immers het huidige voorwaardenkader onder afdeling 5.16.8 van VLAREM II, waarvoor verderop een voorstel tot wijziging gedaan wordt.

- **"LNG-verdeelinstallatie"**
  "Het geheel van verdeelzuil, -slangen, en toebehoren om LNG aan motorvoer- en vaartuigen te verdelen. Samen met de LNG-opslagtank en toebehoren vormt het een gehele LNG-afleverinstallatie."

- **"LNG-verdeelzuil"**
  "Een toestel, voorzien van de slangen, evenals de start- en stopknoppen en eventuele doorstroommeters en overige instrumenten, om, tezamen met de andere onderdelen van LNG-verdeelinstallatie LNG van een LNG-opslagtank over te slaan naar een brandstoftank van een motorvoer- of vaartuig-"

- **"LNG-verdeelslang"**
  "Een slang die aan de verdeelzuil van een LNG-afleverinstallatie is bevestigd, en dient om LNG tot in de brandstoftank van een motorvoertuig of –vaartuig te leiden."

- **"LNG-losslang"**
  "Een slang die de lekvrije verbinding maakt tussen het aansluit(vul)punt van de LNG-opslagtank en de leverende LNG-tankwagen."

- **Definities voor een LNG-afleverinstallatie naargelang de te beleveren motortuigen**
  Indien ervoor geopteerd wordt om tank- en bunkerstations apart te definiëren[94], dan luiden de voorstellen voor mogelijke definities daarvoor als volgt:

  "LNG-tankstation": "afleverinstallatie voor de bevoorrading van motorvoertuigen met LNG, bestaande uit een LNG-opslagtank en een verdeelinstallatie voor LNG";

  "LNG-bunkerstation": "afleverinstallatie voor de bevoorrading van motorvaartuigen met LNG, bestaande uit een LNG-opslagtank en een verdeelinstallatie voor LNG";

- **"Truck-to-Ship-LNG-verlading"**
  "Verdeling van LNG vanuit een LNG-tankwagen naar een vaartuig, binnen een daartoe voorziene zone."

---

[94] Deze optie is aangewezen indien ervoor geopteerd zou worden om in VLAREM specifieke maatregelen voor zowel tank- als bunkerstations elkeen onder aparte titels te plaatsen, zoals als één van de opties verderop in dit hoofdstuk uiteengezet.

- **"Truck-to-Ship-bunkerzone"**
  "Visueel afgebakende of afgeschermde zone op de kade waarbinnen een LNG-tankwagen LNG aan een aangemeerd vaartuig kan verdelen d.m.v. een slang of arm."

→ Voorstel voor introductie en invulling van een nieuwe activiteit in de indelingslijst

Gelet op de gevaareigenschappen van LNG, en de typische opslagvolumes bij LNG-tank- of bunkerstations, valt de opslag van LNG in dergelijke types afleverinstallaties momenteel sowieso reeds onder rubriek 17.1.2.2 'Opslagplaatsen voor gevaarlijke gassen in vaste reservoirs, uitgezonderd de opslagplaatsen van drukvaten die deel uitmaken van compressoren, en uitgezonderd buffervaten'.

Bij stelplaatsen voor ISO-containers worden de containers in hun geheel op een schip geplaatst, waar ze aangekoppeld worden en mee varen. Het op het schip zetten van een dergelijke container valt niet onder de voorgestelde definitie van LNG-aflevering, omdat er geen verdeelinstallatie aan gekoppeld is. Stelplaatsen voor ISO-containers vallen onder onder 17.1.2.1 'Opslagplaatsen voor gevaarlijke gassen in verplaatsbare recipiënten, met uitzondering van de opslagplaatsen, vermeld in rubriek 48,…"

Het lijkt aangewezen om LNG-afleverinstallatie als gehele installatie een **plaats** in de indelingslijst van als hinderlijk beschouwde inrichtingen te geven. De maatregelen die in deze BBT-studie geformuleerd zijn, zijn immers van toepassing op de afleveractiviteit als geheel.

Het is daarbij aangewezen om de LNG-afleverinstallaties onder rubriek 16 'Behandelen van gassen' te ressorteren. Een voordeel hiervan is dat alle activiteiten m.b.t. verdeling van methaanrijke brandstoffen (met name CNG-afleveringsinstallaties) reeds geplaatst staan onder rubriek 16.

De nieuwe rubriek LNG-afleverinstallaties kan **ten eerste** onder subrubriek 16.4 geplaatst worden. Deze zou dan als hieronder kunnen luiden. Deze optie vereist een aanvulling van de formulering van de rubriek met, naast voertuigen, ook vaartuigen, en zou dan onder 16.4.1° vallen:

> 16.4. "*Inrichtingen voor het niet huishoudelijk vullen van verplaatsbare recipiënten en voor de bevoorrading van motorvoer* ***en -vaartuigen****, met uitzondering van deze vermeld in rubriek 16.9.*"
>
> 16.4.1° "*Inrichtingen voor het niet huishoudelijk vullen van verplaatsbare recipiënten en voor de bevoorrading van motorvoer* ***en -vaartuigen****, met uitzondering van deze vermeld in rubriek 16.9., met gevaarlijke gassen, op basis van etikettering gekenmerkt door het gevarenpictogram GHS02 of GHS06*"

Een **tweede optie** is om de LNG-afleverinstallatie met een opslagcapaciteit tot en met 200 ton onder rubriek 16.9 te ressorteren, en te formuleren als:

> 16.9.h) inrichting voor de verdeling van vloeibaar aardgas (LNG) met een opslagcapaciteit <200 ton

In analogie met LPG wordt geadviseerd om exclusief een klasse 1 indeling op te nemen voor de afleverinstallaties met opslagtank[95] die onderdeel vormen van deze BBT-studie, gezien de technische complexiteit van de installaties, waarbij het eveneens aangewezen is om het toezicht op de correcte naleving van de milieuvoorwaarden vanuit de overheid te laten uitvoeren door de afdeling handhaving en niet door lokale toezichthouders, en door milieucoördinatoren niveau A vanuit de exploitant. Een truck-to-ship bunkerzone valt niet onder de suggestie om het als een klasse 1-inrichting te beschouwen.

Truck-to-ship verladingen (bunkering) zijn op dit ogenblik niet ingedeeld in VLAREM. Het is een beleidskeuze om deze in de toekomst al dan niet onder de nieuw in te voegen rubriek te laten ressorteren. Indien gekozen wordt dit niet te doen, kan bij de rubriekomschrijving een uitzondering voorzien worden. De volgende elementen kunnen in deze keuze een rol spelen:

- Een schip via truck-to-ship bunkeren is een activiteit die momenteel enkel in havengebied georganiseerd wordt. In havengebied geldt minstens de havenonderrichting en eventueel specifieke procedures voor dergelijke truck-to-ship LNG-afleveractiviteiten. Bovendien zijn er in de havens waar LNG-bunkering door middel van truck-to-ship georganiseerd wordt, specifiek daartoe bestemde en afbakende en uitgeruste truck-to-ship-bunkerzones voorhanden. Echter zijn nog niet in alle Vlaamse havens dergelijke procedures operationeel.

- Afhankelijk van de vraag (die momenteel beperkt is), zouden truck-to-ship bunkeroperaties op termijn ook buiten havengebied georganiseerd kunnen worden (bv. naast kanalen). Langs Vlaamse waterwegen bestaat er geen verordening analoog aan de havenverordening, wat niet wegneemt dat in de nabije toekomst wel voorzien kan worden in de scheepsvaartreglementering. De bunkeroperaties langs de Vlaamse waterwegen zullen hierbij moeten gebeuren volgens de bepalingen in het document “Standaard voor een controlelijst voor het bunkeren van vloeibaar aardgas (LNG) tankwagen -schip” (door Centrale Commissie voor de Rijnvaart) https://www.ccr-zkr.org/files/documents/reglementRP/L_ctrl_avitaillement_GNL_nl.pdf. Hierdoor zal voor de bunkeroperaties toelating nodig zijn van de Vlaamse Waterweg nv, die ook de verantwoordelijkheid zal hebben op het correct verloop conform de bepalingen uit voornoemd document.
- De kade waar truck-to-ship bunkering plaatsvindt, is meestal openbaar en niet toe te wijzen aan één bedrijf. De activiteit van bunkeroperatie vindt slechts sporadisch plaats op deze kade en deze activiteit mag geen restricties hebben op de andere activiteiten (laden en lossen) die op deze kade plaatsvinden. Daarnaast is het eventueel toelaten van een bunkeroperatie niet enkel gerelateerd aan de locatie zelf, maar vooral aan het moment waarop dit plaatsvindt (bv. geen andere interfererende activiteiten in de buurt). Dit is een andere situatie dan deze van een vaste afleverinstallatie op privé-domein, waar de exploitant zelf dient in te staan voor de vergunning.

→ Voorstel voor sectorale bepalingen voor aflevering van LNG naar motorvoer- en vaartuigen in deel 5 van VLAREM II

Hieronder geven we aan welke maatregelen uit hoofdstukken 4 en 5 van deze BBT-studie in de VLAREM opgenomen zouden kunnen worden onder vorm van sectorale voorwaarden voor aflevering van LNG.

95

De voorstellen zijn bedoeld voor aflevering van LNG aan zowel voer- als vaartuigen. De specifieke voorwaarden voor verdeling aan vaartuigen zijn grijs gemarkeerd.

We splitsen de voorstellen op in de volgende categorieën, die ook als basis kunnen dienen voor de onderverdeling/structurering van de sectorale voorwaarden:

- Standaardcriteria voor gebruik van zelfevaluatietool
- Minimale technische eisen
- Risicoafstandsregels en groepsrisico
- Bouw en constructie
- Uitbating
- Controle en onderhoud
- Overgangsbepalingen

- **Standaardcriteria voor gebruik van zelfevaluatietool**
  Voor het berekenen van risicoafstanden is het voorstel dat in VLAREM voorzien wordt dat de exploitant kan gebruik maken van een zelfevaluatietool zoals ontwikkeld in het kader van deze studie (zie verder). Aan het gebruik van deze tool worden een aantal voorwaarden (standaardcriteria) verbonden:

  - **LNG-afleverinstallaties voor voertuigen**
    - de LNG-opslagtank wordt bovengronds uitgevoerd;
    - de temperatuur van het LNG tijdens het lossen van LNG-tankwagens aan de afleverinstallatie bedraagt -160°C tot en met -150°C;
    - de temperatuur van het LNG tijdens de verdeling aan voertuigen bedraagt -135°C tot en met -120°C;
    - de conditionering van het LNG gebeurt in bulk (met of zonder verdeelpomp) of ogenblikkelijk;
    - het volume van de opslagtank bedraagt max. 120 m^3;
    - de jaarlijkse doorzet van de afleverinstallaties bedraagt max. 10000 m^3;
    - het verdeeldebiet bedraagt typisch 160 l/min;
    - er zijn 1 tot en met 4 LNG-verdeelzuilen aanwezig;
    - bij losoperatie van de LNG-tankwagen:
      - bedraagt het debiet van de losoperatie max. 54 m^3/h
      - is er een noodstopvoorziening met manuele activatie

  - **LNG-afleverinstallaties voor vaartuigen**
    - de LNG-opslagtank wordt bovengronds uitgevoerd;
    - de temperatuur van het LNG tijdens het lossen van LNG-tankwagens aan de afleverinstallatie bedraagt -160°C tot en met -150°C
    - de temperatuur van het LNG tijdens de verdeling aan vaartuigen bedraagt -160°C tot en met -134°C
    - het volume van de opslagtank bedraagt max. 500 m^3
    - de jaarlijkse doorzet van de afleverinstallaties bedraagt max. 100 000 m^3
    - bij losoperatie van de LNG-tankwagen:
      - bedraagt het debiet van de losoperatie max. 78 m^3/h
      - is er een noodstopvoorziening met manuele activatie
    - bij verdeling aan een vaartuig:
      - bedraagt het debiet van de bunkeroperatie max. 200 m^3/h
      - is er een noodstopvoorziening met manuele of automatische activatie
    - het bunkeren en lossen gebeurt door middel van een slang of arm

  Met deze zelfevaluatietool kan het extern mensrisico (m.n. het plaatsgebonden mensrisico en het groepsrisico) dat uitgaat van de afleverinstallatie worden

geëvalueerd. Verder dienen binnen de inrichting de nodige interne scheidingsafstanden tot naburige installaties met gevaarlijke stoffen en plaatsen waar frequent personen aanwezig zijn (bv. shop, carwash, picknickplaatsen) te worden gerespecteerd. Deze interne scheidingsafstanden kunnen mogelijk worden gereduceerd door het nemen van specifieke maatregelen (bv. plaatsen van een brandmuur, voorzien van een watergordijn of deluge systeem).

- **Minimale technische eisen**

Naar analogie met de VLAREM-voorwaarden voor aflevering van LPG wordt voorgesteld om een aantal minimale technische eisen in VLAREM op te leggen. Dit is gebaseerd op de volgende maatregelen:

- ‘Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van praktijk’ (titel 4.6);
- ‘Voorkomen van en beveiliging bij overvulling’ (titel 4.17);
- ‘Voorzien van een gekoppeld noodstopsysteem’ (titel 4.26);

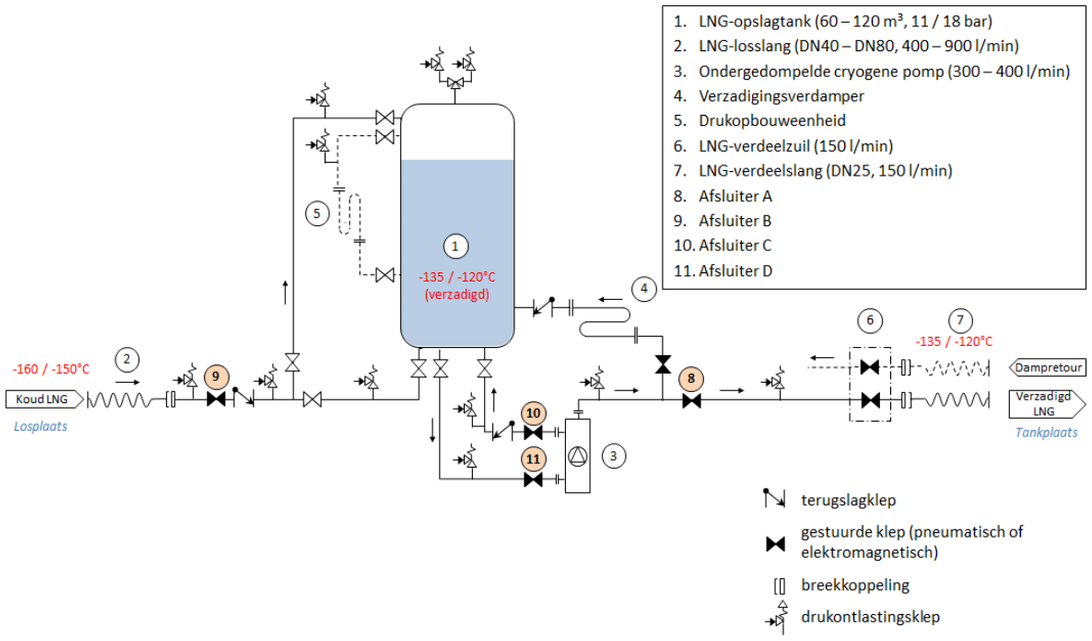
Maatregelen die als minimale technische eisen opgenomen kunnen worden zijn.

- Het dicht sturen van afsluiter (B) in de vulleiding bij bereiken van een vullingsgraad van 95%.
- Het dicht sturen van de gestuurde afsluiters (A) en (B) activatiesignaal door het noodstopsysteem.
- Het failsafe (close) uitvoeren van de gestuurde afsluiters (A) en (B), en laten sluiten wanneer de sturing wegvalt.
- Ingeval van een afleverinstallatie met een cryogene pomp, de verdeling aan voer- en vaartuigen enkel kunnen starten als de gestuurde afsluiter (A) aan de verdeelzijde open staat.
- Enkel geopend zijn van de afsluiter (A) wanneer:
  - er verdeling (eventueel met dampretour) van LNG plaatsvindt;
  - dit vereist is voor onderhoud aan de installatie.
- Enkel openen van de afsluiter (B) op de vulleiding van de LNG-afleverinstallatie wanneer cumulatief LNG wordt gelost en de niveaumeting werkt;
  Ook wanneer onderhoud aan de installatie nodig is die het openen van afsluiter (B) vereist[96].
- De noodafsluiters zijn manueel via de noodstopknoppen en automatisch via lek-, gas-, of branddetectiesystemen te activeren.
- Aanbrengen van, met het noodstopsysteem gekoppelde, afsluiters op alle uit- en ingangen van de LNG-opslagtank, zijnde:
  - 1 op de vulleiding (B);
  - 2 op LNG-pomp (C) en (D) (indien pomp aanwezig) voor aan- en terugvoer naar opslagtank;
  - (desgevallend) 2 op L-CNG-pomp voor aan- en terugvoer naar L-CNG-buffer

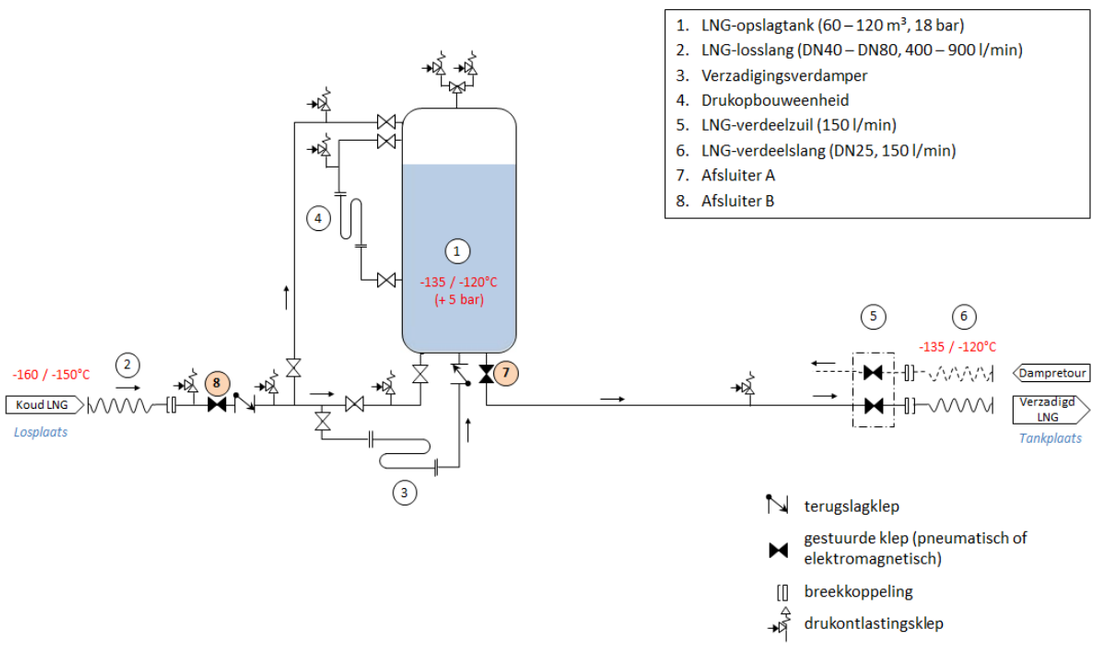
- voorzien van een drukontlastingsklep op alle inblokbare leidingsegmenten, zoals aangeduid op de onderstaande illustratieve[97] uitvoeringsschema’s,.

