

Voor- en nageschakelde motortechniek ²

de resultaten

BINNENVAARTINNOVATIEREEKS



Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Gunstig milieuresultaat van DEMO-project met Voor- en Nageschakelde Techniek

Het DEMO-project met de Voor- en Nageschakelde motor op een bestaand Binnenschip heeft gunstige resultaten opgeleverd voor de perspectieven van NOx-reductie bij scheepsdiesels. Zowel de waterinspuiting (Swirlflash Techniek) als de katalysator (Sincox) hebben aanzienlijke vermindering van de uitstoot van stikstofoxiden opgeleverd bij de proef met de sleepboot En Avant 4. De En Avant 4 van rederij Muller in Dordrecht is een bestaande (dus niet nieuwe) sleepboot met beperkte ruimte voor de inbouw van installaties in de machinekamer. Het doel van dit DEMO-

project was aan te tonen dat ook onder niet-ideale omstandigheden aan boord van oudere schepen het goed mogelijk is een scheepsdiesel aanzienlijk minder vervuילend te maken. Daarmee wordt voldaan aan de wens dat het vervoer in de toekomst steeds minder schade mag berokkenen aan het milieu.

Hoewel de voorgeschakelde techniek Swirlflash met een maximale NOx-reductie van twintig procent zeker voldeed aan de verwachtingen, is met name de nageschakelde Sincox SCR-katalysator van Siemens opvallend succesvol. Ook



Algemeen

met een bestaande motor in een krappe reeds ingerichte machinekamer blijkt de SCR-katalysator een enorme reductie van de uitstoot van stikstofdioxide te kunnen realiseren. Bij de En Avant 4 bedroeg tijdens de proef de NOx-reductie gemiddeld 85 procent. Met deze proef is gebleken dat het op bestaande schepen niet nodig is om voor een redelijk totaalrendement van de emissiereductie een voorschakeling extra te plaatsen voor de SCR katalysator. Dit doet niets af aan de kansen die er bestaan voor toepassing van de Swirlflash techniek door bijvoorbeeld direct te integreren in motoren. Het demonstratieproject met de En Avant 4 verdient derhalve navolging, zeker waar het de nageschakelde techniek betreft met de SCR-katalysator. Dat is zonder meer noodzakelijk om met de resultaten van deze proeven zoveel mogelijk scheepseigenaren ervan te

overtuigen dat het mogelijk is met hun bestaande schepen milieuvriendelijker te kunnen werken. Dit is van groot belang voor het milieu maar tevens voor het imago van het vervoer over water.

Daarom is het plan opgevat om met dezelfde projectpartners het demonstratieproject op te volgen door twee jaar lang de En Avant 4 met de nageschakelde techniek (i.c. de SCR-katalysator) te laten varen en regelmatig metingen uit te voeren. Dit om de verwachte duurzaamheid van de katalysator maar ook de feitelijke exploitatiekosten proefondervindelijk vast te stellen. Ook al met de korte proef met de En Avant 4 is aangetoond dat toepassing van de katalysator de binnenvaart in staat stelt het milieuvriendelijke imago te handhaven en haar voorsprong verder uit te bouwen. Hoewel vervoer over water in de bestaande situatie gerekend per ton/kilometer absoluut nog steeds de



Algemeen

schoonste vervoerswijze is, zal met toepassing van de katalysator ook gerekend per kiloWattuur de scheepsdiesel de vrachtautomotor ver voor blijven in beperking van de NOx-uitstoot. Voor wat betreft de SwirlFlash gaat het BIB samen met de projectpartners op zoek naar nieuwe partners in de hoek van de motorenfabrikanten om ook daar doorontwikkeling te stimuleren.

Het project Voor- en Nageschakelde Techniek werd uitgevoerd in opdracht van het Bureau Innovatie Binnenvaart (BIB), onder auspiciën van de Stichting Projecten Binnenvaart (SPB) en ondersteund door het Ministerie van VROM middels het DEMO-programma dat wordt uitgevoerd door Novem (Nederlandse organisatie voor energie en milieu). Op de werf van de Gebr. Hoogendijk in

Sliedrecht werd de En Avant 4 voorzien van de voor- en naschakeling. De voorschakeling, de waterinjectie, is ontwikkeld door Alpha Power Systems, en zorgt voor de inspuiting van waternevel in de turbolader. Het water dat wordt verneveld in de turbolader moet van een zeer zuivere kwaliteit zijn, en is aan boord gemaakt van het oppervlaktewater rondom het schip. Hiervoor werd een watermaker van de firma Ceti gebruikt.

