

**Emissieschattingen Diffuse bronnen
Emissieregistratie**

**Motoremissies uit de
recreatievaart**

Versie mei 2016

De gepresenteerde methode voor emissieberekening van de genoemde emissieoorzaken in deze factsheet is actueel, maar vanaf 2017 worden de nieuwe emissiecijfers niet meer toegevoegd. Ga voor de meest recente emissiecijfers naar de website van EmissieRegistratie (www.emissieregistratie.nl).

In opdracht van RIJKSWATERSTAAT – WVL
Uitgevoerd door DELTARES en TNO

Motoremissies uit de recreatievaart

1 Omschrijving emissiebron

Bij de buitenboordmotoren is het gebruikelijk de uitlaatgassen onderwater, in het schroefwater, te lozen. Bij binnenboordmotoren wordt doorgaans gebruik gemaakt van natte uitlaten om de uitlaatgassen te koelen [1]. In het STOWA-rapport 'Watervervuiling door motoren van pleziervaartuigen' [2] wordt aangenomen dat een fractie van de uitlaatgassen in het water terecht komt.

De emissie naar de waterfase betreft alleen dat deel van de verontreinigingen in het uitlaatgas dat direct uit de uitlaat in de waterfase achterblijft. Indirecte verontreiniging door atmosferische depositie wordt in deze factsheet niet behandeld.

2 Toelichting berekeningswijze

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), het aantal recreatievaartuigen verdeeld naar open- en kajuitmotorboten en open- en kajuitzeilboten met het gemiddelde brandstofgebruik per boottype maal de emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per motortype per hoeveelheid brandstof. De verschillende typen boten zijn uitgerust met een bepaalde verdeling van typen van motoren die bepalend zijn voor de hoogte van de emissiefactoren.

De emissiefactoren zijn gemeten in hoeveelheden emissie per hoeveelheid opgewekte kinetische energie. Door te delen met het specifieke brandstofgebruik (brandstofhoeveelheid benodigd per hoeveelheid opgewekte kinetische energie) wordt een emissiefactor per hoeveelheid brandstof verkregen.

Wateremissies vinden plaats bij motoren uitgerust met onderwateruitlaatsystemen en bij natte uitlaatsystemen. De verdeling van typen van motoren verschuift in de loop der jaren.

$$E_s = N_t \times B_t \times U_t \times F_{t,m} \times EF_{m,s}/S_m$$

Waarbij:

E_s = emissie van stof (s), (kg)

N_t = aantal boten van type (t), 1

B_t = gemiddeld brandstofgebruik van boottype (t) per uur, (kg/uur)

U_t = gemiddeld aantal vaaruren van boottype (t), (uur/jaar)

$F_{t,m}$ = fractie van boten van type (t) uitgerust met motortype (m), ./.

$EF_{m,s}$ = emissiefactor van stof (s) bij motortype (m) per hoeveelheid vermogen, (kg/kwh)

S_m = specifiek brandstofgebruik van motortype (m), (kg/kwh)

3 Emissieverklarende variabele

De emissieverklarende variabele is het aantal recreatieboten. Voor het aantal boten wordt onderscheid gemaakt tussen kajuitmotorboten, kajuitzeilboten, open motorboten en open zeilboten. Deze inventarisatie is deels gebaseerd op statistieken van CBS [5] en deels op cijfers van ICOMIA [13]. Bij het CBS zijn geen recentere gegevens hierover beschikbaar dan die van 1996.

Voor de cijfers van 1997 is uitgegaan van gegevens verzameld door de Stichting Recreatie [6] en voor de cijfers van 2004 is uitgegaan van cijfers uit een onderzoek van Waterrecreatie advies [18]. De tussenliggende jaren zijn geïnterpoleerd. De jaren vanaf 2005 zijn constant gehouden.

