

Visiedocument LNG



LNG

Inleiding | De Projectgroep KANS geeft met dit visiedocument een verkenning van de eigenschappen en mogelijkheden van LNG. De koeltechniek is een van de cruciale schakels bij winning, transport, opslag en verwerking van LNG. In Nederland zal de voorgenomen reductie van aardgaswinning resulteren in een toename van het gebruik van LNG. Hierdoor komt in Nederland een grote hoeveelheid koude beschikbaar in het temperatuurgebied van -162°C tot 0°C en ontstaat een groeiend potentieel voor de verschillende koudetechnische sectoren.



Visiedocument LNG

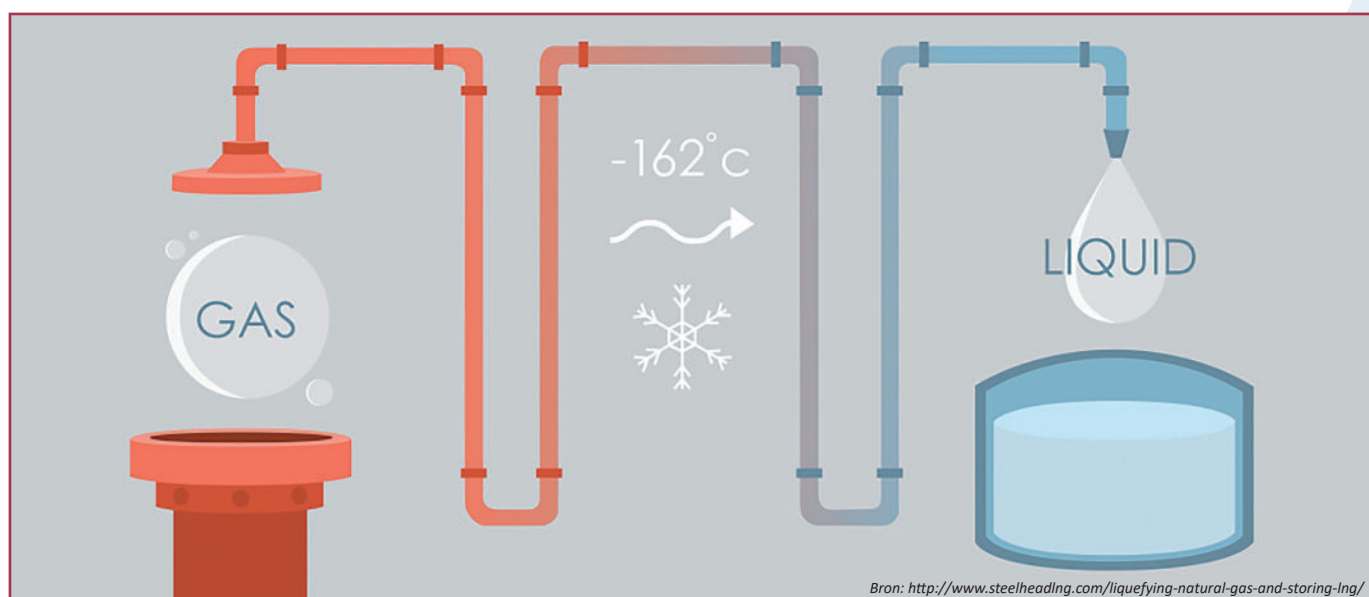
LNG staat voor Liquefied Natural Gas en bestaat voor het overgrote deel uit methaan. Daarnaast bevat het restgasen zoals ethaan, propaan, butaan en stikstof. LNG is een fossiele brandstof en ondanks dat het schoner is dan de conventionele brandstoffen, mag het niet als 'groen of duurzaam' worden beschouwd. LNG is niet hetzelfde als CNG (Compressed Natural Gas) of LPG (Liquefied Petroleum Gas). CNG is vloeibaar gemaakt aardgas onder een hoge druk, LPG is

tachtig is het aantal bewezen reserves aardgas sterk gestegen en werd eind 2005 geraamd op circa 180.000 miljard m³, wat overeenkomt met 60 jaar wereldwijde consumptie.

Nederland is, mede door de aanwezigheid van een aantal grote gasbronnen, een land met een fijn vertakt gasnetwerk en een belangrijke schakel in de ontwikkelingen rondom LNG. In Noordwest-Europa, waaronder Nederland,

De koeltechnische en energetische mogelijkheden van LNG liggen op het vlak van hervergassing op de plaats van transport en verbruiker. De verdampingswarmte van LNG bedraagt ca. 512 kJ/kg, bij opwarming naar 0°C bedraagt het enthalpieverschil 854 kJ/kg. Samen komt dit overeen met ruim 2% van de verbrandingswarmte van LNG.

