

## DRIJVENDE LNG-FABRIEK VERANDERT HET SPEL

Meer mensen vragen om meer energie. Gelijktijdig vragen zij om schonere energie. Gas kan het antwoord zijn op beide vragen.

Van de wereldwijde consumptie van zo'n 3.000 miljard m<sup>3</sup> per jaar wordt momenteel 92 procent getransporteerd via pijpleidingen. Voor afgelegen grote gasvelden is vloeibaar gas (LNG) de meest economische transportmethode. Vorig jaar werd zo 240 miljard m<sup>3</sup> vervoerd.

Ver op zee en ver van de grote markten liggen gasvelden die met de conventionele LNG-technologie oneconomisch zijn, met name door de hoge kosten van een leidingnetwerk naar een op land gelegen LNG-complex waar het gas vloeibaar wordt gemaakt. 'Gestrand gas' is de omschrijving. Een drijvende LNG-installatie (FLNG = *Floating LNG*) kan deze gasreserves vlot trekken.

Tot heden is FLNG vooral een theoretisch antwoord, maar Shell werkt hard om het concept tot realiteit te brengen. In Nederland, Frankrijk, Zuid-Korea, Maleisië, Singapore en Australië zijn inmiddels al zo'n vijfhonderd mensen bezig met dit project. Neil Gilmour, bij Shell Upstream International general manager Floating LNG: "Al bijna vijftig jaar is Shell 's werelds beste en grootste ontwikkelaar, exploitant en verkoper van LNG; met de FLNG-technologie willen we die koppositie versterken. Door de totale integratie en optimalisering van technologie, marketing, verkopen en sterke partnerschappen door de hele waardeketen heen, maken we FLNG tot de 'game changer' die het in potentie is."



Barend Pek: "Het is technisch een

DRIJVENDE LNG-FABRIEK WORDT GROOTSTE SCHIP OP WERELDZEEËN

# GESTRAND GAS VLOT TREKKEN

**ZOETS GROOTS IS ER NOG NOOIT ERGENS VAN EEN WERF GEKOMEN, EEN DRIJVENDE LNG-FABRIEK. SHELL WERKT MOMENTEEL AAN HET ONTWERP VAN GIGANTEN WAARMEE VER OP ZEE AARDGAS VLOEIBAAR GEMAAKT ZAL WORDEN. EERSTE PROJECTEN ZIJN VOORZIEN VOOR AUSTRALIË MAAR OOK ELDERS ONDER DE WERELDZEEËN BEVINDEN ZICH ZOGEHETEN 'GESTRANDE GASVELDEN' DIE ALLEEN MET HET FLNG CONCEPT ZIJN VLOT TE TREKKEN.**



## enorme uitdaging; echt een fascinerend project."

Wie van nautische superlatieven houdt, moet zijn stoel nu maar wat dicht onder de leeslamp schuiven want de drijvende LNG-fabriek (*Floating LNG*, FLNG) die Shell in ontwerp heeft, slaat alles wat drijft. De constructie wordt 468 meter lang, 74 meter breed, bevat voor romp, opbouw en installaties zo'n 260.000 ton staal en heeft een waterverplaatsing van meer dan 600.000 ton. Dat is bijvoorbeeld zeven maal meer waterverplaatsing dan de grootste Amerikaanse vliegdekschepen uit de Nimitz-klasse.

Er is nog nooit iets gebouwd voor de wereldoceanen als een FLNG en het is niet waarschijnlijk dat ooit iets groters van een werf komt. Het enige dat ooit enigszins in de buurt kwam qua grootte, de *Ultra Large Crude Carrier*, wordt immers al geruime tijd niet meer gebouwd

omdat kleinere supertankers rendabeler blijken te zijn.

Na de bouw op een werf in Zuid-Korea wordt een FLNG naar een stuk zee gesleept om daar voor iets van 25 jaar afgemeerd te worden recht boven een gasveld. Daarna pas gaat hij voor groot onderhoud naar een werf terug, om vervolgens boven een ander gasveld nog eens zo'n levensfase te voltooien.

### GAS VLOT TREKKEN

Waarom heeft Shell dergelijke giganten in ontwikkeling? In Den Haag vertelt Neil Gilmour, die binnen Upstream International verantwoordelijk is voor de business activiteiten rond FLNG over offshore gasvelden die om een aantal redenen minder geschikt zijn om met installaties aan de wal geproduceerd te worden. "Als in

de buurt geen markt voor pijpleidinggas is omdat er te weinig mensen wonen, of omdat grote industriële gebruikers ontbreken, kun je zo'n reservoir in feite alleen produceren als je het gas vloeibaar maakt voor transport per tanker. Tot nu toe wordt het gas dan eerst met pijpleidingen naar een LNG-fabriek aan de wal gebracht. Heel succesvol, LNG is het snelst groeiende segment in de gasexport."

