

Schatting energiegebruik binnenvaartschepen

Versie 3, 22.10.2003

22 oktober 2003

Auteur:
Ernst Bolt
Adviesdienst Verkeer en Vervoer
afdeling Scheepvaart

Colofon

Uitgegeven door: Adviesdienst Verkeer en Vervoer

Informatie: P.Paffen, km A2.18
AVV, Postbus 1031, 3000 BA Rotterdam

Telefoon: 010-2825726

Fax: 010-2825643

Projectuitvoering: Emissie Registratie en Monitoring Scheepvaart
(EMS)
Rijkwaterstaat,
Adviesdienst Verkeer en Vervoer
Boompjes 200 Rotterdam

Datum: 22 oktober 2003

Status: Definitief

Versienummer: 3

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Weerstand	2
2.1	Inleiding	2
2.2	Wrijvingsweerstand	2
2.3	Restweerstand	3
2.4	Weerstandstoename op beperkt water	4
2.5	Totale weerstand	5
3	Voortstuwingsvermogen	6
4	Energiegebruik	9

1 Inleiding

In dit rapport wordt uiteengezet hoe de schatting van het voor de voortstuwing van binnenvaartschepen gebruikte vermogen, ten behoeve van de berekening van verbrandingsemissies, is opgebouwd. De schattingsmethode is niet bedoeld voor een weerstandsberekening van een individueel schip – daarvoor kan een meer gedetailleerde berekening toegepast worden.

De voor het ontwerp van zeeschepen gebruikelijke weerstandsberekeningsmethoden zijn niet zonder meer van toepassing om een aantal redenen:

- zeeschepen varen bij hogere snelheid, zeker in verhouding tot hun lengte, waardoor de golfmakende weerstand veel belangrijker is
- de vorm van een binnenschip is veel meer prismatisch
- zeeschepen varen doorgaans op diep en breed water, binnenschepen op ondiep en smal
- zeeschepen hebben extra weerstand ten gevolge van zeegolven, gemiddeld hogere windsnelheden en in verhouding doorgaans grotere windvang
- wij zijn geïnteresseerd in het gebruikte vermogen in een normale bedrijfstoestand, niet in het benodigd vermogen bij proeftochtcondities.

Bovendien moet een schatting gemaakt worden op basis van de 'gemiddelde' karakteristieke hoofdafmetingen per scheepsklasse. Een berekeningsmethode waarvoor detailgegevens nodig zijn is dus niet bruikbaar.

2 Weerstand

2.1 Inleiding

De weerstand van een schip wordt over het algemeen gesplitst in een deel ten gevolge van de huidwrijving, een deel wat samenhangt met golfopwekking en een restweerstand, waar bijvoorbeeld de drukweerstand ten gevolge van de niet-ideale stroming in zit. De laatste twee worden ook wel samengenomen, zodat er een wrijvingsweerstand en een restweerstand is. De wrijvingsweerstand laat zich goed schatten met behulp van ITTC-1957 wrijvingscoëfficiënten voor vlakke platen (zie onder), maar de restweerstand moet meestal met modelproeven (of geavanceerde numerieke stromingsmodellen met vrij vloeistofoppervlak) bepaald worden. Nu speelt dat vooral bij hogere snelheden, waar de golfweerstand gaat overheersen en bovendien door interferentie van verschillende golfsystemen een grillig verloop kan hebben. Binnenvaartschepen varen ten opzichte van hun lengte maar langzaam. In het onderstaande worden de verschillende weerstandscomponenten in meer detail besproken, waarna de totale weerstand, als som van deze componenten, kan worden geschat.

2.2 Wrijvingsweerstand

De wrijvingsweerstand is afhankelijk van het snelheidsprofiel in de grenslaag. Dit wordt weer bepaald door het Reynoldsgetal en de ruwheid van het oppervlak. De wrijvingsweerstand kan worden gekarakteriseerd door een dimensieloze wrijvingscoëfficiënt:

$$C_f = \frac{R_f}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} \quad (1)$$

waarin:

- R_f = wrijvingsweerstand [N]
- ρ = soortelijke massa (water) [kg/m^3]
- V = snelheid [m/s]
- S = natte oppervlak [m^2]

Deze wrijvingscoëfficiënt is zelf weer afhankelijk van de snelheid, dimensieloos gemaakt het de karakteristieke afmeting van het omstroomde object als het Reynoldsgetal:

$$Rn = \frac{VL}{\nu} \quad (2)$$

waarin:

- L = afmeting [m] (in ons geval: scheepslengte)
- ν = kinematische viscositeit [m^2/s] ($\approx 1 \cdot 10^{-6}$)

Door deze afhankelijkheid is de wrijvingsweerstand evenredig met V^n , waarbij n bij laminaire stroming (kleine objecten) gelijk aan 1 is en bij zeer grote objecten naar 2 gaat (C_f wordt dan dus constant). Voor schepen is n tussen 1.83 en 2.

Door de ITTC (International Towing Tank Conference) is op empirische gronden de volgende formule aanbevolen:

$$C_f = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2} \quad (3)$$

Met (1), (2) en (3) kan de wrijvingsweerstand als volgt berekend worden:

$$\begin{aligned} R_f &= \frac{0.075}{\left(\log \frac{VL}{\nu} - 2\right)^2} \frac{1}{2} \rho V^2 S \\ &= 37.5 (\log VL + 4)^{-2} V^2 S \end{aligned} \quad (4)$$

waarin de waarden voor ρ en ν zijn ingevuld, L in meters, V in m/s en de weerstand in N is.

Het nat oppervlak S kunnen we benaderen met het oppervlak van de koker om het schip, dus:

$$S = LB + 2LT_{gem} \quad (5)$$

waarin

B = scheepsbreedte [m]

T_{gem} = gemiddelde actuele diepgang [m] (het gemiddelde van diepgang vóór en diepgang achter)

Vanwege de kromming van de huid is het werkelijk oppervlak wat meer. Ook is er nog wat extra oppervlak van roeren en andere aanhangselen. Door aangroei is de ruwheid van de huid groter. Voor zeeschepen wordt hiervoor veelal een toeslag van 20% op de totale weerstand gerekend (Lap: 15-40%, Kempf: 12-30%, afhankelijk van het vaargebied). Voor het binnenschip zal een grotere toeslag op zijn plaats zijn omdat:

- de aanhangselen in verhouding veel groter zijn dan bij zeeschepen
- de wrijvingsweerstand een groter aandeel van de totale weerstand uitmaakt;

de toeslag zal echter weer kleiner zijn doordat in de toeslag voor zeeschepen ook extra weerstand door golven en wind verdisconteerd is.

Dit alles in aanmerking nemend is een toeslag van 40% op de *wrijvingsweerstand* geschat, waarmee tenslotte:

$$R_f = 53 (\log VL + 4)^{-2} (LB + 2LT_{gem}) V^2 \quad (6)$$

2.3 Restweerstand

Zoals in de inleiding opgemerkt is de golfweerstand moeilijker te voorspellen. De ervaring leert echter dat bij de voor binnenvaartschepen gebruikelijke snelheden, de orde van grootte van de restweerstand gelijk is aan de wrijvingsweerstand. Daar komt bij dat de drukweerstand evenredig kan worden geacht met de hydrodynamische druk:

$$R_p = C_p \frac{1}{2} \rho V^2 A_m \quad (7)$$

waarin

A_m = het dwarsscheeps oppervlak (grootspantoppervlak), waarvoor $B \cdot T_{max}$ (het actuele dwarsscheeps geprojecteerde oppervlak; $T_{max} = \max(T_{voor}, T_{achter})$) kan worden genomen.

C_p = coëfficiënt voor restweerstand

De waarde van C_p is sterk afhankelijk van de snelheid (in het bijzonder van het Froudegetal $V/\sqrt{gL}$), echter in het snelheidsgebied waarin binnenschepen normaliter varen is de variatie nog niet zo groot. De wrijvingsweerstand is relatief goed te bepalen; met $C_p = 0,15$ wordt de restweerstand ongeveer even groot (bij grotere schepen).

2.4 Weerstandstoename op beperkt water

De weerstand van een schip op ondiep water wordt hoger doordat de watersnelheid langs het schip hoger wordt en er een extra drukweerstand ontstaat. Dit effect is sterker naarmate de vaarweg smaller is, aangezien de 'blockage' dan groter is. Hier is enigermate rekening mee te houden door een effectieve snelheid door het water te berekenen die hoger is dan de scheepssnelheid. Voor de vaart in kanalen (ook beperkte breedte) is de theorie van Schijf te gebruiken om de retourstroom te berekenen. Deze retourstroom wordt bij de scheepssnelheid opgeteld.

De retourstroom wordt berekend met:

$$u = \frac{A_m/A_c}{1 - A_m/A_c - F_{nh}^2} \cdot V \quad (8)$$

waarin:

- u = de retourstroom-snelheid [m/s]
- A_m = het grootspantoppervlak van het schip [m²]
- A_c = de dwarsdoorsnede van het kanaal [m²]
- V = de scheepssnelheid [m/s]
- F_{nh} = het Froudegetal [-] op basis van diepte: $V/\sqrt{gh}$, met
- g = gravitatieversnelling [m/s²]
- h = waterdiepte [m]

De waterspiegel daalt ter hoogte van het schip omdat de druk daalt ten gevolge van de plaatselijk hogere stroomsnelheid. Een gedeelte van de waterspiegeldaling kan als een extra hydrostatische drukterm gezien worden, omdat de waterspiegel bij het achterschip niet direct op het ongestoorde niveau terugkomt door wrijvingsverliezen en door verstoring door de schroefstraal.

De waterspiegeldaling is te berekenen als:

$$z = \frac{A_m/A_c}{1 - A_m/A_c - F_{nh}^2} \cdot F_{nh}^2 \cdot h \quad (9)$$

met

- z = waterspiegeldaling [m]

(overige parameters als in (8)).

De extra weerstandsterm wordt met een coëfficiënt bepaald als:

$$R_z = C_z \rho g z B T \quad (10)$$

met

- C_z = coëfficiënt voor waterspiegeldalings-weerstand
- B = scheepsbreedte
- T = diepgang schip

De waarde van C_z wordt in sommige literatuur op 1 gesteld. Dit lijkt echter geen realistische veronderstelling (dit zou betekenen dat de waterspiegeldaling ter plaatse van het achterschip nog steeds gelijk is aan de maximale spiegeldaling langs het schip) en leidt bovendien tot veel te hoge benodigde voortstuwingvermogens. In werkelijkheid kan de waarde wel sterk afhangen van de vormgeving van het achterschip en de schroefconfiguratie – een waarde in het bereik 0,1 - 0,4 is denkbaar. Deze coëfficiënt wordt op 0,2 gesteld.

Voor grote breedte maar beperkte waterdiepte (IJsselmeer, Zeeuwse stromen) is Schijf niet bruikbaar (omdat $A_m/A_c = 0$) en wordt de volgende effectieve snelheid toegepast:

$$V_{eff} = \frac{1}{1 - e^{4(1-h/T)}} V \quad (11)$$

waarin:

h = waterdiepte

T = (maximale) diepgang

2.5 Totale weerstand

De weerstand is de som van de hiervoor besproken weerstandstermen. Voor de wrijvingsweerstand moet de stroomsnelheid langs het schip gebruikt worden, die op beperkt water hoger is dan de scheepssnelheid. Hiervoor wordt het maximum van de snelheid op breed ondiep water en beperkt water gebruikt:

$$u_{rel} = \max(V + u, V_{eff}) \quad (11)$$

Dit ingevuld in (6) en gecombineerd met (7) en (10) geeft:

$$\begin{aligned} R_{tot} &= R_f + R_p + R_z \\ &= 53(\log(u_{rel} L) + 4)^{-2} (LB + 2LT_{gem}) \cdot u_{rel}^2 + C_p \frac{1}{2} \rho V^2 BT + C_z \rho g z BT \end{aligned} \quad (12)$$

Voor C_p en C_z worden de hiervoor aangegeven waarden gebruikt:

$C_p \approx 0.15$

$C_z \approx 0.2$.

De wrijvingsweerstand is voor (grotere) ongeladen binnenvaartschepen overheersend, voor geladen schepen is ongeveer de helft van de totale weerstand wrijvingsweerstand..