De regelgeving voor LNG is op verschillende niveaus geregeld. Op Europees gebied zijn



een mengsel van propaan en butaan. CNG en LPG worden voornamelijk gebruikt als brandstof in motoren voor onder andere auto's, heftrucks en boten.

Bij een normale atmosferische druk heeft LNG een kooktemperatuur van -162°C. LNG is geurloos, niet giftig en niet corrosief. In vloeibare vorm heeft het medium een 600 keer kleiner volume dan in gasvorm. (1 liter LNG = 600 liter gas), daardoor is LNG veel efficiënter op te slaan en te transporteren. LNG is uitsluitend brandbaar als het na verdamping in aanraking komt met een ontstekingsbron en de hoeveelheid gas in de lucht tussen de 5 en 15 procent ligt.

De verbrandingswarmte van LNG bedraagt ongeveer 50 MJ/kg, die van ruwe aardolie circa 42 MJ/kg. Dit betekent dat per gewichtseenheid de LNG-verbrandingswarmte 20% hoger is dan die van olie. In 2015 bestond de wereldwijde primaire energiebalans voornamelijk uit olie (32%), kolen (28%) en aardgas (22%). Sinds de jaren

neemt de productie van aardgas af, terwijl de vraag zal blijven bestaan. Vanuit andere regio's moet gas worden ingevoerd, per pijpleiding in het bijzonder uit Rusland, en door aanvoer van vloeibaar aardgas (LNG). Er komt steeds meer LNG beschikbaar, doordat op veel plaatsen in de wereld, onder andere de Verenigde Staten, Australië en Qatar, de komende jaren nieuwe productiefaciliteiten in gebruik worden genomen. De verwachting is dat dit tot lagere prijzen voor LNG zal leiden, waardoor LNG steeds sterker kan concurreren met aardgas dat per pijpleiding wordt aangevoerd.

LNG wordt opgeslagen in terminals, zoals de "GATE-terminal" in Rotterdam of de geplande terminal in de Eemshaven. In Nederland wordt LNG op dit moment voornamelijk gebruikt als brandstof voor vrachtwagens, autobussen, treinen en scheepsmotoren en in mindere mate voor andere doeleinden zoals verwarming en industrie. Vanaf het moment dat LNG geproduceerd is, wordt het niet meer actief gekoeld. Het LNG blijft koud, doordat het altijd opgeslagen is in dubbel geïsoleerde vacuüm opslagtanks. Ook blijft het gas koud door het auto-refrigeration proces (automatische koelproces) door afname.

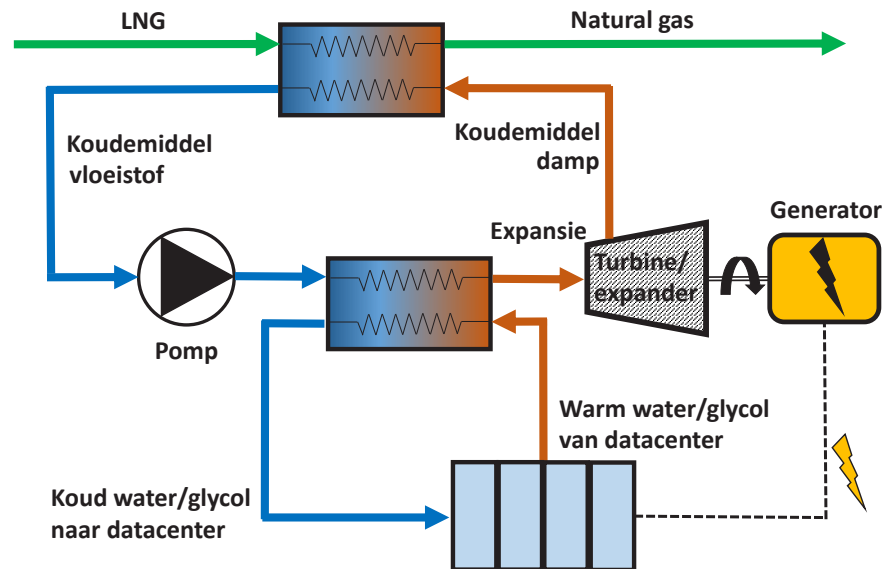
onder andere de Richtlijn Drukapparatuur (PED), de machinerichtlijn en de ATEX-richtlijn van toepassing. Alle componenten van een LNG-aflieverinstallatie moeten zijn voorzien van CE-markering wanneer deze worden toegepast in een toepassingsgebied vallend onder een van de richtlijnen vermeld op de website van de Europese Commissie. Binnen de publicatiereeks gevaarlijke stoffen zijn de PGS33-1 (aflieverinstallaties van vloeibaar aardgas (LNG) voor motorvoertuigen) en de PGS33-2 (een aanvullend document voor het ontwerpen, realiseren en beheren van LNG-bunkerinstallaties op het land en op een drijvende inrichting) van toepassing. De PGS-richtlijn is geen op zichzelf staande wet of regel, maar er kan wel in de wet naar verwezen worden. Hierdoor is het wel degelijk een richtlijn waaraan de bedrijven die met LNG werken zich moeten houden. Andere wetten en regels die van toepassing zijn, zijn bijvoorbeeld de Wet Milieubeheer, Activiteitenbesluit, BEVI, REVI en de arbeidsomstandighedenwet. Aan de hand van enkele praktijkvoorbeelden en studies willen we de ondernemingen in de Nederlandse koudetechnische sector attenderen op de mogelijkheden die in het verschild liggen.

