

# **EMS-protocol Verbrandingsemissies door stilliggende zeeschepen in havens**

**Versie 2, 22.11.2003**

**22 november 2003**

**Auteurs:**

**Jan Hulskotte (TNO-MEP)**

**Ernst Bolt (RWS-AVV)**

**Dick Broekhuizen (RWS-AVV)**



---

## Inhoudsopgave

---

<b>1</b>	<b>Inleiding en scope</b>	<b>1–1</b>
<b>3</b>	<b>Emissiebron</b>	<b>3–1</b>
3.1	Oorzaken	3–1
3.2	Maatregelen	3–1
<b>4</b>	<b>Berekeningswijze</b>	<b>4–1</b>
4.1	Stilliggende zeeschepen	4–1
4.2	Modelinvoergegevens	4–2
<b>5</b>	<b>Emissieverklarende variabele</b>	<b>5–1</b>
5.1	Bepaling met behulp van statistische gegevens	5–1
5.2	Tijdreeks 1990 tot heden	5–1
5.3	Jaarlijkse bepaling	5–2
<b>6</b>	<b>Aard van de emissiebron</b>	<b>6–1</b>
<b>7</b>	<b>Emissiefactoren</b>	<b>7–1</b>
7.1	Emissiefactoren tijdreeks van 1990 tot heden	7–1
7.2	Jaarlijkse bepaling	7–3
<b>8</b>	<b>Emissies</b>	<b>8–1</b>
8.1	Emissiecijfers 2001	8–1
8.2	Emissie sinds 1990	8–1
8.3	Vershil in Methode	8–2
8.4	Vershil in cijfers	8–2
<b>9</b>	<b>Kwaliteit van de gegevens</b>	<b>9–1</b>
<b>10</b>	<b>Verbeterpunten methodiek</b>	<b>10–1</b>
10.1	Zwakke punten	10–1
10.2	Belangrijkste verbeterpunten	10–1
<b>11</b>	<b>Regionale opsplitsing</b>	<b>11–1</b>
<b>16</b>	<b>Referenties</b>	<b>16–1</b>

Dit rapport geeft een beschrijving van de methode die wordt gevolgd voor de berekening van de emissies van koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), koolstofmonoxide (CO), stof (PM), vluchtige organische stoffen (VOS) en zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) door motoren van zeeschepen op Nederlands grondgebied. De resultaten worden jaarlijks gebruikt voor de Nederlandse Emissieregistratie.

Er wordt hierbij een functioneel onderscheid gehanteerd tussen buitengaats varen op ontwerpsnelheid (onderdeel A), manoeuvreren in aanloop naar de havens (onderdeel B) en stilliggen (onderdeel C). Deze onderdelen vormen op zichzelf staande onderdelen. In dit rapport staat onderdeel C beschreven.

In dit protocol wordt binnen bovengenoemde onderdelen tevens onderscheid gemaakt tussen hoofdmotoren en hulpmotoren. Hoofdmotoren zijn bedoeld voor de voortstuwing van het schip. Hulpmotoren zijn nodig voor manoeuvreren (boegschroefmotoren) en het opwekken van elektriciteit (generatoren) voor de bedrijfsvoering en de huisvesting van bedienend personeel of in passagiers in geval van veerboten.

Geen onderdeel van dit protocol zijn:

- de emissies van visserij
- emissies afkomstig van de lading of andere bronnen dan motoren
- emissies van andere stoffen dan bovengenoemde.

### 3.1 Oorzaken

Opwekking van energie in havens vindt plaats met behulp van dieselmotoren en in geval van grote zeeschepen tevens met behulp van boilers.

Andere motoren die tevens zijn gebaseerd op verbranding van fossiele brandstoffen die nog zelden gebruikt worden zijn gasturbines en stoommachines.

De verbrandingsprocessen die plaatsvinden in al deze motoren en apparaten (boilers) veroorzaken emissies van luchtverontreinigende stoffen. De belangrijkste stoffen die vrijkomen zijn kooldioxide, stikstofoxiden, deeltjes (PM<sub>10</sub>), koolmonoxide, koolwaterstoffen en zwaveldioxide.

Kooldioxide en zwaveldioxide worden veroorzaakt door de oxidatie van de in de brandstof aanwezige koolstof en zwavel. De emissies van deze stoffen zijn daardoor volledig afhankelijk van de gehalten koolstof en zwavel van de brandstof en de hoeveelheid brandstof die wordt verbrand.