3 Voortstuwingsvermogen

Het voortstuwingsvermogen, nodig om de totaalweerstand bij een constante snelheid te overwinnen, wordt gegeven door

$$Pe = VR_{tot} \quad (13)$$

waarin:

V = snelheid [m/s]

R_{tot} = totale weerstand [kN]

Pe = het effectief vermogen [kW].

Het totale rendement van de schroef achter het schip is rond de 0.55 (afhankelijk van de schroefbelasting). Het aan de schroefas afgegeven vermogen is dus:

$$Pd = u_{rel} R_{tot} / 0.55 \quad (14)$$

waarin

Pd = afgegeven vermogen (delivered)

Met verliezen in de asleiding en de overbrenging (totaal zo'n 5 %) wordt het benodigd motorvermogen, afgerond:

$$Pb = 2 \cdot u_{rel} R_{tot} \quad (15)$$

met

Pb = motorvermogen 'aan de flens' (brake).

Het hiermee berekende motorvermogen kan gebruikt worden om de formules aan de praktijk te toetsen, wanneer van een schip het motorvermogen en maximale vaarsnelheid bekend zijn. De resultaten van de telefonische enquête onder een honderdtal schippers die voorjaar 2003 is gehouden zijn weergegeven in onderstaande tabel.

AVV_klasse	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
enquête								
aantal schepen	24	19	9	10	9	21	1	17
L (m)	38,85	53,65	59,84	70,95	80,35	86,99	84,84	106,95
B (m)	5,31	6,63	7,06	8,33	8,20	9,39	9,50	11,25
T (m)	2,42	2,42	2,54	2,61	2,69	2,86	3,20	3,35
laadverm (t)	353	546	700	963	1181	1475	1800	2711
Pb (kW)	185	278	311	451	646	881	746	1267
V geladen (km/u)	11,4	13,6	13,9	14,7	15,8	15,6	13,5	16,5
n_gel (tpm)	1490	1612	1394	1189	1279	1393	1250	982
verbr_gel (l/u)	28,6	50,9	58,1	83,3	115,0	154,0	75,0	189,3
gebr verm bij 200g/kwh	122	216	247	354	489	655	319	805
ingezet perc	66%	78%	79%	79%	76%	74%	43%	64%
V leeg (km/u)	15,2	17,3	16,9	17,2	19,1	18,3	18,0	18,5
n_leeg (tpm)	1560	1612	1361	1132	1261	1280	1200	883
verbr_leeg (l/u)	26,4	47,9	55,6	77,8	95,6	118,1	75,0	145,4
gebr verm bij 200g/kwh	112	204	236	331	406	502	319	618
ingezet perc	61%	73%	76%	73%	63%	57%	43%	49%
vgel m/s	3,17	3,79	3,87	4,08	4,38	4,34	3,75	4,59
vleeg m/s	4,22	4,80	4,69	4,78	5,29	5,08	5,00	5,14
verbr leeg/vol	92%	94%	96%	93%	83%	77%	100%	77%
vermogensschatting								
Geladen								
h/T	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,000	2,000
owf	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,038	1,038
Veff (m/s)	3,182	3,810	3,893	4,104	4,405	4,360	3,891	4,767
Rf (kN)	5,7	11,9	14,4	20,5	26,2	30,6	25,5	51,4
Rp (kN)	9,7	17,5	20,4	27,5	32,2	38,3	46,0	85,7
Rt (kN)	15,4	29,4	34,8	48,0	58,3	68,9	71,5	137,1
Pb (kW)	98	223	270	392	511	598	536	1260
Leeg								
Tgem	60	70	70	70	70	80	80	80
Tmax	110	130	130	130	130	140	140	140
Rf (kN)	6,2	12,8	14,2	19,6	26,1	29,6	28,4	42,3
Rp (kN)	7,8	14,9	15,1	18,5	22,4	25,4	33,3	41,6
Rt (kN)	14,0	27,6	29,3	38,1	48,5	55,0	61,7	83,9
Pb (kW)	118	265	275	364	513	558	617	863

tabel 1 Vergelijking enquête-gegevens en vermogensschatting

Uiteraard is dit geen uitputtend vlootonderzoek en gaat het om telefonisch doorgegeven schattingen van de schipper. Ook is niet bekend welk deel van het geïnstalleerd motorvermogen ook daadwerkelijk aan de schroefas wordt afgegeven, maar bij een goed ontworpen schroef zou dat in geladen toestand wel zo'n 90% moeten zijn. Het berekende vermogen voor geladen schepen komt behoorlijk overeen met het geïnstalleerde vermogen, met uitzondering van de kleinste scheepsklasse. Dit wijst erop dat de grote moderne schepen

een goed ontworpen schroef hebben terwijl de kleine schepen veelal slechts een deel van het vermogen op de schroef kwijt kunnen.

Een andere indicatie voor het werkelijk afgegeven vermogen is het brandstofverbruik wat de schippers geschat hebben. Echter, bij een verbruik van 200g/kWh, wat als een minimale waarde beschouwd mag worden, en een soortelijk gewicht van 0.85 blijkt dat het zo berekende vermogen maar op zo'n 75% van het geïnstalleerde komt. Mogelijk dat het opgegeven verbruik bij een 'zuinige' snelheid hoort en niet bij de aangegeven 'voorkeurs'snelheid. Het opgegeven verbruik leeg is gemiddeld per klasse tussen 75% en 95% van het verbruik geladen.

4 Energiegebruik

Voor de bepaling van emissies is het energiegebruik van belang, niet het gebruikte vermogen. Nu zijn de gevaren afstanden bekend en kan een schatting gemaakt worden van de gemiddeld aangehouden snelheid, waaruit het energiegebruik eenvoudig te bepalen is – arbeid is immers kracht x weg – zodat met (15):

$$\begin{aligned}
 E &= P_b \Delta t = 2 u_{rel} R_{tot} \Delta t \\
 \Delta x &= V \Delta t \\
 \text{waarmee} \\
 E &= 2 R_{tot} \frac{u_{rel}}{V} \Delta x \\
 &= 2 \left[53(\log(u_{rel} L) + 4)^{-2} (LB + 2LT_{gem}) \cdot u_{rel}^2 + C_p \frac{1}{2} \rho V^2 BT + C_z \rho g z BT \right] \frac{u_{rel}}{V} \Delta x \quad (16)
 \end{aligned}$$

of:

$$\begin{aligned}
 E / \Delta x_a &= 2 \left[53(\log(u_{rel} L) + 4)^{-2} (LB + 2LT_{gem}) \cdot u_{rel}^2 + C_p \frac{1}{2} \rho V^2 BT + C_z \rho g z BT \right] \frac{u_{rel}}{V_a} \quad [Ws / m] \\
 &\approx \left[0,029(\log(u_{rel} L) + 4)^{-2} (LB + 2LT_{gem}) \cdot u_{rel}^2 + (0,042V^2 + 1,1z) BT \right] \frac{u_{rel}}{V_a} \quad [kWh / km] \quad (17)
 \end{aligned}$$

waarin

- E = energiegebruik [Nm]=[Ws]
- Δt = tijdsspanne [s]
- Δx = gevaren afstand (tov het water) [m]
- Δx_a = gevaren afstand tov de aarde [m]
- V = snelheid door het water [m/s]
- V_a = snelheid over de grond [m/s]
- u_{rel} = voor beperkt water-effect gecorrigeerde snelheid tov het water
- z = inzinking (Schijf) [m]
- L = lengte schip [m]
- B = breedte schip [m]
- T = diepgang schip, gemeten op diepste punt [m]
- T_{gem} = diepgang schip, gemiddeld over de lengte [m]

Daarnaast wordt er potentiële energie aan de vervoerde lading toegevoerd wanneer deze naar grotere hoogte gebracht wordt. Het belang van dit effect wordt met de volgende berekening gerelativeerd:

Stel dat een M8-schip met 2700 t lading van Rotterdam naar Lobith vaart. Het hoogteverschil is zo'n 10 m, afhankelijk van getij en Rijnafoer. De potentiële energie van de lading (het schip zelf zal immers weer 'bergaf' varen) neemt daardoor toe met:

$$\begin{aligned}
 \Delta E_p &= gm\Delta h \\
 &= 9,8 * 2700 * 10 \\
 &\approx 270 \cdot 10^6 Nm
 \end{aligned}
 \tag{18}$$

Met de gegevens uit Tabel 1 is voor de voortstuwing van het geladen schip 1260 kW nodig. Stel dat de vaarafstand 115 km is en de stroomsnelheid gemiddeld 5km/u; de snelheid over land is dan 11,5 km/u zodat de reis 10 u duurt. De voortstuwing vergt dus een energiehoeveelheid van:

$$\begin{aligned}
 E &= P\Delta t \\
 &= 12600kWh \\
 &= 12,6 * 10^6 * 3600Ws \\
 &\approx 45000 * 10^6 Nm
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

Dit op elkaar delend blijkt dat 0,6 % van de voortstuwingsenergie in potentiële energie wordt gestopt. Hier wordt dan ook verder geen rekening mee gehouden.

5 Referenties

- 1 Schäle, Dr-Ing E.: "*Naturgroße Vergleichungsuntersuchungen mit Großschubbooten in stehendem und strömendem Wasser*" – 193. Mitteilung VBD 1979
- 2 *Vermogen- snelheidsrelatie voor schepen op onbeperkt breed water* – rapport S75.05, DVK 1990
- 3 *Maximale scheepssnelheden: theorie- en praktijkgegevens* – Notitie DVK, 1982
- 4 *Vaarsnelheden voor een binnenvaartschip van het type "Kempenaar" in rechthoekige kanalen* – Rapport No.02277-1-MS, 1979, NSP (Marin)

MARIN
2, Haagsteeg
P.O. Box 28
6700 AA Wageningen
The Netherlands
Phone +31 317 479911
Fax +31 317 479999
Internet www.marin.nl
E-mail mscn@marin.nl

Rapport Nr. 18717.620/1

**Emissieberekening routegebonden
scheepvaartverkeer op NCP, op basis
van aangepaste bronbestanden en
emissiefactoren**

25 juli 2003

Paraaf Management:

Aanpassing bronbestanden ter koppeling van emissiefactoren

MARIN opdrachtnr. : 18717.620

Opdrachtgever : TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

Auteur : Ir. C. van der Tak

INHOUDSOPGAVE

Hoofdstuk	Pagina
1 INLEIDING	3
2 DOELSTELLING	3
3 WERKWIJZE	4
3.1 Algemene opzet	4
3.2 Emissiefactor	5
3.3 Het aantal afgelegde scheepsmijlen	6
4 RESULTAAT VAN DE EMISSIEBEREKENING VOOR 2000	8
4.1 Emissie voor 1995	12
4.2 Emissie voor 1987	12
REFERENTIE	14

1 INLEIDING

Voor het berekenen van de emissie door zeeschepen op het Nederlandse deel van de Noordzee is het noodzakelijk om de emissiefactoren die door TNO zijn bepaald te koppelen aan de scheepsbewegingen over de Noordzee. De informatie betreffende de scheepsbewegingen is aanwezig in het SAMSON-model bij MARIN. In de verkeersdatabases van SAMSON is het aantal scheepsbewegingen over iedere link bekend in aantallen per cel van de scheepsmatrix die 36 scheepstypen en 8 grootteklassen bevat. De informatie van individuele schepen zoals het aandeel onder een bepaalde vlag en dergelijke is dan niet meer beschikbaar.

Om de emissie goed te kunnen bepalen zijn echter scheepskenmerken als vlag, motor en snelheid van belang. Om deze reden is het gewenst om voor de emissieberekening een methodiek op te zetten waarbij nog gebruik kan worden gemaakt van deze kenmerken.

Leeswijzer:

In hoofdstuk 2 wordt de doelstelling van het onderzoek beschreven.

In hoofdstuk 3 wordt de opzet van het onderzoek beschreven.

In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de emissieberekening gegeven voor de jaren 2000, 1995 en 1987.

2 DOELSTELLING

Het opzetten van een methodiek voor de emissieberekening van de routegebonden scheepvaart waarbij gebruik kan worden gemaakt van de individuele kenmerken van de schepen die in 2000 over het Nederlandse deel van de Noordzee hebben gevaren.