Casus 1: TeraCool

Een opvallend concept van het Amerikaanse TeraCool waarbij de koude van een opslagfaciliteit voor vloeibaar aardgas (LNG) en de warmte van een datacenter aan elkaar gekoppeld worden. TeraCool ontwikkelde een concept na een milieuraportage bij een LNG-opslagbedrijf in de Amerikaanse stad Boston. Medewerkers zochten een manier om de restkoude nuttig te gebruiken.

Om aardgas vloeibaar te maken, wordt het gekoeld tot -162 graden Celsius en daarna opgeslagen in grote tanks. Bij de toevoer naar het aardgasnet moet het LNG eerst weer in gasvorm worden gebracht. Deze hervergassing vindt vaak nog plaats door een deel van het gas te verbranden. Deze energie kan efficiënter gebruikt worden door de vloeistof te verdampen in een warmtewisselaar, waarbij de verdampingswarmte in nuttig koelvermogen omgezet wordt.

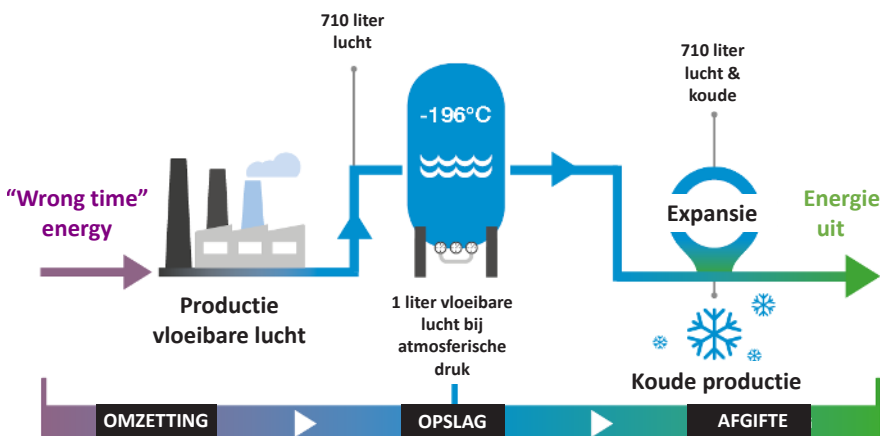
Een gemiddelde terminal voor vloeibaar aardgas heeft voldoende capaciteit om een datacenter te koelen. De terugverdientijd is



ongeveer twee jaar. In het businessmodel gaat de startup uit van de koudebehoefte bij grote technologiebedrijven als Google en Facebook

en zoekt nu nieuwe mogelijkheden het concept toe te passen.

Casus 2: Vloeibare lucht of vloeibare stikstof als energiedrager



Normaal gesproken is koude alleen beschikbaar voor bedrijven in de buurt van de LNG-terminal, en deze slechts beschikbaar wanneer ook daadwerkelijk LNG wordt vergast. Hierdoor

wordt de hoeveelheid koude die op een efficiënte manier gebruikt kan worden beperkt. De sleutel tot meer effectief gebruik van deze koude is om de productie en consumptie van koude los te koppelen.

Een alternatief voor het directe gebruik van "afval koude" van LNG door hervergassing is

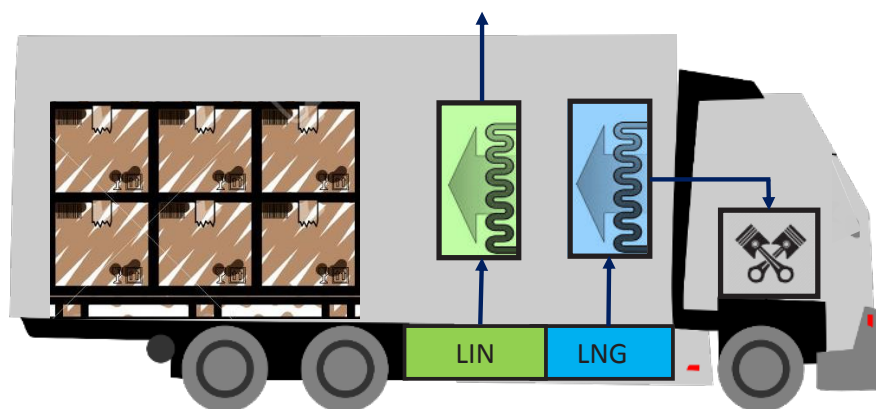
door dit te combineren met de productie van vloeibare lucht (LAIR) of vloeibare stikstof (LIN) als energiedrager. Zowel vloeibare lucht, - als vloeibare stikstof kunnen geproduceerd worden door het koelvermogen van de LNG-hervergassing in te zetten. Hierdoor worden de energie en de kosten die nodig zijn voor het vloeibaar maken van lucht of stikstof aanzienlijk verminderd. Door toepassing van opslag en vervoer naar elders kan de vloeibare lucht of stikstof bij koudevraag weer worden ingezet.