Het katalysatorsysteem (SCR) werd door Siemens geleverd, en gemonteerd in het uitlaatsysteem van de motor. Voor de werking van de katalysator is zgn. harnstof nodig (ureum). Deze harnstof is geleverd door Hydro Gas and Chemicals. De resultaten zijn uitgebreid gemeten en gerapporteerd door ECN. De projectleiding lag in handen van Henk Blaauw van DLD. Decommunicatie en PR zijn door



Alpha Power Systems: een waardevol project

Alpha Power Systems uit Arnhem heeft de SwirlFlash® technologie toegepast op de sleepboot En Avant 4 in het kader van het DEMO project. Doel was om vast te stellen wat deze voorgeschakelde technologie al dan niet in combinatie met een nageschakelde Sinox technologie voor de binnenvaart kan betekenen. Projectleider J. van Liere van Alpha Power Systems omschrijft het als een waardevol project. Omdat de SwirlFlash® technologie zich nog in de aanloop naar commercialisering bevindt, was het tevens een project met waardevolle leermomenten. De NOx reductie was beter dan verwacht. Berekend werd een maximum NOx reductie te kunnen realiseren van 17 procent. Die reductie bleek twintig procent te zijn, terwijl nog lang niet van ideale omstandigheden sprake was. Dit betrof met name de watertemperatuur tijdens verstuiwing. De SwirlFlash® technologie werkt optimaal bij een watertemperatuur van 250 graden Celsius. Die warmte is afkomstig van de uitlaatwarmte van de motor. Een warmtewisselaar is daarvoor aangebracht. Helaas bleek het water in deze proef geen 250 maar slechts 80 graden Celsius te zijn. Er was veel improvisatietalent voor nodig om toch nog een enigszins bruikbare verstuivertemperatuur te realiseren.

De heer Van Liere vraagt zich achteraf wel af of het juist was het systeem op een sleepboot uit te proberen, vanwege het sterk wisselende gebruik van het motorvermogen. 'Beter was het wellicht geweest om de test uit te voeren op

een binnenschip dat naar Basel en terug vaart. Het improviseren met de watertemperatuur en de sterk wisselende belastingen hebben de test geen goed gedaan. Niettemin is er toch een NOx-reductie uitgekomen van twintig procent en dat stemt tot tevredenheid,' aldus Co van Liere.

De SwirlFlash® technologie is zeker veelbelovend, enerzijds wegens de goede resultaten in de reductie van NOx-uitstoot, anderzijds omdat het gebruik maakt van warmte en water, die reeds voorhanden zijn aan boord van een schip. Bovendien zijn de aanschafkosten relatief laag. Getronics heeft de installatie geleverd en heeft belangstelling om de SwirlFlash® in serie te gaan produceren.

Alpha Power Systems BV is een joint-venture tussen KEMA, TNO, EMEZ en J. van Liere Management B.V. Het doel van de onderneming is integrale oplossingen te verkopen voor betere prestaties van gasturbines, gasmotoren en dieselmotoren. Het gaat hierbij niet alleen om vermogensvergroting maar vooral ook om NOx reductie. De gepatenteerde SwirlFlash® technologie maakt een extreem fijne verneveling van vloeistoffen zoals water en brandstoffen mogelijk. Door heet water te vernevelen in de turbolader van een dieselmotor wordt de compressiearbeid verminderd. Daardoor komt er meer netto arbeid uit de machine. De bevochtigde lucht verlaagt tevens de ontwikkeling van NOx en dus ook de emissie hiervan.

Ceti leverde het water voor de Swirlflash

Het water dat voor de voorschakeling (Swirlflash) werd gebruikt, werd gewonnen uit het oppervlaktewater rondom het schip. Daarvoor werd gebruik gemaakt van een Ceti watermaker. Hierdoor was het mogelijk zeer zuiver water te gebruiken voor verstuiving in de motor van de En Avant 4.

