

“Flex-Fuel LNG”



Inhoud

1. Inleiding.....	3
2. Samenvatting	3
3. Doelstelling	5
4. Resultaten	5
5. Bijdrage aan doelstelling TSE 2014	7
6. Spin-off.....	7
7. PR	8

1. Inleiding

De huidige retrofit dual fuel oplossingen maken gebruik van hoofd diesel injectoren samen met voorgemengde lucht/gasmengsel uit een single-point-of multi-point gasvormige brandstoftoevoer systeem. Deze conventionele retrofit dual fuel motoren hebben de volgende beperkingen:

- Grote hoeveelheid methaanslip (>15g/kWh), door onvolledige verbranding;
- Laag gemiddeld rendement door Otto verbrandingsconcept en wisselende kwaliteit brandstof (en methaanslip);
- Laag gemiddeld dieselvevangerspercentage (80% LNG).

Voor een grootschaligere toepassing van LNG in de binnenvaart is een retrofit gasdoseersystemen de enige reële optie. ArenaRed zoekt de oplossing in retrofit LNG dual fuel motortechnieken en daaraan gekoppelde emissiesystemen. Op deze manier worden de huidige maritieme voortstuwingssystemen duurzamer en kunnen ze in de praktijk blijven functioneren, ongeacht de beschikbare LNG. Deze oplossing versnelt de overgang naar duurzamer vervoer en zal een flinke bijdrage leveren aan de doelstelling van het Nationale LNG platform en de Green deal LNG.

Voor deze ontwikkeling stonden de volgende onderzoeksvragen centraal:

Het project Flex Fuel LNG richt zich op verbetering van retrofit LNG dual fuel motortechnieken en bijbehorend emissiesystemen. De focus ligt op innovatieve producten en technieken, gericht op verhogen van de duurzaamheid en verlagen van emissies van maritieme voortstuwingssystemen. De volgende technische onderzoeksvragen zijn leidend:

- Op welke wijze kan een volledige of zo hoog mogelijke reductie van methaanslip gerealiseerd worden?
- Op welke wijze kan het motorrendement worden verhoogd waardoor de CO₂-emissie wordt verlaagd?
- Op welke wijze kan het dieselvevangerspercentage worden verhoogd zonder dat de originele injector defect raakt?

2. Samenvatting

ArenaRed B.V. heeft in samenwerking met Dolderman B.V. een generiek motormanagementsysteem ontwikkeld gebaseerd op Combustion Pressure Based Control (CPBC). Het project vindt plaats naar aanleiding van de noodzaak om de scheepvaart duurzamer te maken. Het Nationale LNG platform en de Green Deal LNG hebben een doelstelling opgesteld aangaande CO₂-reductie waarin vastgelegd staat dat er in 2015 ten minste 50 Nederlandse zeeschepen en 50 Nederlandse binnenvaartschepen op LNG dienen te varen. Middels deze R&D streven de aanvragers ernaar de technische knelpunten met betrekking tot onder andere de grote hoeveelheid methaanslip, het lage rendement en het lage dieselvevangerspercentage van de verbrandingssystemen op te lossen met als doel het ontwikkelen van een innovatief motormanagementsysteem dat bijdraagt aan een duurzame scheepvaart.

Het project Flex-Fuel LNG richt zich op verbetering van retrofit LNG dual-fuel motortechnieken en bijbehorend emissiesystemen. De focus lag op innovatieve producten en technieken, gericht op verhogen van de duurzaamheid en verlagen van emissies van maritieme voortstuwingssystemen. De volgende technische onderzoeksvragen zijn leidend:

- Op welke wijze kan een volledige of zo hoog mogelijke reductie van methaanslip gerealiseerd worden?
- Op welke wijze kan het motorrendement worden verhoogd waardoor de CO₂-emissie wordt verlaagd?
- Op welke wijze kan het dieselvevangerspercentage worden verhoogd zonder dat de originele injector defect raakt?
-

Doel van de technologie is de realisatie van het motormanagementsysteem door directe verbrandingsregeling van een LNG-diesel dualfuel-motor. Dit wordt gerealiseerd door nieuwe hoge

temperatuur verbrandingsdruk sensortechnieken in combinatie met een hoge snelheid multikanaals FPGA-processor en zeer nauwkeurige brandstofinjectoren.