Het bepalen van de emissies voor 1995 en 1987 op basis van de berekende emissie voor 2000.

Het opzetten van een methodiek voor het berekenen van de emissie voor toekomstige jaren door extrapolatie van de emissies van 2000 op basis van het aantal aankomsten en vertrekken in de Nederlandse havens.

3 WERKWIJZE

3.1 Algemene opzet

De emissie is het product van de emissiefactor per tijdseenheid maal de tijdsduur dat de emissie plaatsvindt. Voor de zeescheepvaart en de emissie op het Nederlandse deel van de Noordzee betekent dit de emissie per tijdseenheid maal de vaartijd van het schip door het beschouwde gebied. Daar het gemakkelijker is om over een afgelegde afstand te praten dan over een tijdsduur zijn de emissiefactoren omgerekend naar een emissie per afgelegde zeemijl.

Met het SAMSON-model kan de afgelegde afstand door een gebied bepaald worden voor ieder van de 36 scheepstypen en ieder van de 8 grootteklassen. Op basis van een gemiddelde emissie per scheepstype/scheepsgrootte klasse kan de emissie in een gebied bepaald worden. Het is echter niet mogelijk om de emissie te bepalen uit de specifieke kenmerken van ieder schip en de gevaren route door dat schip. Binnen het SAMSON-model zijn namelijk de specifieke scheepskarakteristieken niet meer aanwezig.

Om aan de wens te kunnen voldoen om de emissie voor 2000 zo nauwkeurig mogelijk te bepalen op basis van de individuele kenmerken van ieder schip moest daarom worden teruggegaan naar de basisbestanden die van Lloyd's Register Fairplay zijn aangekocht voor het jaar 2000. Deze basis bevat:

- een reizenbestand met alle reizen over de Noordzee in 2000 afgelegd met de haven van herkomst en de haven van bestemming;
- een scheepsbeschrijvingen bestand met de karakteristieken van ieder afzonderlijk schip dat minimaal een reis over de Noordzee gemaakt heeft in 2000.

Deze bestanden dekken alleen de reizen van de koopvaardij en bevat niet of niet alle reizen van ferry's over de Noordzee. De scheepsreizen van ferry's zijn door MARIN zelf verzameld en toegevoegd aan de bestanden. Na deze toevoeging bevat het reizenbestand alle bewegingen van de routegebonden scheepvaart over de Noordzee. Vanuit dit bestand is vervolgens met een model uit SAMSON de verkeersdatabase van 2000 voor het routegebonden verkeer bepaald.

De database voor het niet-routegebonden verkeer (visserij, werkvaart en supplyvaart) in SAMSON is bepaald uit de VONOVl-waarnemingen als dichtheid in cellen van 8 bij 8 km. VONOVl staat voor VerkeersOnderzoek Noordzee Visuele Identificatie, waarbij gedurende een waarnemingsvlucht boven zee de gegevens van alle waargenomen schepen worden verzameld. Gedurende de jaren 1999-2001 zijn bijna 300 vluchten uitgevoerd die verwerkt zijn tot een verkeersbeeld [2].

Beperking emissieberekening

De emissieberekening, waarvan in dit rapport verslag wordt gedaan, beperkt zich tot de emissie van het routegebonden verkeer.

In 3.2 wordt nader ingegaan op de bepaling van de emissiefactor en in 3.3 wordt nader ingegaan op de koppeling van de emissiefactor met de gevaren afstand.

3.2 Emissiefactor

De emissiefactoren voor een zeeschepen zijn afgeleid door door TNO-MEP. De koppeling tussen de emissiefactoren en ieder afzonderlijk schip uit het schepenbestand is gemaakt op grond van ervaring van TNO, (voor ieder schip dat in 2000 minimaal één reis over de Noordzee heeft gemaakt). In dit gedeelte wordt niet ingegaan op de bepaling de emissiefactoren zelf maar alleen beschreven hoe de door TNO-MEP voorgestelde rekenmethode is geïmplementeerd in de emissieberekening van 2000.

De emissiefactoren van een schip zijn in EMISSIE_PER_SCHIP.MDB bepaald uit de scheepskarakteristieken, zoals de afmetingen van het schip maar ook uit de motorgegevens zoals bijvoorbeeld type motor, brandstof en snelheid van het schip. Een aantal velden die voor de emissie van belang zijn, zijn toegevoegd aan ieder record van het schepenbestand. Dit zijn de velden:

- BouwjaarCodeMotor
- BouwjaarMotor
- BrandstofCode
- MotortypeCode
- KW_used
- KW_aux_used
- First_Aux_Gen_KW
- Speed_used
- SAMSON_type
- SAMSON_size

Door TNO-MEP zijn de volgende vier update runs opgesteld waarmee de eerste vier velden gevuld zijn:

- 1_BijwerkenBouwjaarMotor
- 2_BijwerkenBouwjaarCodeMotor
- 3_BijwerkenMotortypeCodes
- 4_BijwerkenBrandstofCodes

Voor iedere combinatie van BouwjaarCodeMotor, MotorTypeCode en BrandstofCode heeft TNO-MEP de emissie voor ieder van de zes beschouwde stoffen de emissie per kW bepaald. Door deze emissiefactorentabel te koppelen aan het vermogen van de gebruikte motoren en uit te gaan van de gegeven service snelheid kan de emissie per afgelegde scheepsmijl voor ieder schip bepaald.

Aangezien niet alle velden in het schepenbestand gevuld zijn is het schepenbestand eerst zoveel mogelijk aangevuld.

Eerst is het gebruikte vermogen in kW van de hoofdmotor (KW_used) en van de hulpmotoren (KW_aux_used) per schip vastgesteld. Voor de hoofdmotor volgt KW_used uit $0.746 \times \text{"BHP main oil engine"}$ of indien deze niet ingevuld is, direct uit "kW steam and gas" of indien wederom niet ingevuld uit "kW steam reciprocating". Bij KW_aux_used volgt de waarde uit de First_Aux_Gen_Kw.

Aangezien deze velden en ook de service_speed lang niet altijd ingevuld waren, is voor iedere scheepstype/scheepsgrootte combinatie de gemiddelde KW_used,

KW_aux_used en service_speed bepaald. Om in gevallen dat de vereiste gegevens ontbreken toch met een redelijke waarde te kunnen werken is voor iedere combinatie van SAMSON_type en SAMSON_size klasse de gemiddelde waarde voor de kW_used, KW_aux_used en de service_speed bepaald. Alle onbekende velden in het schepenbestand zijn vervolgens gevuld met de gemiddelde waarde op basis van het altijd bekende scheepstype en de scheepsgrootte.

Verder bleek ook nog het motortype U (unknown) voor te komen. Met de query "Update motortype U" is voor dit motortype op basis van kW_used de MotortypeCode en de BrandstofCode ingevuld. Voor een kW_used < 3000 wordt dit respectievelijk "MS" en "MDO" en voor een kW_used vanaf 3000 wordt dit respectievelijk "SP" en "HFO".

Voor de hulpmotoren is aangenomen dat het altijd een medium speed (MS) motor is die op de brandstof MDO loopt. Het bouwjaar van de hulpmotor wordt gelijk verondersteld aan het bouwjaar dat de hoofdmotor.

Nadat al deze aanpassingen waren verwerkt kon de emissie per gevaren mijl (in dit rapport altijd zeemijl) per schip van het schepenbestand bepaald worden. De eenheid emissie per gevaren mijl wordt gebruikt omdat het scheepvaartverkeer meestal bekend is in de vorm van afgelegde scheepsmijlen in een bepaalde klasse. Vermenigvuldiging met de bijbehorende emissiefactor per mijl levert dan meteen de emissie op.

$$EmissiePerMijl(kg/mijl) = Emissiefactor(g/kWh) / 1000(g/kg) * kW_used(kW) * 0.85 / speed(mijl/h)$$

Op zee wordt over het algemeen met constant vermogen wordt gevaren. Dit vermogen wordt op 85% van het aanwezige vermogen geschat. Er is aangenomen dat bij dit vermogen de in het Lloyd's schepenbestand genoemde service speed behoort.

Met de bovenstaande gegevens kan nu de emissiefactor voor de zes onderscheiden stoffen per schip (Lloydsnummer) bepaald worden.

3.3 Het aantal afgelegde scheepsmijlen

Voor de emissie per individueel schip moet nu nog het aantal mijlen, dat dat schip over het Nederlandse deel van de Noordzee vaart, bepaald worden. In de SAMSON-database is bekend hoeveel schepen en van welk type en welke grootte over een bepaalde link varen, maar is niet meer bekend welke schepen (Lloydsnummers) dat waren en onder welke vlag deze schepen voeren. Kortom de koppeling naar het schepenbestand is niet meer aanwezig. Alle scheepsgegevens die in SAMSON gebruikt worden zijn gemiddelde waarden per scheepstype en grootte. Voor een scheepsspecifieke emissieberekening moet daarom per schip bepaald worden hoeveel dat schip in het beschouwde gebied heeft afgelegd.

Dit gebeurt in een aantal stappen, waarbij de emissieberekening wordt opgezet in de MS Access database ROUTES.MDB waarbij tussentijds gebruik wordt gemaakt van SAMSON-modules. De stappen bestaan uit:

1. Aangezien de gevaren route deels afhangt van het scheepstype en zeker van de grootte wordt voor ieder Lloydsnummer bepaald van welk routenetwerk een

schip gebruik moet maken. Binnen SAMSON worden 8 verschillende routenetwerken (routestructuren) onderscheiden.

2. Op sommige routes wordt gebruik gemaakt van verschillende alternatieven. Dit betekent dat de frequentie verdeeld moet worden over de alternatieven. De routing van een alternatief vindt plaats door een aantal extra kondities gedurende het routeren op te leggen. Dit wordt gestuurd door twee extra velden op te nemen, namelijk een die de vermenigvuldigingsfactor geeft en een die de set met extra voorwaarden waaronder gerouteerd moet worden, wordt aangegeven.
3. Bepalen van de gevaren route voor alle voorkomende origin-destination-routestructuur-forbid combinaties met de routegenerator van SAMSON. Het importeren de gevonden routes in ROUTES.MDB.
4. Het bepalen van het bestand ASVO-uniek waarin alle unieke combinaties origin-destination-routestructuur-forbid-from-to van de routing worden verzameld. Vervolgens kan het aantal gevaren mijl per link (from-to combinatie, from en to zijn waypoints met een geografische positie) over de Noordzee bepaald kunnen worden voor het reizenbestand waarin het Lloydsnummer nog is opgenomen (360000 records), door dit bestand te koppelen aan het routebestand (300000 records). Gezien de grootte aantallen moet het resterende aantal koppelingen beperkt blijven om nog tot een oplossing te komen.
5. Het bepalen van het aantal mijlen van een link binnen het Nederlandse deel van de Noordzee. Dit is in een apart MS Access database NCP_links opgebouwd. Om geen verschil met de SAMSON uitkomsten te verkrijgen is het Nederlandse deel van de Noordzee (voorheen aangeduid met NCP (Nederlands Continentale Plat)) opgebouwd uit GENO-gridcellen van 8 bij 8 km. Met SAMSON is bepaald welke cellen tot het Nederlandse deel van de Noordzee behoren. Vervolgens is per genogridcel bepaald over welke afstand een link door een cel loopt. Al deze doorsnijdingen zijn ingelezen in NCP_links. Vervolgens is de totale doorsnijding voor iedere link bepaald door het samenvoegen van alle doorsnijdingen met cellen binnen het Nederlandse deel van de Noordzee. Het resultaat in de vorm van from-to-linknummer-lengte-scheepsmijlen is geëxporteerd naar de tabel NCP_links in ROUTES.MDB.
6. Door koppeling van de emissiefactoren per Lloydsnummer, de reis-routegegevens ASVO-Uniek, NCP links en de koppeling met het schepenbestand is een zeer flexibel systeem opgezet waarmee op vrijwel iedere emissievraag antwoord kan worden gegeven.
7. Voor de ferry's is niet precies bekend welk schip op een bepaalde route heeft gevaren. De emissie wordt met een aparte query bepaald gebaseerd op de gemiddelde emissie voor het scheepstype en de grootte.
8. Bij de emissie wordt ook opgegeven uit welke regio het schip komt en naar welke regio het schip toe gaat. Deze gegevens kunnen gebruikt worden om een jaarlijkse update op basis van het aantal havenbezoeken in een in een bepaalde regio uit te voeren.