Ceti is leverancier van waterzuiveringsinstallaties op basis van omgekeerde osmose. Door het schip uit te rusten met een waterzuiveringsinstallatie kan ter plekke zuiver water worden gemaakt uit het oppervlaktewater van de vaarweg. Eén watermaker en een kleine buffertank bieden het schip een veel grotere actier-

adius, zonder dat de werking van de waterinjectie daar hinder van ondervindt. Alleen bij zeer hoge belastingen van de motor zal het verbruik van zuiver water groter zijn dan de aanmaak ervan. In die gevallen kan geruime tijd geput worden uit de buffervoorraad. Die buffervoorraad ontstaat wanneer de watermaker meer water levert dan de waterinjectie vraagt, doordat de motor niet extreem zwaar belast wordt.

Waterdeeltjes worden doorgelaten en andere stoffen of deeltjes worden achtergehouden (het omgekeerde van osmose in biologische processen).

Hoogendijk Groep bouwde de technieken in op de En Avant 4

Bij de scheepswerf van de Hoogendijk Groep werden de installaties voor de voor- en nageschakelde technieken op de En Avant 4 ingebouwd. Het bedrijf verzorgt normaal de reparatie, revisie en service van dieselmotoren en werkt mee aan het DEMO project van Bureau Innovatie Binnenvaart Voor- en Nageschakelde Techniek .

Gekozen is voor de Hoogendijk Groep omdat het bedrijf technisch goed geoutilleerd is voor zowel langzaam lopende als snel draaiende motoren. Ook is de Hoogendijk Groep goed voor 'blowerser-

vice' en reparatie ervan. Vernieuwing van blowers, blowerlagers, schoonmaken van de blower, controle en balancerings. Er is ook een aparte afdeling die gespecialiseerd is op het gebied van brandstofinspuitsystemen. Alle voorkomende componenten zoals brandstofblokpompen, losse brandstofpompen en verstuivers kunnen worden gerepareerd, gereviseerd en afgesteld worden. Het bedrijf in Sliedrecht is goed bereikbaar met een eigen afmeerkade tot 110 meter lengte en een eigen kraan met een groot bereik.

Algemeen

het Centraal Bureau voor de Rijn- en Binnenvaart georganiseerd.

Het DEMO-project heeft aan de verwachtingen voldaan. De resultaten zijn gunstig voor de binnenvaart en voor het milieu. Een milieuvriendelijke wijze van vervoeren heeft meer perspectieven voor de toekomst, want de samenleving eist van alle vervoerswijzen immers dat het milieu zo min mogelijk schade wordt berokkend.

Besluit

Door de overheden van de verschillende West-Europese landen is besloten dat de uitstoot van de belangrijkste schadelijke stoffen door scheepsdieselmotoren moet worden beperkt. Deze vier zijn kooldioxide (CO₂), stikstofoxiden (NO_x), fijne roetdeeltjes (PM₁₀) en VOS.

Het internationale orgaan dat regelgeving voor de West-Europese binnenvaart opstelt is de Centrale Rijnvaart-commissie (CCR) in Straatsburg. Sinds 1 januari 2002 moeten motoren voldoen aan door de CCR uitgevaardigde regels. Dat is pas de eerste fase. De volgende fase, die in zal gaan op 1 juli 2007 zal beduidend strengere eisen stellen aan verbrandingsmotoren op binnenschepen. Het is dan ook van belang om nu reeds

te zoeken naar methoden die ervoor kunnen zorgen dat ook bestaande motoren kunnen voldoen aan deze normen. De proef met de En Avant 4 toont aan dat de SCR-katalysator ook in een bestaand – ouder - schip goede kansen biedt. Ervaringen kunnen de duurzaamheid aantonen. Eventuele vermindering van de economische lasten kan de toepassing van de katalysator op bestaande schepen dichterbij brengen. De Swirlflash voorschakeling is een nog jongere techniek, een belofte voor de toekomst. Gebleken is dat een reductie van NO_x-emissie van ongeveer twintig procent mogelijk is. De voorschakeling is op zich niet noodzakelijk gebleken in combinatie met de katalysator, die immers al meer dan voldoende resultaten geeft. Voortzetting van het project ligt voor de SCR-katalysator voor de hand. Dat hoeft niet in combinatie met de Swirlflash waterinjectie. Als afzonderlijke techniek lijkt de waterinjectie zeker perspectieven te bieden om – in samenspraak met de motorfabrikanten – te onderzoeken of en op welke wijze een directe in- of aanbouw bij de motor kan bijdragen aan de reductie van de emissie van de motor zelf.