Daarnaast is aangenomen dat 35 procent van de motorboten bestaat uit "snelle motorboten". Deze schatting van het aantal snelle motorboten is gebaseerd op cijfermateriaal vermeld in [7]. De uitkomst van de schatting is bevestigd door een mededeling van de Rijksdienst voor het wegverkeer [8]. Dit zijn speedboten en waterscooters ook wel PWC (afkorting van Personal Watercraft) genoemd. Het aantal snelle motorboten is noodzakelijk om het brandstofgebruik goed te kunnen schatten.

Tabel 1: Ontwikkeling van het aantal boten onderscheiden naar type.

Jaar	Open zeilboot	Kajuitzeilboot	Kajuitmotorboot	Open motorboot	Snelle open motorboot
1985	61 660	30 830	46 245	16 032	8 633
1990	59 623	29 811	44 717	15 502	8 347
1995	94 340	47 170	70 755	24 528	13 207
1997	100 000	50 000	75 000	40 000	14 000
2000	76 283	63 517	68 854	40 870	22 007
2005	44 660	81 540	60 660	60 697	32 683
2010	44 660	81 540	60 660	60 697	32 683
2013	44 660	81 540	60 660	60 697	32 683
2014	44 660	81 540	60 660	60 697	32 683

Het brandstofgebruik per boot is in opdracht van het Watersportberaad onderzocht [7]. De resultaten van dit onderzoek staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2: Brandstofgebruik per boot per type.

Boortype	Motoruren (uur/jaar)	Gebruik (kg/uur)
Open zeilboot	20	1.95
Open motorboot	70	1.52
Snelle open motorboot	56	5.09
Kajuitzeilboot	60	2.40
Kajuitmotorboot	126	3.74

4 Emissiefactoren

Emissiefactoren voor de CO, NMVOS en NO_x en enkele andere specifieke organische componenten van verschillende motortypen worden gegeven door Samaras [9]. De Nederlandse Emissieregistratie [10] geeft specifieke emissiefactoren van tweetaktmotoren. Verdeling van gasvormige componenten over water/lucht bij buitenboordmotoren is overgenomen van Rijkeboer [4]. Daarnaast is aangenomen dat de helft van de binnenboordmotoren beschikt over een nat uitlaatsysteem en dat de verdeling van de emissies over water en lucht bij de natte uitlaatsystemen gelijk is aan de buitenboordmotoren. Deze aannames leiden tot onderstaande tabel 3.

Tabel 3: Percentage wateremissies per componentgroep (%).

	Buitenboordmotoren	Binnenboordmotoren
VOS (koolwaterstoffen en PAK)	40	20

Emissieprofielen van PAK en diverse andere koolwaterstoffen van tweetakt motoren direct naar de waterfase worden ook gegeven door Kelly [11]. Kelly geeft hierin meetwaarden bij verschillende belasting en smeermiddelen. Omdat er geen direct verband lijkt te bestaan tussen PAK-emissies en belasting of smeermiddel, zijn alle meetresultaten van Kelly gemiddeld. Voor een aantal PAK-componenten was geen meetwaarde beschikbaar. De concentraties van deze componenten zijn bijgeschat, gebruik makende van de aanname dat de concentraties van PAK-componenten met eenzelfde molecuulgewicht vaak van dezelfde orde grootte zijn. In onderstaande tabel zijn deze componenten cursief weergegeven.

De PAK-emissies van LE-tweetakt (Low-emissions) en viertakt (4-T) motoren zijn afgeleid van de metingen van Kelly door ze te correleren aan de gemiddelde NMVOS-emissie van deze motor conform gegevens van Corinair of de Emissieregistratie. Tenslotte is per specifieke component in de uitlaatgassen een verdeling geschat van deze component over de waterfase en de gasfase [4]. Dit is alleen uitgevoerd voor de emissies die geschat zijn op basis van Samaras en Veldt [9,10]. De emissiefactoren van PAK uit diesels zijn afgeleid door de VOS-emissiefactor uit Samaras te vermenigvuldigen met de zogenaamde omrekenfactoren van de Emissieregistratie [12] voor VOS-componenten en PAK-componenten. Hierbij is uitgegaan van 20% emissie direct naar water omdat alle dieselmotoren functioneren als binnenboordmotor.