De ontwikkeling heeft zich gericht op de volgende pijlers om de ontwikkeling ook commercieel interessant te krijgen:

- **Hoogst mogelijk efficiency**
- **Verlagen van uitstoot**
- **Hoogst mogelijke diesel-Vervangingsverhouding**
- **Minder uitvaltijd van de motor**

Wij hebben een motormanagementsysteem op basis van CPBC-technologie kunnen ontwikkelen. In 2018 zal het eerste schip met een dual fuel -verbrandingsmotor met motormanagementsysteem varen, waarna de productie en levering ook meteen kan starten. Het regelen van een verbrandingsmotor op basis van de informatie uit de verbrandingskamer, oftewel CPBC is zeer innovatief en komt dan voor een grote groep binnenvaartschepen ter beschikking. Daarnaast kan de technologie doorontwikkeld worden om deze tevens toe te passen op het gebied van rail, non-road mobile machinery en trucks en bussen. Verder kan het productenpakket uitgebreid worden naar componenten die nu nog in het buitenland gefabriceerd worden, zoals op de binnenvaart toegespitste gasinjectoren of aanpassingen aan dieselinjectoren.

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

3. Doelstelling

Doel van de technologie is de realisatie van het motormanagementsysteem door directe verbrandingsregeling van een LNG-diesel dualfuel-motor. Dit wordt gerealiseerd door nieuwe hoge temperatuur verbrandingsdruk sensortechnieken in combinatie met een hoge snelheid multikanaals FPGA-processor en zeer nauwkeurige brandstofinjectoren. Deze innovatie Combustion Pressure Based Control (CPBC) biedt een zeer efficiënte zelf kalibrerende multifuel-verbrandingsmotor welke onafhankelijk is van de brandstofkwaliteit. De huidige technologie van ArenaRed biedt veel betere CO₂- en emissiewaarden van verbrandingsmotoren in combinatie met aanzienlijk lagere TCO (Total Costs of Ownership)

4. Resultaten

Het project heeft zich op de volgende pijlers gericht. Bij het realiseren van deze punten zijn er meerdere technische uitdagingen ontstaan. Hieronder een overzicht van alle pijlers en hoe dit gerealiseerd is.

- **Hoogst mogelijk efficiency**
- **Verlagen van uitstoot**
- **Hoogst mogelijke diesel-Vervangingsverhouding**
- **Minder uitvaltijd van de motor**

➤ **Hoogst mogelijke efficiëntie**

- Vanwege de MicroPilot-tipgekoelde dieselinjectorontsteking kunnen het systeem extreem laat en precies het mengsel ontsteken, waarbij ook heel snel na het Top Dead Center 100% van de brandstof wordt verbrand.
- Door de late ontsteking is er bijna geen efficiencyverlies door drukverhoging voor Top Dead Center.
- Door de sterke ontsteking ligt CA90 heel vroeg, waardoor de uitlaattemperatuur 15% lager ligt. Uit ons onderzoek op het gebied van waterstof, geldt dit ook in het geval er 95% waterstof toegediend wordt.

➤ **Verlagen van uitstoot**

- Dankzij CPBC kan de verbranding geoptimaliseerd worden met als gevolg een zo een laag mogelijk uitstoot. De CPBC bepaald en regelt de verbrandingstemperatuur. Hierdoor worden emissies geminimaliseerd, ongeacht;
 - de tijd die nodig is voor kalibratie. Met deze ontwikkeling zijn er geen kalibratie/afstemmingskosten. Dit zal ook in de toekomst zo blijven.
 - Productieverschillen
 - Motorslijtage
 - Brandstofwisselingen
- Door de MicroPilot kunnen wij;
 - Nauwkeurig draaien op kleine dieselhoeveelheden
 - Veel groter ontstekingskracht realiseren. Bij 5% diesel is de ontstekingskracht 5000 keer sterker dan een vonk
 - De motor binnen Stage-V-grenzen laten lopen zonder uitlaatgas nabehandeling. Belangrijk hier om te weten is dat de Stage-V waarden het volgende zijn; NO_x <1,8 g/kWh, Roet <0,015 g/kWh, CH₄ <6 g/kWh.
- CPBC stelt ons in staat om;