[96] Naar onderhoud toe, vermeldt artikel 5.17.3.3.8.§2. dat op de opslagtank voor vloeibare gassen veiligheidskleppen uitwendig uitgevoerd dienen te zijn, en uitgerust met een systeem dat toelaat om zonder gasverlies en zonder het vooraf ledigen van de houder de veiligheidsklep te vervangen. Dit is eveneens toepasbaar op LNG-opslag,

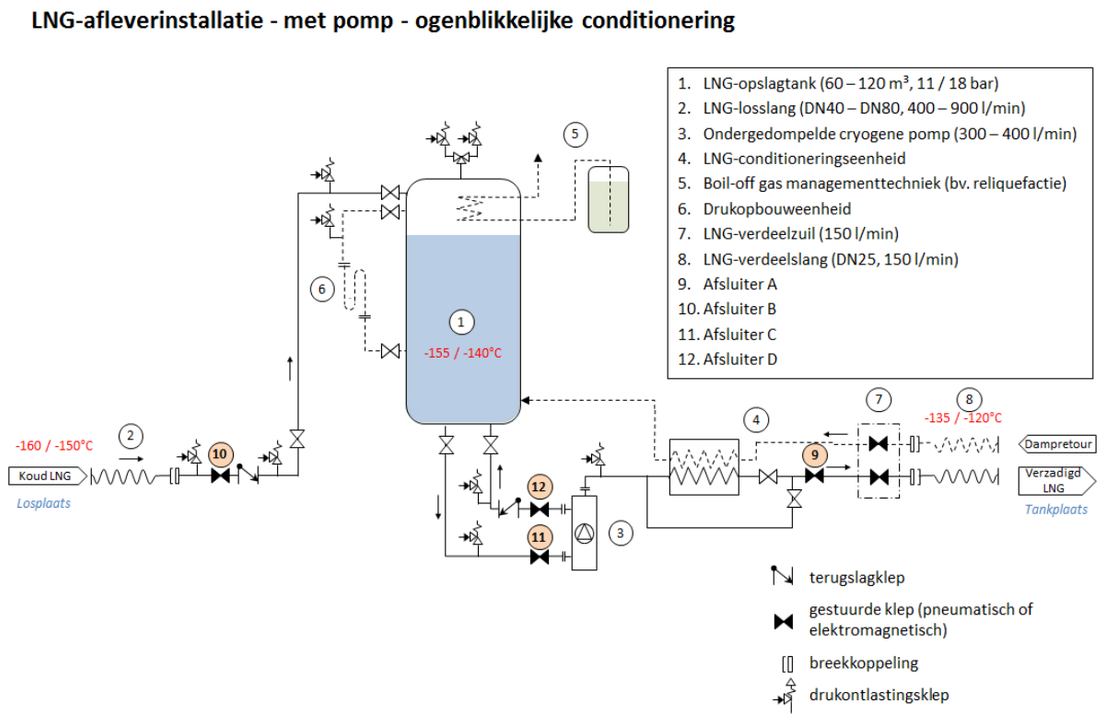
LNG-afleverinstallatie - met pomp - bulkconditionering



LNG-afleverinstallatie - zonder pomp - bulkconditionering



[97] De hier getoonde schema's zijn niet bedoeld om als minimaal technische uitvoering te dienen. Er zijn tal van andere configuraties, en dus plaatsing van noodafsluiters, etc., mogelijk die eenzelfde niveau van veiligheid bieden. Zeker omwille van de snelle ontwikkelingen die zich in deze sector voordoen, is het niet aan te raden om zich enkel op de schema's in deze studie te baseren om de locatie van bepaalde veiligheidsmaatregelen in de installatieconfiguratie vast te leggen.



Figuur 40: Schema's met de momenteel op de markt aanwezige uitvoeringen van LNG-afleverinstallaties, incl. aanduiding van de minimale afsluiters/gestuurde kleppen per uitvoeringsvorm

- **Risicoafstandsregels en groepsrisico**

  Het is van belang om de nodige minimale risicoafstanden in acht te nemen om de omgeving te beschermen tegen de gevolgen van accidentele gebeurtenissen die eigen zijn aan de aanwezigheid of de uitbating van een LNG-afleverinstallatie. Het is daarom aangewezen om bij de inplanting en het ontwerp van de installatie rekening te houden met de omgevingskenmerken, en de onderlinge scheidingsafstanden.

  Om het <u>extern risico</u> van LNG-activiteiten te beperken, zijn de volgende externe risicoafstandsregels van toepassing:
  - Het plaatsgebonden risico van 10^{-5} overschrijdt de grenzen van de inrichting niet;
  - Het plaatsgebonden risico van 10^{-6} overschrijdt geen bestaande of potentiële woning, noch de gebouwen ander dan woningen, die niet behoren tot de te vergunnen inrichting, met regelmatige bezetting door mensen;
  - Het plaatsgebonden risico van 10^{-7} overschrijdt geen kwetsbare locaties noch kinderdagverblijven;

  Bovendien is het groepsrisico aanvaardbaar volgens de code van goede praktijken inzake risicocriteria voor externe mensrisico's van Seveso-inrichtingen.

Het voorstel is om deze regels over te nemen voor alle LNG-afleverinstallaties voor LNG (ook niet-SEVESO).

Voor de bepaling van de externe risicoafstanden wordt voorgesteld de volgende werkwijze te gebruiken:

- voor de LNG-afleverinstallaties die aan de hogervermelde standaardcriteria voor gebruik van de zelfevaluatietool voldoen, worden de minimale externe risicoafstanden en het groepsrisico bepaald met de daartoe bestemde rekenmodule die door M-Tech werd ontwikkeld. We stellen voor deze rekenmodule, tezamen met gebruiksinstructies, op een webpagina van de Vlaamse overheid te plaatsen.
- voor de LNG-afleverinstallaties die niet aan de hogervermelde standaardcriteria voldoen, wordt een individuele veiligheidsstudie, uitgevoerd door een erkend VR-deskundige als vermeld in artikel 6, 1°, e), van het VLAREL. Deze veiligheidsstudie omvat een berekening van de geïndividualiseerde minimale risicoafstanden en het groepsrisico.

Het resultaat van de bepaling van de externe risicoafstanden (toetsing plaatsgebonden risico en groepsrisico) wordt bij de aanvraag van een omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit gevoegd.

De inplanting van de onderdelen van de LNG-afleverinstallatie en andere onderdelen van de Ingedeelde Inrichting of Activiteit (iioa) voldoet aan de minimale <u>interne scheidingsafstanden</u> zoals vermeld in bijlage (werktitel) 'A' m.b.t. interne scheidingsafstanden voor LNG-afleverinstallaties (zie voorstel verderop in dit hoofdstuk), of borgt een gelijkwaardig niveau van bescherming (o.a. ter voorkoming van domino-effecten) door extra veiligheidsmaatregelen.

- **Bouw en constructie**

Verschillende maatregelen die in hoofdstukken 4 en 5 beschreven werden, hebben betrekking op verschillende aspecten van LNG-opslagtank, gaande van ontwerp over veiligheidsvoorzieningen, tot operationele en onderhoudsmaatregelen.

Vanuit de verschillende titels m.b.t. bouw en constructie van de LNG-afleverinstallatie uit deze BBT-studie vloeien voorstellen tot het opleggen van onderstaande maatregelen voort.

- **Code van goede praktijk**

Het voorstel is om in VLAREM enerzijds algemeen te verwijzen naar het verplicht naleven van relevante codes van goede praktijk, waarnaar wordt verwezen in 'Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van praktijk' (titel 4.6 van deze BBT-studie). Een mogelijke formulering is in onderstaande kader geformuleerd.

De LNG-afleverinstallatie wordt geconstrueerd overeenkomstig een code van goede praktijk, in overleg met een erkende milieudeskundige in de discipline houders voor gassen of gevaarlijke stoffen. Voor de constructie van de installatie wordt alleen gebruik gemaakt van producten en onderdelen die voldoen aan de toepasselijke normen en codes van goede praktijk.

In navolging van de gedelegeerde verordening van de Europese Commissie (C(2017)7348 final) wordt voorgesteld de LNG-tankpunten voor binnen- of zeeschepen die niet onder de 'Internationale Code voor de bouw en de uitrusting

van schepen die vloeibaar gas in bulk vervoeren (IGC-code)' vallen, te laten voldoen aan norm EN ISO 20519.

- **Aanduiding van vul- en losplaats**

  Om overzicht en duidelijkheid voor operatoren en chauffeurs op de inrichting nog verder te verhogen, volgt daarnaast uit titel 4.23 (Veiligheids- en milieu-informatie communiceren d.m.v. signalisatie) van deze BBT-studie het VLAREM voorstel om d.m.v. duidelijke signalisatie te communiceren over de risico's, gevaren, instructies, …, waaronder het visueel op de grond aanduiden van aanrijstroken, vul- en standplaats(en) voor de lossende LNG-tankwagen door markeringen op de grond.

- **Overzichtelijke inrichting**

  Uit titel 4.36 (Overzichtelijke inrichting van de plaats van exploitatie) van deze BBT-studie volgt het VLAREM voorstel om de inrichting van opritten, afritten, en terreinverharding op een overzichtelijke manier te ontwerpen, en de standplaats voor de lossende LNG-tankwagen volledig op het terrein van de iioa te voorzien. De vaste losplaats die voorzien moet worden, en waarvoor geldt dat enkel op die locatie gelost mag worden, is ook parkeren door andere voer- en vaartuigen verboden.

- **Bescherming van de installatie**

  Het voorstel is om in VLAREM voorwaarden op te leggen voor:
  - Het ontoegankelijk maken voor onbevoegden en d.m.v. een scheidingsconstructie of stootpalen beschermen tegen aanrijding van de LNG-opslagtank, LNG-voerend leidingwerk, eventuele drukopbouwverdamper en andere LNG-voerende installatiecomponenten (zie titel 4.4 Voorzien van maatregelen voor toezicht & toegang(controle) in deze BBT)studie)
  - Het beschermen van installatie-onderdelen tegen chemische, thermische en mechanische invloeden.
  - in een droge goot met luchtcirculatie leggen van LNG-voerende leidingen die zich buiten de opvangvoorziening bevinden;
  - voldoende verlichten van de gehele LNG-afleverinstallatie;
  - een vlotte verkeerscirculatie realiseren, zonder dat de verschillende verkeersstromen elkaar hinderen;
  - aanbrengen van stootpalen ter bescherming van LNG-voerende installatieonderdelen, en minstens rond elke verdeelzuil.

- **Opslagtank**

  Uit titel 4.16 van deze BBT-studie en de bijhorende BBT-evaluatie volgt het VLAREM voorstel om voor opslag van LNG in vaste houders ter hoogte van de opslagtank een **opvangvoorziening** te voorzien voor vrijgesteld LNG. Deze kan worden uitgevoerd als een klassieke inkuiping of (indien er voldoende ruimte beschikbaar is) als een afhellende (isolerende) ondergrond met opstaande randen en open afvoergoten waarmee het accidenteel vrijgezette LNG wordt weggeleid naar een meer afgelegen opvangzone. De opvangvoorziening is daarbij voorzien van een systeem waarmee het hemelwater verwijderd kan worden uit de opvangvoorziening, zonder dat het ontvlambare gas in vloeibare vorm zich kan verspreiden buiten de opvangvoorziening. Er zijn hiervoor in

essentie slechts 2 systemen: 1) pompen uit de opvangvoorziening, of 2) een drain die na regen opengezet moet worden. Beide systemen kunnen toegepast worden.

Indien er voor geopteerd wordt truck-to-ship beladingen in VLAREM in te delen, wordt voorgesteld om voor deze installaties een uitzondering te op te nemen in VLAREM op de verplichting om een opvangvoorziening te voorzien.

Uit titel 4.15 van deze BBT-studie volgt het VLAREM voorstel om de LNG-opslagtank dubbelwandig uit te laten voeren en vacuüm of gelijkwaardig te isoleren.

Uit titel 4.17 van deze BBT-studie volgt het VLAREM voorstel dat de **maximale vullingsgraad** van de LNG- opslagtank zichtbaar is aangeduid; dat er een niveaumeter aanwezig op de LNG-opslagtank; en dat deze continu de vullingsgraad van de LNG-opslagtank meet tijdens het vullen van de tank en deze zichtbaar is voor de operator die de vulling uitvoert. Als alternatief voor een niveaumeter, mag de vullingsgraad aangeduid worden door middel van een gewichtsmonitoring. Bij horizontaal opgestelde tanks dient een combinatie van niveaumeting en gewichtsmonitoring toegepast te worden. De niveaumeter en/of eventuele gewichtsmonitoring van de opslagtank is gekoppeld met het centrale noodstopsysteem (ESD) dat de vulling automatisch stopt bij het bereiken van de maximale vullingsgraad van 95%.

Uit titel 4.18 van deze BBT-studie volgt het VLAREM voorstel om de LNG-opslagtank, en bij uitbreiding alle drukhoudende installatieonderdelen van de LNG-afleverinstallatie uit te rusten met **overdrukventielen**. De plaatsing hiervan volgt uit de locatie van de installatieonderdelen waar een gasdruk kan ontstaan die hoger is dan de maximale bedrijfsdruk. Daarnaast is het ook belangrijk een systeem voor afleverdrukherkenning te voorzien dat waarborgt dat de finale afleverdruk aan het voer- of vaartuig niet boven de instelwaarde van het drukontlastingsventiel/veiligheids- of overdrukventiel van de voertuigtank komt.

Uit diezelfde titel 4.18 van deze BBT-studie volgt het VLAREM voorstel om de LNG-opslagtank te voorzien van een **dampretoursysteem** voor de ontvangende voer- en vaartuigen. De dampretourslang is voorzien van een terugslagklep. Deze maatregel geldt voor verdeeloperaties.
Voor losoperaties geldt dan weer dat de in de losslang resterende LNG-damp na het losproces (lossen van een tankwagen in een LNG-opslagtank) terug wordt geleid naar de LNG-tankwagen.

- **Verdeelzuil**

Uit de codes van goede praktijk volgt het VLAREM voorstel dat de verdeelslang zo met de verdeelzuil is geconnecteerd dat voor zowel verdeling naar voer- als naar vaartuigen, de verdeelslang:

- niet rond nabijgelegen objecten kan worden gewikkeld;
- uit een buigzaam deel in één stuk bestaat;
- geen knikken kan vertonen;
- eens drukvrij, met inert gas of droge perslucht gespoeld wordt vooraleer een koppeling met de LNG ontvangende tank van voer- of vaartuig te maken.

De in de verdeelslang resterende LNG-damp wordt na het vulproces (vullen van de brandstoftank van een voer- of vaartuig) terug geleid naar de LNG-opslagtank;

Uit titel 4.20 van deze BBT-studie volgt het VLAREM voorstel om de verdeelslang uit te rusten met een lekvrije snelkoppeling die:

- pas na het aankoppelen aan de vulaansluiting van het LNG-ontvangende voer- of vaartuig geopend kan worden;
- bij het loskoppelen onmiddellijk en automatisch sluit;
- alleen ontkoppeld kan worden als de overdruk in de koppeling voldoende gereduceerd is;
-

Uit titel 4.204.18 Voorkomen van en beveiligen bij overdruk van deze BBT-studie volgt het VLAREM voorstel om een onafhankelijk werkende overdrukbeveiliging aan te brengen op de verdeelzuil, die zodanig is afgesteld dat de druk van het aan het voer of –vaartuig verdeelde LNG niet meer kan bedragen dan de op de verdeelzuil weergegeven afleverdruk.

Uit titel 4.6 van deze BBT-studie volgt het voorstel om te vereisen dat de verdeelslang zo met de verdeelzuil is geconnecteerd dat voor verdeling naar **vaartuigen** contact met de grond of scheepsstaal maximaal beperkt wordt.

o **Veiligheidsvoorzieningen:**

Er wordt voorgesteld om in VLAREM expliciet naar enkele van de in hoofdstuk 4 geformuleerde maatregelen te verwijzen als zijnde minimaal aan te brengen veiligheidsvoorzieningen. Deze vinden hun oorsprong in codes van goede praktijk, die in titel 4.6 besproken worden. Hieronder staan de maatregelen opgelijst waarvoor het is aangewezen er expliciete voorschriften rond te formuleren. Bij onderstaande oplijsting staat tevens een verwijzing naar de desbetreffende brontitel uit hoofdstuk 4.

- **Detectiesystemen** (titel 4.35 Voorzien van lekdetectie)

  - voorzien van gas-en branddetectie, gekoppeld aan het noodstopsysteem; desgevallend geldt dit ook voor temperatuursdetectie, maar dit wordt als een redundante maatregel beschouwd;
  - op de plaatsen waar het te verwachten is dat lekken kunnen optreden, zijn gasdetectoren geïnstalleerd, minstens aan elke verdeelzuil; en op de plaats van het vulpunt van de opslagtank.
  - bij een gasdetectie van 10% van de onderste explosiegrens (LEL) moeten aanwezige personen door akoestische en/of optische signalen worden gewaarschuwd;

- **Noodstopknop en –oproepinstallatie** (titel 4.26 Voorzien van een gekoppeld noodstopsysteem (emergency shutdown - ESD))

  - conform de VLAREM II-voorwaarden voor CNG-afleverinstallaties, ook voor LNG-afleverinstallaties per LNG-verdeelzuil twee noodstopknoppen voorzien;
  - voorzien van een noodstopknop aan de losplaats;
  - een noodstopknop in de (indien aanwezig zijnde) technische ruimte;

- **Afblaasvoorziening** (titel 4.17 Voorkomen van en beveiliging bij overvulling)

  - voorzien van een verticaal naar omhoog gerichte gecontroleerde afvoer, met behoud van de bepalingen uit artikel 5.16.1.4 van VLAREM II

- **(Nood)afsluiters** (titel 4.26 Voorzien van een gekoppeld noodstopsysteem (emergency shutdown - ESD))

  - voorzien van afsluiters op de LNG-afleverinstallatie die deze ingeval van onderhoud of een incident in een veilige toestand brengen.

