

Binnenvaart Emissie(-prestatie) Label

Versie 1.1 d.d. 15-12-2022

1 Inleiding

Nederland heeft zich toegelegd op het halen van een aantal belangrijke doelen met betrekking tot klimaat en luchtkwaliteit. Deze doelen zijn nationaal vastgelegd in het Klimaatakkoord, de Green Deal Zeevaart, Binnenvaart en Havens, het Schone Lucht Akkoord en in internationaal verband in de Europese Green Deal, de verklaring van Mannheim en de resolutie van het Europees Parlement.

Voor de binnenvaart geldt dat in 2035 een reductie van 35% voor broeikasgassen en milieuverontreinigende stoffen behaald moet worden ten opzichte van 2015. In 2050 zou het vervoer nagenoeg emissieloos moeten zijn.

2 Indeling klimaat- en luchtkwaliteitsemissies

Als handvat, om de emissieprestaties van schepen te kunnen monitoren, is het Binnenvaart Emissie(-prestatie) Label opgestart vanaf 15 november 2021. Binnen dit label wordt gekeken naar:

- de klimaatprestaties van een schip (CO₂), aangegeven met de letters A tot en met E
- de luchtkwaliteit (emissies als de emissies van NO_x, roet (hoeveelheid en aantal deeltjes) , aangegeven met de cijfers 0 tot en met 5.

De klimaatemissies worden berekend op basis van de door de fabrikant verstrekte gegevens over het specifieke brandstofverbruik (BSFC) en het koolstofgehalte van de brandstof

De uitwerking van de klimaat- en luchtkwaliteitsprestaties staan in navolgende tabellen opgenomen.

Tabel 1 Overzicht klassen klimaatemissies. Bron: Binnenvaart Emissie(-prestatie) Label

Label klimaatemissies	Uitstoot gram CO _{2e} /kWh
A	0 (nul-emissie)
B	0,01 – 265
C	266 – 530
D	531 – 795
E	> 795

Tabel 2 Overzicht klassen klimaatemissies. Bron: Binnenvaart Emissie(-prestatie) Label

Label luchtkwaliteits-emissies	Limietwaarden			Info
	NO _x (g/kWh)	PM (g/kWh)	PN (#/kWh)	
0	0	0	0	100% elektrisch
1	< 0.46	< 0.015	< 1*10 ¹²	Of gecertificeerd Stage V equivalenten (Euro VI, NRE > 56 kW)
2	< 1.8	< 0.015	< 1*10 ¹²	Of gecertificeerde Stage V equivalenten (IWA / IWP ≥ 300 kW)
3	< 2.1	< 0.10		Of gecertificeerde Stage V equivalenten (IWA / IWP 13 kW - 300 kW)
4	< 6.0	< 0.20	-	Of certificaat CCR2 / EU Stage 3A
5	> 6.0	> 0.20	-	En geen CCR2 / Stage 3A certificaat

Het label is van toepassing op:

- vrachtschepen, passagiersschepen, drijvende werktuigen
 - alle motoren aan boord vanaf 19 kW
 - lengte schepen minimaal 20 meter
- motoren aan boord van de volgende categorieën:
 - motoren zonder SCR en / of DPF: metingen elke 20.000 draaiuren
 - motoren met SCR / DPF
 - EU Stage V:
 - 1e meting na 10.000 draaiuren
 - daarna binnen elke 10.000 draaiuren.
 - Aftersales nabehandeling
 - meting bij oplevering en
 - daarna binnen elke 10.000 draaiuren.

Het label is vrijwillig. Indien een schipper geen metingen wil laten verrichten, wordt automatisch het meest ongunstige emissie label toegekend.

3 Emissie reducerende technieken

Om de emissies te reduceren kan gebruik gemaakt worden van de volgende opties:

- Nageschakelde technieken, waaronder
 - SCR, reductie van NO_x – ureumboekhouding verplicht
 - DPF, reductie van roet – PM/PN
- Alternatieve brandstoffen, zoals
 - GTL
 - HVO
 - LNG
 - Methanol
 - Fuel water injection (FWE)

4 Vaststellen van de emissies voor het bepalen van de labels

4.1 Klimaatemissies

Het vaststellen van de klimaatemissies kan worden verricht door het berekenen van de CO₂ aan de hand van:

- Hoeveelheid verstookte brandstof(-fen)
- Opgewekte hoeveelheid kWh

4.2 Luchtkwaliteitsemisies

Voor het vaststellen van de luchtkwaliteitsemisies dienen metingen aan boord te worden uitgevoerd. Deze metingen moeten door een door het ministerie aangewezen meetbedrijf worden verricht. De volgende bedrijven zijn aangewezen:

- KW3, Arthur van Meekeren; a.vanmeekeren@kw3.nl
- SGS, Charlotte Wösten; charlotte.wosten@sgs.com
- TAUW, Roger Stoeltie; roger.stoeltie@tauw.com

