

# Masterplan Duurzame Visserij LCA – analyse 1e fase: Emissieberekeningen

J.E. Tamis & P. de Vries  
Rapport C121/15A



# IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Oprichtgever:

Stichting Masterplan Duurzame Visserij  
t.a.v. Jaap Luchies  
Vlaak 4  
8321 RV Urk

Publicatiedatum:

28 september 2015



Masterplan Duurzame Visserij is geselecteerd  
in het kader van het Nederlands Operationeel  
Programma 'Perspectief voor een duurzame visserij'

Europees Visserijfonds:  
Investing in duurzame visserij

**IMARES** is:

- Missie Wageningen UR: *To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.*
- IMARES is hét Nederlandse instituut voor toegepast marien ecologisch onderzoek met als doel kennis vergaren van en advies geven over duurzaam beheer en gebruik van zee- en kustgebieden.
- IMARES is onafhankelijk en wetenschappelijk toonaangevend.

Aanbevolen format ten behoeve van citaties: Tamis, J.E. en Vries, P. de. (2015) Masterplan Duurzame Visserij LCA – analyse 1<sup>e</sup> fase: Emissieberekeningen. IMARES Rapport C121/15A.

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
---	--	---	--

© 2015 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.  
KvK nr. 09098104,  
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.  
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U  
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A\_4\_3\_1-V14.2

## Inhoudsopgave

Samenvatting .....	4
1 Inleiding .....	5
2 Methoden .....	5
2.1 Achtergrond .....	5
2.2 Berekening van emissies van luchtverontreinigende stoffen.....	5
2.3 Uitgangspunten voor de berekeningen .....	6
2.4 Emissiefactoren .....	8
3 Resultaten .....	9
4 Discussie en conclusies .....	10
4.1 Brandstofverbruik .....	10
4.2 Emissiefactoren .....	10
4.3 Alternatieve ontwerpen.....	11
4.4 Emissiereducties .....	11
4.5 Aanbevelingen.....	12
5 Kwaliteitsborging .....	13
Referenties .....	14
Verantwoording .....	15

## Samenvatting

In het kader van het Masterplan Duurzame Visserij is een innovatief schip ontworpen en gebouwd: de MDV1. Het doel van dit onderzoek is om emissieberekeningen (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en PM) uit te voeren aan het schip MDV1, die te vergelijken met dat van een referentieschip (traditioneel boomkorkotter met wekkerkettingen) en een indicatie af te geven voor (toekomstige) alternatieve ontwerpen. Dit rapport beschrijft de methode en resultaten van de emissieberekeningen.

Hierbij is het belangrijk op te merken dat:

- De emissies berekend zijn op basis van een week varen en vissen en niet per activiteit;
- Er gebruik gemaakt is van generieke emissiefactoren, volgens een geaccepteerde methodologie;
- Voor de alternatieve ontwerpen uitgegaan is van schattingen.

De emissies van een reis met de MDV1 zijn lager (80%-87%) dan een reis met het referentieschip, uitgaande van een gemiddelde reis van een week voor beide schepen, waarbij de MDV1 twinrig-tuig en het referentieschip traditioneel boomkortuig heeft gebruikt. In hoeverre de vismethode en de activiteiten (stomen, vissen, netten binnenhalen) hierbij een rol spelen is niet onderzocht.

Voor de alternatieve ontwerpen zijn nog hogere emissiereducties te verwachten. Een geschatte brandstofbesparing van 5-10% door gewichtsbesparing geeft een emissiereductie van 81-89% ten opzichte van het referentieschip. Overgang op LNG als brandstof kan vooral emissies van NO<sub>x</sub>, fijnstof (PM<sub>10</sub>) en SO<sub>2</sub> potentieel sterk reduceren.

## **1 Inleiding**

In het kader van het Masterplan Duurzame Visserij (MDV) is een innovatief schip ontworpen en gebouwd: de MDV1.