- **Noodstopsysteem** (titel 4.26 & 4.9 Voorzien en inoefenen van up-to-date noodprocedures)

  - voorzien van een koppeling tussen het noodstopsysteem van de iioa en de noodstopsystemen van de leverende tankwagen en andere installaties, zoals een microliquefactie-installatie (zie ook paragraaf 4.32 Boil-off gas managementtechniek: LNG-boil-off-conditionering door reliquefactie);
  - de mogelijkheid tot vulling van de houder (= het losproces) pas kunnen laten plaatsvinden als de noodstopsystemen van de individuele installaties (zie vorige bullet) gekoppeld zijn;
  - automatisch activeren van alle gekoppelde noodstopsystemen, wanneer het noodstopsysteem van één van de individuele installaties geactiveerd wordt;
  - een deel van[98] of de gehele LNG-afleverinstallatie automatisch buiten werking (vergrendelen) en in een veilige toestand stellen wanneer de automatisch werkende beveiligingsvoorzieningen zijn geactiveerd;
  - akoestisch en visueel alarmeren van aanwezigen omtrent de activering van het noodstopsysteem / terzelfdertijd automatisch verwittigen van de exploitant of zijn aangestelde;
  - (laten) programmeren van het noodstopsysteem zodat dit minstens geactiveerd wordt bij:
    - manuele activering van het noodstopsysteem via een noodstopknop;
    - overschrijden van 95% vullingsgraad, aangegeven door de niveaumeter van de LNG-opslagtank;
    - branddetectie;
    - overschrijden van de ingestelde overdruklimiet van de pressostaat aan de LNG-opslagtank. Daarbij wordt automatisch een signaal naar de toegepaste boil-off gas managementtechniek(en) gestuurd;
    - detectie van gas/vloeistof (koude) vanaf -70°C ter hoogte van de (centrale) afblaasvoorziening ('vent stack'), waarbij door bv. overvulling/overdruk LNG langs die weg naar de omgeving stroomt/spuit;
    - bij lekdetectie of drukval in een slang voor overslag van LNG, dus zowel bij de losslang als bij een verdeelslang;

[98] Activering van sommige beveiligingsvoorzieningen zullen leiden tot een volledige buitenwerkingstelling van de afleverinstallatie (bv. gas- of branddetectie). Andere, zoals overvulbeveiliging van de tank, zal slechts een deel van de installatie buiten werking hoeven stellen, want anders zou men niet meer kunnen tanken om het niveau te laten zakken, terwijl dit bij een overschrijding van 95% vullingsgraad (zijnde de trigger voor activering van de overvulbeveiliging), net wel nodig is.. Het is evenwel aanbevolen dat de exploitant de sturing van de gedeeltelijke stillegging van de installatie motiveert.

- wanneer de debietsmeting de vooraf ingestelde waarden overschrijdt;
- bij het wegvallen van de elektrische of pneumatische sturing;
- wanneer een gas-, temperatuurs-, rook-, vlam- of andere (detectie)systeem dat aan het ESD-systeem gekoppeld is, een signaal tot noodstop geeft:
  - bij overschrijding van de temperatuurgrenzen;
  - bij onderschrijding van de temperatuurgrenzen in de inkuiping van de LNG-afleverinstallatie;
  - lekdetectie van een ondergrondse leiding;
  - overschrijding van de gasdetectiegrens van 40 % LEL, waarbij, als gevolg van deze overschrijding, de pomp stopt en de op afstand bedienbare afsluiters sluiten. Het gasdetectiesysteem moet hierbij, net als in andere noodsituaties in bedrijf blijven.

- **Dodemansknop** (titel 4.6 Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van goede praktijk & 4.25 Voorzien van een dodemansknop op de relevante locaties)

  - aan of in de verdeelzuil een knop of handgreep aanbrengen die zo is ingericht dat verdeling van LNG enkel kan plaatsvinden door deze minstens 1 keer per minuut met de hand in te drukken. Bij het wegvallen van de druk op de knop of handgreep buitenom de ingestelde en voormelde drukfrequentietijd[99]: de verdeling van LNG laten stoppen;
  - aanwezig zijn van een operator tijdens het losproces, voor de levering van LNG uit de LNG-tankwagen aan de LNG-opslagtanksproces;
  - om voormelde punt te waarborgen: het uitvoeren van het LNG-aansluitpunt aan de opslagtank met een dodemansknop die minimaal om de 3 minuten wordt geactiveerd;
  - wanneer de dodemansknop niet tijdig wordt geactiveerd (=ingedrukt): automatisch laten stoppen van de pomp en dus de lossing naar de ontvangende opslagtank.

- **Signalisatie** (titel 4.23 Veiligheids- en milieu-informatie communiceren d.m.v. signalisatie & 4.10 Voorzien en aanduiding van veiligheidszonering)

  - uitvoeren van de LNG-afleverinstallatie is zodat het buiten werking of in noodstop zijn, duidelijk is voor de gebruiker;
  - aanbrengen van een duidelijk zichtbare en leesbare instructie op elke LNG-verdeelzuil over de te nemen maatregelen in het geval van ongewone voorvallen;
  - op relevante plaatsen, en minstens op de losplaats en de vulplaats, de gebruiker informeren over de gevaarseigenschappen van LNG, geboden en verboden m.b.t. de afleverinstallatie;
  - aan elke toegangsweg van de inrichting en op de scheidingsconstructie naast elke deur op duidelijke wijze verbod op roken en het maken van ander vuur signaleren; dit door ten minste 50 mm hoge letters: 'ROKEN EN VUUR VERBODEN', en door op de buitenzijde van de scheidingsconstructie de opschriften 'VERBODEN VOOR ONBEVOEGDEN' en 'OPSLAG VLOEIBAAR AARDGAS' aan te brengen, evenals de telefoonnummers bij calamiteiten.

[99] Zie verderop of onder titel 4.24 voor de desbetreffende drukfrequentietijden per type overslagproces.

- **Brandbestrijdingsmiddelen** (titel 4.22 Voorzien van branddetectie en brandbestrijdingsmiddelen)

  - voorzien van minstens één poederbrandblustoestel met minimaal 9 kg poeder per tank/bunkerplaats;
  - verdere brandpreventie en –bestrijdingsmaatregelen nemen conform artikel 4.1.12.1 (VLAREM II), en in overleg met de brandweer

- **Uitbating**

  - **Risicobeheersingssysteem** (4.1 Risicobeheersing m.b.v. een managementsysteem)

    - Uitbaten van een LNG-afleverinstallatie overeenkomstig een code van goede praktijk, in overleg met een erkende milieudeskundige in de discipline houders voor gassen of gevaarlijke stoffen;
    - Een risicobeheersingssysteem gebruiken om de risico's die uitgaan van de exploitatie voor milieu en veiligheid te beheersen;
    - voorzien in een noodplan dat wordt afgestemd met de gemeente. Op de LNG-afleverinstallatie duidelijk de instructies van het noodplan voor de gebruiker ophangen;
    - bij elke overslagproces of binnen de operationele werking van de afleverinstallatie methaanemissies naar de atmosfeer voorkomen.

  - **Opleiding** (4.2 Opleiden van belanghebbenden)

    - Opleiden van klanten, contractanten, operatoren, of andere belanghebbenden (bv. brandweerdiensten)

  - **Documentatie** (4.1 Risicobeheersing m.b.v. een managementsysteem)

    - Bij en beschikbaar houden van nuttige documenten voor toezichthoudende overheid:
      - installatieschema, as-built plannen met inbegrip van de aanwezige veiligheidsvoorzieningen
      - technisch constructiedossier conform actuele situatie
      - keurings- en indienststellingsverslagen en –certificaten
      - logboek met daarin het overzicht van werkzaamheden, onderhoudsingrepen, keuringen, calamiteiten, opleidingen, bevoegde personen , en andere relevante zaken
      - explosieveiligheids- en zoneringsdossier
      - controlerapporten inspectie
    - Bij verdeling in havengebied leven de exploitant en betrokken gebruikers de reglementen en procedures van de bevoegde havenkapiteinsdienst na.

  - **Aarding (4.13 Potentiaalverschillen tussen installatieonderdelen voorkomen)**

    - Uitvoeren van de installatie zodat er geen ontstekingen als gevolg van een verschil in statische geladenheid tussen het voer- en vaartuig enerzijds en de afleverinstallatie anderzijds, kunnen ontstaan;
    - Voorafgaand aan elke verdeel- of losoperatie: realiseren van een potentiaalvereffening via een logisch en goed bereikbaar aardingspunt, alvorens de overslaghandeling kan starten;
    - Bij verdeling van LNG aan vaartuigen vanuit een LNG-tankwagen: de tankwagen aarden alvorens de overslaghandeling te starten.

- Bij verdeling van LNG aan vaartuigen: ter voorkoming van zwerfstromen tussen wal en schip, een isolatieflens of -pakking van niet elektrisch geleidend materiaal in de verdeelinstallatie of LNG-leverende tankwagen plaatsen.

- **Losoperatie** (4.6 Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van goede praktijk)

  - Na lossing van LNG aan de LNG-opslagtank: vrijmaken van de losslang van de LNG-opslagtank van vloeibaar en dampvormig LNG, alvorens deze af te koppelen.

- **Toezicht** (4.4 Voorzien van maatregelen voor toezicht & toegang(controle))

  - Voor de exploitant:
    - volledig op de hoogte zijn van de werking en specifieke risico's verbonden aan de exploitatie van de LNG-afleverinstallatie en van de te nemen maatregelen in geval er zich een incident voordoet.
    - ervoor zorgen dat zijn aangestelde eveneens aan deze eisen beantwoordt.
    - toezicht en controle op de installatie voorzien, door toepassing van de onderstaande maatregelen:
      - een permanente aanwezigheid door de exploitant of zijn aangestelde, en/of;
      - cameratoezicht met een doormelding door de betrokken centrale aan de exploitant of zijn aangestelde bij een onregelmatigheid op de iioa;
      - een certificaatsysteem waarbij de klant die LNG wenst af te nemen, kan worden gecontroleerd op het bezit van een geldig opleidingscertificaat. Dit certificaat bewijst dat deze persoon opgeleid en getest is (theorie en praktijk) op het veilig opereren van de LNG-verdeling.

  - Continu bewaken van de LNG-afleverinstallatie d.m.v. automatische procesmetingen (niveau, druk, temperatuur) en door instrumenten om de installaties binnen veilige marges te laten opereren.
  - Voor de gebruiker van de afleverinstallatie: zich tijdens een verdeeloperatie in open lucht bevinden, en visueel toezicht houden op de overslag en de daarvoor benodigde installatie(onderdelen).

- **Vuloperaties** (4.6 Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van goede praktijk, 4.10 Voorzien en aanduiding van veiligheidszonering & 4.4 Voorzien van maatregelen voor toezicht & toegang(controle))

  - Een systeem voorzien zodat enkel de personen die een gepaste opleiding hebben gevolgd, gemachtigd zijn tot de activering van de verdeelzuilen.
  - Uitsluitend recipiënten toelaten die conform de vigerende wetgeving dienstig zijn als brandstoftank voor de aandrijfmotor van voer- of vaartuigen op LNG.
  - Stilleggen van de motor van het ontvangende voer- of vaartuig alvorens LNG te verdelen.
  - Een beveiligingszone instellen bij verdeling van LNG aan vaartuigen. Alle openingen en luchtinlaten in deze zone afsluiten.
  - Een SIL2-beveiligingsniveau aanhouden m.b.t. de overvulbeveiliging door minstens een koppeling tussen detectoren voor overvulling en het noodstopsysteem

- **Losoperaties** (4.24 Gecontroleerde immobilisatie van voer- en vaartuigen bij overslag, 4.6 Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van goede praktijk)

  - De beleverende vrachtwagen moet tijdens de losoperaties volledig geïmmobiliseerd zijn.

- **Operationele maatregelen ter beheersing van een normale druk** (4.6 Bouwen, exploiteren en onderhouden volgens een code van goede praktijk)

  - Optimaliseren van de aanvoer en afname van de LNG-afleverinstallatie en minstens één van de onderstaande maatregelen nemen ter voorkoming van overmatige productie van boil-off gas:
    - productie van L-CNG uit LNG
    - opslag van koud LNG (ca. -160°C) met ogenblikkelijke conditionering bij verdeling
    - reliquefactie van boil-off
    - injectie van methaan op een lokaal aardgasnetwerk
    - productie van elektriciteit uit LNG
    - een aan één van voormelde technieken gelijkwaardige maatregel
  - Wanneer het L-CNG aan de CNG-buffer wordt geleverd:
    - de temperatuur van het gas binnen het werkgebied van -40°C tot +50°C houden
    - het L-CNG odoriseren alvorens het aan voertuigen te verdelen

- **Controle en onderhoud** (4.5 Voorzien en gebruik maken van onderhoudsprocedures)

  - Installatieonderdelen vloeistof- en gasvrij maken alvorens onderhoudswerken te starten; en dit restgas/vloeistof gecontroleerd afvangen zonder emissie naar de atmosfeer
  - Beschadigingen aan de afleverinstallatie zo snel mogelijk herstellen
  - Ingeval van nood of onderhoud: de LNG-opslagtank snel kunnen ledigen
  - Periodieke onderzoeken uitvoeren door de exploitant of zijn aangestelde of een gespecialiseerde firma, en door een erkende milieudeskundige in de discipline houders voor gassen of gevaarlijke stoffen, cfr. de vermelde periodiciteiten in het 'voorstel tot introductie van een bijlage (werktitel) 'B' m.b.t. keuringsschema voor LNG-afleverinstallaties' verderop in dit hoofdstuk; en hierop volgend de nodige maatregelen nemen die uit dezes controles nodig blijken
  - In geval van een onbemande LNG-afleverinstallatie: minstens wekelijks een visuele inspectie uitvoeren, door de exploitant of zijn aangestelde.
  - De LNG-leverancier vragen om de losslang ten minste één maal per drie jaar te vernieuwen, tenzij uit de periodieke visuele inspectie blijkt dat vernieuwing eerder noodzakelijk is.

→ Overgangsbepalingen

Er zullen reeds enkele LNG-afleverinstallaties vergund zijn voordat de sectorale voorwaarden in VLAREM verwerkt zijn.

We gaan er van uit dat de bestaande LNG-afleverinstallaties reeds aan de hierboven voorgestelde VLAREM-voorwaarden voldoen, met mogelijke uitzondering voor het respecteren van de interne en externe scheidingsafstanden, waardoor er slechts een beperkte of geen nood is aan overgangsbepalingen.

→ Voorstel tot aanvulling van huidig sectoraal voorwaardenkader 5.17.3 (opslagplaatsen voor gevaarlijke gassen), gekoppeld aan rubriek 17.1.2

Om naast het nieuwe voorwaardenkader voor LNG-afleverinstallaties, ook de relevante BBT voor opslag van LNG van toepassing te laten worden op vaste opslagtanks die niet gekoppeld zijn aan een verdeelinstallatie voor voer- of vaartuigen, worden in de volgende paragrafen enkele aanbevelingen geformuleerd voor wijziging van het sectoraal voorwaardenkader onder 5.17.3 voor opslagplaatsen voor gevaarlijke gassen. LNG is immers eveneens een gevaarlijke gas, waarvoor bij opslag evenwel specifiek maatregelen genomen dienen te worden teneinde de externe veiligheid voldoende te borgen.

De LNG-opslagtank die deel uit maakt van een LNG-afleverinstallatie valt op het moment dat deze BBT-studie gepubliceerd wordt onder rubriek 17.1.2. "opslagplaatsen voor gevaarlijke gassen, met uitzondering van de opslagplaatsen, vermeld in rubriek 17.1.1".

Er worden drie aanbevelingen gesuggereerd:

Ten eerste is het aanbevolen om voor opslag van LNG in vaste houders een nieuwe paragraaf toe te voegen die het nemen van maatregelen oplegt ter beheersing van boil-off ingeval dit relevant is voor het opgeslagen vloeibaar gas. Hierbij wordt aanbevolen om:

- ofwel voor LNG in de sectorale voorwaarden onder 5.17.3.3 te verwijzen naar de tekstpassages omtrent de in paragraaf 6.1.3 voorgestelde maatregelen rond boil-off gas management;
- ofwel een generieke formulering in de tekst van 5.17 in te passen, die in op doelgerichte wijze naar de beheersing/het management van boil-off gas verwijst ter voorkoming van overdruk en vrijzetting van de opgeslagen stof. Door hierbij niet naar concrete middelvoorschriften te verwijzen, wat in deze BBT-studie wel gebeurt, wordt de maatregel ook toepasbaar op alle andere vloeibare gassen waarvoor boil-off gas management een relevant milieu- en veiligheidsaspect is.

Ten tweede legt titel 5.17 van VLAREM II momenteel reeds periodiciteiten op omtrent controles & inspecties van opslagtanks. Aangezien er in deze BBT-studie onder titel 6.1.3 eveneens een keuringsschema voor LNG-afleverinstallaties staat, is het aangewezen om de periodiciteiten uit deze twee kaders op elkaar af te stemmen.
Indien de periodiciteiten echter dicht bij elkaar liggen, kan overwogen worden om deze in 5.17 ongewijzigd te laten.
Dit mondt uit in de volgende concrete aanbeveling:

Artikel 5.17.3.3.8., getiteld: "*Periodiek onderzoek van de opslagplaatsen en van de houders*" stelt in § 1. dat "*De periodieke onderzoeken worden uitgevoerd conform artikel 5.17.3.1.8*".

- ➔ Hierbij kan aan toegevoegd worden "*… met uitzondering voor de opslag van LNG die onderdeel uitmaakt van een LNG-afleverinstallatie, waarvoor de voorwaarden in VLAREM II (plaats nieuw sectoraal voorwaardenkader) gelden*".

Uit dit artikel 5.17.3.1.8. volgt uit punt 4°b)1. dat, indien de BBT worden toegepast omtrent uitvoering van een vacuümgeïsoleerde roestvrij stalen constructie van de binnenmantel van het vat (zie maatregel omtrent gebruik van codes van goede praktijk, voor o.a. constructie – titel 4.6), het periodiek onderzoek zich mag beperken tot een uitwendig onderzoek. Deze passage uit 5.17 vereist dus geen wijziging o.b.v. de conclusies van deze BBT-studie, zoals het onderstaande extract uit het voorstel van keuringstabel aantoont:

Artikel 5.17.3.3.8. stelt voorts onder "§ 2. dat veiligheidskleppen uitwendig zijn, en uitgerust met een systeem dat toelaat zonder gasverlies en zonder het vooraf ledigen van de houder de veiligheidsklep te vervangen." Dit is eveneens toepasbaar op LNG-opslag. Hiernaar wordt reeds verwezen in een voetnoot bij de het voorstel van minimale technische eisen onder titel 6.1.3. van deze studie.

Daarnaast wordt voorgesteld om in de onderstaande paragrafen een aanvulling voor LNG-opslag toe te voegen aan de huidige formulering:

> § 3. Met behoud van de controles, vermeld in artikel 5.17.3.1.8, worden vacuümgeïsoleerde houders ten minste om de twee jaar door een aangestelde van de exploitant nagezien, en voor LNG-opslag **bij indienststelling** en om de **drie** jaar door een milieudeskundige erkend in de discipline houders voor gassen of gevaarlijke stoffen, EDTC of erkend organisme in het kader van het AREI of geaccrediteerde keuringsinstantie voor het domein branddetectie en blussystemen of aangemelde instelling.
> Veiligheidskleppen worden ten minste om de tien jaar opnieuw afgesteld, en voor LNG-opslag om de **drie** jaar door een milieudeskundige erkend in de discipline houders voor gassen of gevaarlijke stoffen, EDTC of erkend organisme in het kader van het AREI of geaccrediteerde keuringsinstantie voor het domein branddetectie en blussystemen of aangemelde instelling
>
> § 5. Voor vacuümgeïsoleerde houders wordt de opslagplaats ten minste om de twee jaar door de exploitant of zijn aangestelde nagezien.

➔ Hieromtrent werden geen expliciete voorwaarden in de BBT-studie opgenomen, omdat dit voldoende ondervangen wordt door andere voorgestelde maatregelen onder sectie 0 van de voorgestelde keuringstabel.