Stikstofoxiden worden voornamelijk veroorzaakt door de hoge temperaturen en drukken de verbrandingsmotoren waardoor de in de lucht aanwezige stikstof zich verbindt met zuurstof. Koolmonoxide, koolwaterstoffen en deeltjes zijn producten van onvolledige verbranding. De emissies van laatstgenoemde stoffen zijn hiermee voornamelijk afhankelijk van de technische eigenschappen van de motoren en de wijze waarop deze motoren worden gebruikt.

### 3.2 Maatregelen

MARPOL is het IMO-verdrag ter voorkoming van verontreiniging door zeeschepen. Bijlage VI (Annex VI) bij het MARPOL-Verdrag dateert van eind 1997 en stelt normen aan de emissies naar de lucht door de zeescheepvaart. Deze Annex reguleert onder andere de uitstoot van NO<sub>x</sub> en VOS door motoren en de brandstofkwaliteit (waaronder het zwavelgehalte en de monitoring daarvan).

tabel 1 Door IMO vastgestelde grenswaarden voor de NO<sub>x</sub>-uitstoot van motoren groter dan 130 kW (geldig voor motoren van na 1-1-2000)

N	NO <sub>x</sub> (g/kWh)
<130	17
130-2000	45.N <sup>-0.2</sup>
>2000	9,8

N = maximum toerental (omwentelingen/ minuut)

---

De maximum-grens voor het zwavelgehalte in brandstofolie bedraagt 4,5%. Daarnaast zijn twee 'SO<sub>x</sub>-emission control areas' aangewezen: de Oostzee en de Noordzee (samen met het Kanaal). Het zwavelgehalte van de brandstof moet in deze gebieden onder de 1,5 % liggen. Andere mogelijkheid om aan deze norm te voldoen is toepassing van een rookgasreiniging met hetzelfde resultaat.

Naast de regulering van de NO<sub>x</sub>-uitstoot en het zwavelgehalte van de brandstoffen geldt binnen IMO een facultatieve bepalingen voor de regulering van VOS-emissies.

Om Annex VI in werking te kunnen laten treden is de ratificatie van 15 landen benodigd met gezamenlijk tenminste 50% van het wereldhandelstonnage.

Buiten Annex VI besteedt IMO ook aandacht aan de uitstoot van broeikasgassen door de zeescheepvaart.

Aan de emissies van boilers op zeeschepen zijn nog geen emissie-eisen gesteld.

#### 4.1 Stilliggende zeeschepen

Het nu volgende stuk behandelt de berekening van de emissies van stilliggende zeeschepen in Nederlandse havens

De berekeningswijze van de emissies vindt plaats door vermenigvuldiging van emissieverklarende variabelen met emissiefactoren.

Als emissieverklarende variabele wordt het aantal schepen genomen dat in een jaar een Nederlandse haven bezoekt. Door middel van een enquête afgenomen aan boord door TNO onder 89 grote zeeschepen in de Rotterdamse haven in 2003 is bepaald wat het gemiddeld brandstofgebruik per type zeeschip per tijdseenheid gedurende de ligduur van de schepen in de haven is (bijlage 1). Dit brandstofgebruik is per type schip gerelateerd aan de maat van het zeeschip gemeten in gros ton (GT). Daarnaast is per type zeeschip bepaald wat de verdeling is van de verschillende brandstoftype over de verschillende typen van motoren en boilers.

Het brandstofgebruik wordt berekend door het aantal bezoekende schepen te vermenigvuldigen met het brandstofgebruik en de ligduur.

$$F_v = N_v \cdot V_v \cdot T_v \cdot E_v \quad (1)$$

Waarbij:

$F_v$	=	Brandstofgebruik, (kg)
$N_s$	=	Aantal bezoeken in haven, (.)
$V_v$	=	Scheepsgrootte, (GT)
$T_v$	=	Ligduur, (uur/bezoek)
$E_v$	=	Brandstofgebruik, (kg/GT.uur)
$v$	=	index voor scheepstype

In een tweede rekenstap wordt vervolgens het totale berekende brandstofgebruik gespecificeerd naar brandstof en motortype/boilers.

$$F_{v,f,m} = f_{v,f} \cdot f_{v,m} \cdot F_v \quad (2)$$

Waarbij

$F_{v,f,m}$	=	Brandstofgebruik per scheepstype (s), per brandstof(f) en motortype(m),(kg)
$F_v$	=	Brandstofgebruik per scheepstype, (kg)
$f_{v,f}$	=	Fractie brandstof (f) per scheepstype (s), (./.)
$f_{v,m}$	=	Fractie motoren (m) per scheepstype (s) (./.)
$v,f,m$	=	resp. index voor scheepstype, brandstof, motortype