4 RESULTAAT VAN DE EMISSIEBEREKENING VOOR 2000

Het resultaat van de emissieberekening voor 2000 is weergegeven in de tabellen 4.1, 4.2 en 4.3. Tabel 4.1 bevat de emissie voor de zes stoffen (CO₂, NO_x, SO₂, PM₁₀, CO, VOS) voor de hoofdmotor de hulpmotoren en het totaal voor alle onderscheiden regio's van Zuid naar Noord. Wanneer de totalen worden vergeleken met de totalen in het rapport "Actualisatie T0-emissies", dan liggen de totalen nu iets lager. Dit komt doordat de berekening in [1] was gebaseerd op een schatting van het scheepvaartverkeer voor 2000 en de hier gegeven emissies voor de werkelijke scheepvaart in 2000. De werkelijke scheepvaart is echter in het aantal scheepsbewegingen beduidend minder gegroeid dan voorspeld. Wel heeft er een iets grotere schaalvergroting plaatsgevonden dan verwacht.

Bovendien is de thans opgezette berekening per individueel schip nauwkeuriger dan de in [1] opgezette methodiek van emissie op basis van een gemiddelde per scheepstype/grootte klasse.

Tabel 4.2 bevat de emissie van de schepen onder Nederlandse vlag. In tabel 4.3 is het aandeel van de schepen Nederlandse vlag als percentage van het totaal weergegeven. In Scheveningen ligt het aandeel onder Nederlandse vlag vrijwel steeds boven de 80%, hetgeen wil zeggen dat vrijwel alleen schepen onder Nederlandse vlag op Scheveningen varen. Wanneer de Eems (GER), het Duitse gedeelte buiten beschouwing wordt gelaten is het aandeel van de Nederlandse vlag voor de Rijnmond, met de internationale haven Rotterdam het kleinst.

De onderste twee regels van iedere tabel geeft de bijdrage in het aantal scheepsbewegingen en in het totaal aantal afgelegde scheepsmijlen. Tabel geeft aan dat er 31322 schepen vertrekken uit de regio Rijnmond en 47852 reizen vertrekken uit de regio Scheldemond. Dit laatste hoge aantal komt vooral omdat hierin 21400 vertrekken opgenomen zijn van de ferry tussen Vlissingen en Breskens. Deze ferry legt steeds een klein stukje af over het Nederlandse deel van de Noordzee. Bij een eventuele update op basis van vertrekken moet hier rekening mee gehouden worden.

Het feit dat het aandeel van de Nederlandse vlag op het aantal schepen (19%) en het aantal scheepsmijlen (13%) groter is dan het aandeel bij de emissies (tussen 6,3 en 9,6%) komt omdat in de groep Nederlandse schepen relatief veel kleine schepen voorkomen, dus schepen met lagere emissies

Emissie	Regio van haven van vertrek									totaal
	Scheldemondd	Rijnmond	Scheveningen	IJmond	Den Helder	Harlingen	Eems (NTH)	Eems (GER)	passerend	
VOS	322.2	454.8	14.5	100.3	4.9	4.5	7.2	24.9	1845.9	2779.2
VOS_aux	17.9	23.8	0.8	6.0	0.3	0.6	0.4	1.4	98.1	149.2
VOS totaal	340.1	478.7	15.4	106.2	5.2	5.1	7.7	26.2	1944.0	2928.5
NOX	10237.0	15446.5	435.5	3043.7	130.1	128.6	211.1	761.9	60386.5	90780.8
NOX_aux	494.6	674.3	25.5	160.9	7.3	16.7	12.3	37.8	2730.8	4160.1
NOX totaal	10731.6	16120.8	461.0	3204.6	137.3	145.2	223.4	799.7	63117.3	94940.9
CO	1585.6	2323.4	76.8	490.1	23.5	21.8	35.6	125.3	9203.4	13885.4
CO_aux	87.5	119.5	4.5	28.8	1.3	2.7	2.2	6.8	482.9	736.3
CO totaal	1673.1	2442.9	81.4	519.0	24.8	24.5	37.7	132.1	9686.3	14621.7
CO2	390712.5	611559.5	21806.3	120232.7	5627.5	5754.1	8923.8	31004.3	2309880.8	3505501.5
CO2_aux	22871.3	31850.3	1285.2	7361.3	336.9	772.4	569.8	1747.0	126502.7	193296.8
CO2 totaal	413583.8	643409.8	23091.5	127594.0	5964.3	6526.4	9493.5	32751.3	2436383.5	3698798.3
PM10	869.2	1345.2	56.4	249.2	6.9	5.1	14.7	56.7	5302.0	7905.3
PM10_aux	15.0	20.0	0.7	5.0	0.2	0.5	0.4	1.1	82.2	125.1
PM10 totaal	884.1	1365.3	57.1	254.1	7.2	5.6	15.0	57.8	5384.2	8030.5
SO2	5980.0	9391.8	410.7	1734.5	49.0	38.2	105.0	398.5	36575.4	54683.1
SO2_aux	116.2	161.8	6.5	37.4	1.7	3.9	2.9	8.9	642.6	981.8
SO2 totaal	6096.1	9553.5	417.2	1771.9	50.8	42.1	107.9	407.4	37217.9	55664.9
Aantal bewegingen	47.9	31.2	1.3	8.3	0.8	1.0	1.3	1.9	105.0	198.6
Scheepsmijlen	2197.3	2820.6	80.4	781.1	52.5	94.4	106.5	190.0	11620.0	17942.8

Tabel 4.1 Emissie in ton van 6 stoffen voor hoofdmotor en hulpmotoren op het Nederlandse deel van de Noordzee voor de schepen op basis van de laatst bezochte haven voor de routegebonden scheepvaart in 2000

Emissie	Regio van haven van vertrek									totaal
	Scheldemond	Rijnmond	Scheveningen	IJmond	Den Helder	Harlingen	Eems (NTH)	Eems (GER)	passerend	
VOS	35.3	30.8	11.3	14.1	3.5	2.2	1.8	0.3	108.8	208.1
VOS_aux	2.1	2.0	0.7	0.8	0.2	0.1	0.1	0.0	6.8	12.8
VOS totaal	37.4	32.8	12.0	14.9	3.7	2.3	1.9	0.3	115.6	221.0
NOX	1097.5	1101.3	349.8	382.1	90.7	60.3	52.0	9.4	3522.1	6665.2
NOX_aux	59.6	60.9	21.5	21.6	4.5	3.6	2.8	0.8	205.3	380.5
NOX totaal	1157.1	1162.2	371.3	403.7	95.2	63.8	54.7	10.2	3727.4	7045.7
CO	188.6	171.0	63.5	68.1	16.8	10.4	9.2	1.6	579.8	1109.0
CO_aux	10.9	10.5	3.9	4.0	0.8	0.6	0.5	0.1	36.3	67.6
CO totaal	199.5	181.5	67.4	72.1	17.6	11.0	9.7	1.8	616.0	1176.7
CO2	48703.9	68844.8	18525.4	16551.5	3970.3	2658.9	2606.4	434.9	168560.8	330857.0
CO2_aux	2932.6	2959.8	1131.5	1002.0	207.8	164.6	137.7	36.4	10068.6	18641.0
CO2 totaal	51636.5	71804.5	19656.9	17553.4	4178.1	2823.6	2744.1	471.3	178629.5	349498.0
PM10	85.8	64.8	47.4	20.1	4.9	2.3	2.0	0.3	266.8	494.4
PM10_aux	1.8	1.7	0.6	0.7	0.1	0.1	0.1	0.0	5.9	11.0
PM10 totaal	87.6	66.5	48.0	20.8	5.0	2.4	2.1	0.3	272.7	505.5
SO2	619.7	574.1	349.2	142.5	34.4	16.7	17.1	2.3	1985.6	3741.8
SO2_aux	14.9	15.0	5.7	5.1	1.1	0.8	0.7	0.2	51.1	94.7
SO2 totaal	634.6	589.1	355.0	147.6	35.5	17.5	17.8	2.5	2036.8	3836.4
Aantal bewegingen	14.0	4.8	1.1	2.5	0.7	0.6	0.4	0.1	13.4	37.7
Scheepsmijlen	325.2	372.8	67.6	196.5	38.9	60.3	45.5	7.6	1232.0	2346.3

Tabel 4.2 Emissie in ton van 6 stoffen voor hoofdmotor en hulpmotoren op het Nederlandse deel van de Noordzee voor de schepen onder Nederlandse vlag op basis van de laatst bezochte haven voor de routegebonden scheepvaart in 2000

Emissie	Regio van haven van vertrek									totaal
	Scheldemond	Rijnmond	Scheveningen	IJmond	Den Helder	Harlingen	Eems (NTH)	Eems (GER)	passerend	
VOS	11.0%	6.8%	78.0%	14.1%	71.3%	49.1%	24.7%	1.3%	5.9%	7.5%
VOS_aux	11.5%	8.4%	82.3%	13.7%	64.1%	22.8%	20.7%	1.9%	7.0%	8.6%
VOS totaal	11.0%	6.8%	78.3%	14.0%	70.9%	46.1%	24.5%	1.3%	5.9%	7.5%
NOX	10.7%	7.1%	80.3%	12.6%	69.7%	46.9%	24.6%	1.2%	5.8%	7.3%
NOX_aux	12.1%	9.0%	84.4%	13.4%	61.7%	21.4%	22.4%	2.0%	7.5%	9.1%
NOX totaal	10.8%	7.2%	80.5%	12.6%	69.3%	44.0%	24.5%	1.3%	5.9%	7.4%
CO	11.9%	7.4%	82.7%	13.9%	71.6%	47.6%	26.0%	1.3%	6.3%	8.0%
CO_aux	12.5%	8.8%	86.2%	13.8%	63.1%	22.9%	22.8%	2.0%	7.5%	9.2%
CO totaal	11.9%	7.4%	82.9%	13.9%	71.1%	44.9%	25.8%	1.4%	6.4%	8.0%
CO2	12.5%	11.3%	85.0%	13.8%	70.6%	46.2%	29.2%	1.4%	7.3%	9.4%
CO2_aux	12.8%	9.3%	88.0%	13.6%	61.7%	21.3%	24.2%	2.1%	8.0%	9.6%
CO2 totaal	12.5%	11.2%	85.1%	13.8%	70.1%	43.3%	28.9%	1.4%	7.3%	9.4%
PM10	9.9%	4.8%	84.1%	8.1%	70.1%	45.3%	13.8%	0.5%	5.0%	6.3%
PM10_aux	12.0%	8.6%	82.5%	13.8%	63.6%	22.6%	21.1%	2.0%	7.2%	8.8%
PM10 totaal	9.9%	4.9%	84.1%	8.2%	69.9%	43.4%	14.0%	0.5%	5.1%	6.3%
SO2	10.4%	6.1%	85.0%	8.2%	70.2%	43.7%	16.3%	0.6%	5.4%	6.8%
SO2_aux	12.8%	9.3%	88.0%	13.6%	61.7%	21.3%	24.2%	2.1%	8.0%	9.6%
SO2 totaal	10.4%	6.2%	85.1%	8.3%	69.9%	41.6%	16.5%	0.6%	5.5%	6.9%
Aantal bewegingen	29.3%	15.3%	84.3%	30.2%	81.1%	67.0%	34.9%	4.5%	12.8%	19.0%
Scheepsmijlen	14.8%	13.2%	84.1%	25.2%	74.0%	63.9%	42.7%	4.0%	10.6%	13.1%

Tabel 4.3 Emissie van 6 stoffen voor hoofdmotor en hulpmotoren op het Nederlandse deel van de Noordzee voor de schepen onder Nederlandse vlag als percentage van alle vlaggen op basis van de laatst bezochte haven voor de routegebonden scheepvaart in 2000

4.1 Emissie voor 1995

In principe kan de emissieberekening voor 1995 op dezelfde wijze uitgevoerd worden als voor 2000. Voor 1995 zal het echter een nog grotere inspanning zijn omdat de data van 1995 weer ouder (en minder toegankelijk) is en het schepenbestand ook minder informatie bevat. Binnen het huidige tijdsbestek was het dan ook niet mogelijk om de berekening voor 1995 net zo uit te voeren als die voor 2000.

