

Lng-koudevalorizatie : uitdaging en noodzaak voor zeebrugge

ir. J. Maertens,
Manager Frigovalor nv

1. Het vloeibaar aardgas

Enkele jaren terug heeft België geopteerd om zijn bevoorrading in aardgas gedeeltelijk veilig te stellen via de import van vloeibaar aardgas, afgekort LNG naar de Engelse benaming : Liquefied Natural Gas. Elk gas wordt bij voldoende afkoeling vloeibaar. Voor aardgas, dat in hoofdzaak uit methaan bestaat, gebeurt dit onder atmosferische druk bij een temperatuur van -162°C . In die toestand neemt het een gereduceerd volume in dat

ongeveer 600 maal kleiner is. Daardoor wordt het mogelijk om in de beperkte ruimte van een schip een zeer grote hoeveelheid gas te vervoeren. Bij aankomst wordt dit vloeibaar gas opgeslagen in grote geïsoleerde opslagtanks. Om het terug in gastoestand te brengen moet warmte aan het LNG toegevoegd worden. Dit kan door het LNG in een warmwaterbad te brengen, wat men in vaktermen : ' ondergedompelde branders ' noemt, of door grote hoeveelheden zeewater over een grote radiator te laten lopen waar binnenin het LNG geleidelijk opwarmt : ' zeewater hervergassing ' genaamd. Deze beide hervergassingsmethoden doen een beroep op het verbruik van primaire energie : in het eerste geval moet ongeveer 1,5 % van het gas verbrand worden, in het tweede geval wordt de nodige hervergassingswarmte onttrokken aan het zeewater ten koste van een groot verbruik aan pompenergie. Figuur 1 stelt schematisch de werking van de LNG-terminal voor. De bijkomende gegevens hebben betrekking op de terminal te Zeebrugge.

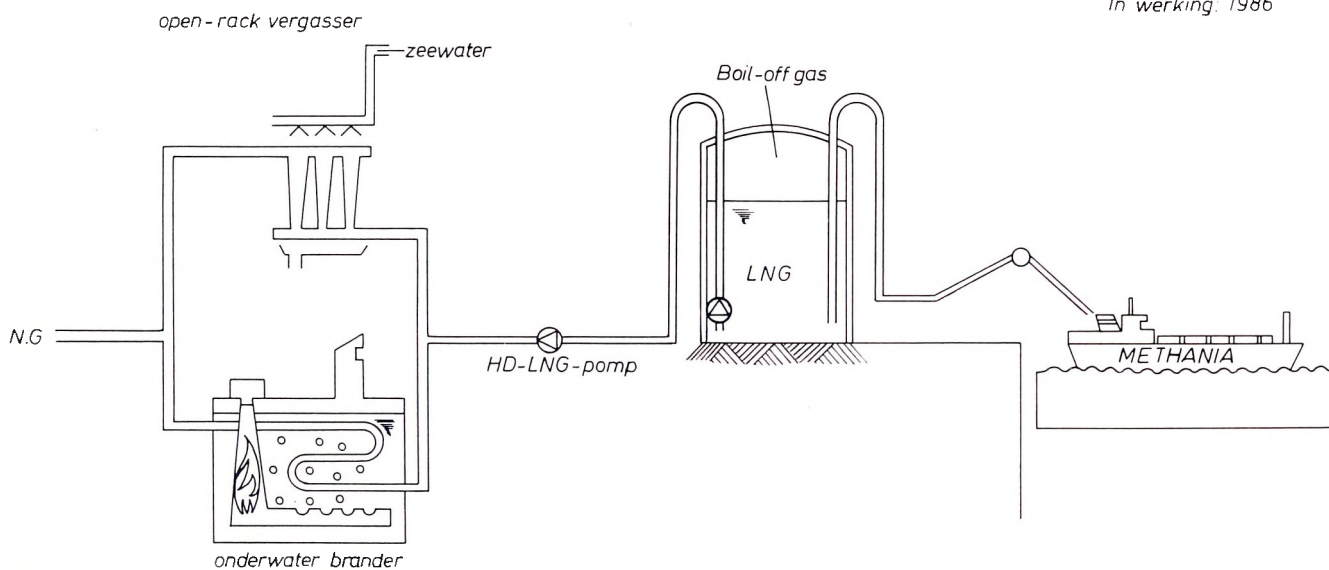
De benodigde hervergassingswarmte bedraagt ongeveer 586 kJ/Nm^3 . Bij een hervergassingsdebiet van $570.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ moeten dus 334 GJ/h^1 aan het LNG toegevoegd worden. Indien men het zeewater met 4°C kan afkoelen moet men per uur 20.000 m^3 zeewater oppompen.

De SYMARINDUS-studie², die in 1977 in opdracht van de heer Marc Eyskens, toenmalige Staatssecretaris

¹ GJ =Giga Joule of 1 miljard Joule.

² Symarindus : De energiefunctie van de Belgische Kust en de maritieme industrialisering. WES, 1977.

LNG - TERMINAL ZEEBRUGGE



Bouwtijd: 1981-85
Opp. terminal : $\pm 32 \text{ ha}$
In werking: 1986

Hervergassing

Maximum debiet: $900.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Nominaal debiet: $670.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Jaargemiddelde: $570.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Hervergassingswarmte: 386 kJ/Nm^3

Onderwaterbranders: 1,4% NG

Zeewaterdebiet $\Delta t 4^{\circ}\text{C}$: $20.000 \text{ m}^3/\text{h}$

Opslag

Opslagkapaciteit: $4 \times 87.000 \text{ m}^3$

Hervergassingsdruk: 85 Bars

Transport

Gasinvoer: $5 \cdot 10^9 \text{ Nm}^3/\text{jaar}$

of: $8,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \text{ LNG}$

Kapaciteit Methania: $129.400 \text{ m}^3 \text{ LNG}$

Heen- en terugreis: ± 10 dagen

Lostijd: < 13 uur

Loskapaciteit: max. $14.000 \text{ m}^3/\text{h}$

voor Streekeconomie, verscheen heeft de aandacht gevestigd op de unieke kansen voor innovatie die door de aanwezigheid van het LNG te Zeebrugge geboden worden. In analogie met wat in Japan en Frankrijk reeds gerealiseerd werd, wordt er voorgesteld om de LNG-koude te valoriseren in industriële processen met gelijktijdige hervergassing van het LNG. Met dit doel werd in 1980 Frigovalor nv opgericht. Haar taak is het deze toepassingsmogelijkheden te bestuderen, ze te promoten en desnoods zelf te realiseren.