Middels een Life Cycle Analyses (LCA) zal de milieu-impact van dit schip worden bepaald. Deze analyse zal in meerdere fasen worden uitgevoerd. Onderdeel van de 1<sup>ste</sup> fase is een berekening van de emissies naar de lucht. Dit rapport beschrijft de methode en resultaten van deze emissieberekeningen.

Het doel van dit onderzoek is om emissieberekeningen (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en PM) uit te voeren aan het innovatieve schip MDV1, die te vergelijken met de emissies van een door de opdrachtgever aangewezen traditioneel schip als referentie<sup>1</sup>, en een indicatie af te geven voor (toekomstige) alternatieve ontwerpen.

## **2 Methoden**

### **2.1 Achtergrond**

Sinds 2000 zijn specifieke schattingsmethodieken ontwikkeld voor de emissies op de Noordzee, in havens en voor de binnenvaart. Het rapport van Denier van der Gon en Hulskotte (2010) beschrijft de methoden om emissies van scheepvaart te schatten zoals momenteel in gebruik bij de Nederlandse Emissie Registratie. De onderliggende berekeningen worden beschreven door Hulskotte et al. (2003). De berekeningen in dit onderhavige rapport zijn uitgevoerd conform de methodologie zoals beschreven door Denier van der Gon en Hulskotte (2010) en Hulskotte et al. (2003), welke in dit rapport alleen in hoofdlijnen beschreven wordt.

### **2.2 Berekening van emissies van luchtverontreinigende stoffen**

De belangrijkste stoffen die vrijkomen door verbrandingsprocessen die plaatsvinden in motoren zijn: kooldioxide (CO<sub>2</sub>), stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), fijnstofdeeltjes (PM<sub>10</sub>), koolmonoxide (CO), koolwaterstoffen (vluchtige organische stoffen (VOS)), en zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>). CO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub> worden veroorzaakt door de oxidatie van de in de brandstof aanwezige koolstof en zwavel waardoor de emissies van deze stoffen volledig afhankelijk zijn van de gehalten koolstof en zwavel in de brandstof en de hoeveelheid brandstof die wordt verbrand (Hulskotte et al., 2003). De emissies van de andere stoffen zijn voornamelijk afhankelijk van de technische eigenschappen van de motoren en de wijze waarop deze motoren worden gebruikt (bijvoorbeeld het vermogen dat wordt ingezet).

De berekening van de emissies van het referentieschip en het innovatieve schip MDV1 is volgens de methode zoals beschreven door Hulskotte et al. (2003):

---

<sup>1</sup> Het referentie schip betreft de TX-36, zoals deze eerder ook is gebruikt in een MDV studie (Taal en Hoefnagel, 2012). Brandstofverbruik zoals in die studie genoemd is voor het referentieschip is in 2008 bepaald. Aangezien de TX-36 de afgelopen jaren diverse innovaties heeft doorgevoerd, is dit historische brandstofverbruik geenszins representatief voor het huidige verbruik van dit schip.

- Motorafhankelijke emissies: vermenigvuldiging van het energiegebruik met de emissiefactoren per hoeveelheid energie)

$$EM_t = Es \times EF_{t,m,f,y}$$

Waarbij:

$EM_t$  = Emissie van stoffen (t) die motortype afhankelijk zijn, (kg)

$Es$  = Energiegebruik, (Kwh)

$EF_{t,m,f,y}$  = Emissiefactoren van stoffen(t), motortype (m), brandstof(f) en bouwjaar(y), (kg/Kwh)

- Brandstofafhankelijke emissies: vermenigvuldiging van het brandstofgebruik met de emissiefactoren per hoeveelheid brandstof

$$EM_f = Qs \times EF_{f,b}$$

Waarbij:

$EM_f$  = Emissie van stoffen (f) die brandstof afhankelijk zijn, (kg)

$Qs$  = Brandstofgebruik, (kg)

$EF_{f,b}$  = Emissiefactoren van stoffen(f), brandstof(b), (kg/kg)

Berekeningen voor toekomstige alternatieve scheepsontwerpen zijn gebaseerd op schattingen zoals vermeld in paragraaf 2.3.