- RCCI te draaien - Reactivity Charged Compression Ignition. Door het mengen van laag reactiviteit aardgas met de High reactiviteit diesel in een zodanige verhouding dat het ideale ontstekingspunt wordt bereikt, wat een vrij koude, ultra-schone en ultra-efficiënte verbranding tot gevolg heeft.

➤ **De hoogst mogelijke diesel-Vervangingsverhouding in een Dualfuel-motor**

- De MicroPilot in de speciaal ontwikkelde dieselinjector kunnen er extreem kleine dieselhoeveelheden op een zeer nauwkeurige manier uitvoeren.
- Vanwege de intelligente ECU van AR – welke er voor zorgt dat de Skipfire de motor met factor 8 kleiner qua slagvolume.

➤ **Minder uitvaltijd van de motor**

- Dankzij CPBC kunnen wij motorgevaren opsporen zoals;
 - Knock, Blowby, Pmax, to early Auto ignition en Dp/da
 - Wanneer een van deze gevaren zich voordoet, reageert deze meteen door onmiddellijk bijvoorbeeld;
 - de desbetreffende cilinder uit te schakelen,
 - het sluiten van Dualfuel voor één of meerdere cilinders
 - het afsluiten van de volledige brandstoftoevoer voor die cilinder - in het geval van Blowby
 - Motorslijtage en brandstofveranderingen
 - Onderhoudskosten - De machinist wordt door het systeem op de hoogte gebracht van de nodige onderhoud. Nu de operator tijdig geïnformeerd wordt, kan het onderhoud op een geplande manier laten uitvoeren. Hierdoor kunnen de onderhoudskosten worden teruggebracht

➤ **Type Approval Lloyds;**

- Het systeem moet aan de huidige emissie-eisen en aan de per 1 januari 2015 geldende strengere milieueisen voldoen. De nieuwste maatregelen van het International Maritime Organization (IMO), stellen voor alles een limiet aan de uitstoot van stikstof- en zwaveloxiden (NOx en SOx).

Daarnaast zal het full-scale gasdoseersysteem volledig aan alle wettelijke en klasse-eisen moeten voldoen. Hiertoe is de "type approval" procedure samen met Lloyd's Register doorlopen. Lloyds heeft een principe goedkeuring afgegeven. Er moet nu nog een survey plaatsvinden en dan gaan zal Lloyds overgaan tot Type Approval. Het systeem is door Lloyds qua gasveiligheid alle documentatie goedgekeurd. De documentatie bestaat uit;

- ArenaRed Safety Case
- ArenaRed FMEM
- ArenaRed System Requirements
- ArenaRed Quality Control Report
- ArenaRed omgevingstesten ECU

5. Bijdrage aan doelstelling TSE 2014

Het project sluit aan op het doel van de programmalijn LNG aangezien door deze ontwikkeling de scheepvaart in staat wordt gesteld om op een relatief goedkope wijze LNG als brandstof te gebruiken. Hierdoor wordt de belemmering voor de grootschalige introductie voor LNG als brandstof en worden de kosten in de LNG keten verlaagd.

De programmalijn LNG bevat als belangrijk speerpunt het onderzoeksthema geoptimaliseerde emissieprestatie. Dit project heeft de emissieprestatie geoptimaliseerd door methaanemissie bij LNG-motoren bij schepen te verlagen. Momenteel is de methaanemissie dusdanig groot dat de huidige systemen het duurzame effect teniet doen. ArenaRed heeft naar een methaanuitstoot van 0,2 g/kWh en maximaal 6 g/kWh gerealiseerd.