Deze bijdrage weze dan ook een evaluatie van de geboden kansen. Aan de hand van een theoretische beschouwing over de kwaliteit van de energie wordt de koudevalorisatie besproken en worden voorstellen gemaakt voor een mogelijke aanwending, gezien in het licht van de industrialisering van de achterhaven van Zeebrugge.

2. Thermodynamische beschouwingen over de kwaliteit van de energie

Tussen twee oneindige bronnen op een verschillende temperatuur kan men zich steeds een reversibel kringproces indenken waarbij warmte uit de warme bron omgezet wordt in arbeid en waarbij warmte overgedragen wordt aan de koude bron. Een dergelijk kringproces wordt een Carnot-kringproces genoemd. Uit de studie van het Carnot-proces weten wij dat de omzetting van warmte in arbeid als volgt kan berekend worden :

$$dW = \frac{T_U - T_{LNG}}{T_{LNG}} \cdot dQ_{LNG}$$

waarbij dW de arbeid is, door het stelsel geleverd bij de overdracht van een hoeveelheid warmte dQ_{LNG} aan het vloeibaar aardgas, dat zich op een temperatuur T_{LNG} bevindt $< T_U =$ de omgevingstemperatuur, eveneens uitgedrukt in absolute temperatuur.

Voor iedere temperatuur dat het aardgas doorloopt tijdens zijn opwarming kan aan een dergelijk kringproces gedacht worden. Indien nu de opwarmingskurve van het LNG gekend is, kan men door integratie de totale arbeid berekenen die vrijkomt tijdens de opwarming van het LNG tot de omgevingstemperatuur.

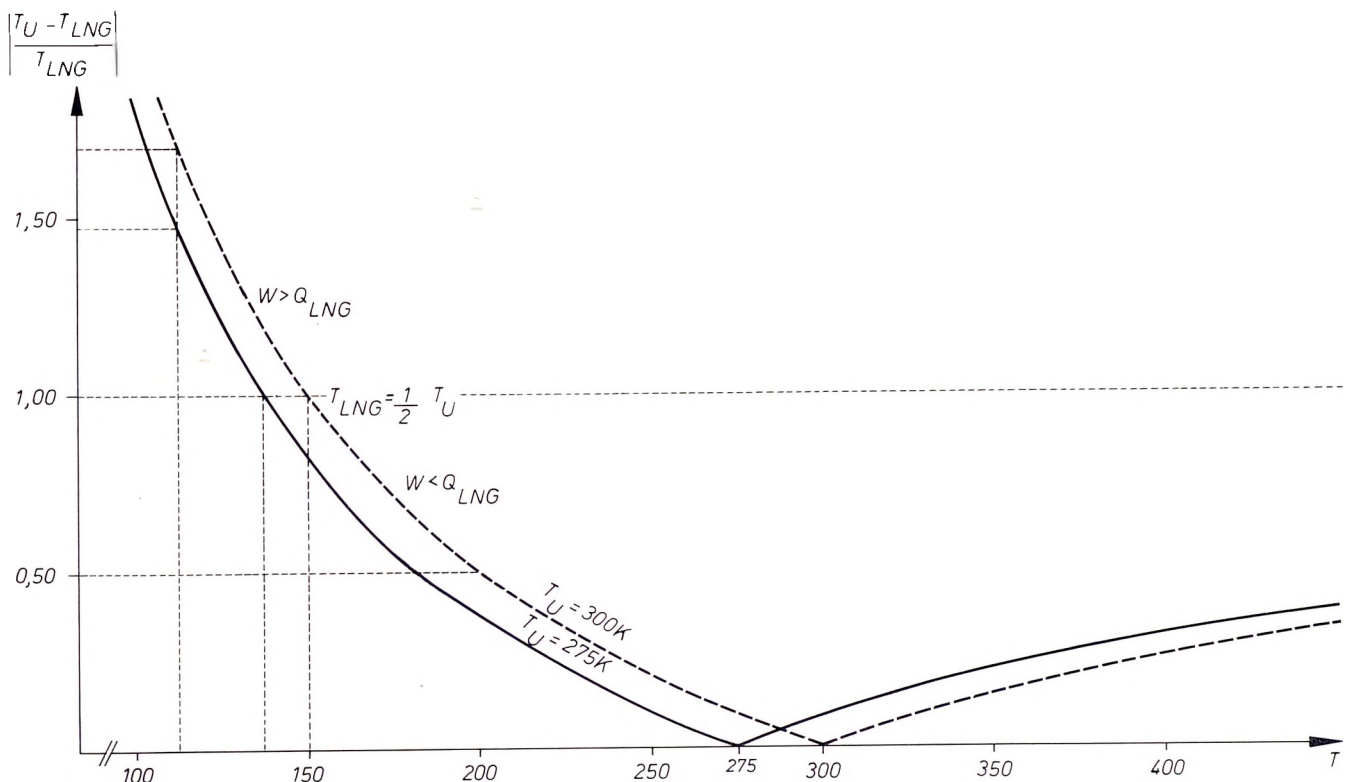
In de hogerstaande vergelijking duidt de term $\frac{T_U - T_{LNG}}{T_{LNG}}$ de exergie aan van één joule aanwezig op een