De emissieberekening vindt plaats door emissiefactoren per motortype en brandstof te vermenigvuldigen met het brandstofgebruik.

$$EM_{s,v,f,m} = F_{v,f,m} \cdot EF_{s,f,m} \quad (3)$$

**Waarbij:**

$EM_{s,v,f,m}$  = Emissie (kg)

$F_{v,f,m}$  = Brandstofgebruik per scheepstype (s), per brandstof(f) en motortype(m),(kg)

$EF_{s,f,m}$  = Emissiefactor per stof (s) brandstof (f) en motortype (m), (kg/kg)

$v,f,m,s$  = resp. index voor scheepstype, brandstof, motortype, stof

## 4.2 Modelinvoergegevens

Onderstaande data dienen als modelinvoer in formule 1 en 2.

De data in tabel 2 worden gebruikt om het totale brandstofgebruik per scheepstype te berekenen. De ligtijden van de schepen zijn gebaseerd op recente registraties van mediane ligtijden in Rotterdam, Amsterdam en Noord Nederland. Veder is ook gekeken naar de uitkomsten van de ENTEC-studie [1] waarbij van 14 haven autoriteiten data werden verwerkt. Er bleken geen grote verschillen in ligtijden van schepen te bestaan. Daarom is gekozen voor het toepassen van een uniforme ligduur per scheepstype.

.....  
 tabel 2 Brandstofgebruik  
 (kg/1000GT.uur) en ligduur (uur/call) van  
 zeeschepen

Type schip	Brandstofgebruik	Ligduur
Olietankers	19,3	28
Andere tankers (sap,chemie)	17,5	24
Bulkcarriers	2,4	52
Containerschepen	5	21
Conventioneel stukgoed	5,4	25
Ferries/RoRo	6,9	24
Reefers	24,6	31
Overige schepen	9,2	46

Per scheepstype wordt uitgegaan van onderstaande verdeling over de brandstofsoorten. Dit is gebaseerd op een enquête onder 89 zeeschepen in de Rotterdamse haven.

tabel 3 Gebruik van brandstofsoorten per type zeeschip tijdens stilliggen

Type schip	HFO	MDO	MGO/ ULMF
Olie tankers (crude)	97%	2%	1%
Andere tankers (sap,chemie)	84%	6%	10%
Bulkcarriers	69%	31%	0%
Container schepen	59%	41%	0%
Conventioneel stukgoed	33%	67%	0%
Ferries / RoRo	25%	21%	55%
Reefers	90%	10%	0%
Overige schepen	25%	69%	6%

**HFO**= heavy fuel oil, **MDO**= Marine diesel oil,  
**MGO**= marine gas oil, **ULMF** = Ultralight marine fuel

Per scheepstype wordt uitgegaan van onderstaande verdeling over de motortypen en apparaten. Dit is gebaseerd op een enquête onder 89 zeeschepen in de Rotterdamse haven.

tabel 4 Gebruik van verschillende motoren en apparaten per type zeeschip tijdens stilliggen

Type schip	Hoofdmotor 2-takt	Hoofdmotor 4-takt	Aggregaten	Boilers
Olie tankers (crude)	12%	6%	19%	63%
Andere tankers (sap,chemie)	0%	12%	15%	73%
Bulkcarriers	0%	0%	64%	36%
Container schepen	0%	0%	46%	54%
Conventioneel stukgoed	0%	0%	67%	33%
Ferries / RoRo	0%	18%	49%	32%
Reefers	18%	0%	61%	21%
Overige schepen	25%	0%	74%	1%

### 5.1 Bepaling met behulp van statistische gegevens

Door CBS wordt jaarlijks de bezoeken van schepen aan Nederlandse havens bijgehouden. Daarbij worden de voor dit protocol belangrijke onderscheiden naar scheepstype en scheepsmaat eveneens geregistreerd. Deze gegevens worden door AVV ontleend aan het publicatiebestand van CBS.

### 5.2 Tijdreeks 1990 tot heden

De tijdreeks van bovengenoemde data is momenteel beschikbaar vanaf 1994.