Voor de emissieberekening van 1995 is daarom een benaderingsmethode opgezet, waarbij de emissie per scheepstype/grootteklasse wordt bepaald. Voor de gemiddelde emissie per scheepstype/grootte klasse kan niet de waarde van 2000 worden gebruikt omdat er in 2000 nieuwere motoren werden gebruikt die voldeden aan de in 2000 geldende eisen en waarbij de nieuwste technische ontwikkelingen zijn toegepast. Alhoewel de emissie van een schip bij het ouder worden licht toeneemt kan over het algemeen gezegd worden dat het bouwjaar van de motor het meest bepalend is voor de emissiefactor. Met dit als uitgangspunt is de emissie voor 1995 bepaald door te veronderstellen dat alle schepen uit het schepenbestand van 2000 een motor hebben die 5 jaar ouder is dan in het bestand vermeld staat. Deze veronderstelling houdt in dat wordt aangenomen dat de leeftijdsopbouw van de varende vloot van 1995 gelijk was aan die van 2000. Voor dit vijf jaar oudere bouwjaar kon opnieuw de emissiefactor en de emissie bepaald worden. Door nu de reizen van 2000 te koppelen met het emissieniveau van 1995 kon per scheepstype/grootte de emissiefactor bepaald worden. Vervolgens konden deze emissiefactoren per scheepstype/grootte klasse gebruikt worden om op basis van het aantal mijlen per scheepstype./grootte klasse in 1995 de totale emissie voor 1995 te bepalen.

In tabel 4.4 is de emissie voor 1995 (en 1987) weergegeven als percentage van de emissie van 2000. Per jaar worden drie percentages gegeven. Het eerste percentage is de emissie wanneer rekening wordt gehouden met de samenstelling van de vloot, dus de grootte, de scheepstypen en de afgelegde mijlen. Aangezien in 1995 en 1987 de schepen over het algemeen kleiner waren, en ongeveer evenveel scheepsmijlen werden afgelegd, betekent dit, dat de emissie in 1995 en 1987 lager was dan in 2000. Echter doordat de schepen van gelijke grootte in 1995 en 1987 over het algemeen een grotere emissie hadden dan in 2000 is het veranderingspercentage door de emissiefactoren groter dan 100%. Het derde percentage geeft het product van de twee percentages en geeft het emissieniveau voor van dat jaar ten opzichte van het emissieniveau voor 2000.

4.2 Emissie voor 1987

De emissieberekening voor 1987 kon op dezelfde wijze uitgevoerd worden als die voor 1995. De emissie voor 1987 per scheepstype/grootte wordt bepaald door eerst de emissiefactoren per mijl per Lloydsnummer te bepalen door het bouwjaar van het schip uit het schepenbestand van 2000 met 13 jaar te verminderen. Vervolgens kon door de reizen van 2000 te koppelen met het emissieniveau van 1987 de emissie per mijl per scheepstype/grootte klasse bepaald worden.

Tot slot wordt emissie per mijl van het niveau 1987 vermenigvuldigd met de afgelegde mijlen over het Nederlandse deel van de Noordzee in 1987.

De emissie voor 1987 wordt op dezelfde in tabel 4.4 weergegeven als de emissie voor 1995. De toename van de emissie door het scheepvaartverkeer is van 1995 tot 2000

relatief veel minder toegenomen als de verandering tussen 1987 en 2000. De oorzaak is dat de verandering van de emissie tussen 1987 en 1995 voor een deel wordt veroorzaakt door de overgang van het gebruik van GRT (in 1987) naar vooral GT (in 1995). Het effect van deze verandering op de resultaten is moeilijk in te schatten., maar kan zeker wel 10% bedragen. Dit betekent dat de emissies voor 1987 niet zuiver zijn en niet mogen worden gebruikt zonder een aanvullend onderzoek naar de grootte van de verstoring.

Emissiesoort	1995			1987		
	Emissie tov 2000 door verkeers samenstelling	Emissie tov 2000 door andere emissie factoren	Emissie tov 2000	Emissie tov 2000 door verkeers samenstelling	Emissie tov 2000 door andere emissie factoren	Emissie tov 2000
VOS	88.3%	110.0%	97.2%	72.6%	115.9%	84.2%
VOS_AUX	92.1%	111.5%	102.6%	68.7%	117.5%	80.7%
VOS totaal	88.5%	110.1%	97.5%	72.4%	116.0%	84.0%
NOX	86.4%	101.3%	87.6%	68.5%	99.0%	67.8%
NOX_aux	90.8%	103.3%	93.7%	65.6%	100.4%	65.9%
NOX totaal	86.6%	101.4%	87.9%	68.4%	99.1%	67.8%
CO	86.9%	105.7%	91.8%	70.5%	115.2%	81.3%
CO_aux	90.4%	107.0%	96.8%	66.9%	117.9%	78.8%
CO totaal	87.1%	105.8%	92.1%	70.3%	115.4%	81.2%
CO2	89.1%	102.9%	91.7%	67.4%	108.8%	73.3%
CO2_aux	89.6%	102.9%	92.2%	64.5%	108.7%	70.1%
CO2 totaal	89.1%	102.9%	91.7%	67.2%	108.8%	73.2%
PM10	84.7%	102.4%	86.7%	66.9%	104.5%	69.9%
PM10_aux	91.6%	108.9%	99.8%	68.2%	117.4%	80.1%
PM10 totaal	84.8%	102.5%	86.9%	66.9%	104.7%	70.1%
SO2	85.9%	92.6%	79.5%	66.8%	109.2%	72.9%
SO2_aux	89.6%	102.9%	92.2%	64.5%	108.7%	70.1%
SO2 totaal	85.9%	92.8%	79.7%	66.8%	109.2%	72.9%

Tabel 4.4 Emissies van 1995 en 1987 als percentage van de emissie in 2000

5 OVERZICHT VAN ALLE RESULTATEN

In de bijlage is een overzicht gegeven van de belangrijkste grootheden voor de berekening.

Tabel A1 bevat de verdeling van de 17.679 miljoen scheepsmijlen die door het routegebonden verkeer in 2000 op het Nederlandse deel van de Noordzee in 2000 is afgelegd, verdeeld over de scheepstypen en de scheepsgroottes.

Tabel A2 en Tabel A3 bevat het aantal scheepsmijlen voor respectievelijk 1995 en 1987.

De laatste tabel A4 die zich uitstrekt over meerdere pagina's bevat voor alle scheepstypen en groottes (GT-klas 1 tot 8, voor de klassegrenzen zie tabel A1) de volgende gegevens:

- Het aantal scheepsmijlen in de 2000, 1995 en 1987
- De gemiddelde emissiefactor per afgelegde zeemijl voor 2000, 1995 en 1987 voor de 6 stoffen.

De tabel is gesorteerd naar scheepsgrootte en vervolgens naar scheepstype. De tabel geeft zo inzicht van de verandering van de emissiefactor.

REFERENTIE

- [1] C. van der Tak
Actualisatie T0-Emissies
MARIN, 16196.620, juli 2000
- [2] C. van der Tak
Het scheepvaartverkeer op de Noordzee 1999-2001 gezien vanuit de lucht
MARIN, 17035.620/4, juli 2002

nr	Scheepstype	Scheepsgrootte klassen in GT								Totaal
		100-500	500-1000	1000-1600	1600-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
1	OBO crude/product	0	0	0	20	0	29	9	0	58
2	OBO crude oil	0	0	0	0	0	7	3	0	10
3	OBO product	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	OBO unclassifiable	0	0	0	0	1	22	3	0	26
5	CHEM IMO class 1	0	0	0	12	38	0	0	0	50
6	CHEM IMO class 2	0	0	9	745	144	0	0	0	898
7	CHEM IMO class 3	0	3	0	86	44	2	0	0	135
8	CHEM class A	0	0	0	33	2	0	0	0	35
9	CHEM class B	0	0	0	20	14	0	0	0	34
10	CHEM class C	0	0	0	6	0	0	0	0	6
11	CHEM not classif.	0	32	19	345	158	4	0	0	558
12	TANKERS WWR	0	13	29	49	3	0	0	0	94
13	OIL crude/product	1	64	38	220	244	203	109	22	901
14	OIL crude oil	0	0	0	0	0	6	1	1	8
15	OIL product	0	0	0	0	105	2	1	0	108
16	OIL unclassifiable	0	0	0	0	18	19	15	2	54
17	LNG integral	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	LNG independ atmos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	LNG independ press	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	LPG integral	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	LPG independ atmos	0	0	0	14	22	6	0	0	42
22	LPG independ press	0	2	1	383	48	0	0	0	434
23	GAS remaining	0	0	0	13	0	0	0	0	13
24	BULKERS ore	0	0	0	81	234	84	66	17	482
25	BULKERS remaining	0	17	18	154	463	139	43	0	834
26	UNITISED container	0	0	0	418	391	714	158	0	1681
27	UNITISED ro-ro	4	0	1	334	1358	135	1	0	1833
28	UNITISED barge	0	0	0	14	10	2	0	0	26
29	UNITISED vehicle	0	0	0	180	116	306	0	0	602
30	GDC dry cargo	38	426	527	832	44	0	0	0	1867
31	GDC dry c./contain.	1	66	796	4301	354	15	0	0	5533
32	GDC reefer	0	8	4	413	154	0	0	0	579
33	Cruise, Passenger	0	1	0	160	144	51	9	0	365
34	Ferries (High speed)	1	1	0	3	86	0	0	0	91
35	Miscellaneous	11	20	12	144	7	1	0	0	195
36	Unknown / Supply	86	0	0	41	0	0	0	0	127
		142	653	1454	9021	4202	1747	418	42	17679

Tabel A1. Aantal scheepsmijlen afgelegd op het Nederlandse deel van het NCP in 2000 (eenheid = 1000 zeemijl) (zonder supplyvaart, voor vergelijking met tabel A2 en A3)

nr	Scheepstype	Scheepsgrootte klassen in GT								Totaal
		100-500	500-1000	1000-1600	1600-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
1	OBO crude/product	0	0	0	46	1	12	5	1	65
2	OBO crude oil	0	0	0	0	0	9	4	2	15
3	OBO product	0	0	0	0	0	0	1	0	1
4	OBO unclassifiable	0	0	0	0	0	22	23	2	47
5	CHEM IMO class 1	0	0	0	0	18	0	0	0	18
6	CHEM IMO class 2	0	0	5	518	23	0	0	0	546
7	CHEM IMO class 3	0	0	24	45	1	0	0	0	70
8	CHEM class A	0	0	17	69	16	0	0	0	102
9	CHEM class B	0	0	5	24	8	0	0	0	37
10	CHEM class C	0	0	0	5	4	1	0	0	10
11	CHEM not classif.	1	51	30	404	99	1	0	0	586
12	TANKERS WWR	0	21	25	27	4	0	0	0	77
13	OIL crude/product	12	77	41	283	185	61	31	7	697
14	OIL crude oil	0	0	0	0	1	25	7	4	37
15	OIL product	0	0	0	0	102	0	7	0	109
16	OIL unclassifiable	0	0	0	0	21	89	56	22	188
17	LNG integral	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	LNG independ atmos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	LNG independ press	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	LPG integral	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	LPG independ atmos	0	0	0	12	45	9	0	0	66
22	LPG independ press	0	2	20	327	14	0	0	0	363
23	GAS remaining	0	0	0	9	3	0	0	0	12
24	BULKERS ore	0	0	0	40	228	63	59	10	400
25	BULKERS remaining	3	23	1	153	450	98	36	0	764
26	UNITISED container	0	0	1	251	395	617	13	0	1277
27	UNITISED ro-ro	3	1	7	645	813	170	0	0	1639
28	UNITISED barge	0	0	0	19	11	3	0	0	33
29	UNITISED vehicle	2	0	32	108	64	115	0	0	321
30	GDC dry cargo	151	748	851	1177	72	0	0	0	2999
31	GDC dry c./contain.	6	150	991	3731	378	8	0	0	5264
32	GDC reefer	0	5	8	505	201	0	0	0	719
33	Cruise, Passenger	2	1	1	148	236	79	2	0	469
34	Ferries (High speed)	0	0	0	0	87	0	0	0	87
35	Miscellaneous	10	16	19	297	13	0	0	0	355
36	Unknown / Supply	67	0	0	0	0	0	0	0	67
		257	1095	2078	8843	3493	1382	244	48	17440