temperatuur T_{LNG} . In figuur 2 hebben wij de evolutie weergegeven van de exergie voor alle temperaturen $< T_U$ en dit bij verschillende omgevingstemperaturen. Zij werd ter verduidelijking van de discussie doorgetrokken voor het geval dat de Joule aanwezig is op een temperatuur hoger dan de omgevingstemperatuur. Deze grafiek leert ons :

a) $T_{LNG} < T_U$

In de mate dat het temperatuurverschil tussen het LNG en de omgevingstemperatuur kleiner wordt, wordt het moeilijker om arbeid uit het kringproces te onttrekken en wordt een grotere hoeveelheid warmte uit de omgeving aan het LNG overgedragen. Het omgekeerde is echter ook waar wanneer men de koude-productie of het koelproces beschouwt. In het temperatuurgebied $1/2 T_U < T_{LNG} < T_U$

Exergie van één joule in functie van de temperatuur waarop zij beschikbaar is



is het koeleffect > 1 en wordt dus een groter koude-equivalent geproduceerd per Wh arbeid. Voor het temperatuurgebied $T_{LNG} < 1/2 T_U$ is het koeleffect < 1 of de omzetting van arbeid in koude geschiedt er met een negatief rendement.

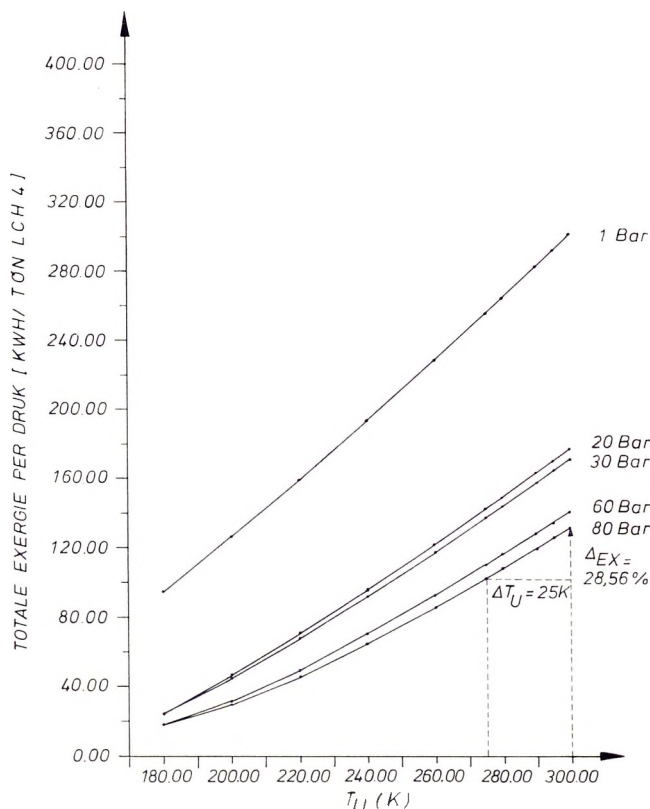
Bij stijgende omgevingstemperatuur stijgt de exergie of de omzetbaarheid van koude energie in arbeid neemt toe.

b) $T > T_U$

In dit temperatuurgebied is de exergie steeds kleiner dan de warmte die aan het stelsel toegevoegd wordt. Naarmate de T_U daalt, stijgt de exergie, zij wordt maximaal = 1 voor T_U gelijk aan het absolute nulpunt.

De verdampingswarmte, die door het gas opgenomen wordt, is afhankelijk van de druk waarbij de hervergassing geschiedt. Wanneer deze druk beneden de kritische druk gekozen wordt dan zal een gedeelte van de hervergassing geschieden onder coëxistentie van vloeibare en gasvormige fase. Dit gebeurt onder een isotherme toestandsverandering wat de mogelijkheid tot energie-rekuperatie gevoelig doet toenemen. Wordt de hervergassingsdruk boven de kritische druk gekozen dan zal de overgang van vloeibare fase naar gasvormige onopgemerkt geschieden waardoor het gevaar voor trillingen in het systeem gevoelig vermindert. Uit figuur 3 blijkt overduidelijk de invloed van de hervergassingsdruk en de omgevingstemperatuur op de haalbaarheid om het koude-potentieel in een andere energievorm om te zetten. Hoe hoger die druk, des te kleiner de rekuperatiemogelijkheden, hoe hoger T_U , des te groter de valorizatiemogelijkheid van de LNG-koude.

Totale beschikbare exergie bij het hervergassen van zuiver methaan in functie van T_U en bij verschillende hervergassingsdrukken.



3. LNG-koudevalorizatie

De LNG-koude kunnen wij onder twee vormen valorizeren : rechtstreeks als koelmiddel of onrechtstreeks als koude bron bij de opwekking van elektriciteit. De hoger vermelde thermodynamische beschouwingen maken het voor iedereen duidelijk dat wij er alle voordeel bij hebben om deze koude zoveel mogelijk als dusdanig te gebruiken, voornamelijk in deze processen waar die diepe koude gewenst is. De investerings- en de produktiekosten van de lage temperatuur zijn immers zeer groot. De discussie omtrent de aanwendbaarheid van deze koude in industriële processen wordt echter bemoeilijkt door de problemen van *veiligheid, beschikbaarheid en hoeveelheid*.

Uit *veiligheids*overwegingen moet men beslissen om deze koude via een tussenfluidum over te brengen. Zo wordt de LNG-koude eerst aangewend in de productie van vloeibare stikstof of droog ijs (koolstofdioxide). Deze tussenstap is weliswaar een hulp in het wegwerken van ongelijke verbruikspatronen : de koude-productie is rechtstreeks gebonden aan de gasvraag die niet noodzakelijk samenvalt met het *verbruiksdiagram* van een cryogene toepassing. Zij doet echter de distributie- en opslagkosten van deze koude gevoelig toenemen.