Onderstaande tabellen bieden hiervan een overzicht.

tabel 5 Aantal calls van zee schepen in Nederlandse havens geregistreerd door CBS

Scheepstype	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Olie tankers (crude)	744	806	898	4064	3888	2914	2935	3082
Andere tankers (sap,chemie)	7890	7988	7857	5335	5108	6353	7048	6683
Bulkcarriers	2778	2591	2551	3030	3022	2711	2860	2724
Container schepen	3556	3685	4617	4963	5168	5506	5463	5003
Conv.stukgoed	20956	20595	18276	15762	15866	16013	14952	15306
Ferries / RoRo	7314	7943	7974	7712	8304	8858	8983	8863
Reefers				1078	1062	1091	1035	999
Overige schepen	2275	4679	4507	5131	4335	3856	3907	4174

Het is opvallend dat er relatief weinig olietankers zijn geregistreerd in de jaren 1994, 1995 en 1996. Wellicht is dit een afwijking in de toekenning van het type schip aangezien er meer andere tankers in deze jaren zijn waargenomen. De verschillen in emissiefactoren tussen beide scheepscategorieën zijn echter klein.

tabel 6 Totalen scheepsomvang (GT)  
van zee schepen in Nederlandse havens  
geregistreerd door CBS

Scheepstype	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Olie tankers (crude)	59062	61424	64908	90193	90264	79368	83737	83627
Andere tankers (sap,chemie)	51444	50635	50149	31250	29466	39237	45271	45248
Bulkcarriers	92095	92088	86783	104398	105468	98177	105103	105495
Container schepen	102056	103699	109199	117101	124869	147430	162332	159866
Conv.stukgoed	58826	62908	58160	42865	45267	46711	45611	50623
Ferries / RoRo	99276	121692	126364	128811	135577	150321	156742	167843
Reefers				8090	7821	8409	7365	7381
Overige schepen	14255	14922	19578	13679	11098	10786	11765	11385

### 5.3 Jaarlijkse bepaling

De jaarlijkse bepaling vindt plaats in het kader van reguliere inzameling van data door het CBS.

#### Beschrijving data-aanvoerroute

Door AVV wordt uit het zogenaamde publicatie-bestand van CBS een tabel gemaakt met de volgende velden:

- jaar
- scheepstype
- gemeente
- aantal schepen die zijn afgemeerd
- totaal aantal DWT

#### Bron voor periodieke actualisatie data

De bron voor periodieke actualisatie is het publicatiebestand van de statistieken over de zeescheepvaart van CBS.

.....

Afhankelijk van de gewenste resolutie van de emissieinventarisatie en de relatieve omvang van de emissies kunnen havens worden beschouwd als oppervlaktbronnen dan wel als puntbronnen.

### 7.1 Emissiefactoren tijdreeks van 1990 tot heden

De methodiek voor de afleiding van techniekafhankelijke emissiefactoren alsmede het gemiddelde rendement van de scheepsmotoren staat beschreven in TNO-rapport [2].

De techniek afhankelijke emissiefactoren zijn afgeleid van de gemiddelde emissiefactoren per hoeveelheid brandstof zoals deze zijn berekend voor het varen op zee. Voor de tussenliggende jaren is lineaire interpolatie toegepast. De emissiefactoren 2001 zijn gelijkgesteld aan die van 2000.

tabel 7 Emissiefactoren voor verbranding van HFO in 4-takt motoren en aggregaten (g/kg brandstof)

Jaar	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CO	VOS
1990	71,94	3,64	13,78	2,91
1991	72,04	3,61	13,59	2,90
1992	72,14	3,58	13,40	2,88
1993	72,25	3,56	13,21	2,86
1994	72,35	3,53	13,02	2,85
1995	72,45	3,50	12,82	2,83
1996	71,58	3,43	12,69	2,79
1997	70,72	3,36	12,56	2,74
1998	69,85	3,29	12,42	2,70
1999	68,98	3,21	12,29	2,65
2000	68,11	3,14	12,15	2,61
2001	68,11	3,14	12,15	2,61

tabel 8 Emissiefactoren voor verbranding van HFO in 2-takt motoren (g/kg brandstof)

Jaar	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CO	VOS
1990	91,76	8,74	14,50	3,08
1991	91,94	8,77	14,38	3,07
1992	92,12	8,80	14,27	3,06
1993	92,29	8,83	14,15	3,05
1994	92,47	8,86	14,04	3,04
1995	92,65	8,88	13,92	3,03
1996	92,10	8,87	13,81	3,00
1997	91,55	8,86	13,69	2,96
1998	91,00	8,85	13,57	2,93
1999	90,45	8,84	13,46	2,89
2000	89,90	8,83	13,34	2,86
2001	89,90	8,83	13,34	2,86