Nog een stap verder gaat de Dearman motor, een innovatie van Dearman Engine Company. De motor wordt aangedreven door de fasewisselingsexpansie van vloeibare lucht of vloeibare stikstof. Omdat de Dearman motor zowel aandrijfvermogen als koelvermogen produceert uit dezelfde eenheid 'brandstof', kan deze dienen als een efficiënte en nul-emissie transportkoeleenheid (TRU) ter vervanging van de sterk vervuilende secundaire dieselmotoren die tegenwoordig op vrachtwagens worden gebruikt voor gekoelde transporten.

Casus 3: Conventionele dampcompressie systeem (VCS)

In steeds meer steden worden milieuzones ingesteld waarbij strenge normen worden gehanteerd op CO₂ uitstoot. Op LNG rijdende voertuigen worden, vanwege de schone verbranding, beschouwd als een veelbelovende vervanging van de diesel voertuigen. Voor gekoelde voertuigen is een bijkomend voordeel dat de benodigde verdampingswarmte van LNG gebruikt kan worden voor de transportkoeling. Er is veel onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van "zelf koelende" koelwagens door het terugwinnen van koelvermogen uit de verdamping van de LNG als motorbrandstof. Dit heeft geresulteerd in een aantal concepten die recent in de markt zijn gezet, zoals Blueze CTL2 van Air Liquide.

De koelcapaciteit door de verdamping van LNG bedraagt 3 tot 4 kW per kg. Wanneer de LNG koeling ontoereikend is zal een tweede circuit, dat gebruik maakt van koeling door vloeibare stikstof (LIN), worden aangesproken. De vloeibare stikstof wordt opgeslagen in een reservoir van zeer lage, cryogene temperatuur dat zich onder het voertuig bevindt. De stikstofgassen worden uitgestoten in de vrije lucht (buiten de vrachtwagen) zodat de samenstelling van de atmosfeer in het voertuig niet wordt gewijzigd. Deze gassen zijn per definitie niet vervuilend voor het milieu.



Conclusie /aanbeveling | Door het terugbrengen van de winning van aardgas uit de Nederlandse aardgasvelden zullen op korte termijn veel alternatieven voor gasvoorziening nodig zijn. Dankzij de gasproductie en -opslag, en het beschikbare netwerk van pijpleidingen (de zogenaamde gasrotonde) heeft Nederland een sterke uitgangspositie voor LNG. LNG-technologie ontwikkelt zich voortdurend om tegemoet te komen aan de toenemende vraag en vereist het gebruik van steeds complexere systemen. LNG biedt kansen voor de koeltechnische sector. Hiervoor is onderzoek nodig om integratie van benodigde verdampingswarmte optimaal te kunnen benutten in verschillende koudekringloop-concepten.

Bronnen |

- International Energy Agency (IEA) (2017) World Energy Balances 2017: Overview. Geraadpleegd via <https://webstore.iea.org/world-energy-balances-2017-overview>.
- Tan, H., Li Y. & Tuo, H. (2014) Theoretical and experimental study on a self-refrigerating system of LNG-fueled refrigerated vehicles. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 20:192-199.
- Yand, H.K. & Wu, S.C. (2003) Design analysis of a refrigerated warehouse using LNG cold energy. *International Journal of Architectural Science*, 4 (1), 14-23.
- IEEE (2014) To Zero Out Data Center Air Conditioner Bills, Build It Next to an LNG Port. Geraadpleegd via <https://spectrum.ieee.org/energywise/computing/it/to-zero-out-data-center-air-conditioner-bills-build-it-next-to-an-lng-port>.
- Peters, T. (2016) The best use of waste cold from LNG re-gasification – Liquid air as an energy vector. Geraadpleegd via https://setis.ec.europa.eu/system/files/integrated_set-plan/bham_input_action6_0.pdf.

Meer informatie | Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met de projectgroep Kans via info@nvkl.nl tel. 088 - 40 08 490