SINOx katalysator van Siemens/Argillon ook succesvol in ouder schip

Het SINOx® SCR-systeem van Siemens Nederland en Argillon in Duitsland levert een substantiële bijdrage aan de vermindering van de milieubelasting door uitlaatgassen. Bij het DEMO project Voor- en Nageschakelde Techniek van het Bureau Innovatie Binnenvaart is gebleken dat zelfs bij een oudere motor in een schip met een kleine machinekamer de NOx-reductie verbluffend is. Maar liefst 85 procent vermindering van de NOx-emissie mag een groot succes worden genoemd.

Door een chemische reactie – veroorzaakt door inspuiting van reagens – worden stikstofoxiden omgezet in stikstof en water. Centraal in het SINOx® SCR-systeem is een keramische katalysator van titaanoxide met als werkend bestanddeel vanadiumpentoxide, precies aangepast aan de wensen van de klanten en aan de fysieke mogelijkheden die een bestaande kleinere machinekamer biedt

Er wordt over een SCR katalysator gesproken alsof het over één product gaat. Het is echter een installatie, bestaande uit een drietal hoofdcomponenten: een besturingskast, een doseringsunit en een katalysator. De besturingskast en de daarin gemonteerde PLC worden aangepast aan het aantal dieselmotoren. Dit kan dus per schip anders zijn. Natuurlijk wordt hier standaardisatie, ook van de software, zover mogelijk doorgevoerd. De doseringsunit, altijd geleverd per dieselmotor, is afhankelijk van het vermogen van de motor en de te bereiken reduceringsfactor. Hier is/wordt

een vermogen afhankelijke standaardisatie doorgevoerd. Bij de proef met de sleepboot En Avant 4 van rederij T. Muller – die gebruikt werd in het DEMO project Voor- en Nageschakelde Techniek – werd de ureum echter handmatig gedoseerd.

De katalysator is een ander verhaal. Hier geldt allereerst, dat ook weer het vermogen van de dieselmotor en de reduceringsfactor bepalend zijn voor de noodzakelijke grootte van de katalysator. Echter hier speelt de beschikbare ruimte een belangrijke rol. Afhankelijk hiervan kunnen Siemens en Argillon de bouwvorm van onze katalysator in lengte en breedte (binnen grenzen) aanpassen. Nogmaals, ook hier wordt een standaard ontwikkeld, echter deze zal in veel gevallen op bestaande schepen niet toegepast kunnen worden. Kortom: standaardisatie zover dit mogelijk is, echter flexibiliteit blijft zeker een zeer belangrijke factor. En dat is bij de En Avant 4 ook in de praktijk werkzaam gebleken.

Het demoproject met de En Avant 4 heeft Siemens en Argillon veel ervaring opgeleverd.

Siemens/Argillon acht zichzelf niet in de positie om subsidie te verlangen van de overheid, maar benadrukt wel dat weinig binnenvaartondernemingen zonder nadere stimulatie zullen overgaan tot dergelijke investeringen. Een redelijke terugverdientijd is zeker voor bestaande schepen nog ver weg. Door middel van stimuleringsregelingen voor de aanschaf en inbouw van dergelijke systemen is een redelijke terugverdientijd te realiseren.

Rederij T. Muller tevreden over prestaties katalysator

Rederij T. Muller uit Dordrecht neemt deel aan het BIB-project Voor- en Nageschakelde Techniek met de En Avant 4. Een kortdurende proef met deze sleepboot heeft aangetoond dat zowel voor- als nageschakelde techniek in staat is om aanzienlijke NOx-reducties te realiseren.

De rederij is met name bijzonder tevreden over de reductie van NOx-uitstoot dankzij de inbouw van de SCR-katalysator op de sleepboot En Avant 4 en ziet hier grote kansen voor de sector. De metingen van ECN wezen uit dat er 85 procent reductie kan worden behaald door toepassing van de katalysator in de machinekamer van de sleepboot. De uitstoot van 2.15 gr/kWh zou bij een nieuwe motor al voldoen aan de milieueisen die op zijn vroegst pas over ongeveer tien jaar worden gesteld aan de scheepvaart. Daarmee loopt de scheepvaart dus vooruit in bescherming van het milieu door zo min mogelijk schadelijke stoffen te produceren met scheepsdiesels.