Voor het bepalen van het label voor de luchtkwaliteitsemissie is het van belang dat de volgende componenten worden bepaald:

- Meetbedrijven
 - O₂
 - CO₂
 - CO
 - NO_x
 - HC
 - PM
 - PN
 - Inlaatlucht – temperatuur, vochtigheid en barometerdruk
- Schipper / opdrachtgever
 - Vermogen / toerental
 - Tyoe brandstof
 - Brandstofverbruik
 - Juiste instellingen van de motoren – test cycle
 - Indien voornoemde componenten niet direct aan boord kunnen worden afgelezen, dan dient de schipper / opdrachtgever deze vanuit de engine performance data sheet tijdens de metingen aan te leveren aan het meetbedrijf.

Voor de omrekening naar specifieke condities (o.a. vocht) wordt gebruik gemaakt van een rekenmethode die door TNO is afgeleid van de stoichiometrische verbranding. Het principe gaat uit van de koolstofbalans en het gebruik van het specifieke brandstofverbruik (BSFC – brake specific fuel consumption) als belangrijkste parameter om de gevonden uitlaatgasconcentraties om te rekenen naar massa-emissie per kWh motorarbeid. Dit geldt alleen voor standaard brandstoffen. In andere gevallen wordt uitgegaan van de standaard stoichiometrische verbranding en zijn dus ook gegevens rondom brandstofverbruik en brandstofsamenstelling noodzakelijk.

Motorkoppel, brandstofverbruik en luchtflow door de motor (samen 'exhaust mass flow') worden niet gebruikt in de vereenvoudigde methode. Motortoerental wordt wel gebruikt, maar alleen om de juiste meetpunten te kiezen, en eventueel om een juiste weging in het eindresultaat van de meetpunten aan te brengen (optioneel). De vereenvoudigde meetmethode richt zich op de concentratie van de emissie (NO_x, CO, HC, PM en/of PN) in het uitlaatgas, in relatie tot de CO₂ concentratie. De CO₂ concentratie is direct gerelateerd aan de hoeveelheid brandstof. Vervolgens wordt met het specifiek brandstofverbruik per meetpunt de specifieke emissie uitgerekend. Hiermee kunnen de aan boord van het schip moeilijk uitvoerbare brandstofverbruiksmeting en koppelmetering achterwege worden gelaten. In de bijlage is de berekeningsmethode opgenomen.

Voor CCR1 en CCR2 metingen dient de NO_x gecorrigeerd te worden naar ISO condities, voor stage V metingen is deze eis er niet.

5 Uitvoering en kenmerken van de metingen

In de onderhavige hoofdstukken wordt het uitvoeren van de metingen nader beschreven. In bijlage 1 worden de veiligheidsaspecten die hierbij van toepassing zijn beschreven.

De metingen kunnen verdeeld worden in de volgende 2 typen metingen:

- Metingen van deeltjes
- Metingen van gasvormige componenten

5.1 Metingen van deeltjes

Er kan onderscheidt gemaakt worden in 2 soorten deeltjesmetingen. Het gaat hierbij om de deeltjesmassa (PM) en de deeltjesaantallen (PN) metingen. De metingen van het aantal deeltjes vinden plaats bij een stage V motor. De gedachte achter de meting van de deeltjesaantallen (PN) is dat kleinere fijn stofdeeltjes schadelijker zijn voor de gezondheid, en dat een norm op het daadwerkelijke aantal juist zorgt voor vermindering van deze kleine deeltjes. Voor uitvoering van PN metingen kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van een Diffusion Size Classifier (DiSC) of een Condensation Particle Counter (CPC).

De stofmeting is een complexe meting die op een schip niet uitgevoerd kan worden conform de voorgeschreven meetmethoden. Voor de stofmetingen zijn de onderstaande afspraken gemaakt:

1. Bij Stage V metingen is de ervaring dat als de PN meting voldoet de PM meting ook voldoet aan de gestelde eisen. Bij Stage V meting wordt geen PM meting uitgevoerd maar wordt als resultaat <0.015 (de grenswaarde) opgenomen indien de PN meting voldoet.
2. Indien de motor beschikt over een nageschakelde techniek gebaseerd op stofvermindering wordt voor de PM een stofmeting afgeleid van de NEN-EN 13284-1 toegepast.
3. Indien er geen nageschakelde techniek aanwezig is dient voor de stofmassa de verdunningsmethode toegepast te worden in verband met de condensables.