Tabel A2. Aantal scheepsmijlen afgelegd op het Nederlandse deel van het NCP in 1995 (eenheid = 1000 zeemijl)

nr	Scheepstype	Scheepsgrootte klassen in GT								Totaal
		100-500	500-1000	1000-1600	1600-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
1	OBO crude/product	0	0	0	7	2	5	1	0	15
2	OBO crude oil	0	0	0	0	0	10	6	1	17
3	OBO product	0	0	0	0	0	0	1	0	1
4	OBO unclassifiable	0	0	0	0	6	21	13	2	42
5	CHEM IMO class 1	0	0	0	0	14	0	0	0	14
6	CHEM IMO class 2	0	1	47	138	23	0	0	0	209
7	CHEM IMO class 3	0	10	18	36	1	0	0	0	65
8	CHEM class A	0	5	86	31	22	0	0	0	144
9	CHEM class B	0	0	6	41	12	0	0	0	59
10	CHEM class C	0	0	0	5	9	0	0	0	14
11	CHEM not classif.	39	79	303	205	49	1	0	0	676
12	TANKERS WWR	2	15	9	3	0	0	0	0	29
13	OIL crude/product	94	124	142	284	372	43	9	14	1082
14	OIL crude oil	0	0	0	0	0	9	13	2	24
15	OIL product	0	0	0	0	33	4	3	3	43
16	OIL unclassifiable	0	0	0	0	60	31	49	8	148
17	LNG integral	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	LNG independ atmos	0	0	6	11	0	0	0	0	17
19	LNG independ press	0	0	3	4	1	0	0	0	8
20	LPG integral	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	LPG independ atmos	0	0	0	14	20	6	0	0	40
22	LPG independ press	12	3	61	195	7	0	0	0	278
23	GAS remaining	0	0	0	11	6	1	0	0	18
24	BULKERS ore	0	0	0	62	250	75	47	3	437
25	BULKERS remaining	11	20	3	108	588	135	15	0	880
26	UNITISED container	0	0	89	257	386	296	0	0	1028
27	UNITISED ro-ro	42	89	69	887	259	78	0	0	1424
28	UNITISED barge	0	0	17	1	10	6	0	0	34
29	UNITISED vehicle	12	49	9	41	98	21	0	0	230
30	GDC dry cargo	2209	1600	1602	2455	388	0	0	0	8254
31	GDC dry c./contain.	77	10	25	25	60	0	0	0	197
32	GDC reefer	5	4	39	614	190	0	0	0	852
33	Cruise, Passenger	0	1	75	204	302	27	1	0	610
34	Ferries (High speed)	1	0	0	0	0	0	0	0	1
35	Miscellaneous	11	23	3	24	2	5	0	0	68
36	Unknown / Supply	118	0	0	0	0	0	0	0	118
		2633	2033	2612	5663	3170	774	158	33	17076

Tabel A3. Aantal scheepsmijlen afgelegd op het Nederlandse deel van het NCP in 1987 (eenheid = 1000 zeemijl)

Type nr	scheepstype	GT klas	Nms in 2000 (in 1000 nm)	Nms in 1995 (in 1000 nm)	Nms in 1987 (in 1000 nm)	VOSpm 2000	VOSpm 1995	VOSpm 1987	NOXp m2000	NOXp m1995	NOXp m1987	COpm2 000	COpm1 995	COpm1 987	CO2pm 2000	CO2pm 1995	CO2pm 1987	PM10p m2000	PM10p m1995	PM10p m1987	SO2pm 2000	SO2pm 1995	SO2pm 1987
11	CHEM not classif.	1	0	1	39	0.025	0.025	0.025	0.572	0.490	0.490	0.123	0.123	0.123	27.8	29.1	29.1	0.068	0.068	0.068	0.519	0.543	0.543
12	TANKERS WWR	1	0	0	2	0.033	0.036	0.038	0.826	0.828	0.839	0.168	0.172	0.183	40.9	42.0	43.1	0.036	0.038	0.040	0.268	0.275	0.282
13	OIL crude/product	1	1	12	94	0.017	0.020	0.021	0.466	0.546	0.538	0.071	0.084	0.101	21.0	21.6	22.6	0.013	0.017	0.018	0.107	0.110	0.115
22	LPG independ press	1	0	0	12	0.033	0.036	0.038	0.826	0.828	0.839	0.168	0.172	0.183	40.9	42.0	43.1	0.036	0.038	0.040	0.268	0.275	0.282
25	BULKERS remaining	1	0	3	11	0.033	0.036	0.038	0.826	0.828	0.839	0.168	0.172	0.183	40.9	42.0	43.1	0.036	0.038	0.040	0.268	0.275	0.282
27	UNITISED ro-ro	1	4	3	42	0.047	0.047	0.047	0.933	0.933	0.933	0.233	0.233	0.233	55.1	55.1	55.1	0.039	0.039	0.039	0.280	0.280	0.280
29	UNITISED vehicle	1	0	2	12	0.033	0.036	0.038	0.826	0.828	0.839	0.168	0.172	0.183	40.9	42.0	43.1	0.036	0.038	0.040	0.268	0.275	0.282
30	GDC dry cargo	1	38	151	2209	0.017	0.017	0.019	0.402	0.394	0.431	0.086	0.087	0.091	21.0	21.3	21.7	0.019	0.019	0.021	0.145	0.147	0.149
31	GDC dry c./contain.	1	1	6	77	0.044	0.044	0.044	1.080	0.984	0.882	0.221	0.221	0.221	48.2	50.5	52.1	0.037	0.037	0.037	0.245	0.257	0.265
32	GDC reefer	1	0	0	5	0.023	0.023	0.023	0.567	0.530	0.454	0.113	0.113	0.113	24.4	25.6	26.8	0.019	0.019	0.019	0.124	0.130	0.136
33	Cruise, Passenger	1	0	2	0	0.030	0.031	0.032	0.662	0.683	0.682	0.144	0.148	0.158	35.2	35.7	36.5	0.024	0.025	0.026	0.179	0.181	0.185
34	Ferries (High speed)	1	1	0	1	0.035	0.045	0.056	1.069	1.257	1.504	0.194	0.194	0.230	56.4	57.6	59.3	0.029	0.035	0.046	0.286	0.293	0.301
35	Miscellaneous	1	11	10	11	0.026	0.028	0.029	0.666	0.659	0.657	0.131	0.134	0.138	31.2	32.0	32.7	0.034	0.035	0.035	0.239	0.246	0.252
36	Unknown / Supply	1	86	67	118	0.071	0.076	0.083	1.838	1.807	1.913	0.360	0.369	0.398	88.7	91.0	93.9	0.074	0.076	0.084	0.555	0.570	0.587
6	CHEM IMO class 2	2	0	0	1	0.039	0.043	0.048	1.043	1.023	1.086	0.199	0.206	0.218	48.9	50.3	51.9	0.045	0.046	0.053	0.336	0.346	0.357
7	CHEM IMO class 3	2	3	0	10	0.027	0.029	0.032	0.794	0.764	0.821	0.132	0.147	0.147	34.9	36.0	37.4	0.024	0.024	0.026	0.177	0.183	0.190
8	CHEM class A	2	0	0	5	0.039	0.043	0.048	1.043	1.023	1.086	0.199	0.206	0.218	48.9	50.3	51.9	0.045	0.046	0.053	0.336	0.346	0.357
11	CHEM not classif.	2	32	51	79	0.036	0.039	0.042	0.812	0.910	0.975	0.179	0.179	0.195	45.8	46.3	46.8	0.029	0.032	0.035	0.233	0.235	0.238
12	TANKERS WWR	2	13	21	15	0.028	0.028	0.028	0.709	0.658	0.658	0.142	0.142	0.142	31.7	32.5	32.5	0.051	0.051	0.051	0.360	0.374	0.374
13	OIL crude/product	2	64	77	124	0.033	0.033	0.034	0.784	0.771	0.706	0.160	0.164	0.167	36.9	37.8	39.1	0.033	0.034	0.034	0.230	0.237	0.246

Type nr	scheepstype	GT klas	Nms in 2000 (in 1000 nm)	Nms in 1995 (in 1000 nm)	Nms in 1987 (in 1000 nm))	VOSpm 2000	VOSpm 1995	VOSpm 1987	NOXp m2000	NOXp m1995	NOXp m1987	COpm2 000	COpm1 995	COpm1 987	CO2pm 2000	CO2pm 1995	CO2pm 1987	PM10p m2000	PM10p m1995	PM10p m1987	SO2pm 2000	SO2pm 1995	SO2pm 1987
22	LPG independ press	2	2	2	3	0.040	0.040	0.040	0.939	0.805	0.805	0.201	0.201	0.201	45.4	47.5	47.5	0.034	0.034	0.034	0.231	0.241	0.241
25	BULKERS remaining	2	17	23	20	0.036	0.036	0.036	0.953	0.896	0.887	0.177	0.180	0.182	39.9	41.0	41.3	0.073	0.074	0.074	0.525	0.542	0.544
27	UNITISED ro-ro	2	0	1	89	0.014	0.019	0.028	0.512	0.512	0.745	0.093	0.093	0.116	26.8	27.1	28.6	0.014	0.014	0.023	0.136	0.138	0.145
29	UNITISED vehicle	2	0	0	49	0.039	0.043	0.048	1.043	1.023	1.086	0.199	0.206	0.218	48.9	50.3	51.9	0.045	0.046	0.053	0.336	0.346	0.357
30	GDC dry cargo	2	426	748	1600	0.031	0.032	0.032	0.827	0.808	0.747	0.140	0.156	0.162	33.9	35.2	37.0	0.039	0.040	0.040	0.264	0.274	0.286
31	GDC dry c./contain.	2	66	150	10	0.028	0.031	0.032	0.744	0.795	0.731	0.121	0.139	0.155	32.4	33.5	35.8	0.024	0.027	0.028	0.173	0.179	0.191
32	GDC reefer	2	8	5	4	0.033	0.033	0.033	0.822	0.767	0.666	0.158	0.167	0.167	36.0	37.5	39.4	0.028	0.028	0.028	0.183	0.191	0.200
33	Cruise, Passenger	2	1	1	1	0.018	0.024	0.030	0.670	0.670	0.853	0.122	0.122	0.122	35.1	35.5	36.5	0.018	0.018	0.024	0.178	0.180	0.185
34	Ferries (High speed)	2	1	0	0	0.049	0.066	0.096	1.812	1.812	2.571	0.329	0.329	0.396	94.9	96.0	100.7	0.049	0.049	0.079	0.482	0.487	0.511
35	Miscellaneous	2	20	16	23	0.046	0.050	0.053	1.195	1.211	1.211	0.223	0.235	0.252	55.7	57.2	59.4	0.046	0.049	0.052	0.340	0.350	0.362
6	CHEM IMO class 2	3	9	5	47	0.057	0.058	0.058	1.271	1.208	1.186	0.281	0.286	0.291	66.3	67.8	68.5	0.047	0.049	0.049	0.337	0.344	0.348
7	CHEM IMO class 3	3	0	24	18	0.056	0.057	0.058	1.350	1.303	1.255	0.272	0.279	0.287	64.0	65.8	67.3	0.060	0.061	0.062	0.427	0.439	0.449
8	CHEM class A	3	0	17	86	0.056	0.057	0.058	1.350	1.303	1.255	0.272	0.279	0.287	64.0	65.8	67.3	0.060	0.061	0.062	0.427	0.439	0.449
9	CHEM class B	3	0	5	6	0.056	0.057	0.058	1.350	1.303	1.255	0.272	0.279	0.287	64.0	65.8	67.3	0.060	0.061	0.062	0.427	0.439	0.449
11	CHEM not classif.	3	19	30	303	0.050	0.050	0.050	1.132	1.077	1.074	0.251	0.251	0.251	57.6	58.5	58.6	0.064	0.064	0.064	0.462	0.467	0.467
12	TANKERS WWR	3	29	25	9	0.037	0.037	0.037	0.843	0.774	0.740	0.185	0.185	0.185	41.8	43.2	43.7	0.031	0.031	0.031	0.212	0.219	0.222
13	OIL crude/product	3	38	41	142	0.045	0.046	0.047	1.034	0.987	0.995	0.225	0.226	0.232	53.0	54.6	54.9	0.058	0.060	0.060	0.420	0.430	0.435
18	LNG independ atmos	3	0	0	6	0.056	0.057	0.058	1.350	1.303	1.255	0.272	0.279	0.287	64.0	65.8	67.3	0.060	0.061	0.062	0.427	0.439	0.449
19	LNG independ press	3	0	0	3	0.056	0.057	0.058	1.350	1.303	1.255	0.272	0.279	0.287	64.0	65.8	67.3	0.060	0.061	0.062	0.427	0.439	0.449
22	LPG independ press	3	1	20	61	0.046	0.046	0.046	0.924	0.924	0.924	0.231	0.231	0.231	54.6	54.6	54.6	0.039	0.039	0.039	0.277	0.277	0.277
25	BULKERS remaining	3	18	1	3	0.045	0.045	0.045	1.085	1.042	0.961	0.223	0.223	0.223	49.4	50.7	52.0	0.058	0.058	0.058	0.392	0.406	0.420
26	UNITISED container	3	0	1	89	0.056	0.057	0.058	1.350	1.303	1.255	0.272	0.279	0.287	64.0	65.8	67.3	0.060	0.061	0.062	0.427	0.439	0.449