## 2.3 Uitgangspunten voor de berekeningen

### MDV1

Het MDV1 schip heeft een dieselelektrische voorstuwing. De schroefaandrijving wordt verzorgd door een elektromotor van 400 kW. Het elektrisch vermogen voor de elektromotor wordt geleverd door een 500 kW 4 takt dieselmotor, Mitsubishi S6R2-T2MPTK-9, bouwjaar 2014 (Mitsubishi Turbocharger and Engine Europe B.V., 2015). De benodigde energie voor het schip wordt dus continu en volledig verzorgd door de Mitsubishi motor.

Voor nood (en eventueel voor havengebruik) is een kleiner Mitsubishi generatorset aan boord (type 6D16, 120 kW). Deze motor wordt echter tijdens normale bedrijfsvoering niet gebruikt en zal daarom voor dit onderzoek buiten beschouwing worden gelaten.

De gegevens die gebruikt worden voor de berekening staan weergegeven in *Tabel 2.1*. Deze zijn gebaseerd op drie testvaarten waarbij het brandstofverbruik is gemeten. Een testvaart bestaat uit een week (100 uur) varen en vissen (twinriggen), waarvan wordt verondersteld dat het een gemiddelde visreis vertegenwoordigt. Het gemiddelde brandstof verbruik over de drie visreizen is 6.874 liter per 100 uur, ofwel 68,74 liter/uur<sup>2</sup>. Voor de berekening van de emissies wordt dus uitgegaan van een gemiddeld brandstofverbruik van 6874 liter dieselolie per week voor de MDV1, wat met een dichtheid van 0,82 kg/l neerkomt op 5.636,68 kg dieselolie per week. Dieselolie levert een energie van 42,7 MJ/kg (Zijlema, 2015). Dit betekent dat het energieverbruik van de MDV1 per week 240.686,236 MJ bedraagt, ofwel 66.857,3 kWh (1MJ = 1.000/(60x60) = 0.277778 kWh).

---

<sup>2</sup> dit gemiddeld brandstofverbruik is gebaseerd op basis kortstondig proefvaren en proefvissen met twinrigtuigen. Na de geplande dokperiode van de MDV1 en bij gebruik van lichtere, innovatieve, twinrigpulstuigen zal het gemiddeld brandstofverbruik mogelijk op ca.. 6500 ltr./100 uur kunnen uitkomen.

## Referentieschip

Om de emissie van de MDV1 te vergelijken met een referentieschip wordt gebruik gemaakt van een voorgaande MDV studie (Taal en Hoefnagel, 2012). Daar is het gemiddeld brandstofverbruik van een bestaande 40 meter en 2.000 pk boomkorkotter met traditionele boomkortuigen gerapporteerd: 35.000 liter per week, welke als referentie wordt gehanteerd. In de studie wordt niet aangegeven waarop dit gemiddelde is gebaseerd. Uitgaande van een dichtheid van dieselolie van 0,82 kg/l komt dat neer op 28.700 kg.

Tabel 2.1 Overzicht gegevens emissieberekeningen

Factor	Waarde	Bron en opmerkingen
Brandstofverbruik MDV1 (dieselolie)	6.874 liter per week (100 uur)	Gemiddeld brandstofverbruik bepaald op basis van het gemeten brandstofverbruik tijdens 3 visreizen (een visreis is een week varen en vissen). Gevist met twinrig
	5.636,68 kg /week	Berekend o.b.v. dichtheid dieselolie
Brandstofverbruik referentieschip (dieselolie)	35.000 liter per week	Gemiddeld brandstofverbruik met traditionele boomkortuigen (Taal & Hoefnagel, 2012)
	28.700 kg /week	Berekend o.b.v. dichtheid dieselolie
Energieverbruik MDV1	66.857,3 kWh/week	Berekend o.b.v. brandstofverbruik, energie brandstof en conversiefactor
Energieverbruik referentieschip	340.413,9 kWh/week	Berekend o.b.v. brandstofverbruik, energie brandstof en conversiefactor
Energie brandstof	42,7 MJ/kg	Zijlema (2015)
Energie conversie	0.277778 kWh/MJ	1 Joule is gelijk aan 1 Wattseconde
Dichtheid dieselolie	0.82 kg/l	Taal & Hoefnagel (2012)

## Toekomstige ontwikkelingen MDV

In verband met verdere transitiedoelstellingen in het kader van MDV zijn de volgende toekomstige ontwikkelingen (verschillende ontwerpen) voorzien.