5.1.1 Deeltjesmeting (PM)

PM meting na een nageschakelde techniek (DPF)

Bij de uitvoering van metingen na een DPF wordt er een indicatieve stofmeting uitgevoerd die is afgeleid van de NEN-EN 13284. Tijdens de meting wordt er over één filter zoveel mogelijk afgas aangezogen (circa $1 \text{ m}^3/\text{h}$) en er worden geen weegfactoren en verschillende bemonsteringstijden toegepast. Per cyclus is er één meting waarbij het resultaat getoetst wordt aan de eis. Bij stage V metingen wordt deze meting niet uitgevoerd.

PM meting aan motor zonder nageschakelde techniek (DPF)

Indien er verdund gemeten dient te worden, kan de verdunning worden bewerkstelligd door een partiële-stroomverdunningsstelsel of een volledige-stroomverdunningsstelsel. Om de massa van de deeltjes vast te stellen zijn een deeltjesbemonsteringstelsel, deeltjesbemonsteringsfilters, een microgrambalans en een weegkamer met constante

temperatuur en vochtigheid nodig. Het verdient aanbeveling om bij het toepassen van verdunlucht een hepafilter te gebruiken voor extra reiniging van de lucht.

Alle filtertypen moeten een opvangrendement van ten minste 99,7 % hebben. De door de fabrikant van het monsterfilter verrichte metingen die in zijn productratings tot uiting komen, mogen worden gebruikt om aan te tonen dat aan deze eis is voldaan.

De deeltjesfilters moeten een minimumdiameter van 47 mm (37 mm werkzame diameter) hebben. Grotere filterdiameters zijn toegestaan. De verdunningslucht moet zodanig worden afgesteld dat de maximum filter temperatuur in elke toestand 325 K (52 °C) of minder bedraagt.

Indien gebruik gemaakt is van de verdunningsmethode dient de weegruimte waarin de deeltjesfilters worden geconditioneerd en gewogen, op een temperatuur van 295 K (22 °C) \pm 3 K te worden gehouden gedurende het conditioneren en wegen van de filters. De vochtigheidsgraad moet worden gehouden op een dauwpunt van 282,5 K (9,5 °C) \pm 3 K en een relatieve vochtigheid van 45 \pm 8 %.

Indien de EN 13284-1 is toegepast worden de filters vóór en na de bemonstering gedurende ten minste 1 uur in een droogstoof gedroogd (160 °C). De filters en/of de weegrecipiënten worden daarna afgekoeld tot omgevingstemperatuur in een exsiccator. De filters blijven gedurende ten minste 4 uur in een exsiccator in de weegkamer voordat ze worden gewogen. Voor grotere onderdelen, bv. weegrecipiënten, kan een duur van maximaal tot 12 uur noodzakelijk zijn.

5.2 Metingen naar gasvormige componenten

De analyseapparatuur moet een meetbereik met de vereiste nauwkeurigheid hebben om de concentraties van de uitlaatgascomponenten te kunnen meten. Aanbevolen wordt de analyseapparatuur op zodanige wijze te gebruiken dat de gemeten concentratie binnen 15 % en 100 % van de schaal valt. Voor uitvoering van de metingen zal, indien de diameter van het afgaskanaal > 35 cm, een controle op homogeniteit van het rookgas plaatsvinden. Hierbij wordt gekeken naar de concentratieverdeling van NO_x. De concentratie NO_x wordt op ieder meetpunt (traversepunt) gemeten.. Indien de NO_x concentratie op ieder traversepunt kleiner is dan \pm 10% van de totaal gemiddelde NO_x concentratie is er voldoende homogeniteit en kan de NO_x meting op een willekeurig punt in het betreffende meetvlak worden uitgevoerd. Indien er geen homogene verdeling blijkt te zijn, dan worden de metingen op de verschillende meetpunten (traverserend) uitgevoerd. Een andere methode is het toepassen van een multihole probe. De metingen worden over één meetas uitgevoerd.

In tabel 3 zijn de prestatiekenmerken opgenomen:

Tabel 3 Overzicht prestatiekenmerken

Performantie	Criterium
Responstijd	< 200 s
Herhaalbaarheid	≤ 2%
Lineariteit	≤ 2%
Zerodrift	≤ 5% van de span
spandrift	≤ 5% van de span
Interferenten	Zie onder
Convertefficiency [NO _x monitor]	> 90%
Responsiefactoren FID	Zie onder

Responstijd:

- De responstijd van het meetsysteem dient < 200 sec te bedragen.

Herhaalbaarheid:

- De herhaalbaarheid (gedefinieerd is als 2,5-maal de standaarddeviatie van tien herhaalde responsies op een bepaald ijkgas) mag niet meer bedragen dan ± 2 % van de schaal.

Lineariteit:

- De lineariteit dient minimaal op 5 punten en jaarlijks te worden vastgesteld.

Zero en Span drift:

- Indien de zero en/of spandrift niet meer bedragen dan 2 % van de aangeboden span hoeft er geen correctie uitgevoerd te worden.
- Indien de zero en/of spandrift tussen de 2-5 % van de aangeboden span bedraagt dient hiervoor gecorrigeerd te worden
- Indien de zero en/of spandrift > 5% bedraagt dient te meting te worden verworpen.