Er kan ervoor geopteerd worden om in deze reeks paragrafen, conform de detailverwijzingen naar LPG-stations in §4 en §6, ook extra detailverwijzingen naar LNG-afleverinstallaties te maken, maar het lijkt meer aangewezen om onder dit artikel niets extra toe te voegen, ofwel om een algemene verwijzing naar het voorstel voor keuringsschema voor LNG-afleverinstallaties te verwijzen.

Ten derde is het belangrijk te wijzen op de aanbeveling van het hebben van een opvangvoorziening voor de opslagtank van de LNG-afleverinstallatie. Er word voorgesteld om de onderstaande formulering over te nemen voor opslag van LNG in vaste houders.
"*Uit titel 4.16 van deze BBT-studie en de bijhorende BBT-evaluatie volgt het VLAREM voorstel om voor opslag van LNG in vaste houders ter hoogte van de opslagtank een opvangvoorziening te voorzien voor vrijgesteld LNG. Uit titel 4.15 en de evaluatie van maatregel volgt dat een opvangvoorziening als BBT werd geëvalueerd. Deze kan worden uitgevoerd als een klassieke inkuiping of (indien er voldoende ruimte beschikbaar is) als een afhellende (isolerende) ondergrond met opstaande randen en open afvoergoten waarmee het accidenteel vrijgezette LNG wordt weggeleid naar een meer afgelegen opvangzone. De opvangvoorziening is daarbij wenselijk voorzien van een systeem waarmee het hemelwater verwijderd kan worden uit de opvangvoorziening, zonder dat het ontvlambare gas in vloeibare vorm zich kan verspreiden buiten de opvangvoorziening. Er zijn hiervoor in essentie slechts 2 systemen: 1) pompen uit de opvangvoorziening, of 2) een drain die na regen opengezet moet worden. Beide systemen kunnen toegepast worden.*"

→ Voorstel tot wijziging van huidig art. 5.16.8.2.§2 in VLAREM II

In hoofdstukken 3 en 4 (titel 4.30) van deze BBT-studie wordt de productie van CNG uit LNG beschreven. LNG comprimeren en vervolgens verdampen om als CNG te stockeren en aan te bieden is een opkomende en gangbare activiteit. Het voordeel van deze mogelijkheid is tweeledig, en zowel financieel als technisch (energetisch). Enerzijds kan dit de financiële rendabiliteit van het station verhogen doordat ook kleinere voertuigen met een aardgasmotor aan het station CNG kunnen tanken. Anderzijds kan de LNG-doorzet van het station stijgen door de extra afzet in de vorm van CNG. Een snellere doorzet betekent een kortere periode van warmte-insijpeling en dus kleinere productie van boil-off gas. Dit boil-off gas creëert een drukverhoging in de LNG-opslagtank die, indien de druk een bepaalde waarde overschrijdt, verlaagt moet worden door één van de in hoofdstuk vier beschreven maatregelen (bv. reliquefactie van boil-off gas, titel 4.32).

Momenteel dienen exploitanten die een zogenaamde LCNG-tankstation uitbaten echter een ministeriële afwijking te vragen om CNG aan te mogen bieden dat geproduceerd is uit LNG, zogenaamd L-CNG. VLAREM voorziet in art. 5.16.8.2.§2 enkel CNG-productie door compressie van aardgas dat van het openbaar net wordt gehaald.

Om deze ministeriële afwijking in de toekomst niet meer nodig te maken, kan overwogen worden om art. 5.16.8.2.§2[100] van VLAREM II als volgt te wijzigen:

De aardgasafleverinstallatie wordt bevoorraad vanuit het openbaar aardgasleidingnet, een leidingnet voor tot aardgaskwaliteit opgewaardeerd biogas, of door omzetting van LNG.

→ Voorstel tot wijziging van art. 5.16.8.5 §6 in VLAREM II

Deze passage bevat risicoafstanden die momenteel enkel van toepassing zijn op afleverinstallaties voor CNG. Aangezien er bij L-CNG-afleverinstallaties geen compressor is, en de pomp en verdamper nabij de LNG-opslagtank een verwaarloosbare bijdrage levert aan het risico dat uitgaat van de gehele LNG-afleverinstallatie, wordt voorgesteld om de risicoafstanden die opgenomen zijn in art. 5.16.8.5 §6 (voor de aardgasopslag en verdeelzuilen) eveneens van toepassing te laten worden voor L-CNG afleverinstallaties.

→ Voorstel tot wijziging van huidig art. 5.17.3.2.4.§1 & bijlage 5.17.1 in VLAREM II

Artikel 5.17.3.2.4. uit VLAREM II legt bepalingen op omtrent scheidingsafstanden voor open en gesloten opslagplaatsen van gevaarlijke gassen in verplaatsbare recipiënten.

De stelplaatsen met (ISO) LNG-tankcontainers vallen onder het toepassingsgebied van dit artikel, en de in het artikel naar verwezen bijlage 5.17.1.

De studie door M-Tech (2017) die voor deze BBT-studie tot nieuwe interne en externe risico-afstanden komt, heeft, zoals in hoofdstuk 4 (titels 4.7 & 4.8) vermeld, ook een berekening gemaakt voor stelplaatsen met LNG-tankcontainers.

---

[100] De aardgasafleverinstallatie wordt alleen bevoorraad vanuit het openbaar aardgasleidingnet of een leidingnet voor tot aardgaskwaliteit opgewaardeerd biogas.

Er kan daarom geopteerd worden de resultaten hiervan te verwerken in het huidige voormelde VLAREM-kader, als bijkomende specifieke bepaling voor LNG. Dit kan door toevoeging van de volgende paragraaf aan art. 5.17.3.2.4.§1:

Voor opslagplaatsen van LNG in verplaatsbare tankcontainers met een totale opslagcapaciteit kleiner dan 200 ton LNG gelden interne en externe scheidingsafstanden die in bijlage 5.17.1 staan gepreciseerd.

Bij keuze van deze implementatieoptie is het aangewezen om in bijlage 5.17.1 de volgende info toe te voegen aan "B. Scheidingsafstanden voor opslagplaatsen voor gassen in verplaatsbare recipiënten".

Voor bovengrondse stelplaatsen voor (ISO-)tankcontainers met LNG gelden, in afwijking op de voormelde minimumafstanden, de volgende interne en externe afstandsregels:

Interne risicoafstanden in meter voor een stelplaats met LNG-tankcontainers:

type container	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
40ft. tankcontainer (vol)	20	13
40ft. tankcontainer (leeg)	4	3

Externe risicoafstanden voor stelplaatsen waar zowel volle als lege LNG-tankcontainers aanwezig zijn:

type samenbouwinstallatie	gemiddeld aantal volle containers	Maximale risicoafstanden [m]		
		10^{-5}/j	10^{-6}/j	10^{-7}/j
stelplaats 40ft. tankcontainers	5	14	58	137
	10	21	75	151
	20	36	109	165

→ Voorstel tot introductie van een bijlage (werktitel) 'A' m.b.t. interne scheidingsafstanden voor LNG-afleverinstallaties

De minimale scheidingsafstanden worden in Tabel 28 samengevat.

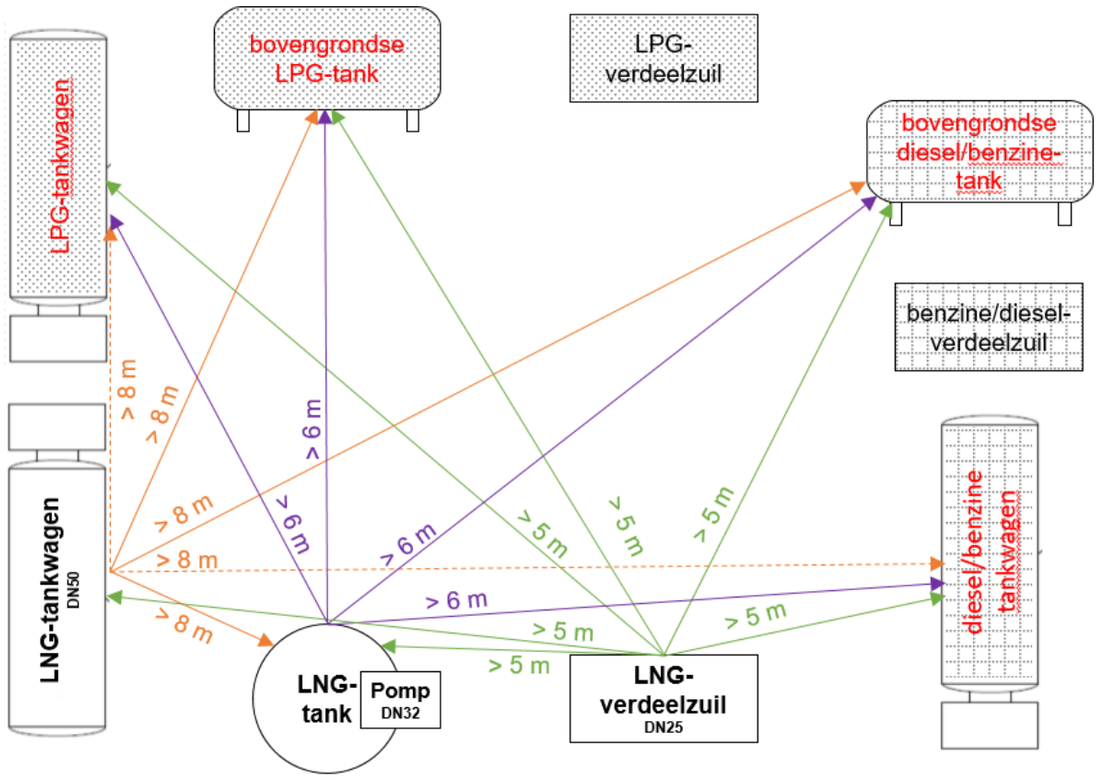
Tabel 28: Minimale scheidingsafstanden tussen de componenten van een LNG-samenbouwinstallatie met een hoge lekfrequentie (i.e. flexibele slangen en pompen) enerzijds en naburige personen en installaties binnen de inrichting anderzijds

slangdiameter / perszijde pomp	scheidingsafstanden tot personen			scheidingsafstanden tot installaties		
	$T_{LNG} \geq -142°C$	$T_{LNG} < -142°C$ (*)		$T_{LNG} \geq -142°C$	$T_{LNG} < -142°C$ (*)	
		plas (land)	plas (water)		plas (land)	plas (water)
DN25	6	6	10	5	5	7
DN32	8	8	12	6	6	8
DN40	10	10	14	7	7	10
DN50	12	12	16	8	8	11
DN65	16	16	20	10	10	14
DN80	18	20	24	13	13	16
DN100	24	26	29	15	17	19
DN150	40	40	40	21	26	26

(*) Het verhogen van de minimale scheidingsafstanden is enkel noodzakelijk voor LNG op een temperatuur lager dan -142°C, aangezien enkel onder die omstandigheden voldoende grote plassen kunnen worden gevormd.

LNG-tankstations

Figuur 41 toont een visuele weergave van de aanbevolen interne scheidingsafstanden bij gebruik van een DN32 slang bij de opslagtank (paarse pijlen; > 6 m), een DN50 losslang aan de tankwagen (oranje pijlen; > 8 m) en een DN25 slang bij de verdeelzuil (groene pijlen; 5 m).



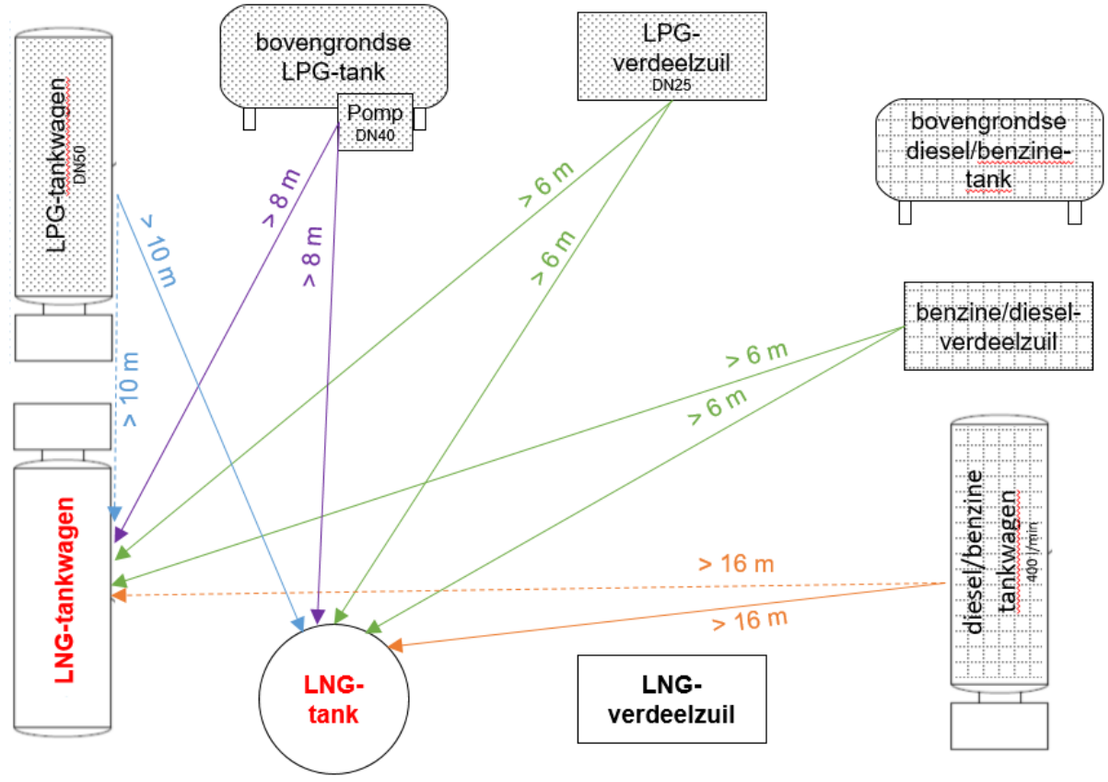
Figuur 41: Scheidingsafstanden van de LNG-componenten tot naburige installaties met gevaarlijke stoffen op een tankstation (rood = kwetsbaar object; stippellijn = indien tankwagens tegelijk aanwezig zijn) (M-Tech, 2017)

De aanbevolen interne scheidingsafstanden tot naburige LPG-installaties zijn weergegeven in Tabel 29.

Tabel 29: Aanbevolen scheidingsafstanden tot naburige installaties gemeten vanaf het LPG-vulpunt, -verdeelpomp en -verdeelzuil.

LPG-component	aanbevolen scheidingsafstanden tot naburige installaties
verdeelzuil (DN25)	6 m
verdeelpomp (DN40)	8 m
vulpunt (DN50)	10 m

Figuur 42 toont bovenstaande scheidingsafstanden vanuit diesel-, benzine- en LPG-verdeelinstallaties tot naburige installaties en gemeten vanaf het LPG-vulpunt (blauwe pijlen; > 10 m), LPG-verdeelpomp (paarse pijlen; > 8 m) en LPG-verdeelzuil (groene pijlen; > 6 m). Deze scheidingsafstanden dienen aangehouden te worden tot de op het LNG-station aanwezige LNG-opslagtank en LNG-tankwagen (in het rood weergegeven; kwetsbare componenten).



Figuur 42: Scheidingsafstanden van andere gevaarlijke installaties tot de LNG-componenten op een tankstation (rood = kwetsbaar object; stippellijn = indien tankwagens tegelijk aanwezig zijn) (M-Tech, 2017)

Wanneer men voor een bepaalde samenbouwconfiguratie de interne scheidingsafstanden tussen twee installatieonderdelen wil raadplegen, kan men de Figuur 41 en Figuur 42 raadplegen. Indien de figuren een verschillende afstand weergeven tussen twee dezelfde installatieonderdelen, is het van belang om bij het ontwerp van de LNG-afleverinstallatie de grootste afstand uit de twee figuren te hanteren.

De afstand tussen onderdelen van de LNG-installatie en riool- en kelderopeningen, bedraagt minimaal 5 meter (PGS 33, 2017).

<u>LNG-bunkerstations</u>

De onderdelen van een LNG-bunkerstation die relevant zijn met betrekking tot de bepaling van interne scheidingsafstanden zijn:

(1) de LNG-opslagtank en bijhorende randapparatuur, met lekkage van de bunkerpomp als meest risicorelevant faalscenario;
(2) de bunkerinstallatie voor schepen, met lekkage aan de flexibele bunkerslang als meest risicorelevant faalscenario;
(3) de losinstallatie voor LNG-tankers, met lekkage aan de flexibele losslang als meest risicorelevant faalscenario;

(4) de LNG-tankwagen en bijhorende verlaadinstallatie, met lekkage aan de flexibele verlaadslang als meest risicorelevant faalscenario.

Onderstaande tabellen Tabel 30 t.e.m. Tabel 34 geven de aanbevolen scheidingsafstanden weer voor bovenstaande onderdelen in functie van respectievelijk het bunkerdebiet (met de overeenkomstige persaansluiting van de pomp), de diameter van de bunkerslang, de diameter van de flexibele losslang en de diameter van de verlaadslang.

Tabel 30: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en installaties, gemeten vanaf het lospunt (slang- en pompaansluitingen) van een bunkerstation (M-Tech, 2017)

Bunkerdebieten (pompaansluiting)	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
20 – 80 m³/h (DN80)	20	13
60 – 190 m³/h (DN150)	40	26

Tabel 31: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installatie, gemeten vanaf de bunkerlocaties (slangaansluitingen) (M-Tech, 2017)

slangdiameter	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
DN40	14	10
DN65	20	14
DN80	24	16
DN100	29	19

Tabel 32: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installaties, gemeten vanaf het lospunt voor LNG-tankers (slangaansluitingen) (M-Tech, 2017)

slangdiameter	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
DN80	24	16
DN100	29	19
DN150	40	25

Tabel 33: Aanbevolen scheidingsafstanden tot op de inrichting en in de omgeving aanwezig zijnde personen en naburige installaties, gemeten vanaf het los/laadpunt (slang- en pompaansluitingen) (M-Tech, 2017)

slangdiameter	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
DN40	10	7
DN50	12	8
DN65	16	10

Truck-to-ship bunkerlocaties

De minimale scheidingsafstanden bij truck-to-ship bunkeroperaties worden bepaald voor het scenario van een lek aan de flexibele bunkerslang of centrifugaalpomp van de tankwagen. Ze worden weergegeven in Tabel 34 als functie van de diameter van de bunkerslang.

Tabel 34: Aanbevolen scheidingsafstanden bij TTS-bunkerlocaties tot in de omgeving en op de inrichting aanwezig zijnde personen en naburige installaties gemeten vanaf het aansluitpunt van de bunkerslang (M-Tech, 2017)

slangdiameter	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
DN40	14 m	10 m
DN50	16 m	11 m

Stelplaatsen voor tankcontainers

Tabel 35 geeft de minimale scheidingsafstanden weer voor een stelplaats met volle en lege tankcontainers, gebaseerd op het scenario van een klein lek aan een tankcontainer.