In de binnenvaart past men alleen zwavel arme diesel toe (<20 ppm zwavel) waardoor SOx geen probleem is. In de zeevaart is te weinig controle op het zwavel gehalte. Hierdoor kunnen zwavel gehalten voorkomen van 30.000 ppm. Zwavel veroorzaakt zure regen hierdoor komt er veel schade aan het bos. Met name in Finland is dit een groot probleem. Door het plaatsen van een scrubber kan de zwavel uit de lucht gehaald worden en bij de vissen worden gepompt. Dit leidt tot schade aan de visstand. De meeste rederijen vinden dit geen oplossing. Het enige alternatief is dual-fuel LNG.

Concreet gezien zal door de ontwikkeling in de Maritieme sector binnenvaart Europa 30.000.000 liter diesel (ca. 100 binnenvaart schepen) jaarlijks vervangen worden met LNG8.

30.000.000 liter LNG per jaar is een kritische massa, met dit volume kan een bunker schip worden gerechtvaardigd. Dolderman is van mening dat in samenwerking met ArenaRed 1000 schepen in het Rijngebied kunnen worden omgebouwd in de komende 7 jaar. Het gemiddelde diesel verbruik is 375.000 liter per binnenvaart schip per jaar. Het beoogde diesel vervangingspercentage met LNG is over het algemeen 95%. Dit betekent dat binnen 7 jaar 356.250.000 liter diesel jaarlijks wordt vervangen. Daarnaast is er potentieel een (Nederlandse) markt voor 2-3 miljoen ton LNG als transportbrandstof in 2030, wat een reductie in CO₂-emissie equivalenten betekent van ruim 1 megaton per jaar en voor fijnstof een reductie van 400-600 ton per jaar.

6. Spin-off

Het systeem richt zich primair op de binnenvaart en zeevaart. Daarnaast kan de technologie doorontwikkeld worden om deze tevens toe te passen op het gebied van rail, non-road mobile machinery, trucks, bussen en personenautos.

De productie vindt nu volledig plaats in Nederland, met nieuwe klanten en projecten kan dit uitgebouwd worden.

Tevens kunnen bedrijven die zich bezighouden met LNG-opslagsystemen aan boord het engineeren en uitvoeren van installatiewerk het product benutten. Het systeem kan ook door OEM-fabrikanten als motormanagementsysteem voor dual fuel/gasmotoren toegepast worden, evenals voor mono-fuel gasmotoren. Tenslotte kan het systeem gebruikt worden in WKK-applicaties. Vooral als de variatie gaskwaliteit in de toekomst steeds groter wordt, zal een geavanceerde motorregeling noodzakelijk worden. Omdat de ontwikkelingen op dit gebied lastig in te schatten zijn, wordt deze markt als extra optie beschouwd en zal onderdeel zijn van het vervolgtraject.

Gerennomeerde dealers van schepen hebben reeds officieel verklaard dat zij interesse hebben in de afname van het systeem. Het gaat om de bedrijven als: Koedood Mitsubishi, HDM MTU, KOTUG International B.V., Moseltank Maes en Slokkers B.V.

7. PR

Op 12 december 2017 zal ArenaRed een lezing geven voor het landelijke LNG platform. Daarnaast worden er in 2018 bijeenkomsten gepland voor marktpartijen uit de binnenvaart, maar ook uit de spin-off mogelijkheden om deze kennis en technologie verder te introduceren.

Verder zal de kennisverspreiding andere vormen aannemen door met andere partijen een samenwerking op te starten. ArenaRed is volop met marktpartijen in gesprek over de verdere uitrol. Enkele hiervan zijn;

- Dolderman Binnenvaart EU
- Diverse OEM

Voor de beschikbare publicaties kunt een verzoek indienen bij ArenaRed op info@arenared.nl. Voor meer informatie en/of meer exemplaren van dit rapport kunt u zich richten tot de heer P. Nooijen van ArenaRed op info@arenared.nl.