Interferenten:

- Voor NO_x met CLD dient de CO₂ quench aantoonbaar bepaald te zijn. Dit kan middels een certificaat van de leverancier / erkend testinstituut of door deze zelf te bepalen. Het effect mag niet meer dan 3% van het volledige schaalbereik bedragen.
- Voor CO dient de CO₂ interferentie aantoonbaar bepaald te zijn. Dit kan middels een certificaat van de leverancier / erkend testinstituut of door deze te bepalen. Het effect mag niet meer dan 1% van het volledige schaalbereik bedragen voor gebieden die groter of gelijk aan 300 ppm zijn en niet meer dan 3 ppm voor gebieden onder 300 ppm.
- Voor de FID dient het zuurstofsynergisme aantoonbaar bepaald te zijn. Dit kan middels een certificaat van de leverancier / erkend testinstituut of door deze zelf te bepalen:

- Het effect van zuurstof moet gecontroleerd worden wanneer de analyser in gebruik wordt genomen en na groot onderhoud.
- Bij schaal > 200 ppm of hoger: $\leq 2\%$ van de schaal
- Bij schaal < 200 ppm: ≤ 4 ppm

Convertefficiency:

Afhankelijk van het rendement van de convertor dient de controle met een bepaalde frequentie plaats te vinden:

- CE > 95 %
 - Ten minste twee keer per jaar wordt er een controle uitgevoerd op de CE
- CE tussen 85 % en 95 %
 - Ten minste vier keer per jaar wordt er een controle uitgevoerd op de CE
- CE tussen 75 % en 85 %
 - Bij CE < 85% dient per meting de CE bepaald te worden tenzij kan worden aangetoond dat het type convertor dat gebruikt geleidelijk slechter wordt, tot een CE van 75%, en niet in één keer zijn werking verliest. Dit dient aangetoond te worden door grafieken waarbij het verloop van de CE is vastgesteld (tot een CE van 75%). Indien aantoonbaar is dat een convertor geleidelijk zijn werking verliest mag de frequentie van 4 keer per jaar gehanteerd worden. Het blijft de verantwoordelijkheid van de meetinstantie om ervoor te zorgen dat metingen worden uitgevoerd met een convertor die een CE heeft > 75%.
- CE < 75 %
 - Metingen uitgevoerd met een CE die lager is dan 75% moeten worden afgekeurd.

Correctie van de CE

De correctie van de CE kan als volgt worden uitgevoerd:

- In de monitor wordt een correctie uitgevoerd waardoor de data direct gecorrigeerd is.
- Na afloop in een spreadsheet: de waarden van NO en NO₂ dienen apart geregistreerd te worden, de resultaten van de NO₂ metingen worden op ppm niveau en per minuut gecorrigeerd voor de CE. Vervolgens wordt de NO_x concentratie berekend in mg/Nm³ waarna gecorrigeerd wordt voor bijvoorbeeld zuurstof. Na de correcties worden pas de gemiddelden bepaald.

Responsiefactoren FID

- De responsiefactoren dienen aantoonbaar bepaald te zijn wanneer de analyser in gebruik wordt genomen. Dit kan middels een certificaat van de leverancier / erkend testinstituut of door deze zelf te bepalen. De te gebruiken testgassen en de aanbevolen relatieve responsiefactorgebieden zijn als volgt:
 - Methaan en gezuiverd synthetisch gas: $1,00 < R_f < 1,15$
 - Propyleen en gezuiverde synthetische lucht: $0,90 < R_f < 1,10$
 - Toluene en gezuiverde synthetische lucht: $0,90 < R_f < 1,10$

Gasdroging

Het effect van een gasdroger (koeler) op de meting van de gasconcentratie moet minimaal zijn. Chemische drogers zijn niet aanvaardbaar voor het verwijderen van water uit het monster.

5.2.1 Meetprincipes gasvormige componenten

Analyse van stikstofoxiden (NO_x)

- Voor de analyse van stikstofoxiden dient gebruik gemaakt te worden van een chemoluminescentiedetector (CLD) met een NO₂ /NO-omzetter.

Analyse van zuurstof (O₂)

- Voor de analyse van zuurstof dient gebruik gemaakt te worden van een analyser met het paramagnetische meetprincipe (PMA)

Analyse van koolmonoxide (CO)

- Voor de analyse van koolmonoxide dient gebruik gemaakt te worden van een analyser met absorptie in het infrarood (NDIR).

Analyse van koolwaterstoffen (HC)

- Voor de analyse van koolwaterstoffen dient gebruik gemaakt te worden van een verwarmde-
vlamionisatiedetector (FID).