Tabel 35: Aanbevolen min. scheidingsafstanden voor een stelplaats met LNG-tankcontainers (M-Tech, 2017)

type container	aanbevolen scheidingsafstanden	
	tot personen	tot naburige installaties
40ft. tankcontainer (vol)	20	13
40ft. tankcontainer (leeg)	4	3

→ Voorstel tot introductie van een bijlage (werktitel) 'B' m.b.t. keuringsschema voor LNG-afleverinstallaties

Onderstaand voorstel is gebaseerd op relevante normen, codes van goede praktijk en beoordeling door de experten in het begeleidingscomité.

Legende:
Visuele uitwendige inspectie: bijzondere aandacht voor sporen van corrosie, beschadiging, slijtage, ijsvorming (mogelijk teken van lek), vervuiling/verstopping van afblaas- en uitstroomopeningen.

Lektest (gasdichtheid): bijzondere aandacht voor verbindingen, koppelingen, aansluitingen, afsluiters, verdeelslangen.

O = milieudeskundige erkend in de discipline houders voor gassen of gevaarlijke stoffen, EDTC of erkend organisme in het kader van het AREI of geaccrediteerde keuringsinstantie voor het domein branddetectie en blussystemen of aangemelde instelling

X = exploitant of zijn aangestelde, installateur of gespecialiseerd bedrijf

	Installatie-onderdeel	Controle op	Type controle	Bij indienst-stelling	Maandelijks	Jaarlijkse controle	Driejaarlijkse periodieke keuring
0	Locatie /inplanting/omgeving						
0.1	Toegang, omheining en doorgangen	Zichtbare aantasting en beschadiging	Visuele inspectie			X	
0.2	Toegangscontrole (badging)	Goede werking	Functionele test	X			
0.3	Camerabewaking	Werking	Visuele inspectie	X			
0.4	Signalisatie(borden): veiligheidsinstructies, zonering,…	Leesbaarheid	Visuele inspectie	X			
0.5	Beveiligingszone (vangrails, golfbreker,…)	Zichtbare aantasting en beschadiging	Visuele inspectie	X			
0.6	Afscherming van gevoelige installatieonderdelen (stootpalen)	Zichtbare aantasting en beschadiging	Visuele inspectie	X			
0.7	Ondergrond (inkuiping,	Zichtbare aantasting en	Visuele inspectie	X			

	leidinggoten, retentiegoten)	beschadiging					
0.8	Orde en netheid	Staat	Visuele inspectie	X			
0.9	Noodstroomvoorziening (UPS)	Goede werking	Functionele test	X			
0.10	Equipotentiaalverbinding	Werking	Werking testen	X			
0.11	Immobilisatiesysteem voer-/vaartuig	Goede werking	Functionele test	X			
1	LNG-opslagtank						
1.1	Mantel - uitwendig	Zichtbare aantasting en beschadiging (incl. ijsvorming)	Visuele inspectie - uitwendig	O		X (tweejaarlijks)	O
1.2	Mantel	Sterkte	Hydraulische beproeving (enkel voor verplaatsbare tanks)	X			
1.3	Steunconstructie	Zichtbare aantasting en beschadiging	Visuele inspectie	X			
1.4	Dry deluge systeem	Goede werking	Visuele inspectie	O		X	
			Functionele test (evt. pomp & klep)	O	X	O	
2	Vulleiding						
2.1	Leiding	Zichtbare aantasting, slijtage en beschadiging	Visuele inspectie en weerstandsbeproeving	O			O
2.3	Breekkoppeling	Goede werking en lekdichtheid	Functionele test en lektest (gasdichtheid)			X	O
2.4	Terugslagklep	Goede werking en lekdichtheid	Functionele test en lektest (gasdichtheid)	X			O
2.5	Aardingsklem losinstallatie	Goede werking	Functionele test	X			O
3	Pomp (optioneel)						
3.1	Pomp	Zichtbare aantasting, slijtage en beschadiging	Visuele inspectie	X		X	O
4	Verzadigingsverdamper						
4.1	Verdamper	Zichtbare aantasting,	Visuele inspectie	X		X	O

		slijtage en beschadiging					
5	Drukopbouwverdamper						
5.1	Verdamper	Zichtbare aantasting, slijtage en beschadiging	Visuele inspectie	X		X	O
6	Verdeelzuil (LNG)						
6.1	Stikstof- of persluchtspoeling	Goede werking	Werking testen	X			O
7	Verdeelslang of -arm (LNG en dampretour)	Intact	visueel				
7.1	Slang of arm	Zichtbare aantasting, slijtage en beschadiging	Visuele inspectie en weerstandsbeproeving	X		O	O
7.2	Breekkoppeling	Goede werking en lekdichtheid	Lektest (gasdichtheid)	X		X	O
7.3	Terugslagklep	Goede werking en lekdichtheid	Werking testen en lektest (gasdichtheid)	X			O
8	Leidingwerk, verbindingen, en hulpstukken						
8.1	Leidingen	Zichtbare aantasting, slijtage en beschadiging	Visuele inspectie	X		X	O
8.2	Flensverbindingen	Lekdichtheid	Lektest (gasdichtheid)	X		X	O
8.3	(Snel)koppelingen	Lekdichtheid	Lektest (gasdichtheid)	X		X	O
9	Afsluiters						
9.1	Afsluiters	Werking en interne dichtheid	Werking testen en lektest (gasdichtheid)	X		X	
9.2	Werking van de afstandsbediening van de afsluiters (noodstop)	Goede werking	Functionele test	X		X	O
9.3	Veiligheidskleppen	Werking, lekdichtheid en openingsdruk	Functionele test en lektest (gasdichtheid) - herafstelling	X			O
			Visuele inspectie			X	
10	Procesmonitoring op- en overslag						
10.1	Overdrukbeveiliging (drukmeting en	Goede werking					

	drukschakelaars)						
10.2	Overvulbeveiliging (niveaumeting en schakelaars)	(functionele test van de kring(en) die door de meting worden aangestuurd)	Functionele test	X		X	O
10.3	Debietmeting	Goede werking					
11	Procesmonitoring omgeving	Werking en detectoren functionele test van de kring(en) die door de meting worden aangestuurd)	Functionele test				
11.1	Gasdetectie	Goede werking	Kalibratie	X		X	O
11.2	Vloeistofdetectie (temperatuur)	Goede werking	Kalibratie	X		X	O (hieronder O)
11.3	Vlam-/branddetectie	Goede werking	Kalibratie	X		X	
12	Noodmaatregelen	Werking en nauwkeurigheid	Functionele test				
12.1	Noodstopknop	Werking en nauwkeurigheid	Functionele test	X		X	O
12.2	Alarm	Werking & hoorbaarheid	Functionele test	X		X	
12.5	Brandbestrijdingsmiddelen (poeder/schuimblustoestellen)	Goede werking		X		X	
12.6	Werking van CO_2-toestellen	Staat en maximale gebruiksduur	Visuele inspectie	X			
13	Dodemansknop	Goede werking	Functionele test	X		X	
14	Elektrische installatie	Goede werking	Functionele test	Periodiciteiten cfr. bepalingen in AREI			

6.1.4 Aandachtspunten voor de bijzondere milieuvoorwaarden

Niet alle BBT lenen zich tot een rechtstreekse vertaling in de de secotrale voorwaarden, bijvoorbeeld omdat de toepasbaarheid, milieuvoordeel of economische haalbaarheid geval per geval moet beoordeeld worden. Het kan echter wel nuttig zijn voor de vergunningsverlener om ook rekening te houden met dergelijke BBT in de vergunning en hier, indien nodig, bijzondere milieuvoorwaarden voor op te leggen. Hieronder lijsten we enkele aandachtspunten voor de bijzondere milieuvoorwaarden op voor LNG-verdeelinstallaties. Voor de volledige beschrijving en evaluatie van deze maatregelen verwijzen we naar Hoofdstukken 4 en 5 van deze studie.

H4	Maatregel	Wanneer toepasbaar?
4.14	Aflevering d.m.v. een vaste verdeelarm	Bij een vast bunkerstation kan een vaste laadarm wel BBT zijn, maar doorgaans niet voor de doorzethoeveelheden die verwacht worden bij een vast bunkerstation met een opslagcapaciteit binnen de scope van deze BBT-studie, zijnde <200 ton. Indien ten gevolge van de opslagcapaciteit, doorzet, leidingdiameters, of andere risicobepalende factoren van de afleverinstallatie, de risicoafstandsregels niet gerespecteerd kunnen worden zonder vaste laadarm, kan een vaste laadarm wel BBT zijn. Dit is op bedrijfsniveau te beoordelen.
4.30	Boil-off gas managementtechniek: Productie van CNG uit LNG	Er moet aandacht zijn voor boil-off gas managementtechnieken, maar de meest geschikte aanpak (Productie van CNG uit LNG, In-line saturatie ('saturation on the fly'), LNG-boil-off-conditionering door reliquefactie, …) moeten op bedrijfsniveau bekeken worden.
4.34	Voorzien van een (droog) tankafkoelingsysteem ((dry) deluge system)	Een droog tankafkoelingssysteem is enkel BBT wanneer er zich in de buurt potentiële warmtebronnen bevinden die in een stralingsflux op de LNG-opslagtank van meer dan 15 kW/m² kunnen resulteren.

6.2 Aanbevelingen voor ecologiepremie

6.2.1 Inleiding

Ecologiepremie is een financiële tegemoetkoming aan ondernemingen die ecologie-investeringen zullen realiseren in het Vlaamse Gewest. Onder ecologie-investeringen worden milieu-investeringen en investeringen in energie-efficiëntie en hernieuwbare energie verstaan. Met de ecologiepremie wil de Vlaamse overheid ondernemingen stimuleren om hun productieproces milieuvriendelijk en energiezuinig te organiseren. De overheid neemt daarbij een gedeelte van de extra investeringskosten, die een dergelijke investering met zich meebrengt, voor haar rekening. De maatregel kadert in het economisch beleid van de Vlaamse regering en speelt een belangrijke rol in de toepassing van duurzame bedrijfsprocessen.

Ecologiepremie Plus is een steunregeling voor gestandaardiseerde ecologie-investeringen. De steunregeling maakt gebruik van een limitatieve technologieënlijst (LTL) met een beperkt aantal technologieën die in aanmerking komen voor steun.

De ecologiepremie wordt toegekend in de vorm van een subsidie. Het bedrag van de ecologiepremie wordt bepaald door:

- de aard van de investering (milieu/energie-efficiëntie/hernieuwbare energie);
- de ecoklasse waartoe een technologie behoort op basis van zijn ecologiegetal met corresponderende subsidiepercentages;
- de grootte van de onderneming (kmo/grote onderneming);

In deze paragraaf worden aanbevelingen gegeven om één of meerdere van de besproken milieuvriendelijke technologieën in aanmerking te laten komen voor deze investeringssteun.

Alle relevante en actuele informatie over de ecologiepremie is te consulteren via de website van het Agentschap Innoveren en Ondernemen: https://www.vlaio.be/nl/subsidies-financiering/ecologiepremie.

6.2.2 Toetsing van milieuvriendelijke technieken aan criteria voor ecologiepremie

Het BBT-kenniscentrum van VITO verleent ondersteuning aan het Agentschap Innoveren & Ondernemen bij het opstellen van de limitatieve technologieënlijst. De technologieën op deze lijst worden in eerste instantie getoetst aan de basisvoorwaarden zoals gesteld in de Europese milieukaderregeling en zijn ecologie-investeringen gericht op:

- het overtreffen van bestaande Europese normen (voor zover er geen strengere Vlaamse normen van toepassing zijn); voor de aanschaf van nieuwe vervoersmiddelen moeten enkel de Europese normen worden overtroffen die in werking zijn getreden;
- het behalen van milieudoelstellingen waarbij geen Europese normen gelden.

Daarnaast gelden bijkomende voorwaarden:

- de ecologie-investeringen moeten technisch en economisch haalbaar;
- de ecologie-investeringen moet de stand van de techniek, die in de sector van toepassing is, overtreffen.
- er gaat (in vergelijking met de stand van de techniek) een betekenisvolle investeringskost mee gepaard
- de technologie heeft een terugverdientijd van meer dan 3 jaar

In het kader van deze BBT-studie wordt onder ‘investeringen die de stand van de techniek overtreffen’ begrepen: investeringen in technologieën die beter en duurder zijn dan BBT, of investeringen in technologieën die BBT zijn, maar (nog) niet verplicht worden opgelegd via doel- of middelvoorschriften in VLAREM of de vergunning.

Indien aan al deze voorwaarden is voldaan wordt de performantie van de technologie bepaald op basis van een LCIA (Life Cycle Impact Assessment) methode. Dit is een wetenschappelijk onderbouwde en algemeen aanvaarde methode, die toelaat de milieu-impact te berekenen en verder te wegen tot één ecoscore (ReCiPe methode). Enkel de meest performante technologieën komen in aanmerking voor ecologiesteun.

De minister bevoegd voor de economie stelt (op voordracht van VITO) de limitatieve technologieënlijst vast en kan die lijst aanpassen. De limitatieve technologieënlijst wordt doorgaans twee tot drie maal per jaar geactualiseerd.

6.2.3 Stand van zaken LTL

Onderstaand zijn de technologieën weergegeven die reeds opgenomen zijn op de LTL op het moment van het publiceren van deze BBT-studie.

- Nummer technologie: T201049
  Naam technologie: Ombouwset naar aardgasmotoren voor binnenvaartschepen
  Beschrijving: Ombouwset waarbij een bestaand binnenvaartschip wordt omgebouwd naar een binnenschip met als brandstof aardgas.
  Subsidiepercentage: kmo 30%; GO 15%

- Nummer technologie: T100031
  Naam technologie: Ombouwset naar aardgasmotoren voor vrachtwagens
  Beschrijving: Ombouwset waarbij een bestaande vrachtwagen wordt omgebouwd naar een vrachtwagen met als brandstof aardgas (CNG (Compressed Natural Gas) of LNG (Liquefied Natural Gas)).
  Subsidiepercentage: kmo 30%; GO 15%

- Nummer technologie: T200006
  Naam technologie: Tankinfrastructuur voor LNG (Liquefied Natural Gas)
  Beschrijving: Tankinfrastructuur bestemd voor het afleveren van LNG als motorbrandstof voor voertuigen.
  Subsidiepercentage: kmo 40%; GO 32%

- Nummer technologie: T200008
  Naam technologie: Tankinfrastructuur voor LNG (Liquefied Natural Gas) en voor CNG (Compressed Natural Gas) via toelevering van LNG
  Beschrijving: Tankinfrastructuur bestemd voor het afleveren van CNG en LNG als motorbrandstof voor voertuigen. Bij deze technologie wordt CNG aangemaakt op basis van toegeleverde LNG (vloeibaar aardgas op -162 °C).
  Subsidiepercentage: kmo 40%; GO 32%

- Nummer technologie: T201060
  Naam technologie: Vrachtwagen met LNG (Liquefied Natural Gas) als brandstof
  Beschrijving: Nieuwe vrachtwagen (meer dan 3,5 ton) met LNG als brandstof (monofuel), zonder opbouw en met een maximum in aanmerking komend investeringsbedrag van 120.000 euro.
  Subsidiepercentage: kmo 20%; GO 16%

- Nummer technologie: T201068
  Naam technologie: Vrachtwagen dual fuel met als brandstof > 90% LNG (Liquefied Natural Gas) en < 10% diesel.
  Beschrijving: Nieuwe vrachtwagen dual fuel (+3,5 ton) met als brandstof > 90% LNG en < 10% diesel. Deze vrachtwagens kunnen niet op diesel alleen rijden en hebben geen diesel modus. (Heavy-Duty Dual-Fuel (HDDF) Type 1A engine (conform R49 regulation HD emissions)).
  Enkel de vrachtwagen zonder opbouw komt in aanmerking en met een maximum in aanmerking komend investeringsbedrag van 120.000 euro.
  Subsidiepercentage: kmo 20%; GO 16%

6.2.4 Aanbevelingen voor LTL

Tijdens het opstellen van de BBT studie werden een aantal technologieën gerelateerd aan LNG besproken in het kader van ecologiepremie. Nieuwe voorstellen en

aanpassingen werden reeds opgenomen bij een update van de LTL (zie ook paragraaf hierboven).

Januari 2017:

- Vrachtwagen (+3,5 ton) op LNG: aparte technologie met verhoogd meerkostpercentage
- Terug opnemen van de tankstations voor LNG
- Toekennen van hoogst mogelijke steun

Oktober 2017:

De steunpercentages werden verhoogd tot de maximale die door Europa zijn toegelaten binnen de Europese groepsvrijstellingsverordening.

April 2018:

Dual-fuel systemen werden toegevoegd aan de LTL.

Zoals vermeld op pagina 19 (onderaan) van deze studie, zijn er in de binnenvaart nog geen tot beperkte retrofits van schepen of nieuwe binnenvaartschepen op LNG. Door het aflopen van de subsidie voor retrofitting van binnenvaartschepen vanuit departement MOW, zijn er momenteel nog weinig financiële stimuli overeind om de omslag naar LNG te doen. Ook het aantal bunkerplaatsen om truck-to-ship LNG-aflevering te realiseren is nihil. De ecologiepremie is een middel kunnen zijn om deze kip-of-ei-situatie te helpen doorbreken. Momenteel komt een ombouwset voor schepen in aanmerking waarbij een bestaand binnenvaartschip wordt omgebouwd naar een binnenschip met aardgas (incl. LNG) als brandstof (zie LTL - technologienummer 201049).

HOOFDSTUK 7 TECHNIEKEN IN OPKOMST

In dit hoofdstuk worden een aantal technieken in opkomst besproken die bij de opmaak van de BBT-studie werden geïdentificeerd. Technieken in opkomst zijn nieuwe technieken voor een industriële activiteit die, als zij commercieel worden ontwikkeld, hetzij een hoger algemeen beschermingsniveau voor het milieu hetzij minstens hetzelfde beschermingsniveau voor het milieu en grotere kostenbesparingen kunnen opleveren dan de beste beschikbare technieken. Het zijn technieken die nog niet op industriële schaal worden toegepast, of nog in ontwikkeling zijn, en mogelijk in de toekomst BBT kunnen worden. Ook technieken die milieuproblemen aanpakken die nog maar recent onder de aandacht zijn gekomen voor een activiteit komen hier aan bod. Daarnaast worden in dit hoofdstuk ook aanbevelingen gegeven voor verder onderzoek en technologische ontwikkeling.
Bij een eventuele herziening van deze BBT-studie in de toekomst, kan onderzocht worden of de technieken in opkomst inmiddels BBT zijn geworden, en of verder onderzoek tot nieuwe inzichten geleid heeft.