Tabel 4: Emissiefactoren naar water voor verschillende motortypen in de recreatievaart (g/Kwh).

Component	2T	2T (LE)	4T [#]	Referentie	D	Referentie
PM	0.28	0.16	0.04	9	0.10	6
VOS	90	30	3.6	9	0.46	6
Benzeen	0.90	0.45	0.16	9	8.7E-03	10
Tolueen	2.7	0.9	0.49	10	6.4E-03	10
1,3-butadien	0.15	0.075	0.027	10	1.5E-03	7
Formaldehyde	0.99	0.33	0.04	10	2.6E-02	12
Naftaleen	1.7E-04	5.7E-05	7.0E-06	11	3.1E-03	12
Fenanthreen	2.3E-04	7.6E-05	9.3E-06	11	2.2E-04	12
Acenafyleen	2.8E-06	9.4E-07	1.1E-07	11	5.5E-05	12
Anthraceen	5.1E-06	1.7E-06	2.0E-07	11	5.7E-05	12
Fluorantheen	9.7E-06	3.2E-06	3.9E-07	11	3.1E-05	12
Benzo[a]anthraceen	3.3E-05	1.1E-05	1.3E-06	11*	9.6E-06	12
Benzo[b]fluorantheen	3.3E-05	1.1E-05	1.3E-06	11*	7.7E-06	12
Benzo(k)fluorantheen	3.3E-05	1.1E-05	1.3E-06	11	2.9E-06	12
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	2.8E-06	1.0E-06	1.2E-07	11	4.6E-10	12
Benzo[g,h,i]peryleen	2.8E-06	1.0E-06	1.2E-07	11*	1.2E-06	12
Benzo(a)pyreen	3.3E-05	1.1E-05	1.3E-06	11	7.7E-06	12
PAK (10 van VROM)	5.22^E-04	1.74E-04	2.11E-05		3.5E-03	
PAK (6 van Borneff)	1.10^E-04	3.67E-05	4.34E-06		7.7E-05	

* De concentraties van deze componenten zijn geschat, gebruik makende van de regel dat de concentraties van PAK met eenzelfde molecuulgewicht vaak van dezelfde orde grootte zijn

Voor de 4T-binnenboordmotoren worden deze emissiefactoren nog door twee gedeeld (zie tabel 3).

Specifiek brandstofgebruik van de motoren

Om de emissiefactoren om te rekenen naar emissie per hoeveelheid brandstof moet van een bepaalde efficiëntie (brandstofgebruik per geleverde hoeveelheid aandrijfenergie) van de verschillende motortypen worden uitgegaan. Hiervoor zijn de waarden toegepast die vermeld staan in onderstaande tabel.

Tabel 5: Specifiek brandstofgebruik en brandstof van de verschillende motortypen (kg/Kwh).

Motortype	Specifiek verbruik	Brandstof
2T	0.4	Benzine
2T LE	0.35	Benzine
4T	0.35	Benzine
D	0.25	Diesel
PWC	0.4	Benzine

Technische samenstelling van de vloot van recreatievaartuigen

Rijkeboer schat voor Nederland de verdeling van motoren per motortype [4]. Deze verdeling is gebaseerd op de ANWB-gegevens tot en met begin jaren '90 en de sindsdien verkochte hoeveelheden en soorten buitenboordmotoren. Hierbij wordt aangenomen dat motorboten met kajuit vooral worden uitgerust met binnenboord dieselmotoren en de andere boten voor het merendeel buitenboordmotoren hebben. De verschuiving van 2-taktmotoren naar LE-2-taktmotoren en 4-taktmotoren in de periode 1995-2015 is gebaseerd op interpretatie/extrapolatie van de ICOMIA-statistieken [13] uitgevoerd door van der Wal [3].

Tabel 6: Technologie mix (% van de totale vloot) in 1995.

	2T	2T LE	4T	D
Buitenboord	60	1	4	0
Binnenboord	0	0	5	29
PWC	0.2	0.2	0.2	0

Tabel 7: Technologie mix (% van de totale vloot) in 2005.