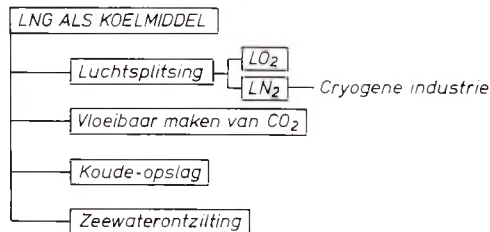
Een derde probleem is dit van de *hoeveelheid* aanwezige koude. Bij een monotone hervergassing van het LNG-kontakt, wat beantwoordt aan de verwachtingen van Distrigas, zouden per uur ongeveer 334 GJ koude vrijkomen. Deze enorme hoeveelheid koude kan door geen enkel cryogeen proces verwerkt worden. De markt van cryogene technieken is eerder klein. Juist daarom wordt uitgezien naar een onrechtstreeks gebruik van de LNG-koude door omzetting van dit koude-potentieel in elektrische energie. Deze omzetting laat een valorizatie van de LNG-koude toe. Zij is niet ideaal doch maakt een besparing van primair energieverbruik mogelijk.

Deze aanwendingsmogelijkheden willen wij nu even nader evalueren.

TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN LNG-KOUDE

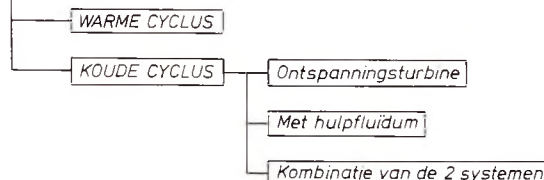
RECHTSTREEKSE

OP DRUK BRENGEN VAN HET GAS IN VLOEIBARE TOESTAND



ONRECHTSTREEKSE

OMZETTING VAN LNG-KOUDE IN ELEKTRISCHE ENERGIE



A. DIREKTE TOEPASSINGEN VAN LNG-KOUDE

1. Vermijden van kompressiekosten

Door de hervergassingsdruk zo hoog mogelijk te nemen ontstaan grote besparingen op de kompressiekosten van het gas die voor het vervoer van het gas noodzakelijk zijn. De energie nodig om vloeistof op een bepaalde druk te brengen is slechts een breuk van deze nodig in de gasfase. In Japan wordt van dit principe gebruik gemaakt in de produktie van elektrische energie bij middel van de direkte expansie van het aardgas in een ontspanningsturbine. Het LNG wordt er hervergast op een hogere druk dan deze vereist voor zijn distributie of direkt verbruik. Na vergassing wordt het aardgas in een turbine ontspannen tot de gewenste druk met omzetting van deze kompressie-energie in elektrische.

2. Toepassing van de LNG-koude in de produktie van zuurstof en stikstof

Algemeen wordt aangenomen dat de LNG-koude het best gevaloriseerd wordt in een luchtsplitsingseenheid en dit voor zover de eindprodukten onder vloeibare vorm kunnen gekommercialiseerd worden. Het onderzoek naar de kansen van de vestiging van een dergelijke eenheid te Zeebrugge, naar aanleiding van de bouw van de LNG-terminal, is dan ook een prioritaire opgave. Haar aanwezigheid kan de verdere industrialisering van het havengebied richten en bevorderen.

Uit de toepassing van het Carnot-principe weten wij dat de theoretische arbeid die vereist wordt om één calorie op omgevingstemperatuur T_U naar een lagere temperatuur

$T < T_U$ te brengen gelijk is aan
$$\frac{T_U - T}{T}$$

Indien deze calorie beschikbaar gesteld wordt op een temperatuur T_{LNG} waarbij $T < T_{LNG} < T_U$, dan is daartoe

de vereiste arbeid
$$\frac{T_U - T}{T_{LNG} - T}$$
 malen kleiner.

Dit principe wordt nu toegepast bij het vloeibaar maken van stikstof. Daartoe wordt de gasvormige stikstof bij het verlaten van de destillatiekolom eerst samengedrukt, om na afkoeling in een warmtewisselaar met het LNG, bij ontspanning, vloeibaar te worden. Dit samendrukken van de stikstof is noodzakelijk omdat stikstof vloeibaar wordt bij een lagere temperatuur dan het LNG. Deze vloeibare stikstof wordt dan gedeeltelijk teruggebracht naar de destillatiekolom waar zij instaat voor de afkoeling van de lucht zodat vloeibare zuurstof gevormd wordt.

In deze toepassing wordt alleen gebruik gemaakt van de hoogwaardige frigorieën (-162°C tot -100°C). De afkoeling van de stikstof tegen het LNG stelt geen bijzondere problemen aan de veiligheid van de terminal, zelfs bij het lekken van het LNG in de warmtewisselaar, en dit wegens de inerte eigenschappen van het stikstof.

Teoretisch zou men ook de inlaatlucht kunnen afkoelen, waarbij men ook de laagwaardige frigorieën zou kunnen aanwenden. Hier stoot men echter op een dubbele moeilijkheid: een veiligheidsaspect en een technisch probleem. De aanwezige zuurstof zou oorzaak zijn van het vormen van een ontplofbaar mengsel bij het lekken van het LNG in de warmtewisselaar en anderzijds zullen de vochtigheid en de CO_2 eerst uit de lucht moeten verwijderd worden om ijsvorming bij de inlaat te

verhinderen. De bijkomende investeringen voor de absorbers zullen de verhoopde winst bij de produktie van gasvormige elementen te niet doen.