.....  
 tabel 9 Emissiefactoren voor  
 verbranding van MDO en MGO en ULMF  
 in 4-takt motoren en aggregaten (g/kg  
 brandstof)

Jaar	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CO	VOS
1990	71,94	2,43	13,78	2,91
1991	72,04	2,41	13,59	2,90
1992	72,14	2,39	13,40	2,88
1993	72,25	2,37	13,21	2,86
1994	72,35	2,35	13,02	2,85
1995	72,45	2,33	12,82	2,83
1996	71,58	2,29	12,69	2,79
1997	70,72	2,24	12,56	2,74
1998	69,85	2,19	12,42	2,70
1999	68,98	2,14	12,29	2,65
2000	68,11	2,10	12,15	2,61
2001	68,11	2,10	12,15	2,61

.....  
 tabel 10 Emissiefactoren voor  
 verbranding van MDO en MGO en ULMF  
 in 2-takt motoren (g/kg brandstof)

Jaar	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CO	VOS
1990	91,76	2,19	14,50	3,08
1991	91,94	2,19	14,38	3,07
1992	92,12	2,20	14,27	3,06
1993	92,29	2,21	14,15	3,05
1994	92,47	2,21	14,04	3,04
1995	92,65	2,22	13,92	3,03
1996	92,10	2,22	13,81	3,00
1997	91,55	2,22	13,69	2,96
1998	91,00	2,21	13,57	2,93
1999	90,45	2,21	13,46	2,89
2000	89,90	2,21	13,34	2,86
2001	89,90	2,21	13,34	2,86

Tankschepen die inertgas produceren uit verbrandingsgassen zijn uitgerust met natte scrubbers die zwaveldioxide en stof bij deze schepen deels verwijderen uit de afgassen.

.....  
 tabel 11 Emissiefactoren voor  
 verbranding van HFO, MDO en MGO en  
 ULMF in boilers (g/kg brandstof)

Brandstof	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	Reductie % PM <sub>10</sub> bij tankers	CO	VOS
HFO	4,10	2,00	50	1,60	0,80
MDO	3,50	0,70	50	1,60	0,80
MGO/ULMF	3,50	0,70	50	1,60	0,80

.....  
tabel 12 Emissiefactoren van CO<sub>2</sub> en  
SO<sub>2</sub> voor verbranding van HFO, MDO en  
MGO (g/kg brandstof)

<b>Brandstof</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>Reductie % SO<sub>2</sub> bij tankers</b>
HFO	3170	54	90
MDO	3150	20	90
MGO/ULMF	3140	10	90

## 7.2 Jaarlijkse bepaling

De jaarlijkse bepaling van emissiefactoren kan worden uitgevoerd aan de hand van de uitkomsten van de berekeningen aan de emissies van zeeschepen.

Emissiefactoren van tussenliggende jaren kunnen worden verkregen door interpolatie of extrapolatie.

### 8.1 Emissiecijfers 2001

Onderstaande emissiecijfers zijn geproduceerd met het rekenmodel beschreven in hoofdstuk 4 en emissieverklarende variabelen en emissiefactoren van hoofdstuk 5 en 7.

tabel 13 Emissies door stilliggende schepen in 2001, in kton

Motortype/ Apparaat	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	VOS
BOILER	227	0,28	0,07	1,10	0,11	0,06
MS	206	4,44	0,17	2,17	0,79	0,17
SP	24	0,69	0,05	0,34	0,10	0,02
Totaal	457	5,41	0,29	3,62	1,01	0,25

### 8.2 Emissie sinds 1990

In onderstaande tabel 14 staat weergegeven hoe het verloop van de emissies sinds 1994 is geweest volgens de methodiek van dit protocol.

tabel 14 Emissies door stilliggende schepen vanaf 1994 t/m 2001, in kton

Jaar	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	VOS
1994	343	4,18	0,19	2,09	0,79	0,20
1995	362	4,46	0,24	2,79	0,83	0,21
1996	374	4,62	0,25	2,88	0,86	0,21
1997	411	5,10	0,28	3,23	0,94	0,23
1998	413	5,05	0,27	3,27	0,94	0,23
1999	424	5,11	0,27	3,36	0,95	0,24
2000	451	5,32	0,28	3,55	0,99	0,25
2001	457	5,41	0,29	3,62	1,01	0,25

---

### 8.3 Verschil in Methode

De overeenkomst in de methodiek is dat de emissieberekening zowel in dit emissieprotocol als in de eerder toegepast methodiek is gebaseerd op emissiefactor per hoeveelheid brandstof.