### 1. Gewichtsbesparing/brandstofbesparing

Vanwege gewichtsbesparing is het MDV1 schip uitgerust met composiet deuren en luiken. Toekomstige ontwerpen gaan uit naar een geheel composiet stuurhuis (MDV2) en vervolgens naar een volledig composiet casco en stuurhuis (seriebouw (MDV3-15)). Door middel van verdergaande composiet constructies is gewichtsbesparing en daarmee brandstofbesparing mogelijk. Volgens de Stichting MDV zal een composiet stuurhuis een gewichtsbesparing opleveren van 5-10% en een geheel composiet casco 30 tot 40% en daardoor een mogelijke brandstofbesparing van 5 - 10 % opleveren, mits de afmetingen, rompvorm, inrichting en uitrusting min of meer gelijk blijven met die van de MDV1 (pers. comm. Frans Veenstra, Stichting MDV). MDV zal deze schattingen door onderzoek laten onderbouwen. Voor de emissieberekeningen van alternatieve ontwerpen zal in deze studie worden uitgegaan van deze eerste inschattingen, zijnde brandstofbesparing van 5-10%.

### 2. Overschakeling naar LNG gasmotor elektrisch voortstuwing en energieopwekking

De MDV1 heeft een diezelelektrische aandrijving. Voor toekomstige ontwerpen worden de mogelijkheden van LNG onderzocht, vanwege emissiereductie bij overschakeling van diesel naar LNG ('schonere' brandstof) en het benutten de kou die vrijkomt om van vloeibaar LNG weer gas te maken voor het koel- en vriesbedrijf (energiebesparing). Voor de emissieberekeningen van alternatieve ontwerpen zal in deze studie worden uitgegaan van potentiële emissiereducties zoals aangegeven door Clean North Sea

Shipping (CNSS, 2011) en Nederland Maritiem Land & InnovatieNetwerk ('t Hart, 2009), zie *Tabel 2.2*. Of deze schattingen ook hier van toepassing zijn is niet expliciet getoetst in huidige studie.

*Tabel 2.2 Potentiële emissiereductie door gebruik van LNG*

NOx	PM	SOx	CO <sub>2</sub>	Referentie
60%	72%	90-100%	0-25%	CNSS (2011)
85-90%	n.a.*	98%	30%	't Hart (2009)

\*n.a.: niet beschikbaar. Voor roet (onderdeel van PM) wordt een reductie van 90% vermeld.

## 2.4 Emissiefactoren

De emissiefactoren voor de brandstofafhankelijke stoffen staan weergegeven in *Tabel 2.3*. In de technische specificaties van de motor van het schip MDV1 (Mitsubishi Turbocharger and Engine Europe B.V., 2015) wordt de emissiefactor van NOx vermeld. Emissiefactoren van andere luchtverontreinigende stoffen worden niet gegeven in de technische specificaties. Daarom is gebruik gemaakt van generieke emissiefactoren uit van der Gon en Hulskotte (2010). De MDV1 heeft een motor met bouwjaar 2014. Generieke emissiefactoren voor de scheepvaart zijn alleen beschikbaar voor motoren t/m het jaar 2000. De emissiefactoren van de MDV1 zullen naar verwachting lager zijn aangezien motoren in de loop der tijd steeds 'schoner' worden. Er zijn wel recentere emissiefactoren voor de binnenvaart beschikbaar (van der Gon en Hulskotte, 2010), welke zijn gebruikt voor de MDV1, zie *Tabel 2.3*. Deze emissiefactoren zijn ook representatief voor de zeevaart (zie discussie in hoofdstuk 4).