Analyse van kooldioxide (CO₂)

- Voor de analyse van kooldioxide dient gebruik gemaakt te worden van een niet-
dispergerende analyser met absorptie in het infrarood (NDIR).

Naast bovengenoemde meetprincipes mag gebruik gemaakt worden van andere meetprincipes indien de gelijkwaardigheid is aangetoond. De Testo 350 Maritiem beschikt over de volgende certificering en mag derhalve ook gehanteerd worden voor de meting van NO_x, CO, O₂ en CO₂:

Germanischer Lloyd (DNV GL) certificaat nr. TAA00001K0 (02/2018 - 02/2023), overeenkomstig MARPOL Annex VI en NO_x Technical Code 2008 en Nippon Kaiji Kyokai (Class NK) certificaat nr. 14DD001B. Bovendien voldoet de testo 350 MARITIME aan de richtlijn over scheepsuitrusting en beschikt hij over de MED-conformiteitsmarkering 0098/2018.

6 Meetcycli

Voor de emissietest worden de volgende testcycli gebruikt:

Testcyclus voor "scheepshoofdmotoren met constant toerental" (met inbegrip van dieselelektrische aandrijving en verstelbare schroef)

Tabel 4a Testcyclus E2

Testcyclus E2	Motortoerental	100 %	100 %	100 %	100 %
	Koppel / Vermogen	100 %	75 %	50 %	25 %
	Wegingsfactor	0,2	0,5	0,15	0,15

Testcyclus "scheepshoofdaandrijving met propellerkenmerken en scheepshulpaandrijving met propellerkenmerken"

Tabel 4b Testcyclus E3

Testcyclus E3	Motortoerental	100 %	91 %	80 %	63 %
	Koppel / Vermogen	100 %	75 %	50 %	25 %
	Wegingsfactor	0,2	0,5	0,15	0,15

Testcyclus voor "hulpmotoren met een constant toerental"

Tabel 4c Testcyclus D2

Testcyclus D2	Motortoerental	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	Koppel / Vermogen	100 %	75 %	50 %	25 %	10 %
	Wegingsfactor	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1

Indien de hierboven vermelde instellingen niet gehaald kunnen worden zal door de meetinstantie, op basis van expertise, een voorstel gedaan worden voor de gebruikte instellingen. Er wordt een bandbreedte van $\pm 5\%$ gehanteerd per instelling. Als er bij een D2 cyclus niet onder de 25% geregeld kan worden, dan worden de factoren van de E2 cyclus gehanteerd.

Indien er sprake is van een boegschroef kan er niet gevarieerd worden en zullen de metingen worden uitgevoerd bij het 100% stabiel in werking zijn van de boegschroef. De metingen zullen hierbij dan gedurende 10 minuten plaatsvinden. Hierbij wordt uitgegaan van de werkelijke maximale capaciteit. Deze kan lager liggen dan de op papier gegeven capaciteit. Indien er sprake is van een stage V motor zullen er verouderingsfactoren toegepast worden bij de toetsing aan de geldende eisen:

Tabel 5 Verouderingsfactoren

Component	NOx	PM	CO	CxHy	PN
Factor	1,15	1,05	1,3	1,3	1,0

- Bij een nageschakelde techniek vinden alle instellingen over 1 filter (normaal 10 minuten per stap) plaats.

- Indien er geen nageschakelde techniek aanwezig is wordt er per instelling een afzonderlijk filter gebruikt.
- Standaard wordt er 1 cyclus gemeten. (er vindt geen NTE test aan boord plaats)

Voor elke meting is een minimumtijd van tien minuten noodzakelijk.

De waarde van de concentratie van de gasvormige emissies moet in elke toestand gedurende de laatste drie minuten worden gemeten, genoteerd, en het gemiddelde wordt gebruikt bij de berekeningen.

Ingeval er metingen aan een voortstuwingsmotor (diesel, elektrisch) plaatsvinden dient er gevaren te worden tijdens de metingen. Ingeval de metingen aan een hulpmotor plaatsvinden hoeft er tijdens de metingen niet gevaren te worden.

7 Kalibratie

De werkelijke concentratie van een kalibratiegas voor de span moet binnen $\pm 2\%$ van de nominale waarde liggen. Alle concentraties van het kalibratiegas zijn gebaseerd op het volume (volumepercent of volume ppm). De voor kalibratie gebruikte gassen mogen ook worden verkregen met behulp van een meng- en doseertoestel voor gassen, waarbij verdund wordt met zuivere stikstof of met zuivere synthetische lucht. De nauwkeurigheid van de menginrichting moet zodanig zijn dat de concentratie van de verdunde kalibratiegassen met een tolerantie van $\pm 2\%$ kan worden bepaald.