Algemeen kan men stellen dat voor de produktie van gasvormige zuurstof en stikstof de aanwending van LNG-koude geen noemenswaardig voordeel biedt. Alleen bij de produktie van zuurstof en stikstof in vloeibare vorm, LOX (Liquid Oxygen) en LIN (Liquid Nitrogen) heeft deze toepassing een zeer groot belang.

De vloeibare stikstof kent een stijgend aantal toepassingen. De aanwezigheid te Zeebrugge van een goedkope bron voor vloeibare stikstof zou aanleiding kunnen geven tot de vestiging van cryogene activiteiten zoals: de verwerking van autowrakken, autobanden, het invriezen van voedingswaren (visserij), het droogvriezen, de oprichting van een bloedbank, het opslaan van goederen die op zeer lage temperatuur moeten bewaard worden, het koelhouden van containers, en dergelijke meer.

Vloeibare zuurstof wordt als dusdanig niet aangewend in de industrie. Het is een hulpmiddel in de distributie voor relatief kleine verbruikers, de grote zijn meestal rechtstreeks per pijpleiding met de luchtsplitsingseenheid verbonden.

De vestiging te Zeebrugge van de luchtsplitsingseenheid kan dan ook maar overwogen worden wanneer in de onmiddellijke omgeving zich een groot verbruiker zou vestigen of wanneer een aansluiting op het bestaande pijpleidingennet kan overwogen worden. Deze discussie is dan ook sterk gebonden met de ontwikkeling van Seabulk, de vestiging van een nieuwe kookfabriek en de daarbijgaande discussie omtrent de valorisatievormen die aan het kooksofengas gegeven worden.

3. Vloeibaar maken van koolstofdioxide

CO_2 wordt zeer veelvuldig toegepast in de frisdrank industrie. Het wordt ook als koelmiddel gebruikt. De marktvoorwaarden voor een uitbreiding van de produktiekapaciteit zijn gunstig. Ook de LNG-koudetechnologie kan zeer nuttig toegepast worden bij de produktie van CO_2 in vloeibare vorm. Zeebrugge heeft tot nu toe geen voldoende en goedkope bron van CO_2 om aan een dergelijke toepassing te denken.

4. Diepvriescentrum

De technologie is aanwezig om de restkoude bij de opwarming van het LNG naar de achterhaven te brengen. Door het aanleggen van een cryogene leiding tussen de LNG-terminal en de achterhaven kan men bij middel van een koelmiddel deze koude overbrengen naar een diepvriesruimte. Gezien echter de te overbruggen afstanden en onderwaterdoorgangen is deze investeringskost alleen te verwezenlijken wanneer meerdere gebruikers op een dergelijke leiding kunnen aangesloten worden. De besparingen vloeien voort uit het gevoelig dalen van de werkingskosten, waarbij de kompressiekost van het koelmiddel vervangen wordt door het overwinnen van de drukverliezen in de leidingen van het koelmiddel.

5. Zeewaterontziltling.

Bij het bevriezen van zeewater worden kristallen van zuiver water gevormd. Door het verwijderen en het smelten van deze kristallen bekomt men zuiver water. Gezien de smeltwarmte van water veel kleiner is dan de verdampingswarmte is het normaal dat dit systeem energievriendelijker is dan de systemen steunend op de verdamping van