7.1 Technieken in opkomst

7.1.1 Ondergrondse opslag van LNG

→ Beschrijving

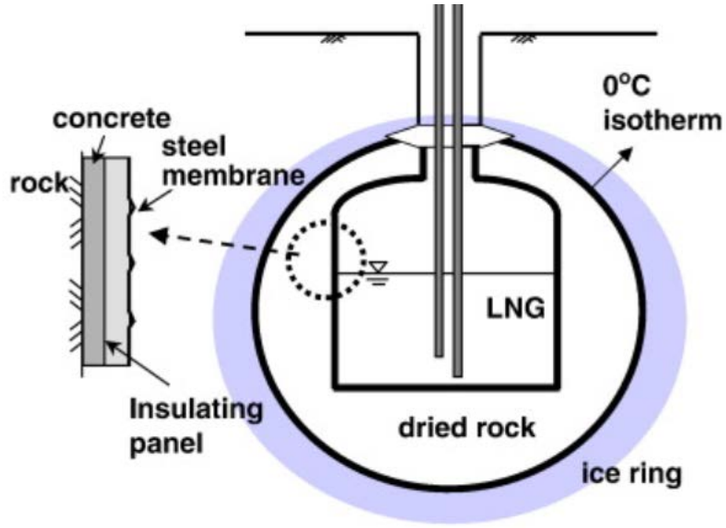
Zoals in 1.2.2 vermeld, wordt in deze studie, voor wat de locatie van opslag betreft, enkel de bovengrondse opslag in beschouwing genomen.

→ Toepasbaarheid

(Semi-)ondergrondse opslag van LNG bij atmosferische drukken, gebeurt reeds in de “sphere” & “flat bottom” opslagtanks (zie 3.2.3) die in terminals gebruikt worden, maar niet voor (cilindrische) druktanks voor kleinschaligere opslag, zoals nodig voor de installaties voor kleinschalige verdeling van LNG.

Bij ondergrondse opslag moet rekening gehouden worden met de noodzaak om lekken te voorkomen die veroorzaakt worden door scheurtjes ten gevolge van trekkrachten in de ondergrond (bv. krimpen en uitzetten door temperatuursverschillen in de ondergrond) (Park et al., 2010).

De algemene resultaten van een piloottest, gerapporteerd door Park et al. (2010) bevestigden dat de bouw en exploitatie van ondergrondse LNG-opslag in een rotsgrot technisch haalbaar is vanuit technisch oogpunt. Dit is evenwel geen representatieve ondergrondsamenstelling voor de Vlaamse regio, maar geeft wel aan dat met andere soorten risico rekening dient gehouden te worden.



Figuur 43: Schema van mogelijk opbouw van een ondergrondse tankopslag in een rotsgrond (Park et al., 2010)

→ Voordeel voor milieu / veiligheidsniveau

Bij ondergrondse opslag vermindert het risico op beschadiging van de tanks door bv. aanrijding or inslag van geprojecteerde voorwerpen. Ook vanuit visueel oogpunt kan een ondergrondse opslag voordelen bieden (afhankelijk van de locatie).

→ Financiële aspecten

Geen gegevens

7.2 Aanbevelingen voor verder onderzoek en technologische ontwikkeling

In dit onderdeel worden suggesties gedaan voor verder onderzoek en technologische ontwikkeling. Dit gebeurt volgens 2 sporen:

- aanbevelingen voor het verbeteren van de beschikbare informatie en kennis;
- aanbevelingen voor de ontwikkeling van nieuwe milieutechnieken.

7.2.1 Aanbevelingen voor verbetering van huidige kennis

Bij het opstellen van de BBT-studie werden een aantal hiaten in de beschikbare kennis/informatie opgemerkt, bijvoorbeeld met betrekking tot de milieu-impact van de diffuse emissies tijdens exploitatie van LNG-afleverinstallaties. Verder onderzoek op deze domeinen is aanbevolen om deze hiaten weg te werken. Een overzicht van de betrokken domeinen en de hieraan gekoppelde onderzoeksaanbevelingen wordt gegeven in . In de tabel zijn tevens een aantal reeds lopende onderzoeksprojecten aangegeven die bij het opstellen van de BBT-studie werden opgemerkt, doch deze lijst

is niet noodzakelijk volledig.

Tabel 36: Aanbevelingen voor verder onderzoek ter verbetering van huidige kennis

Ontbrekende of onvolledige kennis/informatie	**Onderzoeksaanbeveling**	**Lopende onderzoeksprojecten**
Gedrag vloeibare rain-out fractie in relatie tot uitstroomcondities (hoek, obstakels, hoogte waarop het wordt vrijgezet), temperatuur waaruit het LNG de tank verlaat na een breuk	Meer experimentele datageneratie en onderzoek nodig	TNO & Shell plannen hierrond verder experimenteel onderzoek. en de
Hoe men o.b.v. de huidig beschikbare info kan evalueren of een inkuiping een meerwaarde heeft voor de externe veiligheid en reductie van impact van domino-effecten	Moet er een inkuiping zijn of niet? Onduidelijkheid in de huidige normen (bv. 16924) leiden tot verschillende regionale interpretaties (bv. in Nederland is een opvangvoorziening niet vereist, in Vlaanderen is men van mening dat dit wel zo is – zie motivatie hiervoor hogerop in deze BBT-studie).	Er wordt in navolging van deze BBT-studie een wetenschappelijke paper voorbereid door M-Tech en het BBT-kenniscentrum van VITO om o.a. een objectieve beslisboom/door te nemen redenering uit te werken om de beslissing te kunnen nemen of in een individueel geval een opvangvoorziening een meerwaarde biedt, en in welke omstandigheden een inkuiping vereist is en wanneer een ander type opvangvoorziening. In de paper zal dus o.a. een overzicht gegeven worden van de aspecten die in rekening gebracht moeten worden. Ook zal geëvalueerd worden hoe de verschilllende QRA-softwarepakketten de voormelde aspecten in rekening brengen.
Diffuse methaanemissies	Praktijkonderzoek is nodig om een al dan niet validatie te krijgen van de in deze studie opgenomen indicatieve cijfers voor diffuse methaanemissies die vrijkomen bij de verschillende processtappen voor aflevering van LNG.	Geen concrete aanwijzingen over bekend.

Interne scheidingsafstanden ter beheersing van domino-effecten op multifuel-stations	Door de in ontwikkeling zijnde markt van tankstations met alternatieve brandstoffen, zijn er tal van configuraties qua lay-out en soort brandstoffen op deze tankstations mogelijk. In deze BBT-studie is dit enigszins ondervangen in de beschrijving van de maatregel rond interne scheidingsafstanden, maar niet alle mogelijke configuraties van multifuelstations zijn hierin vervat kunnen worden.	Er is nog geen oefening gebeurt om de bestaande scheidingsafstanden voor LPG-stations, CNG-afleverinstallaties, LNG-afleverinstallaties, en nieuwe brandstoffen zoals waterstoftankstations en elektrische laadpalen in verschillende configuraties/lay-outs in 1 overzicht te zetten. Hierbij is het van belang om in twee richtingen te kijken: bv. wat is de potentiële impact van een opslagtank met bv. waterstof op de opslagtank met LNG, maar ook vice versa. En welke moeten de interne scheidingsafstanden tussen deze installatie-onderdelen op het multifuelstation zijn om domino-effecten te voorkomen?

7.2.2 Aanbevelingen voor ontwikkeling van nieuwe milieuvriendelijke technieken

Bij het opstellen van de BBT-studie werd vastgesteld dat de huidige BBT niet steeds een optimale of volledige oplossing bieden voor de milieu- en veiligheidsproblematiek bij de verdeling van LNG, hetzij:

- omdat er voor een bepaald milieu- of veiligheidsaspect geen BBT bestaan, of
- omdat de huidige BBT het milieuprobleem onvolledig/onvoldoende oplossen, of
- omdat de huidige BBT technische, economische of milieukundige beperkingen kennen (d.w.z. technisch moeilijk of niet universeel toepasbaar zijn, duur zijn, belangrijke cross-media effecten hebben).

Verder onderzoek en ontwikkeling van nieuwe milieutechnieken is hier aanbevolen, en kan in een later stadium leiden tot nieuwe BBT. Een overzicht van de betrokken milieuaspecten en de hieraan gekoppelde onderzoeksaanbevelingen wordt gegeven in . In de tabel zijn tevens een aantal innovatieve technologieën opgelijst die zich momenteel aandienen, en die bij het opstellen van de BBT-studie werden opgemerkt, doch deze lijst is niet noodzakelijk volledig. Het verdient aanbeveling om deze ontwikkelingen op te volgen en eventueel te steunen, opdat deze milieuvriendelijke technologieën zich tot een marktwaardig product zouden kunnen ontwikkelen.

Tabel 37: Aanbevelingen voor ontwikkeling van nieuwe milieuvriendelijke technieken

Milieu- of veiligheidsaspecten waarvoor de huidige BBT geen optimale oplossing bieden	**Aanbeveling**	**Technieken in ontwikkeling**
Twee aparte leidingen (één voor het leiden van LNG van verdeelzuil naar voertuigtank, en één voor retour van de warme LNG-dampen in de omgekeerde richting.	Door integratie van beide slangen zou de gecumuleerde faalkans van de twee leidingen gereduceerd worden tot één. Bovendien kan de damp deels ingekoeld; LNG deels geconditioneerd worden wanneer er in de geïntegreerde leiding een warmte-uitwisseling mogelijk is tussen de in twee tegenovergestelde richtingen lopende LNG-stromen.	Er zijn verdeelslangen op de markt waarbij de dampretourleiding verwerkt is in dezelfde mantel. Hierover is echter nog geen info teruggevonden die een veiligere werking zou bewijzen. Bovendien wordt de techniek nog niet in Vlaanderen toegepast.

NUTTIGE BRONNEN

Nationaal LNG Platform - http://www.nationaallngplatform.nl/

LNG Masterplan - http://www.lngmasterplan.eu/

LNG Blue Corridors - http://lngbc.eu/

Gas Infrastructure Europe - http://www.gie.eu/

Fluxys - http://www.fluxys.com/

EICB - https://www.eicb.nl/tag/varen-op-lng/

NGVA - https://www.ngva.eu

IFV - https://www.ifv.nl/

UNECE - https://www.unece.org/trans/main

KIWA - https://services.1kiwa.com/automotive/cng-and-lng-testing-and-certification

Safe LNG - http://www.safelng.nl/publicaties/

SGMF - https://sgmf.info/

Vlaams LNG Platform - http://vlaamslngplatform.com/

LITERATUURLIJST

Agentschap Ondernemen (2014). *Limitatieve technologieënlijst*. Geraadpleegd op 1 april 2014, via www.agentschapondernemen.be

Attero (2013). Projectbeschrijving p1327 gpp+ 475 lbg productie eenheid.

Battle of The Trucks (2017). *Verbruik*. Geraadpleegd op 30 augustu 2017, via http://www.battleofthetrucks.nl/

BeSWIC (s.d.). *Collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen (CBM's en PBM's)*. Geraadpleegd op 29 januari 2015, via www.beswic.be

Bevi (2004). *Besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer (Besluit externe veiligheid inrichtingen)*. Geraadpleegd op 28 januari 2015, via www.wetten.overheid.nl

Biogas-E (s.d.a). *Wat is nu net anaerobe vergisting*. Geraadpleegd op 27 maart 2014, via www.biogas-E.be

Biogas-E (s.d.b). *Eindproducten*. Geraadpleegd op 27 maart 2014, via www.biogas-E.be

Biogas-E (2014). *Summary Progress Report Biogas-E 2014*. Geraadpleegd op 5 december 2014, via www.biogas-E.be

Blikom, L. P. (2013). *How to calculate safety zones for LNG bunkering*. Geraadpleegd op 13 september 2015, via. http://blogs.dnvgl.com/lng/2013/11/how-to-calculate-safety-zones-for-lng-bunkering-2/

BVV (2018). *Alternatieve brandstoffen: LNG*. Geraadpleegd op 16 april 2018, via https://issuu.com/brandweervlaanderen.be

Douane Belastingsdienst (2017). *Tarievenlijst Accijns en verbruiksbelastingen*. Geraadpleegd op 1 september 2017, via https://download.belastingdienst.nl/

JRC (2016). *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector – working document*. Geraadpleegd op 22 september 2016, via http://eippcb.jrc.EU.europa.eu/reference/BREF/CWW_Bref_07_2016.pdf

CEE (2007). *Introduction to LNG: An overview on liquified natural gas (LNG), its properties, organization of the LNG industry and safety considerations*. Geraadpleegd op 27 maart 2014, via www.beg.utexas.edu

Chart (s.d.). *Peak Shaving*. Geraadpleegd op 30 december 2014, via http://www.chart-EU.com/peak-shaving.php

Clarke Energy (2012). *Methane Number*. Geraadpleegd op 15 augustus 2017, via https://www.clarke-energy.com/2012/methane-number/

ClimaTechWiki (s.d.). *Liquefied Natural Gas in trucks and cars*. Geraadpleegd op 31 maart 2014, via http://climatetechwiki.org/technology/lng

CLNG (2014). *Basics*. Geraadpleegd op 14 december 2013, via www.lngfacts.org

CREG (s.d.). *Uw elektriciteits- en aardgasfactuur*. Geraadpleegd op 7 april 2014, via www.creg.be

Danish Maritime Authority (2012). *North European LNG Infrastructure Project: A feasibility study for an LNG filling station infrastructure and test of recommendations*. Geraadpleegd op 14 december 2013, via www.dma.dk

De Decker, W. (2014, 21 januari). *Samenwerking havens voor LNG*. KMO-Insider. Geraadpleegd via www.kmo-insider.biz/

Dienst VR (2009). *Handboek Faalfrequenties 2009 voor het opstellen van een Veiligheidsrapport*. Geraadpleegd op 4 mei 2016, via https://www.lne.be/themas/veiligheidsrapportage/rlbvr/bestanden-rlbvr/tr/vr_rlbvr_rl_hbff.pdf

Engie (s.d.). *Alternatieve energiehub*. Geraadpleegd op 8 maart 2017, via http://corporate.engie-electrabel.be/

Euchner (s.d.). *Betrouwbare noodstopsystemen*. Geraadpleegd op 28 november 2015, via http://www.euchner-benelux.nl/informatie/noodstop.asp.

Europese Commissie (2013). *Environment: a fresh legal approach to improving air quality in Member States*. Geraadpleegd op 2 april 2014, via http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-14-116_nl.htm

EU (2013a). Proposal for a directive of the european parliament and of the council on the deployment of alternative fuels infrastructure. Geraadpleegd op 21 augustus 2014, via http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0018:FIN:EN:PDF

EU (2013b). EU launches clean fuel strategy. Geraadpleegd op 21 augustus 2014, via http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-40_en.htm

EU (2013c). *Actions towards a comprehensive EU framework on LNG for shipping*. Geraadpleegd op 21 augustus 2014, via http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SWD:2013:0004:FIN:EN:PDF

EU (2015). *Commission decision of 23.4.2015 on setting-up an expert group on alternative transport fuels ('the Sustainable Transport Forum')*. Geraadpleegd op 19 augustus 2015, via http://EU.europa.eu

ECP (s.d.). *Cryogene distillatie*. Geraadpleegd op 3 december 2014, via http://www.ecp-biomass.eu

energyAPI (2013). *Consistent methodology for estimating greenhouse gas emissions from liquefied natural gas (LNG) operations*. Geraadpleegd op 4 februari 2015, via www.api.org

Engineeringnet.be (2015). *Vlaamse landbouwers kiezen voor kleinschalige vergisting*. Geraadpleegd op 17 februari 2015, via http://www.engineeringnet.be/

FOD Economie (s.d.). *Veiligheid van drukapparatuur*. Geraadpleegd op 8 maart 2017, via http://economie.fgov.be/

GroenGasNederland (s.d.). *Biogas opwaarderen*. Geraadpleegd op 3 december 2014, via http://groengas.nl/toepassingen/biogas-opwaarderen/

GroenGasNederland (2013). *Een nieuwe horizon: productie van bio-LNG, kansen in een opkomende LNG-markt*. Geraadpleegd op 3 december 2014, via http://issuu.com/ggnl/docs/ggnl_position_paper_bio-lng

Holland Innovation Team (2008). *Productie en inzetbaarheid van Bio-LNG in de Nederlandse transportsector*. Geraadpleegd op 1 april 2013, via http://www.changemagazine.nl/doc/productie-en-inzetbaarheid-van-bio-lng.pdf

HVA (2016). *HKD 29 Terminal / schip LNG bunkercontrolelijst*. Geraadpleegd op 14 augustus 2017, via www.portofantwerp.com

Fluxys (s.d.a). *Vergunningsprocedures bij bouw van aardgasvervoersinfrastructuur*. Geraadpleegd op 19 maart 2014, via www.fluxys.com

Fluxys (s.d.b). *LNG Terminal*. Geraadpleegd op 26 maart 2014, via www.fluxys.com

Fluxys (s.d.c). *LNG-Liquefied Natural Gas of vloeibaar aardgas*. Geraadpleegd op 3 april 2014, via www.fluxys.com

Fluxys (s.d.d.). *Over aardgas*. Geraadpleegd op 3 februari 2015, via www.fluxys.com

Fluxys (2013a). *Fluxys Belgium: Halfjaarlijks financieel verslag 2013*. Geraadpleegd op 25 maart 2014, via www.fluxys.com

Fluxys (2013b). *Natural gas for transportation - Role of an infrastructure operator* [PowerPoint-presentatie]. Geraadpleegd op 26 maart 2014, via www.fluxys.com

Fluxys (2013c). *Europe needs natural gas and Fluxys bridges the mark*ets. Geraadpleegd op 26 maart 2014, via www.fluxys.com

Fluxys (2014). *Regulated information: 2013 results*. Geraadpleegd op 26 maart 2014, via www.fluxys.com

GIIGNL (s.d.). *Managing LNG Risks – Containment*. Geraadpleegd op 15 september 2015, via www.giignl.org

GLE (2013). *Scope of work: GLE Small Scale LNG study: Map of the small scale LNG infrastructure in Europe*. Geraadpleegd op 19 maart, via www.gie.eu

GLE (2014). *Small-Scale LNG Map*. Geraadpleegd op 2 april 2014, via www.gie.eu

Goovaerts, L., Van der Linden, A., Moorkens, I., Vrancken, K. (2009). *Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor verbranding van hernieuwbare brandstoffen*. Geraadpleegd op 3 februari 2015, via www.emis.vito.be

Green Gas Grids (2013). *Proposal for a European Biomethane Roadmap*. Geraadpleegd op 1 april 2014, via www.greengasgrids.eu

GTI (2013). *GTI Small-Scale Liquefaction Technology* [PowerPoint-presentatie]. Geraadpleegd op 2 oktober 2014, via http://www.gastechnology.org/

Gysens, A. (2008). 3P: Preventieve Pollutiebeperkende in Processen. Wolters Kluwer Belgium. ISBN- 9046519597.

Hall, K. (2012). *Breaking into the breakaway market*. Geraadpleegd op 29 november 2015, via www.macrotechnologies.com.

Haven van Zeebrugge (2014, 18 februari). Zeebrugge Performs First Truck to Ship LNG Bunkering. Geraadpleegd op 31 maart 2014, via www.lngworldnews.com

Hendrickx, P. (2013). *Avoiding methane emissions in the small scale LNG supply chain: appendix 1 project plan – end report*.

HoSt B.V. (s.d.). *Vergistingsinstallatie*. Geraadpleegd op 30 maart 2014, via www.recyclingplatform.nl

Idaho National Laboratory (s.d.). *Natural Gas Technologies – Research projects: Low-Cost Refueling Station*. Geraadpleegd op 26 maart 2014, via https://inlportal.inl.gov/portal/server.pt/community/natural_gas_technologies/437/low-cost_refueling_station/4370

IGU (2017). *World LNG Report*. Geraadpleegd op 29 augustus 2017, via www.igu.org.