Voor de motor van het referentieschip met bouwjaar 2000 wordt gebruik gemaakt van de generieke emissiefactoren voor zeegaande schepen met medium en hoge toerenmotoren (viertaktmotoren), behorend bij dit betreffende bouwjaar (van der Gon en Hulskotte, 2010).

Voor de brandstofafhankelijke emissies (*Tabel 2.4*) zijn de factoren gebaseerd op brandstofgebruik na 1 januari 2015, waarbij wordt uitgegaan van brandstof met een zwavelgehalte van 1000 ppm. Vanaf januari 2015 is het maximale zwavelgehalte in de brandstof die gebruikt wordt op de Noordzee 1000 ppm (0,10%) (CBS, PBL, Wageningen UR, 2015).

*Tabel 2.3 Emissiefactoren voor medium en hoge toerenmotoren (viertaktmotoren), bouwjaar 2000, op basis van brandstofeisen van na 2011 (van der Gon en Hulskotte, 2010)*

Schip	Motorafhankelijke emissiefactoren (g/kWh)				Toelichting
	NOx	PM10	CO	VOS	
MDV1	7.4*	0.2	1.3	0.2	Emissiefactoren voor de binnenvaart, bouwjaar 2009-2011
Referentie	9.2	0.3	2	0.3	Emissiefactoren voor medium en hoge toerenmotoren (viertaktmotoren), bouwjaar 2000

\* Emissie NOx voor het schip MDV1 overgenomen uit de technische specificaties van de Mitsubishi S6R2-T2MPTK-9 (Mitsubishi Turbocharger and Engine Europe B.V., 2015).

*Tabel 2.4 Brandstofafhankelijke emissiefactoren op basis van brandstofeisen vanaf 2015 (1000 ppm) (van der Gon en Hulskotte, 2010)*

Brandstofafhankelijke emissiefactoren (g/kg)	
SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
2	3173



### 3 Resultaten

Op basis van de gegevens zoals beschreven in paragraaf 2.3 en samengevat in *Tabel 2.1* en de emissiefactoren in *Tabel 2.3* zijn de berekeningen (zie paragraaf 2.2) uitgevoerd. De resultaten staan weergegeven in *Tabel 3.1*. In *Tabel 3.2* staat de emissiereductie weergegeven door het nieuwe schip MDV1 ten opzichte van de referentie viskotter. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze emissiereductie slechts een indicatie is. De vergelijking is immers gebaseerd op generieke berekeningen en niet op directe metingen aan emissies. Bovendien is de berekening uitgevoerd op een gemiddelde reis en niet uitgesplitst per activiteit. De activiteiten (stomen, vissen, netten ophalen) en daarmee het brandstofverbruik kunnen in een week sterk variëren.

Ook zijn de emissies ten gevolge van alternatief ontwerp 1 (brandstofvermindering door gewichtsbesparing), alternatief ontwerp 2 (emissiereductie door LNG als brandstof) en een combinatie van alternatief ontwerp 1&2 berekend en weergegeven in *Tabel 3.1* (emissies) en *Tabel 3.2* (emissiereducties ten opzichte van de referentie).

*Tabel 3.1 Emissie van luchtverontreinigende stoffen (kg) per schip per week*

Schip	NOx	PM10	CO	VOS	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Referentie*	3132	102	681	102	57	91065
MDV1*	495	13	87	13	11	17885
MDV alternatief ontwerp 1**	445-470	12-13	78-83	12-13	10-11	16097-16991
MDV alternatief ontwerp 2***	49-198	4	N/A	N/A	0-1	12520-17885
MDV alternatief ontwerp 1&2	45-188	3-4	N/A	N/A	0-1	11268-16991

N/A: niet beschikbaar

\* Emissie o.b.v. gemiddeld verbruik per week voor het referentieschip met traditionele boomkortuigen en het innovatieve schip MDV1 met twinrig. NB. Dit betreft slechts een indicatie. De activiteiten gedurende de reizen zijn niet meegenomen.