Inmiddels zijn op de wereld nogal wat gasvelden geïdentificeerd die niet supergroot zijn, maar wel nogal ver uit de kust liggen, of waarbij zich tussen het veld en de kust diepe troggen in de zeebodem bevinden, waarbij de zeebodem op die plaats bovendien nog seismisch actief kan zijn. Gilmour: "De kosten van een gasleiding naar een LNG-fabriek op land

lopen in deze gevallen al snel in de miljarden dollars waardoor het veld niet commercieel valt te exploiteren."

In vaktiaal wordt in zo'n geval gesproken van '*stranded gas*'; met FLNG's valt zo'n 'gestrand gasveld' commercieel vlot te trekken.

Met name ten westen en noordwesten van Australië, in Indonesische en Filippijnse wateren, in de Zuid-Chinese Zee, maar ook westelijk en oostelijk van Afrika, in het Midden Oosten en in het Caraïbisch gebied liggen kandidaat-gasvelden voor productie met een FLNG.

Volgens Gilmour zijn offshore gasvelden met een reserve van 60 tot 300 miljard m<sup>3</sup> gas de ideale maat voor een drijvende LNG fabriek. De waterdiepte waarop een FLNG kan werken kan oplopen tot ruim twee kilometer.



## HEEL GROOT EN TOCH EEN MINIATURISERING

Wat is een FLNG? In elk geval een heel grote stalen romp met daarin grote aantallen opslagtanks voor LNG (vloeibaar aardgas), LPG (vloeibaar petroleumgas) en condensaat (heel lichte olie). Ook zijn veel chemicaliën aan boord, waaronder glycol (om ijsvorming in de onderzeese gasleidingen te voorkomen) plus diesel voor noodstroomgeneratoren; voor de standaard elektriciteitsopwekking wordt aardgas gebruikt. Daarnaast bevat de constructie een waterzuiveringsinstallatie inclusief tanks voor gebruikt en schoon proceswater en drinkwater. Er is tevens ruimte gereserveerd waar later, als de reservoirdruk terugloopt, compressoren geplaatst kunnen worden die het gas als het ware uit het veld zuigen. Destijds is nog beton overwogen voor de romp, net zoals beton wordt gebruikt voor de onderbouw van grotere offshore-productieplatforms op de wereld, maar (dubbelwandig) staal bleek uiteindelijk goedkoper te zijn en zeker niet minder van kwaliteit. Op de romp komen alle installaties van een standaard LNG-project. Allereerst wordt het aardgas gereinigd van bijvoorbeeld zwavel, condensaat, kwik, glycol en water.

### KOELEN TOT MIN 162

Na de reiniging volgt het koelproces. Het gas wordt in een dubbele cyclus afgekoeld tot min 162 graden waarbij het uiteindelijk vloeibaar wordt en in die toestand wordt opgeslagen in de geïsoleerde tanks van de FLNG. Daar wacht het totdat - eens per zes dagen - een standaard-LNG tanker langsrijt om het vloeibare gas over te nemen. Op andere momenten leggen tankers aan om condensaat en LPG te laden.

Om afmetingen en gewicht zoveel mogelijk te beperken, is gekozen voor het door Shell ontwikkelde *Dual Mixed Refrigerant* proces. Deze koeltechniek is met zeer veel succes het eerst toegepast in het door Shell uitgevoerde Sakhalin-project in het uiterste oosten van Rusland. Een andere heel grote component op een FLNG is de energiecentrale: er wordt, met aardgas als voeding, stoom opgewekt om elektriciteit te produceren en de grote koelcompressoren aan te drijven. De 'architect' van de technische voorbereiding van het concept bij Shell, Barend Pek: "Vergeleken met een qua capaciteit vergelijkbare landinstallatie heeft een FLNG slechts een vijfde deel aan oppervlakte beschikbaar. Hoe groot het schip zelf ook is, je kunt dus spreken van een zeer aanzienlijke miniaturisering."

### GOEDKOPER DOOR HERHALING

Tien jaar geleden werd binnen Shell de eerste keer gespeeld met het concept van FLNG. Vrij snel al belandde het idee in een la-orzaak: een lage gasprijs, snel oplopende kosten bij werven en specialistische contractors, plus toen nog te weinig beschikbare kandidaat-gasvelden.