	2T	2T LE	4T	D
Buitenboord	27	6,4	32	0
Binnenboord	0	0	5	29
PWC	0.2	0.2	0.2	0

Tabel 8: Technologie mix (% van de totale vloot) in 2015.

	2T	2T LE	4T	D
Buitenboord	1	15	38.4	0
Binnenboord	0	0	5	40
PWC	0.2	0.2	0.2	0

Op basis van bovenstaande tabel is een fractioneringtabel gemaakt die de verdeling per boottype bevat naar de verschillende motortypen. De aanvullende aanname die aan onderstaande tabel ten grondslag ligt is dat open boten in het algemeen buitenboordmotoren hebben die hun uitlaatgassen onderwater uitstoten. Deze fractietabel is hieronder weergegeven met enkele steekjaren. In deze fractioneringtabel is de som van de fracties per boottype telkens gelijk aan 1.

Tabel 9: Fractioneringtabel van motortype over boottypen.

Boottype	Aandrijving	Onderwater- uitlaat	Motor type	1985 %	1990 %	1995 %	2000 %	2005 %	2010 %	2013 %	2014 %
Kajuitmotorboot	Inboard/Stern	nee	4T	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	12.7	11.7	11.4
Kajuitmotorboot	Inboard/Stern	nee	D	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3	87.3	88.3	88.6
Kajuitzeilboot	Inboard/Stern	nee	4T	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	12.7	11.7	11.4
Kajuitzeilboot	Inboard/Stern	nee	D	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3	87.3	88.3	88.6
Open motorboot	Outboard	ja	2T	92.4	92.4	92.4	66.8	41.3	23.4	11.0	6.5
Open motorboot	Outboard	ja	2T LE	1.5	1.5	1.5	5.7	9.8	17.9	23.5	25.5
Open motorboot	Outboard	ja	4T	6.1	6.1	6.1	27.5	48.9	58.8	65.6	68.0
Open zeilboot	Outboard	ja	2T	92.4	92.4	92.4	66.8	41.3	23.4	11.0	6.5
Open zeilboot	Outboard	ja	2T LE	1.5	1.5	1.5	5.7	9.8	17.9	23.5	25.5
Open zeilboot	Outboard	ja	4T	6.1	6.1	6.1	27.5	48.9	58.8	65.6	68.0
Snelle open motorboot	Outboard	ja	2T	91.5	91.5	91.5	66.2	40.9	23.1	10.8	6.4
Snelle open motorboot	Outboard	ja	2T LE	1.5	1.5	1.5	5.6	9.7	17.7	23.2	25.2
Snelle open motorboot	Outboard	ja	4T	6.1	6.1	6.1	27.3	48.5	58.2	64.9	67.3
Snelle open motorboot	PWC	ja	2T	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
Snelle open motorboot	PWC	ja	2T LE	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
Snelle open motorboot	PWC	ja	4T	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4

5 Maatregelen en effecten

Belangrijkste emissiereducerende maatregel is de geleidelijke verschuiving van 2-takt naar LE-2-takt en 4-takt motoren voor de verschillende boottypen. Als gevolg hiervan wordt een geleidelijke afname van de gemiddelde emissiefactoren bereikt.

6 Tijdsreks emissiefactoren

Op dit moment is er geen tijdsreks van emissiefactoren beschikbaar. Zodra er nadere typekeuringseisen van motoren worden doorgevoerd zullen deze eisen in de emissiefactoren tot uitdrukking moeten worden gebracht. Zo is het motortype 2T LE een gevolg van eerder doorgevoerde typekeuringseisen. De penetratie van dergelijke schonere motoren neemt in de loop der jaren toe.

7 Emissies

Onderstaande tabel geeft de emissies voor de verschillende stoffen per jaar weer, uitgedrukt in kg/jaar.

Tabel 10: Directe emissies naar water als gevolg van recreatievaartuigen (benzine + diesel in kg/jaar).

