

Samenvatting project
CEMS – Continue Emissie Monitoring Systeem
RVO Projectnummer: TELN115O1O

Stieltjesweg 1
2628 CK Delft
Postbus 155
2600 AD Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 20 00
F +31 88 866 06 30

Datum 18 februari 2021

Auteur(s) G.F. Slegtenhorst
L. van Dooren

Opdrachtgever RVO
Projectnaam CEMS – Continue Emissie Monitoring Systeem
Projectnummer 060.19812

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

Dit is de samenvatting van het RVO project CEMS – Continue Emissie Monitoring Systeem, RVO Projectnummer: TELN115O1O, in samenwerking tussen TNO en VAF Instruments BV, voor wat betreft de TNO activiteiten.

Aanleiding

Het gebruik van LNG leidt tot emissie van methaan. Methaan is een broeikasgas, het beperken van methaanemissies is daarmee van groot belang voor de introductie van LNG. Een goede, continue meting van methaan-emissies op schepen is hierbij van groot belang.

Doel van het project

Het project heeft als doel, om een continue emissiemeetsysteem voor de scheepvaart te ontwikkelen, dat de actuele emissies van methaan meet en registreert. Naast methaan, moeten andere motoremissies ook gemeten kunnen worden. Het project draagt direct bij aan de Nederlandse kennispositie, immers zijn er nog geen fabrikanten van dergelijke emissie meetsystemen in Nederland.

Korte omschrijving van de activiteiten

Het project is in 2015 gestart met het vaststellen van de eisen aan het meetsysteem. Deze eisen zijn gedocumenteerd en vormen de basis voor de opzet van de proefopstelling (proof of concept).

De proefopstelling is gericht op het meten van diverse gasmengsels. De gasmengsels bevatten steeds een groot deel N₂, tezamen met CO₂, CO₂+CH₄, SO₂, NO₂, en NO. Belangrijke eisen aan het systeem zijn:

- Nauwkeurigheid van het bepalen van gasconcentraties;
- Snelheid van meting en beschikbaarheid meetwaarden;
- Praktische bruikbaarheid van de opstelling.

Van deze opzet is een ontwerp gemaakt en gedocumenteerd, gevolgd door het daadwerkelijk opzetten van een proefopstelling.

Met deze proefopstelling zijn metingen met verschillende gas-concentraties uitgevoerd op TNO locatie Delft. Hierbij is met verschillende werkwijzen in het aanbieden van gasmengsels aan de proefopstellingen gewerkt en zijn de eerste resultaten in het meten van gasconcentraties bereikt.

Behalve de proefopstelling zelf, is ook on-line monitoring gerealiseerd, waarmee gedurende een meting direct de concentratie van de gassamenstelling kan worden bepaald. Voor een deel van de metingen wordt dit na afloop van de metingen uitgevoerd.

Vanwege de beperkte mogelijkheden in het mengen van verschillende gassen bij TNO locatie Delft, is de proefopstelling verplaatst naar TNO locatie Rijswijk. Deze TNO locatie biedt een grotere verscheidenheid aan gasmengsels en ook objectieve, onafhankelijke meetapparatuur. Hier zijn uitgebreide metingen gedaan.

Volgens planning zouden de metingen met de proefopstelling gevolgd worden door het opstellen van een prototype door VAF, wat door VAF ook beproefd zou worden in een field test in operationele omgeving, op een LNG-gestookt binnenvaartschip.

Ten einde flexibeler te zijn in het doen van metingen, is in goede samenspraak besloten tot een aanpassing van het plan, namelijk gebruik te gaan maken van een representatieve LNG-gestookte motor, maar dan wel op een landlocatie, nog steeds onder verantwoording en uitvoering van VAF.

Daartoe is de proefopstelling verplaatst naar partner VAF, waarna VAF de proefopstelling aangesloten heeft op deze representatieve motor en daarmee metingen heeft gedaan.

Resultaten behaald met de proefopstelling op TNO-locatie

Nauwkeurigheid van het bepalen van gasconcentraties

Op basis van gemiddelde en standaarddeviatie van de gemeten afwijkingen bij deze tests ligt de geschatte meetnauwkeurigheid voor CO₂, CH₄, op ongeveer 3%. Voor de ratio CH₄/CO₂ ligt de geschatte meetnauwkeurigheid op ca. 3%. De geschatte meetnauwkeurigheid voor SO₂, NO₂, en NO ligt rond 5%.

Met deze resultaten wordt de beoogde nauwkeurigheid voor het meten van de gassen, en gas-ratios van 1%, niet gehaald. Verwachting is dat nog een aantal ontwikkelslagen nodig is voor significante verbetering van de nauwkeurigheid.

Snelheid van meting en beschikbaarheid meetwaarden

Het meetsysteem kan middels analyse software in-line concentratie-bepalingen doen aan CH₄ en CO₂, d.w.z. dat de gemeten concentraties direct beschikbaar zijn. Voor de metingen aan SO₂, NO₂, en NO is nu nog offline postprocessing nodig om de concentraties te bepalen.

De meetresultaten corresponderen met metingen met een integratietijd van 10s of minder. Dit staat de beoogde meetfrequentie van 0.1Hz en een reactietijd minder dan 20s toe.

Praktische bruikbaarheid van de opstelling

De huidige opstelling heeft het karakter van een proof-of-concept meetsysteem. Voor de beoogde toepassing bij scheepsmotoren onder operationele omstandigheden dient nog een ontwikkelslag te worden gemaakt aan de hand van specifieke gebruikseisen en meetomstandigheden.

Verbeteringsmogelijkheden van de opstelling

Een proof-of-concept meetsysteem is ontworpen en gebouwd voor het direct bepalen van concentraties van de gassen CO₂, CH₄, SO₂, NO₂, en NO. Met het meetsysteem kunnen deze concentraties worden gemeten.

De beoogde nauwkeurigheid voor het meten van de gassen en gas-ratios van 1% wordt echter niet gehaald. Metingen onder laboratoriumomstandigheden laten meetafwijkingen zien tussen 1% en 6% afhankelijk van het soort gas. De ratio CH₄/CO₂ kan worden bepaald met een nauwkeurigheid van ca. 3%.

Aanbevolen wordt om nader te onderzoeken of aanpassingen in het meetsysteem leiden tot verbetering van de meetnauwkeurigheid:

- Toepassen van minder temperatuurgevoelige (photodiode) detectoren;
- Vergroting van de lichtopbrengst, door b.v. vergroting van de lichtbundel,
- Scheiden van lichtpaden, en verbetering van de systeemtransmissie.

Aanbevolen wordt om nadere metingen en analyse uit te voeren aan mengsels van gassen en hierbij (ten behoeve van kalibratie) nadere aandacht te besteden aan de nauwkeurigheid van de aangeboden gasconcentraties. Tevens dient vastgesteld te

worden, welke nauwkeurigheid in de operationele praktijk daadwerkelijk gewenst en haalbaar is.

Dankzij de directe beschikbaarheid van meetresultaten voor CO₂ en CH₄ is directe actie via aanpassing van brandstofmengsels (en daarmee uitstoot van gassen) mogelijk. Verdere uitbreiding van de analyse tooling ten einde ook de concentraties van SO₂, NO₂, en NO direct te kunnen bepalen, is gewenst en mogelijk.

Een nadere ontwikkel-inspanning is nodig om het meetsysteem geschikt te maken voor de operationele omstandigheden behorend bij de beoogde toepassing.

Beproeving met een demonstrator in een live-situatie, dat wil zeggen aan boord van een schip, kan duidelijkheid geven over de realiseerbaarheid van een CEMS configuratie.