Kalibratie voorafgaand aan de metingen:

De kalibratie vindt op de locatie plaats met een kalibratiegas voor de nulinstelling en een kalibratiegas voor het meetbereik waarvan de nominale waarde meer dan 80 % van de volle schaal van het meetbereik bedraagt. De gevonden waarden voor de twee controlepunten mogen niet meer verschillen dan $\pm 4\%$ van het volledige schaalbereik van de opgegeven kalibratiewaarde van de span.

Lektest

Er moet een lektest voor het systeem worden uitgevoerd. Afhankelijk van het type meting worden de volgende criteria gehanteerd:

- Gasvormige parameters die met een O₂ monitor worden gecontroleerd: $\leq 0,2$ vol% O₂
- FID monitor: controle door spangas rechtstreeks aan te bieden en over het gehele systeem. Het maximaal verschil tussen rechtstreeks gemeten en over het gehele meetsysteem mag 2% van de afgelezen span die rechtstreeks is gemeten bedragen
- Stof: ≤ 5 l/min

De lektest kan bijvoorbeeld met stikstof en/of een kalibratiegas worden uitgevoerd.

Meting

Bij ruw uitlaatgas mag het monster van alle componenten worden genomen met een bemonsteringssonde of met twee bemonsteringssondes die dicht bij elkaar zijn geplaatst en inwendig zijn gesplitst voor de verschillende analyse-apparaten. Er moet op worden toegezien dat er nergens in het bemonsteringssysteem condensatie van uitlaatgasbestanddelen (inclusief water en zwavelzuur) optreedt. Bij verdund uitlaatgas moet het monster voor de koolwaterstoffen met een andere bemonsteringssonde worden genomen dan het monster voor de andere componenten.

Kalibratie na afloop van de metingen:

De kalibratie kan plaatsvinden aan het einde van iedere cyclus of minimaal 1 keer per dag op locatie. Indien de meetapparatuur tussen de verschillende meetcyclussen verplaatst wordt, dient een aanvullende controle/kalibratie uitgevoerd te worden. De kalibratie vindt plaats met dezelfde gasconcentraties als de kalibratie voorafgaand aan de metingen. De drift dient $\leq 5\%$ van de aangeboden spanconcentratie te bedragen.

8 Rapportage

De eenheid waarin de emissies worden uitgedrukt is gram/kWh. Om de gemeten emissies om te kunnen rekenen naar deze eenheid zijn de volgende gegevens benodigd. Hierbij dient te worden opgemerkt dat, indien de vereenvoudigde TNO methode gebruikt kan worden een aantal parameters niet benodigd zijn (deze zijn cursief weergegeven).

- Gemeten emissieconcentraties [ppm]
- Type brandstof [samenstelling]
- *Uitlaatgasmassadebiet [kg/s]*
- *Temperatuur inlaatlucht [°C]*
- *Inlaatluchtvochtigheid [g H₂O/kg droge lucht]*
- *Brandstofdebiet [kg/s]*
- *Inlaat luchtdebiet [kg/s]*
- *Dichtheid*
- *Barometerstand [mbar]*
- Vermogen [kW]

In bijlage 3 is het format voor de rapportage opgenomen.

Bijlage 1 Veiligheidsprotocol emissiemetingen op binnenvaartschepen

1. Algemeen

Voor uitvoering van metingen op schepen dient de betreffende medewerker(s) over een zwemdiploma te beschikken.

2. Middelen

Bij de uitvoering van scheepsmetingen dienen de volgende (veiligheids-)middelen beschikbaar te zijn:

Hoofdbescherming:

Vanwege de soms beperkte bewegingsruimte is de kans op stoten aanwezig. Het dragen van een hoofdbescherming (zonder klep zodat zicht naar boven niet beperkt wordt) is in deze gevallen aanbevolen.

Handschoenen

Vanwege de hoge temperaturen (400 – 500 °C) is het dragen van (hittebestendige) handschoenen / sleeves wenselijk.

Geluid

Vanwege de hoge geluidsniveaus is het dragen van speciale oordoppen vereist. Voor deze metingen zijn speciale gehoorkappen beschikbaar. Eventueel kunnen onder deze oordoppen de otoplastieken gebruikt worden.

Portofoon

Omdat regelmatig in kleine soms lastig bereikbare ruimtes wordt gewerkt dient in geval van nood contact met andere bemanningsleden op het schip gemaakt kunnen worden. Dit kan door middel van een portofoon of alarmknop. Vanwege de hoge geluidsniveaus is het wenselijk om gebruik te maken van een portofoon met een headset.

Gasdetectie

De meetlocaties zijn niet altijd goed geventileerd, het dragen van een gasdetector tijdens de uitvoering vereist.

Gasmasker

Bij nieuw geïsoleerde leidingen kan door de hoge temperatuur een stof uit de isolatie vrijkomen, het dragen van een masker ter bescherming is dan wenselijk. Het verdient de voorkeur om het schip enige weken laten varen alvorens metingen te laten uitvoeren aan nieuwe SCR-installaties.