Type nr	scheepstype	GT klas	Nms in 2000 (in 1000 nm)	Nms in 1995 (in 1000 nm)	Nms in 1987 (in 1000 nm))	VOSpm 2000	VOSpm 1995	VOSpm 1987	NOXp m2000	NOXp m1995	NOXp m1987	COpm2 000	COpm1 995	COpm1 987	CO2pm 2000	CO2pm 1995	CO2pm 1987	PM10p m2000	PM10p m1995	PM10p m1987	SO2pm 2000	SO2pm 1995	SO2pm 1987
27	UNITISED ro-ro	3	1	7	69	0.051	0.051	0.051	1.267	1.188	1.030	0.257	0.257	0.257	56.0	58.5	60.9	0.075	0.075	0.075	0.524	0.548	0.572
28	UNITISED barge	3	0	0	17	0.056	0.057	0.058	1.350	1.303	1.255	0.272	0.279	0.287	64.0	65.8	67.3	0.060	0.061	0.062	0.427	0.439	0.449
29	UNITISED vehicle	3	0	32	9	0.056	0.057	0.058	1.350	1.303	1.255	0.272	0.279	0.287	64.0	65.8	67.3	0.060	0.061	0.062	0.427	0.439	0.449
30	GDC dry cargo	3	527	851	1602	0.039	0.041	0.042	0.984	0.968	0.943	0.187	0.195	0.208	45.0	46.5	48.0	0.043	0.045	0.046	0.311	0.321	0.330
31	GDC dry c./contain.	3	796	991	25	0.034	0.036	0.038	0.892	0.909	0.868	0.156	0.172	0.188	39.5	40.9	43.3	0.028	0.030	0.032	0.204	0.211	0.223
32	GDC reefer	3	4	8	39	0.055	0.057	0.057	1.375	1.311	1.220	0.264	0.276	0.287	62.0	64.6	66.4	0.054	0.056	0.056	0.378	0.394	0.404
33	Cruise, Passenger	3	0	1	75	0.060	0.060	0.060	1.451	1.364	1.364	0.299	0.299	0.299	67.4	68.8	68.8	0.101	0.101	0.101	0.713	0.739	0.739
35	Miscellaneous	3	12	19	3	0.062	0.065	0.067	1.516	1.505	1.476	0.305	0.316	0.329	74.0	75.6	77.5	0.065	0.067	0.069	0.475	0.486	0.496
1	OBO crude/product	4	20	46	7	0.047	0.052	0.056	1.253	1.336	1.312	0.217	0.236	0.260	56.4	58.6	61.5	0.038	0.043	0.046	0.287	0.298	0.312
5	CHEM IMO class 1	4	12	0	0	0.093	0.123	0.176	3.305	3.358	4.666	0.587	0.600	0.746	169.7	171.8	181.1	0.123	0.124	0.177	1.072	1.088	1.146
6	CHEM IMO class 2	4	745	518	138	0.088	0.104	0.121	2.703	2.907	3.134	0.445	0.472	0.568	119.9	123.3	130.6	0.184	0.195	0.210	1.334	1.372	1.455
7	CHEM IMO class 3	4	86	45	36	0.106	0.116	0.126	2.989	3.022	2.978	0.525	0.549	0.610	129.2	133.8	141.4	0.153	0.159	0.169	1.111	1.157	1.219
8	CHEM class A	4	33	69	31	0.093	0.093	0.093	2.469	2.221	2.099	0.462	0.465	0.465	100.7	105.6	107.7	0.228	0.228	0.228	1.636	1.716	1.750
9	CHEM class B	4	20	24	41	0.124	0.124	0.124	3.275	3.069	2.585	0.561	0.620	0.620	129.7	136.3	145.8	0.327	0.327	0.327	2.276	2.391	2.561
10	CHEM class C	4	6	5	5	0.075	0.075	0.075	1.742	1.493	1.493	0.373	0.373	0.373	84.3	88.2	88.2	0.062	0.062	0.062	0.428	0.448	0.448
11	CHEM not classif.	4	345	404	205	0.103	0.117	0.131	2.967	3.085	3.198	0.519	0.544	0.619	134.0	138.3	145.5	0.264	0.273	0.285	1.897	1.957	2.062
12	TANKERS WWR	4	49	27	3	0.069	0.076	0.086	1.973	1.947	2.018	0.345	0.368	0.405	87.3	90.3	95.7	0.131	0.134	0.144	0.954	0.992	1.054
13	OIL crude/product	4	220	283	284	0.099	0.106	0.112	2.753	2.712	2.635	0.488	0.508	0.545	116.6	121.0	126.9	0.197	0.201	0.207	1.400	1.460	1.531
18	LNG independ atmos	4	0	0	11	0.113	0.124	0.137	3.230	3.261	3.310	0.555	0.587	0.650	141.9	146.9	154.1	0.211	0.219	0.235	1.532	1.589	1.667
19	LNG independ press	4	0	0	4	0.113	0.124	0.137	3.230	3.261	3.310	0.555	0.587	0.650	141.9	146.9	154.1	0.211	0.219	0.235	1.532	1.589	1.667
21	LPG independ atmos	4	14	12	14	0.118	0.138	0.141	3.309	3.701	3.406	0.501	0.591	0.703	141.2	145.4	155.4	0.249	0.259	0.261	1.721	1.773	1.906
22	LPG independ press	4	383	327	195	0.089	0.104	0.118	2.709	2.928	3.046	0.430	0.465	0.556	115.4	118.9	126.2	0.173	0.184	0.196	1.245	1.285	1.362

Type nr	scheepstype	GT klas	Nms in 2000 (in 1000 nm)	Nms in 1995 (in 1000 nm)	Nms in 1987 (in 1000 nm))	VOSpm 2000	VOSpm 1995	VOSpm 1987	NOXp m2000	NOXp m1995	NOXp m1987	COpm2 000	COpm1 995	COpm1 987	CO2pm 2000	CO2pm 1995	CO2pm 1987	PM10p m2000	PM10p m1995	PM10p m1987	SO2pm 2000	SO2pm 1995	SO2pm 1987
23	GAS remaining	4	13	9	11	0.055	0.056	0.059	1.384	1.258	1.245	0.282	0.282	0.289	64.2	66.9	68.7	0.047	0.047	0.049	0.326	0.340	0.349
24	BULKERS ore	4	81	40	62	0.106	0.109	0.113	2.924	2.769	2.577	0.538	0.542	0.556	119.1	124.2	129.6	0.300	0.300	0.304	2.131	2.223	2.320
25	BULKERS remaining	4	154	153	108	0.124	0.127	0.130	3.343	3.116	2.985	0.606	0.625	0.647	138.3	144.7	149.1	0.264	0.268	0.270	1.882	1.970	2.026
26	UNITISED container	4	418	251	257	0.115	0.141	0.175	3.528	3.961	4.622	0.604	0.624	0.769	170.3	174.4	182.9	0.221	0.241	0.270	1.700	1.746	1.835
27	UNITISED ro-ro	4	334	645	887	0.123	0.135	0.142	3.363	3.448	3.316	0.573	0.624	0.689	145.5	150.9	159.0	0.243	0.250	0.257	1.724	1.791	1.891
28	UNITISED barge	4	14	19	1	0.128	0.128	0.128	3.847	3.633	3.155	0.616	0.641	0.641	130.1	136.8	145.2	0.284	0.284	0.284	1.889	1.988	2.095
29	UNITISED vehicle	4	180	108	41	0.113	0.127	0.145	3.284	3.327	3.497	0.574	0.601	0.689	148.0	152.9	161.9	0.241	0.253	0.266	1.764	1.827	1.936
30	GDC dry cargo	4	832	1177	2455	0.076	0.082	0.085	2.071	2.070	2.009	0.366	0.387	0.418	89.1	92.3	96.2	0.130	0.134	0.137	0.932	0.967	1.007
31	GDC dry c./contain.	4	4301	3731	25	0.068	0.078	0.089	1.970	2.082	2.216	0.340	0.359	0.414	89.5	92.2	96.8	0.109	0.115	0.125	0.804	0.829	0.870
32	GDC reefer	4	413	505	614	0.159	0.172	0.180	5.068	5.150	4.936	0.731	0.805	0.890	176.5	183.3	194.5	0.428	0.438	0.443	2.869	2.983	3.162
33	Cruise, Passenger	4	160	148	204	0.190	0.197	0.199	5.027	4.978	4.532	0.859	0.950	0.993	209.9	216.5	228.1	0.458	0.464	0.464	3.248	3.349	3.534
34	Ferries (High speed)	4	3	0	0	0.185	0.234	0.293	5.651	6.747	8.033	0.997	0.997	1.246	337.3	343.8	354.0	0.155	0.192	0.251	1.713	1.747	1.798
35	Miscellaneous	4	144	297	24	0.137	0.157	0.175	3.935	4.121	4.218	0.662	0.723	0.833	176.2	181.4	192.3	0.162	0.175	0.192	1.221	1.259	1.331
36	Unknown / Supply	4	41	0	0	0.249	0.272	0.304	7.143	6.985	7.173	1.227	1.326	1.432	310.1	321.0	339.2	0.313	0.320	0.351	2.263	2.352	2.490
1	OBO crude/product	5	0	1	2	0.380	0.380	0.380	9.497	8.864	7.598	1.899	1.899	1.899	411.3	431.4	451.5	1.042	1.042	1.042	7.527	7.894	8.261
4	OBO unclassifiable	5	1	0	6	0.268	0.268	0.268	8.830	8.384	7.938	1.115	1.338	1.338	255.5	269.7	283.8	0.731	0.731	0.731	4.643	4.900	5.158
5	CHEM IMO class 1	5	38	18	14	0.220	0.260	0.297	6.751	7.393	7.865	1.081	1.150	1.410	291.1	299.4	315.2	0.505	0.531	0.566	3.638	3.746	3.931
6	CHEM IMO class 2	5	144	23	23	0.169	0.195	0.239	6.329	6.350	7.092	0.882	0.948	1.082	225.2	231.7	246.6	0.550	0.558	0.600	3.699	3.809	4.060
7	CHEM IMO class 3	5	44	1	1	0.167	0.206	0.263	6.767	7.124	8.403	0.948	0.957	1.131	245.0	250.7	261.8	0.651	0.677	0.726	4.424	4.528	4.729
8	CHEM class A	5	2	16	22	0.306	0.322	0.322	10.015	9.791	9.006	1.336	1.532	1.608	313.8	328.3	349.4	0.877	0.878	0.878	5.702	5.967	6.349
9	CHEM class B	5	14	8	12	0.266	0.268	0.268	7.581	7.215	6.285	1.150	1.328	1.341	272.0	285.7	306.5	0.730	0.730	0.730	4.932	5.182	5.559
10	CHEM class C	5	0	4	9	0.294	0.294	0.294	9.232	8.743	7.764	1.469	1.469	1.469	295.6	311.1	326.6	0.812	0.812	0.812	5.441	5.727	6.013