Deze eerste proef met een katalysator op een bestaand schip - de sleepboot En Avant 4 - was pas een eerste pilot en van zeer beperkte duur. Nog niet vast staat hoe de resultaten van het gebruik van de katalysator zullen zijn bij een langere exploitatie van de sleepboot. Nader onderzoek is hiervoor zeker nog nodig met toepassing van de SCR-katalysator aan boord van de sleepboot en later ook op meerdere verschillende scheepstypen.. Daarbij moet periodiek meten van de emissie-

reductie aantonen wat de resultaten daarvan zijn. De resultaten van die metingen zullen duidelijk maken of het zinvol – en wellicht economisch aantrekkelijk – is om een katalysator op bestaande schepen in te bouwen en voor welke groepen van schepen dit dan wel of niet aantrekkelijk is.

Bij bestaande – oudere – schepen is immers minder ruimte in de machinekamer om de katalysator en de bijbehorende ureumtank te kunnen herbergen dan op nieuwbouwschepen. Daarom is deze aparte proef op bestaande schepen zo belangrijk omdat naar de toekomst toe de bestaande vloot binnenschepen – en de meest duurzame gaan nog tientallen jaren mee – ook in de toekomst milieuvriendelijk kan worden geëxploiteerd.

Bij de proef met de En Avant 4 werd uit praktische overweging het ureum handmatig toegevoegd aan de katalysator. In komende projecten zal er voor gekozen worden voor een volledige inbouw. De ureum is nodig als ‘harnstof’, waardoor het proces van NOx-reductie op gang komt.

Rederij T. Muller is een haven- en zee-sleepdienst. Haar activiteiten bestaat uit het assisteren van zeeschepen in de regio van Dordrecht en Moerdijk, het binnen- en buitengaats verslepen van drijvend materieel, assisteren bij tewaterlatingen, het voorspannen van duwkonvooiën, ijsbreken op de Nederlandse rivieren en kanalen en het uitvoeren van bergingen.

ECN heeft de resultaten gemeten

De resultaten van het DEMO project Voor- en Nageschakelde techniek aan boord van de sleepboot En Avant 4 van rederij T. Muller zijn opgemeten door het onafhankelijke Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN). De uitkomsten waren zonder meer positief te noemen. De voor-geschakelde techniek Swirlflash kwam bij een motorvermogen van tachtig procent tot een reductie van de NOx-uitstoot van twintig procent. Bij lagere vermogens bleek de reductie van NOx ook terug te lopen.

De nageschakelde techniek SCR-katalysator kwam bij vrijwel alle motorvermogens tot een reductie van de NOx-emissie van 85 procent en bij een nog meer aangesproken motorvermogen zelfs op een nog hogere reductie. Daarmee werd aangetoond dat inzet van de nageschakelde techniek zelfs in een beperkte ruimte aan boord van een ouder schip onafhankelijk tot spectaculaire resultaten kan leiden.

De meetresultaten van ECN zijn onafhankelijk en optimaal betrouwbaar. ECN is het grootste onderzoeksinstituut in Nederland op energiegebied. Er werken zo'n 900 mensen bij ECN, dat is gevestigd in het mooie duingebied in het Noord-Hollandse Petten. Het centrum voert onderzoek uit op het gebied van energie. Hierbij bewegen de onderzoekers zich in het overgangsgebied tussen het fundamentele onderzoek van universiteiten en de toepassing van kennis in de markt. Zo bevinden zich zonnecelsystemen op daken van huizen en staan moderne windmolens in het veld te draaien dankzij technologie die is ontwikkeld door ECN.

ECN richt zich met het energieonderzoek op een duurzame energievoorziening: een veilige, efficiënte, betrouwbare en milieuvriendelijke energievoorziening. In opdracht van overheid en bedrijfsleven ontwikkelt ECN hiervoor kennis en technologieën. Hierbij worden drie basiselementen onderscheiden, namelijk het terugdringen van de energievraag door energiebesparing, het opwekken van energie met duurzame energiebronnen en een efficiënt en schoon gebruik van fossiele brandstoffen.