\*\* Uitgaande van eerste inschattingen van een brandstofreductie door gewichtsbesparing van 5-10%

\*\*\* Uitgaande van een potentiële emissiereductie door het gebruik van LNG als brandstof (zie *Tabel 2.2*)

Tabel 3.2 Emissiereductie (%) van luchtverontreinigende stoffen per schip

Schip	NOx	PM10	CO	VOS	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
MDV1*	84%	87%	87%	87%	80%	80%
MDV alternatief ontwerp 1**	85-86%	88%	88-89%	88%	81-82%	81-82%
MDV alternatief ontwerp 2***	94-98%	96%	N/A	N/A	98-100%	80-86%
MDV alternatief ontwerp 1&2	94-99%	97%	N/A	N/A	98-100%	81-88%

N/A: niet beschikbaar

\* Emissiereductie o.b.v. gemiddeld verbruik per week. NB. Dit betreft slechts een indicatie. De activiteiten gedurende de reizen zijn niet meegenomen in de vergelijking waardoor het verschil niet volledig aan het schip gerelateerd kan worden.

\*\* Uitgaande van eerste inschattingen van een brandstofreductie door gewichtsbesparing van 5-10%

\*\*\* Uitgaande van een potentiële emissiereductie door het gebruik van LNG als brandstof (zie Tabel 2.2)

## 4 Discussie en conclusies

### 4.1 Brandstofverbruik

De emissie van luchtverontreinigende stoffen door het schip MDV1 zijn berekend op basis van het gemiddeld brandstofverbruik tijdens een week varen en vissen met twinrig-tuig. Het gemiddeld brandstofverbruik van de MDV1 is het werkelijk verbruik gebaseerd op een drietal vaartochten. Om de emissies van de MDV1 te vergelijken met andere schepen is een vergelijking uitgevoerd met een referentieschip met traditionele boomkortuigen. Het gemiddeld brandstofverbruik van deze referentie is overgenomen van een eerdere studie uitgevoerd binnen het MDV. Bij deze vergelijking zijn belangrijke kanttekeningen te plaatsen:

- 1) Er zijn verschillende vismethoden toegepast. Een indicatie van het brandstofverbruik van twinriggen ten opzichte van traditionele boomkorvisserij geeft aan dat er 50% van de hoeveelheid brandstof per kg schol of tong wordt verbruikt (Taal en Zaalmink, 2012). Uitgaande van deze indicatie zal het gemiddeld brandstofverbruik van een een twinrigger met vergelijkbare vangstcapaciteit ca. 17.500 liter per week zijn (pers. comm. Frans Veenstra, Stichting MDV). Een groot deel van de emissiereductie zal dus te wijten zijn aan de toegepaste vismethoden. Echter, voor het Masterplan Duurzame Visserij wordt vanaf het begin af aan gerefereerd aan een traditionele platvis boomkorkotter met wekkertuigen met de doelsoorten tong en schol (twinrig=schol, twinrigpulse = tong en schol).
- 2) Zoals eerder aangegeven is de vergelijking niet gebaseerd op het uitvoeren van dezelfde activiteiten maar op een gemiddelde vaartocht van een week. Aangezien de activiteiten (varen en vissen) en daarmee het brandstofverbruik in een week sterk kunnen variëren, heeft dit een (grote) invloed op de emissie. Voor een goede vergelijking is het nodig om het brandstofverbruik, en het liefst ook de vermogensvraag van de motor, per activiteit te weten.
- 3) Om rekening te houden met de opbrengst van het schip is een vergelijking per aangelande ton vis relevant.

### 4.2 Emissiefactoren

De emissies van de stoffen CO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub> zijn afhankelijk van het brandstofverbruik en niet van de eigenschappen en gebruik van de motor. Voor deze stoffen wordt de emissiereductie geheel bepaald door het verschil in brandstofverbruik.