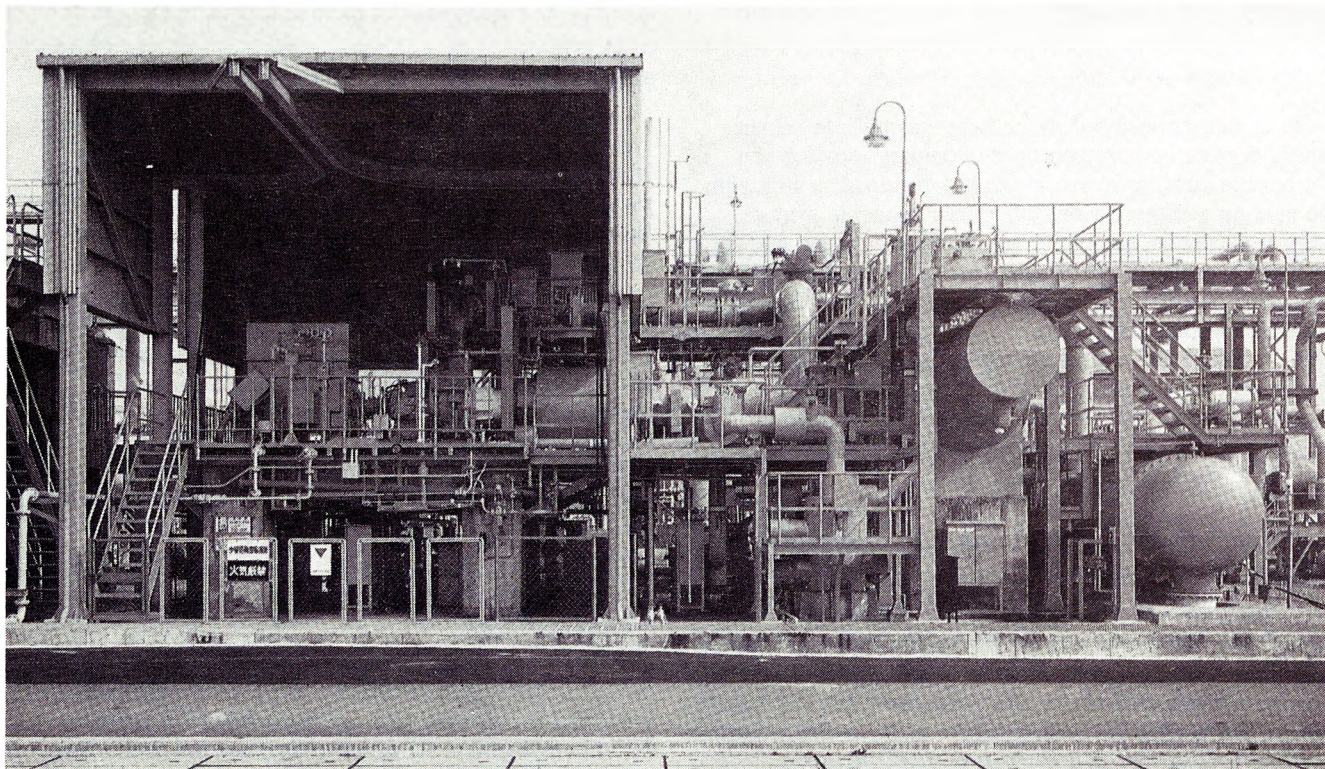


Foto Tokyo Oxygen and Nitrogen Cy

LNG-Plant

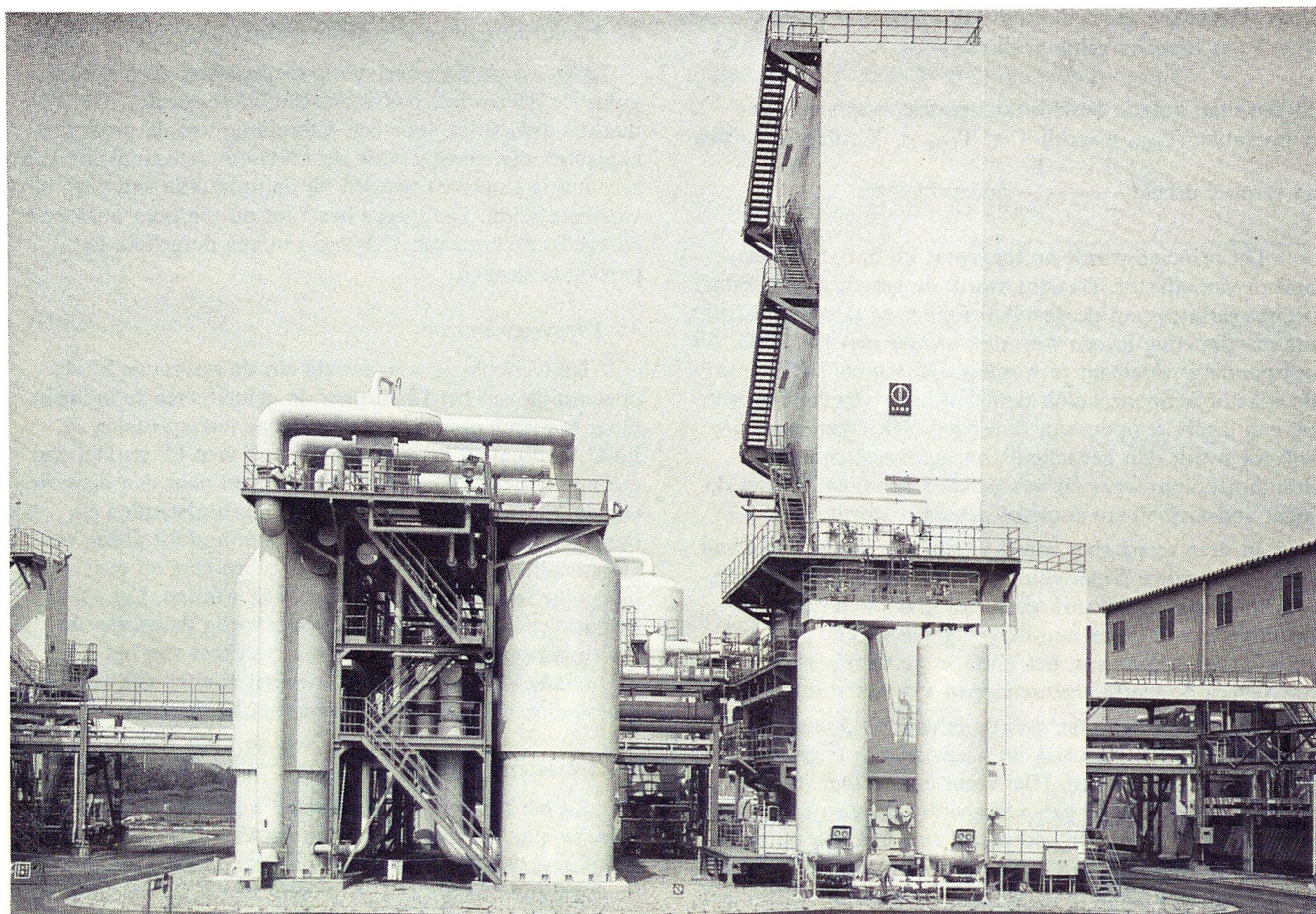


Foto Archief Osaka Gas Engineering Cy Ltd

Centrale op LNG-koude

zeewater. In een uitvoerig artikel van de hand van Ir G. Van Roosbroeck in 'West-Vlaanderen Werkt' (januari-februari 1981) werd deze technologie en zijn koppeling met de LNG-terminal uitvoerig beschreven.

B. ONRECHTSTREEKSE TOEPASSINGEN VAN DE LNG-KOUDE

In deze technologie wordt de LNG-koude als condensatiemiddel aangewend bij de produktie van elektrische energie. Uit de algemene beschouwingen van de Carnot-cyclus blijkt dat het rendement stijgt met een stijgend temperatuurverschil tussen de twee warmtebronnen. Het rendement wordt theoretisch gelijk aan één, wanneer de temperatuur van de koude-bron gelijk wordt aan het absolute nulpunt. Het is dan niet te verwonderen dat de aanwezigheid van een bron op -162°C velen er toe aangezet heeft om een cyclus uit te denken waarbij men nuttig van deze koude gebruik maakt. Al naargelang men een beroep doet op de verbranding van primaire energie of niet, worden deze cyclussen als 'warme' en 'koude cyclus' bestempeld.