	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014
PM	19 140	18 895	20 665	21 671	20 920	19 859	19 063	18,768
VOS (ton/jaar)	1 959	1 974	2 208	2 251	1 962	1 393	999	858
Benzeen	21 398	21 515	24 011	25 902	25 122	20 520	17 367	16,238
Tolueen	61 464	61 872	69 136	73 913	70 440	54 759	44 016	40,168
1,3-butadieen	3 576	3 595	4 012	4 328	4 197	3 431	2 905	2,717
Formaldehyde	24 320	24 423	27 220	27 799	24 534	18 344	14 048	12,501
Naftaleen	418	409	443	461	449	457	460	461
Fenanthreen	33	32	35	36	35	34	33	33
Anthraceen	7.2	7.1	7.7	7.9	7.7	7.8	7.9	7.9
Fluorantheen	7.6	7.5	8.1	8.4	8.1	8.2	8.3	8.3
Chryseen	4.2	4.1	4.4	4.6	4.4	4.5	4.5	4.5
Benzo(a)-antraceen	1.9	1.9	2.1	2.2	2.0	1.8	1.7	1.7
Benzo(b)-fluorantheen	1.7	1.7	1.8	1.9	1.8	1.6	1.4	1.4
Benzo(k)-fluorantheen	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	0.9	0.8	0.7
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	0.03	0.02
Benzo(g,h,i)-peryleen	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Benzo(a)-pyreen	1.7	1.7	1.8	1.9	1.8	1.6	1.4	1.4
PAK (10 van VROM)	474	465	503	524	509	516	518	519
PAK (6 van Borneff)	12	12	13	14	13	13	12	12

De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren uit paragraaf 4 met de emissieverklarende variabele uit paragraaf 3. De effecten van de maatregelen zijn in de emissiefactoren verwerkt.

8 Verdeling compartimenten

Op dit moment is de rekenmethode alleen gericht op de berekening van de emissies die direct naar oppervlaktewater plaatsvinden.

9 Emissieroutes via riool naar water

De emissies vinden voor 100% plaats direct naar oppervlaktewater. Er is geen sprake van lozingen op riool.

10 Regionalisatie

Voor de regionale verdeling van emissies wordt binnen de Emissieregistratie gebruik gemaakt van een set van digitale kaarten, welke aanwezig is bij het RIVM. Deze set geeft de regionale verdeling in Nederland weer van allerlei grootheden, zoals de bevolkingsdichtheid, verkeersintensiteit, landbouwactiviteiten, etc. Binnen de Emissieregistratie worden deze kaarten gebruikt als 'lokator' om de regionale verdeling van emissies vast te stellen. De set aan mogelijke lokatoren is beperkt (voor een overzicht van beschikbare lokatoren zie [19]), dus kan niet iedere denkbare grootheid als lokator worden toegepast. Daarom wordt die lokator gebruikt, waarvan wordt aangenomen dat hij het beste correleert met de emissie.

De verdeling van emissies over Nederland wordt aangenomen gelijk te zijn aan de verdeling van de lokator over Nederland.

In onderstaande tabel staat voor de verschillende emissieoorzaken de lokator weergegeven, waarmee emissies worden geregionaliseerd.

Tabel 8: Overzicht van wijze van regionalisatie van emissies.

Onderdeel	Lokatoren
Motoremissies recreatievaart	Recreatievaart kilometers

De wijze waarop de lokatoren tot stand komen wordt beschreven in [19]:

Recreatievaart kilometers

Bepalend voor de verdeling is het aantal vaartuigen per vaarwegvak, vermenigvuldigd met de lengte van dat vak (in kilometers). Daarbij is onderscheid gemaakt naar zeil- en motorboten. De laatste categorie kent immers duidelijk meer emissies via brandstofverbruik. Gegevens over de ligging- en de lengte van de vaarwegvakken zijn afkomstig uit het vaarweggedeelte van het NWB (Nationaal Wegen Bestand).

Dit bestand, in beheer bij de Adviesdienst Verkeer- en Vervoer (AVV) van Rijkswaterstaat wordt jaarlijks geactualiseerd en bevat de ligging van wegen, spoorwegen en vaarwegen in Nederland tesamen met een groot aantal kenmerken.