In 2006 waren de marktomstandigheden veranderd en werd de draad weer opgepakt. Het werk dat sindsdien is gedaan, leidde in juli 2009 tot een contract van Shell met het Franse ingenieursbureau Technip en het Zuid-Koreaanse Samsung Heavy Industries voor het voorbereiden van ontwerp, bouw en installatie van een eerste FLNG.

Barend Pek is General Manager Floating LNG; maar dan binnen Projects & Technology bij Shell. Vanuit Rijswijk is hij verantwoordelijk voor de hele technische ontwikkeling van de mammoet-fabrieksschepen. Hij vertelt: "Wij

hebben intern het concept en het basisontwerp gemaakt en samen met de combinatie Technip/Samsung wordt dat nu in veel meer detail uitgewerkt. Als dat gedaan is kan Shell de *Final Investment Decision* [FID] nemen en kan worden begonnen met de feitelijke bouw. Vanaf het moment van die FID tot het vertrek van de eerste lading vloeibaar gas ligt naar verwachting een jaar of vijf; inclusief het vervoer van de werf naar de productielocatie en het installeren boven het gasveld."

Shell wil het principe volgen van 'ontwerp er een, bouw er vele', dus zoveel mogelijk standaardisatie, al kunnen de installaties deels verschillen, afhankelijk van de hoeveelheid en samenstelling van de bijproducten in het gas, zoals condensaat. Herhaling en een sterke standaardisatie moeten op den duur de productiekosten terugbrengen. Volgens Pek kan op termijn de tijdsduur tot LNG-productie wel met een jaar gereduceerd worden.

### VERTROUWEN OPBOUWEN

Omdat nog nergens FLNG-schepen bestaan, moet her en der vertrouwen worden opgebouwd dat dit inderdaad de goede keuze is. Neil Gilmour: "Kopers van het gas willen zekerheid dat de techniek werkt en er geen onderbrekingen ontstaan in de levering. Nationale overheden willen er zeker van zijn dat hun gas tegen acceptabele kosten wordt geproduceerd, terwijl productiepartners willen weten of de FLNG-techniek een aantrekkelijk financieel rendement oplevert. Verzekeraars en toezichthouders willen ervan overtuigd worden dat het een veilig ontwerp is, zowel wat betreft technologie, de milieuprestaties als de veiligheid van de mensen; er zullen tenslotte zo'n 120 tot 140 mensen aan boord zijn."

Opvallend in dit laatste verband is de enorme fakkellinstallatie op het schip, de tip steekt ruim honderd meter boven het water uit. Barend Pek: "Er bevindt zich veel gas bij

hoge druk in de installaties en in de aanvoerleidingen over de zeebodem. Bij een storing moet in korte tijd het gas geloosd kunnen worden om de druk in de systemen te verlagen. Standaard wordt echter gewerkt met 'nul affakkelen'."

### ZIJ-AAN-ZIJ LADEN

Al in een heel vroege fase van het studiewerk is gewerkt aan een veilige en betrouwbare methode waarop tankers op volle zee beladen kunnen worden. In maritieme researchcentra zoals het Marin in Wageningen is deze zogeheten *side-by-side loading* een van de meest onderzochte nieuwe technieken rond een FLNG. Pek: "Hoe kun je de frictie opvangen tussen twee schepen die op volle zee, zonder bescherming van kades of golfbrekers, vloeibaar gas overpompen? Daar is lang en intensief op gestudeerd."

Een FLNG wordt mede daartoe uitgerust met een serie zijschroev-

In het Marin laboratorium te Wageningen is de FLNG uitvoerig getest, vooral ook op de *side-by-side* techniek waarbij een LNG-tanker vloeibaar aardgas komt laden.