De overige stoffen, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO en VOS, zijn wel motorafhankelijk. Voor NO<sub>x</sub> emissies van de MDV1 is een specifieke emissiefactor beschikbaar. De overige motorafhankelijke emissiefactoren van beide schepen zijn gebaseerd op generieke emissiefactoren. Voor de MDV1 met een motor met bouwjaar 2014 zijn de emissiefactoren gebaseerd op motoren met bouwjaar 2009-2011 gebruikt voor de binnenvaart (van der Gon en Hulskotte, 2010). Voor het referentieschip met een motor met bouwjaar 2000 zijn de emissiefactoren gebaseerd op motoren met bouwjaar 2000 gebruikt voor zeegaande schepen op de Noordzee.

Emissiefactoren voor de binnenvaart zijn, op advies van J. Hulskotte, eerder gebruikt om de emissie door zeevaart te bepalen (de Vries et al., 2011). De generieke emissiefactoren voor de binnenvaart zijn vergelijkbaar met die voor de zeegaande schepen. Binnenvaart motoren met bouwjaar 2000 zijn opgenomen in de categorie bouwjaar 1995-2001. De gegevens voor deze categorie zijn iets hoger dan de 2000 gegevens van zeegaande schepen. Dit is volgens verwachting aangezien 1995-2001 een gemiddelde is en de emissie van motoren afneemt over de tijd. De gegevens van de binnenvaart motoren voor 2009-2011 lijken hierdoor echter wel een goede indicatie voor de 2014 motor van de MDV1. Er zijn dus voor beide schepen generieke emissiefactoren beschikbaar die een berekening van de emissies mogelijk maken. Voor een meer nauwkeurige berekening van (en verschil in) emissies zijn echter specifieke (gemeten) emissiefactoren nodig, maar deze zijn in de huidige studie niet beschikbaar.

### **4.3 Alternatieve ontwerpen**

De emissies door alternatief ontwerp 1 (brandstofbesparing door gewichtsbesparing) zijn gebaseerd op eerste schattingen door Stichting MDV en de emissies door alternatief 2 (LNG als brandstof) zijn gebaseerd op potentiële emissiereducties zoals aangegeven door Clean North Sea Shipping (CNSS, 2011) en Nederland Maritiem Land & InnovatieNetwerk ('t Hart, 2009). Deze emissies zijn dus te beschouwen als een indicatie en niet als nauwkeurige, goed onderbouwde getallen.

Voor wat betreft alternatief 1 is er een recht evenredige emissiereductie te verwachten met de afname van het brandstofverbruik. Een verbeterde onderbouwing dient dus vooral gericht te zijn op een meting (of, indien niet mogelijk, een meer nauwkeurige schatting) van het brandstofverbruik.

Voor wat betreft alternatief 2, volledig gebruik van LNG als brandstof in plaats van dieselolie, is de emissiereductie afhankelijk van zowel het type en de hoeveelheid brandstof, maar ook van het type motor. Aangezien deze informatie (nog) niet beschikbaar is, is voor de berekeningen in deze studie uitgegaan van potentiële reductie van het gebruik van LNG ten opzichte van dieselolie, ongeacht type motor. Onderbouwing voor alternatief 2 zou gericht moeten zijn op het verkrijgen van (specifieke) emissiefactoren van het type LNG motor dat voor het MDV schip gebruikt gaat worden. Daarbij zou ook het brandstofverbruik gemeten (of, indien niet mogelijk, nauwkeurig geschat) moeten worden.

### **4.4 Emissiereducties**

De emissies van een reis met de MDV1 zijn lager (80%-87%) dan een reis met het referentieschip, uitgaande van een gemiddelde reis van een week voor beide schepen. In hoeverre de activiteiten (stomen, vissen, netten binnenhalen) hierbij een rol spelen is niet bekend. Wel is aannemelijk dat een groot deel van de emissiereductie het gevolg is van de toegepaste vismethode.