1. Warme cyclus

In het kader van een mogelijke inplanting van een LNG-terminal in Noord-Duitsland werd een grondige studie gedaan³ over een stikstof-kringproces waarbij de

³ GHH Sterkrade, Linde AG, EVT Energie- und Verfahrenstechnik GmbH 'LNG-Verdampfung und Stromerzeugung mit Gasturbinen im geschlossenen Prozess'.

stikstof verhit wordt tot 720°C en afgekoeld in een condensor tegen het LNG. Het berekende rendement van een dergelijke centrale is 53 % of 6.700 kJ/kWh wat een opmerkelijk resultaat is in vergelijking met een moderne 600 MW kolengestookte centrale die een rendement heeft van 39 % of 9.200 kJ/kWh. Nadelig is wel dat men omwille van de hoge temperaturen hoogwaardige en zuivere primaire energieën moet verbranden.

Door anderen werden voorstellen gedaan om het LNG op te warmen door rekuperatie van de afvalwarmte afkomstig uit gasturbines of dieselcentrales. Zij wijzen allen in de richting van een verhoogd rendement ten opzichte van de klassieke eenheden. De specifieke kapitaalsuitgave blijft vergelijkbaar met een normale niet-nucleaire investering.

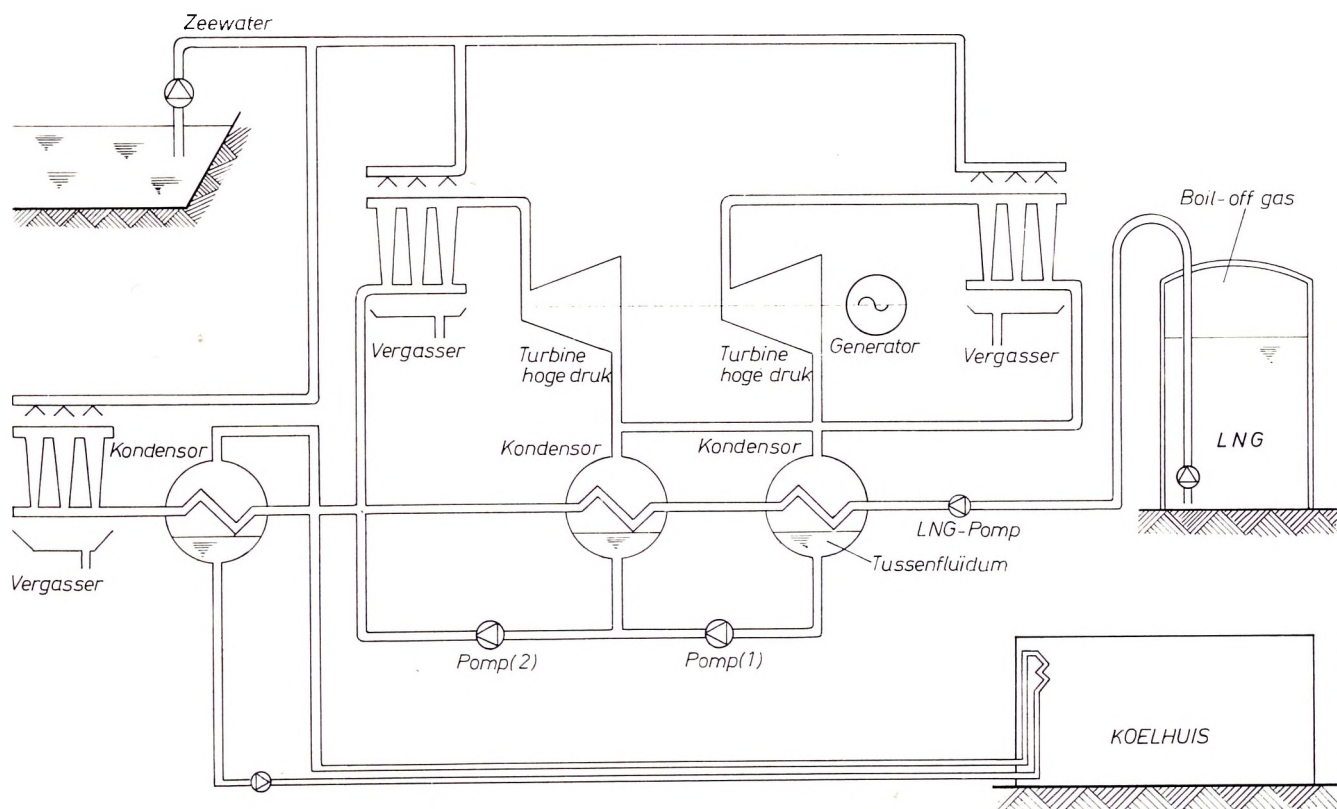
Makro-ekonomisch gezien volgt uit het verbeterd rendement een reële besparing aan primair energieverbruik. Zij heeft het bijkomend voordeel dat zij beantwoordt aan de noodzaak van spreiding van de energiebevoorrading.

2. Koude cyclus

Wanneer wij aan de hogere discussies de problemen toevoegen van de valorisatie van de geproduceerde energie in het kader van de overeenkomsten tussen de auto-producenten en de elektriciteitsbedrijven met deze van het niet-samengaan van beide verbruikspatronen, dan kan men erin komen de omzetting van de LNG-koude in elektrische energie te beperken tot de eigen behoeften van de terminal. Makro-ekonomisch blijft het fout de herwinning van de vloeibaarmakingsenergie slechts gedeeltelijk te doen.