De regionalisatie van emissies vindt plaats naar de verdeling van toervaarders per vaarweg, als weergegeven in [14], en gebaseerd op gegevens van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer [15].

11 Opmerkingen en wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

In ronde 2008 is de EVV aangepast. Hiervoor is gebruik gemaakt van gegevens uit een onderzoek van het Waterrecreatie advies [18]. De EVV is vanaf 1998 aangepast door de tussenliggende jaren te interpoleren.

In ronde 2007 zijn wijzigingen doorgevoerd. In onderstaande tabel zijn de resultaten voor enkele belangrijke stoffen van de oude methode [17] en de resultaten in deze factsheet naast elkaar geplaatst.

Tabel 11: Uitkomsten emissieberekening oude en nieuwe methode.

Stof	Emissie oude methode	Emissie deze factsheet	Eenheid
VOS	2197	1678	ton
Benzeen	90	21	ton
Tolueen	233	59	ton
PAK (10 van VROM)	2046	529	kg
PAK (6 van Borneff)	101	13	kg

Het belangrijkste verschil in uitkomsten tussen de oude en de nieuwe methode is terug te voeren op het gebruik van lagere emissiefactoren. Enerzijds zijn de emissiefactoren lager doordat met een percentage van 40 of 20 procent emissie naar water is gerekend in plaats van 60 procent. Verder is voor de benzinemotoren voor wat betreft de PAK's voornamelijk gebruik gemaakt van literatuur [11] gebaseerd op directe metingen in water van PAK-emissie uit buitenboordmotoren.

Originele factsheet:

Hulskotte, J. (TNO), H. Oonk (TNO) en J. v.d. Roovaart (RWS RIZA);
 Waterverontreiniging motoremissies uit de recreatievaart; januari 2005.
 De factsheet wordt jaarlijks geupdate.

12 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Aan elk onderdeel van de emissieberekening is een betrouwbaarheid toegekend. De volgende betrouwbaarheidspercentages zijn hierbij gehanteerd: 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 100%, 200% en 400%. Een betrouwbaarheid van 1% wil zeggen dat het desbetreffende onderdeel zeer betrouwbaar is; een betrouwbaarheid van 400% betekent een grote onzekerheid in het desbetreffende onderdeel. Alle percentages ertussen geven van laag naar hoog een steeds kleinere betrouwbaarheid en een grotere onzekerheid. Voor elk van de onderdelen is de betrouwbaarheid ingeschat door een groep experts. Hierbij zijn onder andere de volgende punten in overweging genomen:

- Metingen: zijn er metingen beschikbaar? Om hoeveel metingen gaat het? Zijn ze recent, realistisch en representatief? Hoe groot is de variatie?

- Als er geen metingen voorhanden zijn: is er veel literatuur of zijn er andere informatiebronnen beschikbaar?
- Als de emissie d.m.v. een model wordt verkregen: wat is de schaal van het model en is het model gevalideerd?
- Aannames: moeten er veel aannames gedaan worden en hoe groot zijn die?
- Regionalisatie: geeft de EVV een goed beeld van de ruimtelijke verdeling van de bron? Hoe groot is de variatie van de emissie in de ruimte en kan deze variatie door de EVV wel goed over Nederland verdeeld worden?

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	25
Emissiefactor	100
Verdeling compartimenten	100
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	50

Voor de emissieverklarende variabele wordt een percentage van 25% aangehouden. Het onderzoek van stichting recreatie vormt een goede basis voor het aantal recreatieboten in Nederland. Met behulp van de CBS statistieken van de jachthavens worden de aantallen geëxtrapoleerd naar de huidige jaren. Voor de emissiefactoren zijn er verschillende aspecten van belang: de stoffen in de uitlaatgassen en de technologie mix van de totale vloot. De emissiefactoren voor de uitlaatgassen zijn gebaseerd op een aantal metingen en veel aannames. Het betrouwbaarheidspercentage wordt op 100% geschat. De verdeling van de compartimenten is niet erg duidelijk. Er wordt nu een percentage geschat dat vanuit de recreatievaartuigen direct geloosd wordt op oppervlaktewater. De betrouwbaarheid wordt op 100% geschat. De regionalisatie van de emissies is nogal onbetrouwbaar. Wel zijn de ligplaatsen en vaarwegen redelijk bekend. Daarom is een betrouwbaarheidspercentage van 50% aangehouden.