ECN is de partner van het bedrijfsleven bij de ontwikkeling en implementatie van producten, processen en technologieën, die van belang zijn voor de transitie naar een duurzame energiehuishouding. In dit kader is het Bureau Innovatie Binnenvaart bijvoorbeeld ook in gesprek met ECN over de toepassing van brandstofcellen in de binnenvaart en worden oplossingen gezocht voor de opslag van het niet ongevaarlijke waterstofgas. Een ander project waar ECN met het BIB mee bezig is, is de reductie van fijnstof uit de uitlaatgassen

ECN werkt intensief samen met Nederlandse en buitenlandse universiteiten en kennisinstellingen en vervult door het verrichten van technologisch onderzoek de brugfunctie naar implementatie. ECN ontving van het ministerie van Verkeer & Waterstaat de opdracht om de resultaten van het DEMO-project Voor- en Nageschakelde Techniek van het Bureau Innovatie Binnenvaart onafhankelijk te meten.

Hydro Gas and Chemicals ontwikkelt distributienetwerk voor ureum

Hydro Gas and Chemicals Benelux leverde de ureum voor de SCR katalysator aan boord van de En Avant 4. Het demoproject voor- en nageschakelde techniek van Bureau Innovatie Binnenvaart is één van de drie binnenvaartprojecten waaraan Hydro Gas and Chemicals Benelux meewerkt.

Omdat aan boord van de En Avant 4 de ruimte slechts zeer beperkt is, was alleen de inbouw van een relatief kleine ureumtank mogelijk. Tijdens de proef werd de ureum regelmatig aangevuld door Hydro Gas and Chemicals. Dat gebeurde met een vrachtauto. Naar aanleiding van een eerdere proef in de Nederlandse binnenvaart met de SCR-katalysator was Hydro Gas and Chemicals al gestart met het in kaart brengen van de mogelijkheden voor een distributienetwerk om de ureum beschikbaar te maken voor de scheepvaart als in de toekomst meer schepen zijn voorzien van een katalysator die ureum verbruikt. Een voorwaarde voor het welslagen van de toepassing van katalysatoren is natuurlijk het creëren van een voor heel Europa dekkend netwerk van afleverpunten van Ureum

Bij voortzetting van de proef met de En Avant 4 zal dat nog niet nodig zijn, zo is de verwachting. De sleepboot heeft immers een vaste plaats waar regelmatig wordt aangelegd, en waar Hydro Gas and Chemicals de ureum kan aanvoeren per truck.

Hydro Gas and Chemicals Benelux is de laatste drie jaar zeer actief in deze NOx applicatiemarkt. Enerzijds pro-actief om



Hydro Gas and
Chemicals

belanghebbende partijen - waaronder de overheid, transport ondernemingen (scheepvaart, automotive sector), katalysator producenten, universiteiten en overige gelieerde ondernemingen - te stimuleren om actief te participeren in projecten die aantonen dat de SCR technologie gebaseerd op technische ureum, de NOx emissie problematiek effectief bestrijdt.

Er zijn verschillende manieren om de uitstoot van NOx te verminderen. Één daarvan is Hydro Reduktan™, op ammoniak en ureum gebaseerde chemicaliën worden al jaren gebruikt om de ongewenste NOx om te zetten in onschuldige stoffen als stikstof en water.

Dit gebeurt in een SCR unit, die met het gebruik van Hydro Reduktan™, als reductieagent de NOx uitstoot vermindert met negentig procent.

Het SCR systeem bestaat uit een katalysator, een regelunit, de Hydro Reduktan™ tank en de installatie van componenten die de ureum verwerken.

Bezoek onze website:
innovatie.binnenvaart.nl



- downloaden documentatie
- uitgebreide innovatie documentatie
- nuttige adressen
- innovatiesubsidiewijzer
- links
- nieuws

Voor meer informatie over dit project kunt u contact opnemen met:

Bureau Innovatie Binnenvaart
Vasteland 12e
3011 BL Rotterdam
Tel.: 010-4141118
Fax: 010-4129091
info@innovatie.binnenvaart.nl
www.innovatie.binnenvaart.nl