Voor de alternatieve ontwerpen zijn nog hogere emissiereducties te behalen. Een brandstofbesparing van 5-10% door gewichtsbesparing geeft een emissiereductie van 81-89% ten opzichte van de referentie. Overgang op LNG als brandstof kan vooral voor NO<sub>x</sub>, fijnstof (PM<sub>10</sub>) en SO<sub>2</sub> tot hoge reductie leiden.

## **4.5 Aanbevelingen**

Voor een beter vergelijk van emissies door verschillende schepen is het nodig dat het brandstofverbruik per activiteit en per vangst bekend is. Aanbevolen wordt om voor zowel de MDV1 als referentieschepen zo nauwkeurig mogelijk het brandstofverbruik bij te houden bij verschillende activiteiten en vangsten. Daarnaast kunnen gegevens uit aanvullende bronnen (zoals vangstgegevens uit het logboek of weersgegevens van het KNMI) verfijning bieden bij het vergelijken.

De emissies voor de MDV1 zijn, met uitzondering van NO<sub>x</sub>, gebaseerd op generieke emissiefactoren. Specifieke, gemeten emissiefactoren voor de MDV1 zullen een meer nauwkeurige emissieberekening opleveren.

Voor de alternatieve ontwerpen is uitgegaan van eerste schattingen voor brandstofreductie door gewichtsbesparing (alternatief 1) en potentiële emissiereducties door LNG als brandstof voor een aantal luchtverontreinigende stoffen. Aanbevolen wordt om deze aannames beter te onderbouwen (zie paragraaf 4.3).

## **5 Kwaliteitsborging**

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

## Referenties

CBS, PBL, Wageningen UR (2015): Emissies door de zeescheepvaart, 1990-2013 (indicator 0521, versie 18, 16 april 2015). [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl). CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

CNSS (2011): A review of present technological solutions for clean shipping. Clean North Sea Shipping (CNSS) is a project within the North Sea Region Programme (INTERREG IVB). Downloaded on July 8th 2015 at: <http://cnss.no/wp-content/uploads/2011/10/Summary-brochure10.pdf>

De Vries P., J.E. Tamis, S.T. Glorius & B.C. Bolman (2011): Towards Environmentally Friendly Acta Marine Supply Vessels. Wageningen IMARES Report C075/11A

Denier van der Gon en Hulskotte (2010) Methodologies for estimating shipping emissions in the Netherlands - A documentation of currently used emission factors and related activity data. Report 500099012

Hulskotte J., E. Bolt & D. Broekhuizen (2003): EMS-protocol Emissies door Verbrandingsmotoren van Zeeschepen op het Nederlands Continentaal Plat. Versie 2, 22/11/2003

Mitsubishi Turbocharger and Engine Europe B.V. (2015): Technical file, IMO certification, According to Annex VI of REVISED MARPOL 73/78 "Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships" and "Nox Technical Code 2008", Mitsubishi S6R-T2MPTK-9, January 2015.

Taal, C. & A. Hoefnagel (2012): Masterplan Duurzame Visserij; Haalbaarheidsonderzoek 2e fase. LEI-nota 12-019, Februari 2012, LEI, onderdeel van Wageningen UR, Den Haag.

Taal, K. & Zaalink, W. (2012): 'Vissen met zorg'. Factsheets kwaliteit en duurzaamheid standwant-, puls-, twinrig- en flyshootvisserij, Maart 2012 LEI, onderdeel van Wageningen UR, Den Haag.

't Hart, P. (2009): Haalbaarheidsstudie 'Boomkorvissen op aardgas'. In opdracht van Nederland Maritiem Land en InnovatieNetwerk opgesteld door: Ir. P. 't Hart, Koers & Vaart BV. Rapportnr. 09.2.217, Utrecht, september 2009.

Zijlema (2015) Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO2-emissiefactoren, versie april 2015, Agentschap NL

## Verantwoording

Rapport: C121/15A  
Projectnummer: 4315000001-04


Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Ir. R. van Hal  
Onderzoeker

Handtekening: 

Datum: 28 september 2015

Akkoord: Dr. ir. L.J.W. van Hoof  
Hoofd afdeling Vis

Handtekening: 

Datum: 28 september 2015