Als belangrijkste verbeterpunten kunnen worden genoemd:

- Een beter inzicht van het contact van de afgassen met het oppervlaktewater en de verdeling van de verontreinigende stoffen over het compartiment water of lucht;
- De introductie van emissiefactoren voor nieuwe gecertificeerde motoren;
- Onderzoek of de aanname dat 35% van het totaal aantal motorboten bestaat uit snelle motorboten nog past bij de huidige scheepsaantallen.

13 Reacties

Voor vragen naar aanleiding van dit werkdocument of opmerkingen kan contact worden opgenomen met emissieregistratie@deltares.nl.

14 Referenties

- [1] STOWA, Emissies uit scheepsmotoren, STOWA-rapport 98-12, Utrecht, 1998.
- [2] STOWA, Watervervuiling door motoren van pleziervaartuigen. STOWA-rapport 99-17, Utrecht, 1999.
- [3] Van der Wal, TNO-MEP, Den Helder, persoonlijke communicatie, November 2004.
- [4] R.C. Rijkeboer, R.J. Vermeulen, R.H. Jongbloed and J.T. van der Wal, E. Gerretsen and H.W. Jansen, J.A. Visser and M. Quispel, P. Handley, Stocktaking study on the current status and developments of technology and regulations related to the environmental performance of recreational marine engines (final report, januari 2005), TNO-Automotive, Delft, 2004.
- [5] CBS, *Statistisch jaarboek 1996*. Heerlen/Voorburg.
- [6] Tuunter E., H. Schmeink en M. Veer, Cijfermateriaal boven water, Stichting Recreatie. Kennis- en Innovatiecentrum, Den Haag, 2002.

- [7] Buro Stroband, Betaalbaarheid watersport, (in opdracht van Watersportberaad), April 2002.
- [8] RDW, Mededeling per e-mail door mevr. G. de Vries, 17 januari 2005.
- [9] S. Samaras, EMEP/Corinair emission inventory guidebook, Other mobile sources and machinery, version 3.1, December 1995.
- [10] Veldt, C., Most van der P.F.J., Emissiefactoren vluchtige organische stoffen uit motoren, Publikatiereeks Emissieregistratie nr.10, April 1993.
- [11] A. Kelly *, Godwin A. Ayoko[†] and Richard J. Brown, Can Environmentally Adapted Lubricants Reduce Water-Borne Two-Stroke Outboard Engine Emissions, Env.Sci.Technol, 2003.
- [12] Omrekeningsfactoren voor koolwaterstoffen uit dieselmotoren gehanteerd door Emissieregistratie (tabel Omfactoren03), januari 2005.
- [13] ICOMIA, statistieken verkregen van ICOMIA, <http://www.icomia.com/>.
- [14] Goossen C.M., Langers F., Recreatietoervaart, 9 jaar later, Alterra Wageningen, rapport P050, 2002.
- [15] Vaarwegennetwerk in Nederland, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.
- [16] Most, P.F.J. van der *et al.*, juli 1998. *Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water*. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [17] Taakgroep Verkeer en Vervoer van het project Emissieregistratie, Methodes voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland, CBS, MNP, RIZA, TNO, AVV, november 2006. <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/natuur-milieu/methoden/dataverzameling/overige-dataverzameling/2006-methoden-emissies-mobiele-bronnen-nederland-pub.htm>.
- [18] Waterrecreatie advies, 2005. Onderzoek aantal recreatievaartuigen in Nederland. November 2005.
- [19] Molder, R. te, 2010. Notitie ruimtelijke verdeling binnen de emissieregistratie. Een overzicht.