Het verschil is dat nu voor het eerst de emissies van stilliggende schepen in alle Nederlands havens is berekend en niet alleen van stilliggende schepen in de Rotterdamse haven.

Het verschil is dat de hoeveelheid brandstof vroeger eenmalig was berekend voor de haven van Rotterdam op basis van data over 1994 en daarna telkens was opgehoogd aan de hand van de totale overslag van goederen in Rotterdam.

De basisgegevens van brandstofgebruik per call zijn nu voor het eerst gebaseerd op waarnemingen terwijl deze voorheen op basis van schattingen waren bepaald.

### 8.4 Verschil in cijfers

Onderstaande tabel geeft de resultaten weer van de berekening aan stilliggende schepen voor het jaar 1994. De bovenste regel geeft de resultaten volgens de nieuwe methodiek weer. De onderste regel de resultaten volgens een TNO-studie met basisjaar 1994 [3]. Het betreft hier de emissies van energie-opwekking tijdens stilliggen.

.....  
tabel 15 Emissies door stilliggende schepen in de Rotterdamse haven in 1994, in kton

Jaar	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	VOS
Nieuw	270	3,17	0,15	1,71	0,60	0,15
Oud	220	2,42	0,30	0,58	0,58	0,17

Dit betekent derhalve dat de cijfers in bovenstaande tabel niet exact vergelijkbaar zijn. Niettemin is de orde van grootte wel goed vergelijkbaar. Opvallend zijn de hogere cijfers van de SO<sub>2</sub>-emissie. Dit wordt veroorzaakt doordat er in de eerdere TNO-studie van was uitgegaan dat de hulpmotoren in de stilliggende schepen nagenoeg alleen op MDO zouden worden gestookt. Uit de recente enquête die onder de 89 zeeschepen is afgenomen blijkt dit met name bij tankers niet het geval te zijn. Tevens was niet bekend dat met name tankers een aanzienlijke hoeveelheid van de brandstof in boilers verstoken. De emissiefactoren van NO<sub>x</sub> in boilers zijn zondermeer veel lager dan die van dieselmotoren.

De onzekerheden van de verschillende onderdelen van de emissieberekening kunnen worden uitgedrukt in de classificatiesystematiek die wordt gebruikt in de publicatiereeks Emissieregistratie [7]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORe emission INventories AIR).

Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A: een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B: een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C: een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D: een getal gebaseerd op een gering aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E: een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

tabel 16 Classificatie parameters

Onderdeel	parameter	Classificatie
<b>emissieberekening</b>		
Emissieverklarende variabele	Brandstofgebruik onderverdeeld naar brandstof en motortype	C
Emissiefactoren		
	CO <sub>2</sub>	A
	Zwavel dioxide	A
	NO <sub>x</sub>	B
	CO	B
	Koolwaterstoffen	B
	PM	D

**10.1 Zwakke punten**

- Het brandstofgebruik is gebaseerd op een enquête met een beperkte omvang. Dit betekent dat de onzekerheid in het totaal geschatte brandstofgebruik per scheepstype wellicht enkele tientallen procenten bedraagt.
- De verdeling van brandstoffen over motortypen en boilers is met name van belang voor de hoogte van de NO<sub>x</sub>-emissies. Deze verdeling is eveneens gebaseerd op een steekproef van beperkte omvang.

**10.2 Belangrijkste verbeterpunten**

De verdeling van brandstoffen over motortypen en apparaten kan wellicht worden verbeterd door meer enquêtes af te nemen op de zeeschepen.

De basisdata worden per gemeente in het emissiemodel ingevoerd. Indien gewenst kunnen de emissies dus ook per gemeente worden gepresenteerd.

- 
- 1 European Commission, *Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community*, ENTEC Limited, July 2002
  - 2 Oonk et. al., *Emissiefactoren van zeeschepen voor de toepassing in de jaarlijkse emissieberekeningen*, TNO-MEP R2003/438, oktober 2003 (zie Deel II)
  - 3 Klein et. Al., *Luchtverontreiniging door de scheepvaart in het Rijnmondgebied*, broninventarisatie, TNO-MEP R95/181, juli 1996
  - 4 Koch et. Al., *Emissiemonitor Jaarcijfers 2000 en ramingen 2001 voor emissies en afval*, Rapportagereeks milieumonitor nr. 6, november 2002