Investopedia (s.d.). *Natural Gas Liquids*. Geraadpleegd op 7 oktober 2014, via http://www.investopedia.com/terms/n/natural-gas-liquids.asp

ISO 16924 (2017). *Natural gas fuelling stations — LNG stations for fuelling Vehicles*. https://www.iso.org/home.html

Kamperveen, J.P., Spruijt, M.P.N., Reinders, K.E.A. (2016). *Heat load resistance of cryogenic storage tanks – Results of LNG Safety Program*. Geraadpleegd op 2 februari 2017, via http://www.safelng.nl/wp-content/uploads/2016/04/Test-programme-Heat-load-resistance-of-cryogenic-storage-tanks.pdf

Kedzierski Antoine. “The potential for LNG in Europe: An environmental perspective.” Green Shipping – LNG as Fuel for Vessels [Conferentie]. Brussel. 6 november 2013.

Key, R., Bruentrup, M., Schwarz, M. (s.d.). *StarLNG™: Linde sets standard for small-scale plants*. Geraadpleegd op 4 december 2014, via http://www.gastechnology.org

Kohler, T., Bruentrup, M., Key, R., Edvardsson, T. (2014). *Small-scale LNG – what refrigeration technology is the best?*. Geraadpleegd op 29 januari 2015, via www.digitalrefining.com

Kunert, S., Larsen, O.B. (2008). *Small is beautiful – Mini LNG Concept*. Geraadpleegd op 5 december 2014, via www.dge-wittenberg.de

Leysen, G. (2017). *Fluxys plant tweede laadstation op Zeebrugse LNG-terminal*. Geraadpleegd op 3 augustus 2017, via http://www.engineeringnet.be/

Lidköping Biogas (s.d.). *English project description of Lidköping Biogas*. Geraadpleegd op 27 januari 2015, via http://www.lidkopingbiogas.se/eng/

Ligterink N., Patuleia A., Koornneef G. (2013). *Current state and emission performance of CNG/LNG heavy-duty vehicles*. Geraadpleegd op 17 maart 2014, via https://www.tno.nl/content.cfm?context=thema&content=prop_publicatie&laag1=894&laag2=914&laag3=105&item_id=916&Taal=2

LNE (s.d.a). *De NEC-richtlijn*. Geraadpleegd op 25 februari 2014, via http://www.lne.be/themas/luchtverontreiniging/beleid/europees-beleid/nec-richtlijn.

LNE (s.d.b). *Wat zijn Seveso-inrichtingen?*. Geraadpleegd op 1 april 2014, via http://www.lne.be/

LNE (s.d.c). *Definities*. Geraadpleegd op 3 april 2015, via ww.lne.be

LNE (2006). *Code risicocriteria: een code van goede praktijken inzake risicocriteria voor externe mensrisico's van SEVESO-inrichtingen*. Geraadpleegd op 3 april 2015, via http://www.lne.be/themas/veiligheidsrapportage

Logistiek (2017). *TNO: waarom moet je investeren in aardgas trucks?* Geraadpleegd op 11 augustus 2017, via http://www.logistiek.nl/

Nationaal LNG Platform (2013). *Fact Sheet 4: LNG & leefklimaat-luchtkwaliteit*. Geraadpleegd op 2 april 2014, via http://www.nationaallngplatform.nl

LNG World News Staff (2014, 17 february). *Fluxys and Eric Mattheeuws Join Forces on LNG Trucking*. Geraadpleegd op 31 maart 2014, via www.lngworldnews.com/fluxys-and-eric-mattheeuws-join-forces-on-lng-trucking/

Manntek (s.d.). *Dry Cryogenic Couplings*. Geraadpleegd op 8 augustus 2017, via www.manntek.se

Mathieu Gijbels (s.d.). *Brandwand*. Geraadpleegd op 2 februari 2017, via http://www.brandveiligbouwen.be/brandwand.html

Mortelmans, K. (2018). *EDF en Total zetten LNG-terminal Duinkerken in de etalage*. Geraadpleegd op 15 juni 2018. Geraadpleegd via https://www.nieuwsbladtransport.nl/havens/

M-Tech (2012). *Veiligheidsstudie - Bevoorrading van Vlaamse havens met LNG als brandstof voor de scheepvaart: Analyse van de veiligheidsaspecten (samenvatting)*. Geraadpleegd op 20 september 2014, via http://www.flanderslogistics.be/

M-Tech (2013). *Veiligheidsstudie – Tankstation voor de bevoorrading van motorvoertuigen met vloeibaar aardgas (LNG) en gecomprimeerd aardgas*. Vertrouwelijk rapport.

M-Tech (2014). *Veiligheidsstudie - Bunker- en vulstation voor de bevoorrading van binnenvaartschepen met LNG en motorvoertuigen met LNG en CNG*. Vertrouwelijk rapport.

M-Tech (2017). *Veiligheidsafstanden van samenbouwinstallaties voor de verdeling van LNG aan voertuigen en vaartuigen - OV-1601-LNG*. Studie i.k.v. voorliggende BBT-studie.

Mansveld, W.J. (2015). *Circulaire externe veiligheid LNG-tankstations*. Staatscourant nr. 3125 – 04/02/2015.

Ministerie van BZK (2002). *Effectafstanden Model-Risicokaart*. Geraadpleegd op 28 januari 2015, via http://www.brandweerkennisnet.nl/publish/pages/472/effectafstandenmodel-risico-kaart.pdf

Mo-Ajok, B.P., Watkins, S., Langerak, G.J., Ramsden, N., Roue, R., Peeters, R. (2014). *Guidelines and recommendations for Emergency Response Organisations: Incident response on small-scale LNG for inland navigation along the Rhine Corridor*.

Mokhatab, S., Mak, J.Y., Valappil, J.V., Wood, D.A. (2014). *Handbook of Liquefied Natural Gas*. Elsevier. ISBN-13: 978-0-12-404585-9.

Morgan, G. (2013, 2 juli). *Can the long-haul trucking industry save natural gas prices?*. Alberta Oil. Geraadpleegd via www.albertaoilmagazine.com

Munko, B. (2007). *Economic Design of Small Scale LNG Tankers and Terminals*. Geraadpleegd op 17 april 2015, via http://www.offshorecenter.dk

Myung Wook S., Dongil S., Soo Hyoung C., En Sup Y. (2008). *Optimal operation of the boil-off gas compression process using a boil-off rate model for LNG storage tanks*. Korean Journal of Chemical Engineering, Volume 25, Issue 1, pp 7-12.

NGVA Europe (2015). *Members' Bulletin - Special Edition: CEN/TC 326 "Gas supply for Natural Gas Vehicles": First plenary meeting in Bonn this April* (nieuwsbrief van 10/04/2015)/

Park, E., Jung, Y., Song, W., Lee, D., Chung, S. (2010). *Pilot study on the underground lined rock cavern for LNG storage*. Geraadpleegd op 29 mei 2018, via https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2010.07.006

Patel, S. (2012, 11 januari). *Progress for Germany's Power-to-Gas Drive*. Geraadpleegd op 3 april 2014, via www.powermag.com

Penglis, E., Thomaidis, F., Moissis, D., Koutzoukos, G., Stefanou, D., Kastrinaki, E. (2014). *Regulatory implications of new developments in the gas supply chain*. Geraadpleegd op 18 december 2014, via www.acer.europa.eu

Port of Antwerp (2013, 1 augustus). *Europa ondersteunt LNG-bunkerstation binnenvaart*. Geraadpleegd op 1 april 2014, via www.portofantwerp.com

Port of Antwerp (2013). Haven van Antwerpen pioniert in LNG-bunkering voor zeevaart. Geraadpleegd op 1 april 2014, via www.portofantwerp.com

Porter M.E. (1985). *Competitive advantage - creating and sustaining superior performance*, uitgegeven door The Free Press.

Primagaz (s.d.). *Installatie Primagaz LNG*. Geraadpleegd op 8 april 2015, via http://www.primagaz.be

Publicatiereeks gevaarlijke stoffen (2013). *PGS 33-1: Aardgas:afleverinstallaties van vloeibaar aardgas (LNG) voor motorvoertuigen*. Geraadpleegd op 2 april 2014, via www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl

Publicatiereeks gevaarlijke stoffen (2014). *PGS 33-2: Aardgas:afleverinstallaties van vloeibaar aardgas (LNG) voor vaartuigen – bunkeren van schepen (shore to ship)*. Geraadpleegd op 2 april 2014, via www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl

PwC (2013). *The economic impact of small scale LNG*. Geraadpleegd op 25 maart 2014, via http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/09/02/the-economic-impact-of-small-scale-lng.html

Rath, S., Krol, M. (2013). *Comparative Risk Assessment for Different LNG-Storage Tank Concepts*. Chemical Engineering Transactions, vol.31, 2013. ISBN 978-88-95608-22-8.

RIVM (2014). *Rekenmethodiek LNG-tankstations*. Geraadpleegd op 12 december 2014, via www.rivm.nl

Schmidt-Lüsmann Jochen. "LNG as Marine Fuel – Pricing & Availability". LNG Fuel Forum 2013 [Conferentie]. Rotterdam. 23 oktober 2013.

Schuler, M. (2014). *Antwerp seeks operator for permanent LNG bunkering station for barges*. Geraadpleegd op 2 mei 2018, via http://gcaptain.com/

Schuttevaer (2014). *LNG-tank niet kapot te krijgen*. Geraadpleegd op 23 september 2014, via http://www.schuttevaer.nl/nieuws/techniek/nid20784-lng-tank-niet-kapot-te-krijgen.html.

SGS (2013). *Niet-technische samenvatting mer voor uitbreiding van de nv Fluxys LNG te Zeebrugge*. Geraadpleegd op 19 maart 2014, via http://www.lne.be/merdatabank/uploads/merntech2307.pdf

Skangas (2015). *Loading Arm LNG Bunker Now Operational in Risavika*. Geraadpleegd op 20 september 2015, via http://www.ngvglobal.com/blog/loading-arm-lng-bunker-now-operational-in-risavika-0612
SkipHire Magazine (2012). *Landfill Ban on Unsorted Waste Could Save £2.1 billion.* Geraadpleegd op 3 september 2014, via http://skiphiremagazine.co.uk/tag/landfill-rates/.

Stirling Cryogenics (2014). *Technical specification StirLNG-4 Stirling Gas Liquefier for Methane*. Geraadpleegd op 2 oktober 2014, http://www.stirlingcryogenics.com/

Tankterminal (2017). *Tankterminal N.V. bouwt een derde Belgisch LNG tankstation in Lokeren*. Geraadpleegd op 29 augustus 2017, via http://www.tankterminal.be

The Brattle Group (2010). *Economic Impact of the Dutch Gas Hub Strategy on the Netherlands*. Geraadpleegd op 25 maart 2014, via http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2010/12/08/dutch-gas-hub-strategy-on-the-netherlands.html

The Petroleum Economist, PwC (2006). *LNG: A Glossary of Terms*. Geraadpleegd op 28 maart 2014, via http://www.pwc.be/en/energy-utilities/pdf/global-lng_glossary_final.pdf

Tita, B. (2013, 27 november). *First Steam, Then Diesel. Will LNG Be Next to Power the Railroads?*. Geraadpleegd op 7 april 2014, via http://blogs.wsj.com/corporate-intelligence/2013/11/27/first-steam-then-diesel-will-lng-be-next-to-power-the-railway/

TNO (2015). Memorandum: Vragen en antwoorden over LNG, CNG en waterstof als voertuigbrandstof vanuit perspectief van incidentbestrijding. Geraadpleegd op 21 februari 2017, via https://www.cob.nl/ Tutorvista (s.d.). *CH4 Phase Diagram*. Geraadpleegd op 21 januari 2015, via http://chemistry.tutorvista.com/

TriZen (2014). *LNG Markets Perspective*. Geraadpleegd op 2 april 2014, via www.lngmasterplan.eu

Verhoef, D. (2015). *Breekplaten versus veiligheidsafsluiters.* Geraadpleegd op 31 mei 2018, via http://www.fluidsprocessing.nl/

Vermorgen, E. (2014). *Eerste Belgische fabriek op LNG*. http://kanaalz.knack.be/nieuws/eerste-belgische-fabriek-op-lng/video-normal-556243.html

Vincotte (2017). *REKENNOTA STABILITEIT LNG-TANK BIJ FALEN CNG-BUFFER* (bijlage 11). Niet-publiek rapport.

Vlaams LNG Platform (2015). *Ondersteunende initiatieven voor investering in LNG projecten*. Geraadpleegd op 1 september 2017, via www.vlaamslngplatform.com

Vlaamse Havencommissie (2010). *Advies over een tweede LNG-steiger in de voorhaven van Zeebrugge*. Geraadpleegd op 25 maart 2014, via http://ebl.vlaanderen.be/publications/documents/28339

De Vlieger, I. (2017). *CO_2-reglementering zware voertuigen in zicht?*. Geraadpleegd op 7 september 2017, via www.vleva.be

VMx (2014). *Nieuw Europees beleidspakket voor schonere lucht*. Geraadpleegd op 25 februari 2014, via http://www.vmx.be/node/20984

Walther Praezision (s.d.). *Serie CP: Clean-break couplings up to 250 bar*. Geraadpleegd op 29 november 2015, via http://www.walther-praezision.de/

Wärtsilä (2013). *Liquefaction plants LNG/LBM*. Geraadpleegd op 5 december 2014, via www.wärtsilä.com

Wolbers, M.O. (2015). *Brandweeroptreden bij incidenten met LNG*. Geraadpleegd op 24 mei 218, via www.ifv.nl

Wollan, J., Swift, G.W., Backhaus, S., Gardner, D.L. (2002). *Development of a thermoacoustic natural gas liquefier*. Geraadpleegd op 1 oktober 2014, via http://www.lanl.gov/thermoacoustics/Pubs/Wollan.pdf

BIJLAGE 1: MEDEWERKERS VAN BBT-STUDIE

Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken

- Philip Marynissen
- Ria Jacobs
- Diane Huybrechts
  BBT-kenniscentrum
  p/a VITO
  Boeretang 200
  2400 MOL
  Tel. (014)33 58 68
  Fax. (014)32 11 85
  E-mail: bbt@vito.be

Contactpersonen administraties/overheidsinstellingen

- Dhr. Peter Balas, departement omgeving / Afdeling Gebiedsontwikkeling, omgevingsplanning en -projecten
- Mevr. Karen Goris, departement omgeving / Afdeling Gebiedsontwikkeling, omgevingsplanning en -projecten
- Mevr. Karola Imbrechts, departement omgeving / Afdeling Gebiedsontwikkeling, omgevingsplanning en -projecten
- Dhr. Philip Tanghe, department omgeving / Afdeling Handhaving
- Dhr. Pim Bonne, departement MOW / Afdeling beleid
- Dhr. Klaas Van Cauwenberg departement MOW / Afdeling beleid

Bovenstaande personen vertegenwoordigden de administraties en andere overheidsinstellingen in het begeleidingscomité voor deze studie.

Vertegenwoordigers uit bedrijfswereld

- Dhr. Willy Vanhorenbeek, Fluxys NV
- Dhr. Philippe Desrumaux, Drive Systems NV / LNG Drive NV
- Dhr. Pieter Vandermeeren, Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen

Bovenstaande personen vertegenwoordigden de bedrijven in het begeleidingscomité voor deze studie.

Experts/Lectoren

Extern:

- Dhr. Danny De Baere, FOD WASO
- Dhr. Maarten Bekaert, DNV-GL
- Dhr. Luc Vandebroek, M-Tech
- Dhr. Jan Van Houwenhove, CryoAdvise / Vlaams LNG Platform
- Dhr. Jeroen Knoll, Shell Global Solutions

Het BBT-rapport (of delen ervan) werd aan bovenstaande personen voorgelegd ter kritisch nazicht.

Bezochte bedrijven tijdens het uitvoeren van de studie

- LNG Drive NV (LCNG-tankstation Kallo)
  Contactpersoon: dhr. Philippe Desrumaux
- Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen (locatie voor truck-to-ship-bunkering)

Contactpersoon: dhr. Pieter Vandermeeren

- Romac Fuels NV (LNG-tankstation Veurne)

BIJLAGE 2: LIQUEFACTIE VAN METHAANRIJKE GASSTROMEN

1.1 Kleinschalige liquefactie van methaanrijke gasstromen

1.1.1 Inleiding

Oorspronkelijk was het de bedoeling om decentrale productie van LNG door middel van kleinschalige liquefactie-installaties mee te nemen in de scope van deze studie. Doorheen het studieverloop werd dit, om redenen die in de studie vermeld staan, niet meer weerhouden. Daarom werd de tot die beslissing verzamelde info in deze bijlage toegevoegd, ter info.

Met liquefactie wordt het vloeibaar maken van, in dit geval methaanrijk, gas bedoeld. Het gas condenseert door koeling en wordt in vloeibare toestand naar een opslagtank geleid.

Sommige leveranciers van liquefactie-installaties bieden deze modulair aan. Hierbij wordt de liquefactiemodule, afhankelijk van de context (bv. samenstelling van het inkomende gas, aanwezige vormen van energie voor aandrijving van de installatie , …) gekoppeld aan een elektriciteitsopwekkingsmodule, een gaszuiveringsmodule, een (extra) compressiemodule, een conditioneringsmodule, …

Zuivering van een te liquefiëren methaanrijke gasstroom door specifieke gaszuiveringstechnologie is noodzakelijk, maar de processen die nodig zijn om het gas te zuiveren, vormt geen onderdeel van de scope van deze studie, zoals verduidelijkt in Figuur 14. Bij de procesbeschrijving van liquefactie wordt uitgegaan van een inkomende gasstroom die voldoet aan de inputvereisten van de liquefactie-installatie.

De liquefactie-eenheid is bij sommige types koelcycli nog geconnecteerd met een voorkoelingsmodule. Dit is eveneens een koelcyclus, maar voorzien van andere koelmiddelen. Sommige koelmiddelen, zoals stikstof, werken minder goed bij hogere omgevingstemperaturen. Een voorkoeling d.m.v. een koelcyclus met koelmiddelen die beter werken bij hogere temperaturen (bv. ammoniak of propaan) kunnen in dergelijke gevallen de koelefficiëntie verhogen. Een eventueel aanwezige koelcyclus voor voorkoeling zit wel in de studiescope.

1.1.2 Toepassingsmogelijkheden van een liquefactie-installatie

Liquefactie-installaties worden gebruikt (Stirling Cryogenics, 2014):

- voor de liquefactie van gassen met een laag kookpunt zoals de omzetting van fossiel aardgas, biogas, syngas, stortgas in respectievelijk LNG, LBM, LSNG, LLG, …;
- voor de conditionering (re-liquefactie) van verdampt LNG in een (mobiele) opslagtank. De verdamping is het gevolg van warmte-insijpeling in de tank.

Liquefactie-installaties voor de productie van LNG uit aardgas, biogas, stortgas, en andere bronnen van methaangas, kunnen gebaseerd zijn op verschillende liquefactietechnologieën. De techniekkeuze bepaalt de karakteristieken op het vlak van operationele randvoorwaarden, liquefactiecapaciteit, investerings- en operationele kost, en energetische en productie-efficiëntiegraad.