Hoe dit nu kan geschieden wordt aan de hand van

VOORBEELD VAN KOUDE CYCLUS MET HULPFLUIDUM



figuur 5 schematisch voorgesteld. Het tussenfluidum wordt in de kondensor tegen het LNG vloeibaar gemaakt, door de pomp op de gewenste verdampingsdruk gebracht die overeenstemt met de haalbare temperaturen in de zee-waterverdamper om zich daarna te ontspannen in een ontspanningsturbine die een generator aandrijft. De cyclus, naar gelang het tussenfluidum, kan in meerdere cycli opgesplitst worden. De studie moet uitwijzen welk tussenfluidum of mengsel van fluida een condensatiecurve geeft die nauw aansluit met de opwarmingscurve van het LNG. Een dergelijke koude cyclus vergt geen verbranding en is daarbij milieuvriendelijk.

De theoretische studie van de koude cyclus toont aan dat, naargelang de samenstelling van het LNG en de wijze van konstruktie van de koude cyclus, men theoretisch per ton LNG van 21 tot 60.64 kWh kan rekupereren, of anders gezegd dat bij een monotone hervergassing van 570.000 Nm³/h de mogelijkheid bestaat om 20 MWh te produceren, wat het basisverbruik van de terminal ruimschoots overstijgt. Dit laat toe om een reële besparing aan primair energieverbruik te doen.

4. LNG-koudevalorizatie : projekt Zeebrugge

De voorgaande beschrijving toont aan dat de toepassingsmogelijkheden van LNG menigvuldig zijn. Wil men ze volwaardig laten uitgroeien dan doet men er goed aan een globaal industrialiseringsplan van Zeebrugge voor ogen te hebben. Stapsgewijze kunnen dan de nodige beslissingen genomen worden die allen convergeren naar een groter geheel. Bedenken wij daarbij dat de aanwezigheid van afvalwarmte een rechtstreekse invloed kan hebben op het concept van de LNG-terminal, wat de werkingskosten en het investeringsniveau kan mede bepalen, dan begrijpt men ten volle de noodzakelijkheid van meer duidelijkheid met betrekking tot sommige industriële initiatieven.

Berekeningen hebben aangetoond dat de meest economische hervergassing van het LNG geschiedt door vervanging van het zeewater met afvalwarmte, afkomstig uit een of ander industrieel proces. Besprekingen bewijzen dat België nood heeft aan de vernieuwing van zijn kookproductie en dat een dergelijke eenheid voldoende afvalwarmte aan de LNG-terminal ter beschikking kan stellen om de gekontrakteerde hoeveelheid LNG te vergassen in een monotone ritme.

Wat enig is voor België is de mogelijkheid tot synergie tussen de LNG-terminal en de kookfabriek. Door toevoeging van een luchtsplittingsseenheid wordt de basis gelegd van een nieuwe carbo-chemische industrie. Een cryogene behandeling van het kooksofengas laat verder de uitsplitsing toe in zijn samenstellende bestanddelen. Te Zeebrugge kan de waterstoffraktie uit het kooksofengas ofwel afzonderlijk ofwel gemengd met gasvormige stikstof gevaloriseerd worden en kan het restgas gevaloriseerd worden los van de elektriciteitsproductie.

Dit voorstel kadert in de doelstellingen die met betrekking tot de evolutie van het primair energieverbruik van Europa gesteld werden. Op de Europese top van Venetië 1980 werden door de EEG nieuwe objectieven voor een rationeel gebruik van de primaire energie opgesteld. Het was de bedoeling om de Europese energiebevoorrading minder afhankelijk te maken van de invoer van petroleumprodukten. De verwachtingen opgesteld door het 'International Energy Agency' voor het primair energieverbruik in 1990 voorzien dan ook een stijgend verbruik van kolen en aardgas, een grotere afhankelijkheid van de nucleaire energie met een dalend verbruik van olie. Gezien de kolen- en gasproductie in Europa eerder stagneert dan stijgt zal de toename van het verbruik een verdubbeling van de import van beide energiedragers tot gevolg hebben. De industriële rekonversie naar steenkolen is echter afhankelijk van de kapitalen die daartoe ter beschikking kunnen gesteld worden.

5. Besluiten

De strategie voor Zeebrugge, gezien in het licht van een diepzeehaven voor energie-aanvoer, is duidelijk op de invoer van aardgas en steenkolen te richten. De beschikbare industriegronden kunnen de steenkoolverwerkende nijverheid toegewezen worden. Het geheel sluit aan met de internationale belangstelling die de carbochemie opnieuw verkregen heeft.

In dit licht en rekening houdend met de lokale bekommernissen voor milieu- en vizuele hinder wordt met betrekking tot de LNG-koudevalorizatie voorgesteld om :

- 1) de LNG-terminal te voorzien van een luchtsplittingsseenheid als natuurlijke partner in de voorgestelde industrialisering ;
- 2) de uitwisseling koude tegen afvalwarmte te realiseren tussen de LNG-terminal en de nieuwe kookfabriek ;
- 3) daardoor de mogelijkheid te scheppen om de overige LNG-koude te valoriseren door omzetting van het koudepotentieel in elektrische energie.

De aanwezigheid van vloeibare stikstof kan dan aanleiding geven tot het toepassen van de hoger beschreven cryogene technieken zowel in de verwerking en recyclage van afvallen als in de voedingsnijverheid. Voor de valorizatie van het kooksofengas staat een brede waaier van mogelijkheden open.

Indien echter om een of andere reden dit projekt niet kan verwezenlijkt worden, dan ware het denkbaar de valorizatie van de LNG-koude te realiseren door omzetting in elektrische energie via een warme cyclus. In het licht van een dwingende eis tot diversifikatie voor wat de afhankelijkheid van de primaire energievoorzieningen betreft kan men hier ten volle de rendementsverbetering bij de elektriciteitsproductie benutten die volgt uit de aanwending van de LNG-koude.