Lamp

Vanwege de soms beperkte verlichting in de machinekamers is het wenselijk gebruik te maken van een magneetlamp en een lamp die op je hoofd geplaatst kan worden.

Reddingsvest

Volgens het binnenvaartpolitiereglement dient er gebruik gemaakt te worden van een reddingsvest bij het aan boord gaan en bij het van boord gaan voor zover er gevaar voor in het water vallen bestaat. Bij verblijf en werkzaamheden aan dekken in het gangboord, indien verschansingen van ten minste 90 cm hoogte niet aanwezig zijn of relingen niet doorlopend zijn geplaatst .

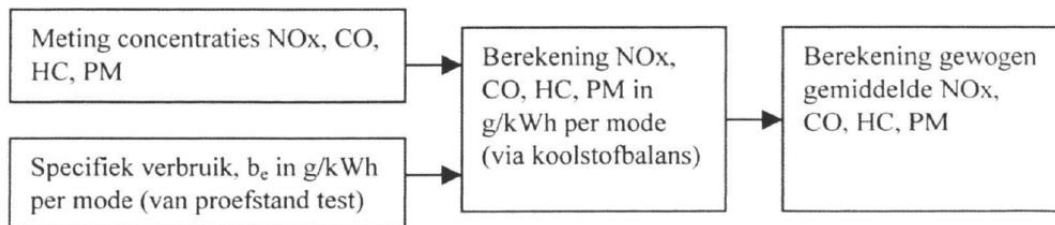
3. Communicatie

Er zal altijd op voorhand met de schipper contact opgenomen worden om na te gaan in hoeverre er metingen uitgevoerd kunnen worden. Bij dit contact worden in ieder geval de volgende aspecten besproken:

- Locatie waar aan boord gegaan kan worden
- Kan er een auto mee aan boord (in geval metingen aan een voortstuwingsmotor). Indien dit niet kan is er dan een mogelijkheid om weer terug te komen bij de auto ?
- Wat voor soort motor is het waaraan gemeten dient te worden ?
- Beschikbare tijdsperiode waarin gemeten kan worden ?
- Omgevingstemperatuur van de meetlocatie ?
- Diameter van het kanaal waarin gemeten wordt
- Beschikbare ruimte ?
- Beschikbare meetopeningen (minimaal 2" (stofmetingen) en 1"-opening, afhankelijk van meetprogramma)
- Bereikbaarheid van de meetlocatie (denk aan vrije ruimte, aanwezigheid meetvoorzieningen)
- Insteekdiepte
- Indien de metingen door 1 persoon worden uitgevoerd zal de communicatie tussen de medewerker en een van de bemanningsleden worden afgestemd (denk bijvoorbeeld aan gebruik portofoon).
- Type brandstof (i.v.m. berekening van het vochtgehalte van het afgas)
- Recente vervanging van de isolatie van de leidingen ?
- Is de maximale belasting van 100% haalbaar
- Vermogen, koppel, toerental, brandstofverbruik

Bijlage 2

Methode voor vaststelling emissie



Het specifieke brandstof verbruik, BSFC, speelt een belangrijke rol in de aan-boord emissiemeetmethode. Indien de BSFC om een of andere reden niet beschikbaar is vanuit de motorfabrikant, dan kan overwogen worden gebruik te maken van een BSFC schatting aan de hand van bekende motorparameters zoals max. vermogen per cilinder, gemiddelde effectieve druk, max. toerental, type verbranding en motorbouwjaar. TNO heeft aan de hand van 15 motoren uit een Duitse database een analyse uitgevoerd. BSFC van de individuele E3 punten is als 2e orde polynoom bepaald van verschillende motorparameters. In onderstaande tabel zijn de polynoomcoëfficiënten als functie van motorvermogen en druk gegeven die gebruikt kunnen worden bij een schatting van de BSFC. Let er op dat de polynoom geldt voor het vermogen per cilinder en dat hier niet het totaal motorvermogen wordt ingevuld.

Tabel 1. Polynoombenadering specifiek brandstofverbruik (BSFC) E3 cyclus punten, respectievelijk als functie van max motorvermogen per cilinder en max gemiddelde effectieve druk.

<u>BSFC as function of max engine power</u>	
1.00	$y = 0.0005x^2 - 0.3273x + 241.97$
0.75P	$y = 0.0008x^2 - 0.4083x + 247.13$
0.50P	$y = 0.0004x^2 - 0.3633x + 257.17$
0.25P	$y = 0.0042x^2 - 1.5717x + 367.55$
<u>BSFC as function of p_e</u>	
1.00	$y = -0.1212x^2 + 0.4514x + 234.74$
0.75P	$y = -0.0022x^2 - 2.8871x + 248.11$
0.50P	$y = -0.0333x^2 - 3.5098x + 258.35$
0.25P	$y = 2.0086x^2 - 35.785x + 388.59$

Het specifiek verbruik, b_e , moet bekend zijn op basis van de afnametest van de motor, of op basis van algemene gegevens van het betreffende motortype. Eventueel kan het specifieke verbruik geschat worden aan de hand van motorkenmerken zoals (specifiek) vermogen, type verbranding en bouwjaar.