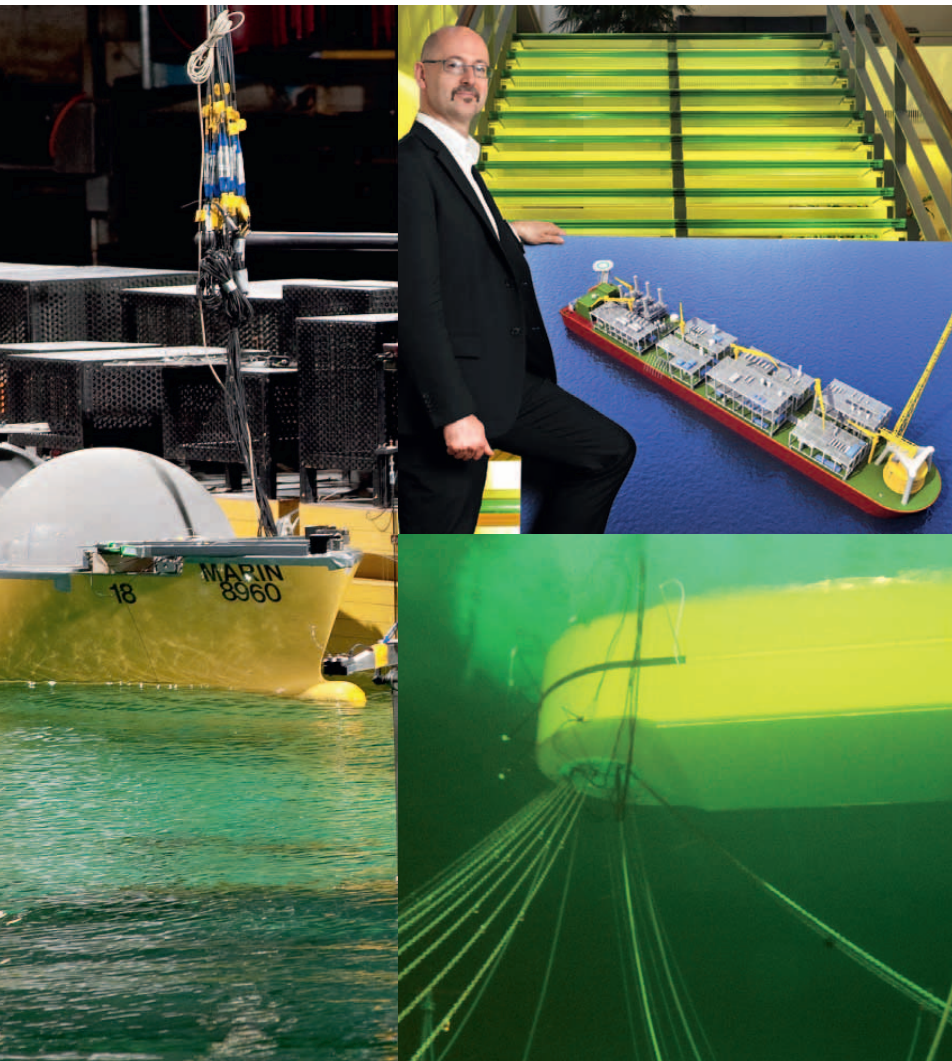


### FLNG DE MAAT GENOMEN

#### AFMETINGEN

LENGTE	468 meter
BREEDTE	74 meter
DIEPGANG	17 meter
WATERVERPLAATSING (VOLGELADEN)	600.000 ton
PRODUCTIE	5 miljoen ton per jaar aan LNG, LPG en condensaat (waarvan 3,5 mln ton LNG)
OPSLAGCAPACITEIT	220.000 m <sup>3</sup> LNG (bij min 162 °C) 125.000 m <sup>3</sup> condensaat 90.000 m <sup>3</sup> LPG

Neil Gilmour: "Overall vertrouwen opbouwen dat FLNG de goede keuze is."



Onderwateropname bij Marin van de turreet, de spil waar omheen het schip draait als een windvaan en waar doorheen onder andere alle gasleidingen lopen. Deze turreet is met kettingen verankerd aan de zeebodem.

## PRELUDE ALS INLEIDING

Volgens de huidige plannen wordt de eerste FLNG ingezet boven het Prelude gasveld ten noordwesten van Australië. Prelude, en een satellietveld Concerto, is in 2007 ontdekt en Shell is er 100 procent eigenaar van.

De twee gas- en condensaatvelden liggen op ruim 200 kilometer uit de Australische kust die ter plaatse vrijwel onbewoond is. De waterdiepte boven Prelude is ongeveer 250 meter.

Volgens de huidige plannen zou de FLNG Prelude/Concerto gaan produceren in een tempo van 3,5 miljoen vloeibaar gas per jaar, 0,4 miljoen ton LPG en 1,3 miljoen ton condensaat.

Een tweede FLNG zou noordelijk van Australië ingezet kunnen worden boven Greater Sunrise, een complex van gas- en condensaatvelden aan de uiterste grens van het Australische continentale plat, een klein deel zelfs gelegen in een 'common area' met Timor-Leste, het nu zelfstandige Oost-Timor.