1.1.3 Technische beschrijving

Liquefactie van methaan is in essentie een eenvoudig proces. Temperatuur en druk zijn de belangrijkste te controleren procesparameters. De basis van een liquefactie-installatie is de koelcyclus. Van de drie methodes voor koeling (compressie, absorptie en thermo-elektrisch) is de meest voorkomende methode compressorkoeling , zo ook bij koeling tot extreem lage (cryogene) temperaturen in een liquefactie-installatie voor methaanrijke gasstromen.

→ Compressiekoeling

Bij compressorkoeling extraheert een koelmiddel door opeenvolging van uitzetting (expansie) en compressie de warmte-inhoud van een gasstroom, en geeft deze vervolgens af aan de omgevingslucht en/of koelwater.
De basisonderdelen van een compressiekoelinstallatie zijn (Uges, 1996 ; Hoffman, 2006) :

- een verdamper (bijvoorbeeld een luchtkoeler) verdampt bij een relatief laag temperatuur- en drukniveau een vloeistof, zijnde het 'koude- of koelmiddel'. Voor het verdampingsproces is warmte nodig. Deze warmte wordt onttrokken aan het te liquefiëren gas (bv. biogas) dat door de onttrekking van warmte in vloeibare aggregatietoestand gaat;
- een compressor (zuig/perspomp) zuigt de in de verdamper gevormde dampen (zuiggas) aan en brengt ze op een hoger drukniveau (persgas);
- in een condensor condenseert bij een relatief hoge temperatuur de door de compressor aangevoerde damp tot een vloeistof. De in de verdamper toegevoerde warmte, vermeerderd met de in de compressor toegevoerde energie (=warmte), wordt hier afgegeven aan koelwater of aan de buitenlucht.
- een regelventiel of expansieventiel vormt de afscheiding tussen het hoge- en het lagedruk gedeelte van de installatie. Het regelt de vloeistofstroom naar de verdamper.

Figuur 16: Schematische weergave van het werkingsprincipe van een basis compressiekoelcyclus met expansieventiel44

→ Koelcycli voor liquefactie van methaanrijke gasstromen

De hierboven beschreven compressiekoelcyclus is de basis. Er bestaan op de markt verschillende liquefactie-installaties waarbij de verschillen vooral toe te schrijven zijn aan het type koelcyclus (of cycli) dat toegepast wordt, en het daarvoor benodigde type en vermogen van de apparatuur. Compressiekoelprocessen voor liquefactie bij cryogene temperaturen kunnen in drie groepen worden ingedeeld (Mokhatab et al., 2014):

- cascadeprocessen ('cascade cycles');
- processen op basis van een mengsel ('mix') van koelmiddelen ('mixed refrigerants');
- processen die op expansie gebaseerd zijn ('expander cycles').

De voormelde drie groepen van compressiekoelprocessen zijn, samen met hun voor- en nadelen, kort beschreven in Tabel 16.

Koelcyclus Omschrijving Voordelen Nadelen

Cascade koelcyclus - vermindert de onomkeerbare warmte-uitwisselingsverliezen door gebruik te maken van verschillende koelcycli waarvan de koelmiddelen bij verschillende maar constante temperaturen verdampen

- flexibel in gebruik, aangezien elk koelmiddelcircuit afzonderlijk kan worden geregeld
- vooral geschikt voor grote productiecapaciteiten. - relatief kleine oppervlakte per eenheid vermogen (Finn et al., 1999).
- lage technische risico's en het gebruik van standaard apparatuur resulteren in een snelle constructietijd. - relatief hoge investeringskost
- beperkte flexibiliteit en aanpassingsvermogen aan de te liquefiëren gassamenstelling
- beperkingen verbonden aan de productiecapaciteit

Koelcyclus met koelmiddelmengsel (Mixed Refrigerant Cycles (MR)) - continue koeling van een methaanrijke gasstroom

- d.m.v. een zorgvuldig geselecteerde combinatie van koelmiddelen (meestal een mengsel van lichte koolwaterstoffen en stikstof) kan deze cyclus de koelcurve van aardgas van omgevingstemperatuur tot cryogene temperaturen nabootsen, waardoor energieverbruik en grootte van warmtewisselaars kan worden geoptimaliseerd. - betere benadering van de koelcyclus van het te koelen gasmengsel
- lager aantal compressoren en warmtewisselaars vereist
- aanpasbaarheid van het koelmiddelmengsel aan een wisselende gassamenstelling, -doorvoer, en -druk- langere opstarttijd , en bijgevolg minder geschikt voor installaties waarbij een frequente stillegging verwacht wordt

Single mixed refrigerant cycle (SMR) - idem MR

- het gemengde koelmiddel is een mengsel van verschillende verbindingen (voornamelijk koolwaterstoffen met een laag kookpunt en stikstof)
- de optimale samenstelling van het koelmiddelmengsel wordt bepaald door de samenstelling en druk van het te liquefiëren gas, werkingsdruk van de installatie en temperatuur van de omgeving - idem MR
- eenvoudig en relatief goedkope cyclus - relatief lage thermische efficiëntie

Dual mixed refrigerant cycle (DMR) - liquefactie van inkomend gas door twee onafhankelijk MR-cycli

- in de eerste cyclus wordt het methaanrijke gas voorgekoeld door een zwaarder koelmiddel(mengsel) (bv. propaan)
- vervolgens wordt het gekoelde aardgas gecondenseerd in een tweede warmtewisselaar door een lichtere gemengde koelmiddel.
- de totale omvang van de warmtewisselaars is even groot als de warmtewisselaar die gebruikt wordt in het SMR
- het C3-MR-koelproces is hiervan het meest gebruikte type
- efficiënter installatieontwerp en lager energieverbruik (t.o.v. SMR)
- grotere procescomplexiteit en nood aan extra installatie-onderdelen (t.o.v. SMR)

Gasexpansiecyclus

gebruik van hoog efficiënte (>85%) turbo-expanders om het koelmiddel te koelen

- zowel enkelvoudige, als dubbele en meervoudige turbo-expander-ontwerpen mogelijk
- expanders kunnen worden aangedreven door elektro- of gasmotoren
- de warmtecurve ligt tamelijk ver van de koelcurve van het te liquefiëren gas, zeker in de eerste fase (voorkoeling)
- eerder geschikt voor kleinschalige liquefactie-installaties - performantie wordt niet aangetast door schipbeweging en is dus geschikt voor liquefactie-installatie op een schip (bv. voor liquefactie van boil-off gas, (BOG))
- temperatuurscontrole is niet zo belangrijk als bij SMR
- kleinere gevoeligheid voor wisselende samenstelling van inkomende gasstroom - minder efficiënt dan de cascade- en MR-koelcycli

Tabel 16: Overzicht van de verschillende types koelcycli, met hun voor en nadelen (gebaseerd op Mokhatab et al., 2014).

→ Koelcycli voor kleinschalige liquefactie van methaanrijke gasstromen

Bijna elke cryogene liquefactietechnologie kan in theorie in kleinschalige LNG-productie-installaties worden toegepast (Cao, et al., 2005). Elke koelcyclus heeft, zoals weergegeven in Tabel 9, echter voor- en nadelen op het vlak van koelefficiëntie, procescomplexiteit, kostprijs, opstarttijd, vereiste randapparatuur, ... Deze parameters moeten in rekening genomen worden bij de keuze voor een liquefactie-installatie met een bepaald type koelcyclus.

Mokathab et al. (2014) schuiven cycli met koelmiddelmengsels (single (SMR) en dual mixed (DMR) refrigerant) en expansiecycli naar voor als meest geschikte koelcycli voor liquefactie-installaties met een eerder kleine productiecapaciteit. Dit strookt met de productinformatie die producenten van kleinschalige liquefactie-installaties voor methaanrijk gas op hun website publiceren. Ook Kohler et al. (2014) bevestigen dit, en stellen de SMR en de gasexpansiecyclus met stikstof zelfs expliciet voorop als meest geschikt bij een productiecapaciteit tussen 80 en 800 ton per dag.

Er worden door de producenten kleinschalige liquefactie-installaties gebouwd met elk een eigen mate van complexiteit (bv. aantal koelcycli), efficiëntiegraad, liquefactiecapaciteit, elektriciteitsverbruik, procesvoering, en ervaring met het proces. Doorgaans gaat het hierbij om gepatenteerde koelprocessen, waarbij de basis koelcyclus een MRC of gasexpansiecyclus is. Het thermisch rendement en kosten voor de verschillende gepatenteerde processen zijn competitief en de verschillen zijn meestal klein.

De liquefactie-installatie bestaat doorgaans uit een liquefactie-eenheid, een eventuele voorkoeling, en een eventuele aanvuleenheid (“make-up”-eenheid).

1.1.4 Processpecifieke veiligheidsaspecten

Kohler et al. (2014) stelt dat er bij eenzelfde grootteorde van productiecapaciteit er geen significant verschil is qua veiligheidsaspecten en –risico’s tussen liquefactie-installaties gebaseerd op MRC en deze gebaseerd op gasexpansie.

→ Accidentele vrijzetting van koelmiddel

Door een bepaald ‘vrijzettingsscenario’ (zie beschrijving onder ☐) kan een koelmiddel een impact hebben op het niveau van externe veiligheid. De mate van impact hangt, naast de manier van vrijzetting, ook af van de intrinsieke gevaareigenschappen van het koelmiddel.

Voorbeelden:

- Ammoniak en propaan worden als koelmiddel in een ‘voorkoelproces’ gebruikt. Beide producten hebben, al dan niet na een vervolgscenario , een impact op het niveau van externe veiligheid.

- Koelmiddelen die bij cryogene temperaturen voor de liquefactie van het methaanrijke gas zorgen, zoals vloeibaar stikstof, kan bij accidentele vrijzetting een impact op de gezondheid van personen hebben.

Explosie- en brandrisico's na vrijzetting door breuk, lek, … zijn het gevolg van de hoge druk van het koelmiddel in sommige leidingen van de liquefactie-installatie. Hoewel het methaanrijk gas in een apart circuit zit, gaat ook hiervan een risico uit.

1.1.5 Processpecifieke milieuaspecten

→ Energie

Energieverbruik van de installatie draagt sterk bij tot de milieu-impact van een liquefactie-installatie. Bij grootschalige liquefactie-installaties wordt ca. 10% van de energetische waarde van het geproduceerde LNG gebruikt voor de productie van het LNG. Niet voor elke koelcyclus werden hieromtrent verbruiksdata teruggevonden. Tabel 18 geeft een overzicht van het relatief energieverbruik van verschillende koelcycli.

Koelcyclus	Relatief energieverbruik (t.o.v. cascadecyclus)
Cascade	1,00
Single stage mixed refrigerant (MR)	1,25
MR-cyclus + voorkoeling met propaan	1,15
Multistage MR	1,05
Single expander	2,00
Single expander cyclus met propaan	1,70
Dubbele expander	1,70

Tabel 17: Vergelijking van het relatief energieverbruik van verschillende koelcycli (gebaseerd op Finn et al., 1999)

Het is de uitdaging voor elke fabrikant van liquefactie-installaties om het liquefactieproces zo energie-efficiënt mogelijk te maken. Hiertoe zijn de volgende elementen belangrijk (Mokhatab et al., 2014):

- koelmiddelselectie en –samenstelling;
- ontwerp van de warmtewisselaar en het gebied voor warmte-uitwisseling;
- energieverbruik door het koelmiddel en de beschikbare compressorcapaciteit.

De compressor(en) heeft/hebben doorgaans het grootste aandeel in dit energieverbruik (ECP, s.d.).

In brochures van leveranciers van kleinschalige liquefactie-installaties Galileo en GE worden, omgerekend, 808 tot 869 kWhe per ton LNG vermeld als zijnde het eenheidsenergieverbruik voor de productie van een ton LNG. Het totaal geschatte elektrische verbruik per Nm3 biogas voor de liquefactie-installatie van Attero in Wijster bedraagt 0,48 kWh/Nm3 biogas. Van het totale energieverbruik gaat ongeveer 18% op aan koeling van de compressiewarmte en voor de condensatie van het koelmedium (Attero, 2013).
Al deze cijfers zijn louter indicatief en geven een idee van de grootteorde van het energieverbruik. Het effectieve energieverbruik hangt o.a. af van wat in de berekening meegenomen wordt, en tot welke temperatuur het LNG gekoeld is.

De milieu-impact ten gevolge van het energieverbruik van de liquefactie-installatie kan, afhankelijk van de gebruikte energiebron, direct of indirect zijn. Soms is een energieproductiemodule aan de liquefactie-installatie gekoppeld, bv. in de vorm van een gasturbine. Dit leidt dan tot een directe en lokale emissie (zie hieronder, 'geleide

luchtemissies'). De energiebevoorrading van de liquefactie-installatie kan ook d.m.v. netstroom, wat elders een bepaalde (indirecte) milieu-impact genereert.

→ Geleide luchtemissies

Het energieverbruik bij het liquefactieproces zorgt voor luchtemissies van CO_2, CO, SOx, H2S, NOx, en fijn stof, afkomstig van de uitlaatpijpen van gasturbine-aandrijving in het geval de liquefactie-installatie door een gasturbine aangedreven wordt (ECP, s.d.).

Affakkelen of ontluchten van gasvormig methaan is soms noodzakelijk om ophoping van overtollig gas in de liquefactie-installatie te vermijden en om overtollig gas in geval van een noodsituatie te kunnen verwijderen. Gelet op het aardopwarmingsvermogen (global warming potential, GWP) van methaan, dat 28 keer hoger is dan dat van CO_2, heeft de emissie van methaan door ontluchting een niet geringe milieu-impact en bijdrage tot het broeikaseffect.

Er werden in het kader van deze studie geen gegevens teruggevonden over de frequentie en hoeveelheid emissie van onverbrand methaan door ontluchting.

→ Diffuse luchtemissies

Over kwantitatieve hoeveelheden qua methaanemissie in liquefactieprocessen werden geen gegevens teruggevonden.

Diffuse emissie van koelmiddelen door niet 100% afsluitende dichtingen (zeker aan bewegend onderdelen) is onvermijdelijk. Ook hier gaat het echter om kleine hoeveelheden. Lekkage aan de afdichtingen van de compressor zijn de meest significante bronnen van diffuse emissies (Kohler et al., 2014).

De milieu-impact van de diffuse emissie van het broeikasgas methaan, dat eveneens als koelmiddel gebruikt wordt, is significant door zijn aardopwarmingsvermogen (global warming potential, GWP) van 28. De milieu-impact hangt af van het gehanteerde koelmiddel(mengsel). Bij gebruik van stikstof als koelmiddel (bv. in een N2-expansiecyclus) zal de milieu-impact nihil zijn. Bij emissie van propaan of ammoniak, gebruikt als koelmiddel in een eventuele voorkoeling, is de impact op het milieu dan weer groter.

→ Geluid

De belangrijkste bronnen voor de productie van ruis in liquefactie-installaties zijn pompen, compressoren, generatoren, aandrijvingen, ventilatoren, en luchtkoelers. De geluidsemissie hangt af van de aanwezigheid en vermogen van de voormelde installatieonderdelen. Of deze geluidsemissie hinder veroorzaakt, hangt af van de locatie van de installatie en afstand ervan tot omgevingselementen die hinder kunnen ondervinden.

→ Warmte-emissie

Naast directe of indirecte luchtemissies kan er, afhankelijk van het installatieontwerp, ten gevolge van het liquefactieproces een temperatuurstijging van koelwater en/of omgevingslucht plaatsvinden. Hoewel hiervoor in het kader van deze studie geen

emissiedata werd teruggevonden, is de impact op het milieu afhankelijk van de lokale omstandigheden.

1.1.6 Kostprijsindicatie kleine liquefactie-installatie

De kosten, verbonden aan de constructie en procesvoering van een liquefactie-installatie, hebben een groot aandeel in de totale kosten van 'virtuele LNG-pijplijnen'[101]. Er zijn grote schaalvoordelen wanneer de productiecapaciteit van de installatie vergroot. Kleine productie-installaties dragen daardoor significant hogere algemene kosten per kilogram geproduceerde LNG in vergelijking met middelgrote exemplaren. Tabel 38 geeft een indicatieve kostenplaatje van drie recent geïnstalleerde kleinschalige liquefactie-installaties in de Verenigde Staten (GNA, 2014; Penglis et al., 2014).

Liquefactiecapaciteit (ton per jaar)	Investeringskost (miljoen euro)
4.000	6
60.000	40
160.000	60

Tabel 38: Indicatieve kostprijsinschatting van kleinschalige liquefactie-installaties (Gebaseerd op Penglis, et al., 2014 & GNA, 2014)

Het Holland Innovation team (2008) schat de kosten van het liquefiëren van methaan (dus zonder opwekking en zuivering van het biogas) op 10 – 14 Eurocent/liter LBM voor kleinschalige liquifactie. Dit komt overeen met een prijs van 5 – 7 Euro/GJ LBM. Volgens een position paper van GroenGasNL (2013) is de productie van bio-LNG enkel interessant bij een grote productieschaal en voor partijen die goedkoop biogas kunnen produceren. Bij de grootste onderzochte schaal (>1200 Nm3 ruw biogas/hr) zou het ruwe biogas (bij gemiddelde kosten per processtap) maximaal 0,11 euro/Nm3 mogen kosten en bij de meest optimistische prijzen voor de opwerkingsstappen 0,22 euro/Nm3. Bij de verkoop van het bio-LNG is het voor producenten van belang om een langjarige relatie aan te gaan met de afnemer of handelaar en goede prijsafspraken te maken over de groenwaarde van het product. Het voordeel voor de producent moet dan nog uit het Nederlandse bioticket-systeem komen omdat de marge bij de productie zeer klein is. Uitgaande van de gemiddelde kosten voor opwerken en liquefiëren van biogas en transport naar het tankstation blijft er relatief weinig geld over om het biogas te produceren om te kunnen concurreren met fossiel LNG. Voor de business case blijkt vooral de prijs van het ruwe biogas van belang. Het is raadzaam vooraf goed de druk en temperatuur van het af te leveren bio-LNG te bepalen omdat deze in hoge mate bepalend zijn voor de kosten van opwerking en liquefactie van het ruwe biogas.

BIJLAGE 3: FINALE OPMERKINGEN

Dit rapport komt overeen met wat het BBT-kenniscentrum op dit moment als de BBT en de daaraan gekoppelde aangewezen aanbevelingen beschouwt. De conclusies van de BBT-studie zijn mede het resultaat van overleg in het begeleidingscomité maar binden de leden van het begeleidingscomité niet.

Deze bijlage geeft de opmerkingen of afwijkende standpunten die leden van het begeleidingscomité en de stuurgroep namens hun organisatie formuleerden op het voorstel van eindrapport. Volgens de procedure die binnen het BBT-kenniscentrum van VITO gevolgd wordt voor het uitvoeren van BBT-studies, worden deze opmerkingen of afwijkende standpunten niet meer verwerkt in de tekst (tenzij het kleine tekstuele correcties betreft), maar opgenomen in deze bijlage. In de betrokken hoofdstukken wordt door middel van voetnoten verwezen naar deze bijlage.