Voor de emissie per lastpunt kan opgeschreven worden:

$$E(g/kWh) = \frac{E(g/h)}{P(kW)} \quad (6)$$

Verder geldt:

$$P(kW) = \frac{G_{fuel}(g/h)}{b_e(g/kWh)} \quad (7)$$

Substitutie van (7) in (6):

$$E(g/kWh) = \frac{E(g/h)}{G_{fuel}(g/h)} \cdot b_e(g/kWh)$$

ofwel:

$$E(g/kWh) = \frac{E(g/molexh) \cdot V_{exh}(mol/h)}{G_{fuel}(g/molexh) \cdot V_{exh}(mol/h)} \cdot b_e(g/kWh)$$

V_{exh} valt eruit:

$$E(g/kWh) = \frac{E(g/molexh)}{G_{fuel}(g/molexh)} \cdot b_e(g/kWh) \quad (9)$$

De emissie E: (NO_x, HC, CO)

$$E \text{ (g / mol exh)} = \frac{E \text{ (ppmwet)}}{10^6} \cdot M_c \text{ (g / mol)}$$

M_c = de molecuulmassa van de emissiecomponent. (10)

Voor bepaling van de brandstof in gram per mol uitlaatgas wordt gebruik gemaakt van de koolstofbalans.

$$G_{fuel} \text{ (g / mol exh)} = \frac{\text{massa koolstof toegevoegd door brandstof (g / mol)}}{Y_c}$$

Y_c = massa percentage koolstof in brandstof.

Voor normale dieselbrandstof geldt: $Y_c = 0,86$

De massa koolstof toegevoegd (aan de uitlaatgassen) door de brandstof kan eenvoudig bepaald worden door de concentraties koolstof houdende componenten op te tellen en hiervan af te trekken de CO concentratie die via de verbrandingslucht de motor ingekomen is. Het resultaat hiervan moet nog vermenigvuldigd worden met de molecuulmassa van koolstof:

Dus geldt:

$$G_{fuel} \text{ (g / mol exh)} =$$

$$\frac{\{CO_2(\% \text{ wet}) \cdot 10^4 + HC(\text{ppmwet}) + CO(\text{ppmwet}) - CO_2 \text{ omg}(\% \text{ wet}) \cdot 10^4\} M_c \text{ (g / mol)}}{10^6 \cdot Y_c}$$

M_c = molecuulmassa C=12 g/mol

(12)


(10) en (12) worden gesubstitueerd in (9):

$$E(g/kWh) = \frac{E(ppmwet) \cdot M_e(g/mol) \cdot Y_c \cdot b_c(g/kWh)}{\{CO_2(\%wet) \cdot 10^4 + HC(ppmwet) + CO(ppmwet) - CO_2omg(\%wet) \cdot 10^4\} M_c(g/mol)}$$

Yc= 0.86 (massa % koolstof in dieselbrandstof)

Bijlage 3

Rapportage format

		logo KW3/SGS/Tauw				
<p>Emission test report on board of MS xxx "Naam leverancier + type motor" "Naam leverancier nabehandeling" Test cycle: "D2 / E2 / E3; xxx kW @ xxxx rpm" Test date: xx-xx-xxxx</p>						
General		Engine		SCR		DPF
Supplier						
Type						
Serial Number						-
Load (kW)						-
Speed of rotation (rpm)						
Parameters		100%	75%	50%	25%	10%
Fuel type	[-]	"Diesel - GTL - Methanol"				
Engine load	[%]					
Power	[kW]					
Speed of rotation	[RPM]					
Fuel consumption	[l/h]					
Weighting factor	[-]					
Used BSFC	[g/kWh]					
Emission components	Unit	Weighting average			Criteria "CCR1- EU Stage 3A - EU Stage V"	Fulfills
NO _x as NO ₂	[gNO ₂ /kWh]					Yes / no
CO	[g/kWh]					Yes / no
CO ₂	[g/kWh]					n.a.
C _x H _y as C	[gC/kWh]					Yes / no
Total dust	[g/kWh]					Yes / no
PN	[#/kWh]					Yes / no
<p>The measurements are performed by KW3/SGS/Tauw (accreditation xxx) according to "Code van Goede Meetpraktijk Binnenvaart".</p>						
<p>All measuring data about the test are available at KW3/SGS/Tauw.</p>						