Het consortium van Greater Sunrise (operator Woodside - waarin Shell ruim 34% aandeel heeft -, ConocoPhillips, Shell en Osaka Gas) heeft inmiddels unaniem het Shell concept van FLNG gekozen als basis voor de verdere ontwikkeling van het project. Het consortium is nog in overleg met Timor-Leste dat liever een LNG-fabriek op haar vastelands grondgebied zou hebben. Het Sunrise consortium wijst dat af vanwege een ruim drie kilometer diepe trog tussen het productiegebied en Timor-Leste waarbij de trog bovendien aardbevingsgevoelig is. Greater Sunrise is voor het FLNG concept een relatief groot veld: als gas en condensaat worden omgerekend naar energie-inhoud gaat het om een complex met een winbare hoeveelheid van ruim een miljard vaten olie-equivalent.

ven zodat een LNG-tanker aan de lijszijde onder gecontroleerde condities aan kan meren. Voorts wordt de dubbele wand van de FLNG gebruikt om te ballasten, zodat bij het overpompen van het vloeibaar aardgas de FLNG, die met opbouw boven water zo'n 80 meter hoog is, tijdens het laden op dezelfde hoogte gehouden kan worden.

Een andere uitdaging is wind: in het zeegebied van West-Australië waar Shell de eerste FLNG wil gebruiken voor het Preludeveld, komen cyclonen voor, zeer frequent zelfs. Het FLNG-ontwerp gaat ervan uit dat het schip nooit vanwege het weer weggehaald hoeft te worden vanaf de productielocatie. Barend Pek: "In een aantal van de gebieden waar we naar kijken is te verwachten dat je gemiddeld toch zo eens per tien jaar een cycloon over je heen krijgt; niet noodzakelijk van de zwaarste soort, categorie vijf, maar de kans is reëel dat een

FLNG zeker eens in zijn leven daar toch vol door wordt getroffen."

### DRAAIEN ALS EEN WINDVAAN

Een van de andere technische hoogstandjes van een FLNG wordt de door SBM ontworpen 'turreet', met een diameter van ruim 25 meter wordt dit de grootste ooit gebouwd in de offshore. De drijvende productie- en opslaginstallatie zwaait letterlijk als een windvaan rond deze voor op de FLNG geplaatste vrijdraaiende constructie. Alle leidingen van en naar de zeebodem en het gasreservoir lopen door de turreet die zelf met 24 kettingen verankerd ligt aan de zeebodem.

Veiligheid is een van de belangrijkste onderwerpen bij het ontwerp van een FLNG, vertelt Barend Pek. "Omdat je, vergeleken met een LNG-fabriek op land uiterst compact bouwt, wordt grote aandacht gegeven aan de optimale compartimentering en de bouw van extra

veiligheidssystemen. Bovendien staat de productie-installatie boven op de opslagtanks, iets wat we aan land niet gewend zijn. Een LNG-fabriek op land is zo wijd uitgelegd dat als daar een wolkje gas zou ontsnappen, er direct een grote verdunning met lucht plaatsvindt. Maar op een FLNG staan de installaties dicht op elkaar en moeten de veiligheidstoleranties dus nog scherper zijn."

### BEWEZEN TECHNOLOGIE

De grootste technologie-uitdaging bij een FLNG is de zeer geringe fysieke afstand tussen de productieputten, de gasbehandeling, de koeling en de omvangrijke opslagfaciliteiten. In een klassiek LNG-project dienen de lange gasleidingen en LNG-opslagtanks als een soort buffer in het geval van storingen. Bij een FLNG moet het productieproces direct worden stilgelegd bij een storing. Barend Pek: "Mede daarom hebben we gekozen voor het gebruik van

bewezen technologie, alle individuele componenten vallen binnen ons ervaringsgebied, zij het dat niet alles al eerder is toegepast in een offshore-omgeving. Veel vernieuwing zit ook in het feit dat nogal wat technieken hier voor het eerst in combinatie met elkaar worden gebruikt. Om de technische risico's te beheersen maken we gebruik van het door Shell ontworpen *Development Release Process*. Meer dan dertig grote technische onderwerpen zijn aan dit proces onderworpen waarbij ook *peer reviews* en de inschakeling van onafhankelijke wereldexperts werden gebruikt." Mooi werk? Barend Pek: "Het is technisch een enorme uitdaging en je werkt daaraan met zeer gemotiveerde mensen op tal van plaatsen op de wereld. Het is echt een fascinerend project." ■