Type nr	scheepstype	GT klas	Nms in 2000 (in 1000 nm)	Nms in 1995 (in 1000 nm)	Nms in 1987 (in 1000 nm)	VOSpm 2000	VOSpm 1995	VOSpm 1987	NOXp m2000	NOXp m1995	NOXp m1987	COpm2 000	COpm1 995	COpm1 987	CO2pm 2000	CO2pm 1995	CO2pm 1987	PM10p m2000	PM10p m1995	PM10p m1987	SO2pm 2000	SO2pm 1995	SO2pm 1987
11	CHEM not classif.	5	158	99	49	0.207	0.238	0.268	6.936	7.446	7.690	1.004	1.069	1.278	257.4	265.9	281.9	0.588	0.619	0.640	4.021	4.161	4.418
12	TANKERS WWR	5	3	4	0	0.205	0.227	0.249	7.092	7.548	7.508	0.928	1.026	1.244	231.0	240.7	258.2	0.627	0.670	0.671	4.135	4.309	4.625
13	OIL crude/product	5	244	185	372	0.281	0.296	0.308	8.880	8.602	8.384	1.374	1.430	1.513	310.5	323.7	336.4	0.773	0.777	0.789	5.249	5.473	5.681
14	OIL crude oil	5	0	1	0	0.253	0.274	0.297	8.355	8.314	8.211	1.235	1.325	1.436	353.2	366.8	387.3	0.722	0.735	0.752	5.193	5.398	5.701
15	OIL product	5	105	102	33	0.255	0.276	0.281	8.689	8.906	8.089	1.065	1.275	1.404	264.5	276.0	300.7	0.752	0.762	0.763	4.771	4.979	5.426
16	OIL unclassifiable	5	18	21	60	0.252	0.273	0.294	8.668	8.348	8.034	1.209	1.364	1.370	298.9	310.3	333.6	0.621	0.621	0.645	4.147	4.341	4.732
19	LNG independ press	5	0	0	1	0.253	0.274	0.297	8.355	8.314	8.211	1.235	1.325	1.436	353.2	366.8	387.3	0.722	0.735	0.752	5.193	5.398	5.701
21	LPG independ atmos	5	22	45	20	0.260	0.280	0.287	8.670	8.873	8.112	1.153	1.299	1.425	274.4	286.1	307.3	0.757	0.772	0.772	4.903	5.114	5.493
22	LPG independ press	5	48	14	7	0.175	0.206	0.245	6.496	7.018	7.550	0.878	0.924	1.127	225.7	232.6	247.7	0.589	0.627	0.649	3.953	4.077	4.338
23	GAS remaining	5	0	3	6	0.253	0.274	0.297	8.355	8.314	8.211	1.235	1.325	1.436	353.2	366.8	387.3	0.722	0.735	0.752	5.193	5.398	5.701
24	BULKERS ore	5	234	228	250	0.262	0.268	0.275	8.461	8.135	7.557	1.232	1.321	1.357	271.2	284.2	300.3	0.747	0.753	0.758	4.968	5.205	5.501
25	BULKERS remaining	5	463	450	588	0.250	0.261	0.275	8.190	7.911	7.565	1.193	1.279	1.334	269.2	281.4	297.6	0.706	0.712	0.724	4.710	4.930	5.216
26	UNITISED container	5	391	395	386	0.282	0.331	0.400	10.737	11.212	12.317	1.475	1.538	1.828	371.7	382.6	405.3	0.996	1.032	1.085	6.685	6.883	7.291
27	UNITISED ro-ro	5	1358	813	259	0.269	0.300	0.343	7.702	7.751	8.324	1.406	1.436	1.581	353.1	364.2	380.2	0.821	0.838	0.878	5.965	6.156	6.419
28	UNITISED barge	5	10	11	10	0.261	0.261	0.261	8.119	7.684	6.620	1.206	1.305	1.305	275.9	289.7	309.7	0.710	0.710	0.710	4.924	5.169	5.526
29	UNITISED vehicle	5	116	64	98	0.230	0.243	0.265	6.751	6.339	6.452	1.191	1.213	1.263	275.1	285.8	297.5	0.500	0.500	0.523	3.571	3.727	3.870
30	GDC dry cargo	5	44	72	388	0.256	0.265	0.275	8.036	7.771	7.214	1.196	1.296	1.355	272.8	285.4	303.2	0.729	0.734	0.742	4.888	5.114	5.435
31	GDC dry c./contain.	5	354	378	60	0.250	0.266	0.286	8.333	8.145	7.980	1.205	1.297	1.376	279.0	290.7	308.2	0.747	0.752	0.771	4.979	5.191	5.504
32	GDC reefer	5	154	201	190	0.239	0.266	0.288	8.240	8.588	8.442	1.134	1.216	1.417	273.7	284.2	302.7	0.745	0.773	0.782	4.934	5.126	5.460
33	Cruise, Passenger	5	144	236	302	0.467	0.473	0.479	11.444	10.391	10.038	2.338	2.346	2.376	539.0	561.2	570.7	1.239	1.242	1.249	9.356	9.748	9.895
34	Ferries (High speed)	5	86	87	0	0.058	0.059	0.061	8.845	8.845	8.899	0.621	0.621	0.627	1724.4	1724.4	1724.8	0.276	0.276	0.278	8.759	8.759	8.761
35	Miscellaneous	5	7	13	2	0.316	0.361	0.415	10.295	10.299	11.121	1.651	1.750	1.866	458.5	469.9	491.9	0.675	0.682	0.737	5.279	5.410	5.671

Type nr	scheepstype	GT klas	Nms in 2000 (in 1000 nm)	Nms in 1995 (in 1000 nm)	Nms in 1987 (in 1000 nm))	VOSpm 2000	VOSpm 1995	VOSpm 1987	NOXp m2000	NOXp m1995	NOXp m1987	COpm2 000	COpm1 995	COpm1 987	CO2pm 2000	CO2pm 1995	CO2pm 1987	PM10p m2000	PM10p m1995	PM10p m1987	SO2pm 2000	SO2pm 1995	SO2pm 1987
1	OBO crude/product	6	29	12	5	0.319	0.351	0.379	10.752	11.355	10.939	1.535	1.593	1.893	359.9	374.8	401.1	0.974	1.028	1.030	6.512	6.783	7.259
2	OBO crude oil	6	7	9	10	0.430	0.430	0.430	12.928	12.211	10.779	2.149	2.149	2.149	439.4	462.1	484.8	1.181	1.181	1.181	8.043	8.460	8.876
4	OBO unclassifiable	6	22	22	21	0.428	0.428	0.428	14.038	13.303	11.901	1.819	2.141	2.141	411.6	434.2	466.6	1.170	1.170	1.170	7.482	7.895	8.487
7	CHEM IMO class 3	6	2	0	0	0.206	0.271	0.382	9.687	9.890	12.568	1.287	1.312	1.611	345.3	350.2	370.9	0.941	0.948	1.059	6.307	6.396	6.775
10	CHEM class C	6	0	1	0	0.367	0.413	0.464	12.541	12.572	12.800	1.803	1.937	2.128	435.3	451.0	477.3	1.112	1.128	1.171	7.458	7.726	8.175
11	CHEM not classif.	6	4	1	1	0.272	0.315	0.323	9.509	10.360	9.750	1.129	1.358	1.576	300.9	311.1	336.9	0.851	0.870	0.870	5.380	5.563	6.024
13	OIL crude/product	6	203	61	43	0.315	0.364	0.416	11.179	11.934	12.498	1.571	1.637	1.976	392.2	405.2	429.0	1.022	1.076	1.105	6.875	7.103	7.519
14	OIL crude oil	6	6	25	9	0.511	0.511	0.511	13.916	12.737	11.687	2.556	2.556	2.556	546.5	573.5	590.1	1.418	1.418	1.418	10.114	10.614	10.923
15	OIL product	6	2	0	4	0.309	0.351	0.351	10.456	10.959	10.527	1.335	1.544	1.753	338.0	349.9	363.6	0.974	0.975	0.975	6.266	6.487	6.742
16	OIL unclassifiable	6	19	89	31	0.364	0.389	0.436	12.983	12.482	12.507	1.786	1.936	2.059	423.9	440.8	471.6	1.162	1.165	1.212	7.791	8.100	8.666
21	LPG independ atmos	6	6	9	6	0.410	0.423	0.424	13.351	12.981	11.582	1.837	2.050	2.118	413.7	433.7	462.9	1.160	1.161	1.162	7.552	7.920	8.451
23	GAS remaining	6	0	0	1	0.367	0.413	0.464	12.541	12.572	12.800	1.803	1.937	2.128	435.3	451.0	477.3	1.112	1.128	1.171	7.458	7.726	8.175
24	BULKERS ore	6	84	63	75	0.304	0.332	0.355	10.533	10.615	10.289	1.420	1.566	1.712	339.3	352.9	376.2	0.952	0.966	0.984	6.235	6.486	6.916
25	BULKERS remaining	6	139	98	135	0.318	0.343	0.369	10.844	10.817	10.581	1.513	1.633	1.770	355.2	369.8	392.6	0.976	0.995	1.013	6.473	6.742	7.155
26	UNITISED container	6	714	617	296	0.508	0.593	0.682	18.859	20.099	21.022	2.491	2.673	3.200	635.1	655.2	698.5	1.768	1.844	1.898	11.723	12.095	12.894
27	UNITISED ro-ro	6	135	170	78	0.475	0.478	0.479	15.009	14.312	12.738	2.252	2.373	2.389	477.7	502.5	532.1	1.302	1.304	1.305	8.632	9.082	9.620
28	UNITISED barge	6	2	3	6	0.608	0.608	0.608	19.113	17.582	16.096	2.792	3.040	3.040	612.3	644.4	675.8	1.687	1.687	1.687	11.334	11.929	12.504
29	UNITISED vehicle	6	306	115	21	0.258	0.291	0.333	9.368	9.526	9.941	1.291	1.381	1.562	315.3	326.0	346.9	0.832	0.847	0.885	5.502	5.688	6.053
31	GDC dry c./contain.	6	15	8	0	0.262	0.305	0.373	10.441	10.331	11.642	1.497	1.506	1.651	359.6	369.5	387.7	0.976	0.982	1.061	6.562	6.743	7.077
33	Cruise, Passenger	6	51	79	27	0.433	0.531	0.582	12.825	14.352	14.374	2.029	2.309	2.752	596.6	610.2	657.8	0.827	0.881	0.923	6.077	6.228	6.756
35	Miscellaneous	6	1	0	5	0.558	0.613	0.667	16.518	15.860	16.841	2.734	3.063	3.063	720.2	744.3	773.7	1.124	1.124	1.231	7.884	8.053	8.318
1	OBO crude/product	7	9	5	1	0.434	0.496	0.542	15.570	16.507	16.388	1.978	2.226	2.613	503.3	521.1	557.3	1.424	1.473	1.496	9.247	9.576	10.243

Type nr	scheepstype	GT klas	Nms in 2000 (in 1000 nm)	Nms in 1995 (in 1000 nm)	Nms in 1987 (in 1000 nm)	VOSpm 2000	VOSpm 1995	VOSpm 1987	NOXp m2000	NOXp m1995	NOXp m1987	COpm2 000	COpm1 995	COpm1 987	CO2pm 2000	CO2pm 1995	CO2pm 1987	PM10p m2000	PM10p m1995	PM10p m1987	SO2pm 2000	SO2pm 1995	SO2pm 1987
2	OBO crude oil	7	3	4	6	0.697	0.697	0.697	20.786	18.462	18.462	3.485	3.485	3.485	737.8	774.6	774.6	1.938	1.938	1.938	13.674	14.358	14.358
3	OBO product	7	0	1	1	0.513	0.594	0.689	18.218	18.449	19.724	2.675	2.813	3.138	703.1	725.5	759.6	1.695	1.732	1.813	11.792	12.171	12.744
4	OBO unclassifiable	7	3	23	13	0.602	0.607	0.607	18.536	17.112	16.235	2.963	3.011	3.033	624.0	655.3	671.4	1.679	1.679	1.679	11.512	12.091	12.387
13	OIL crude/product	7	109	31	9	0.403	0.496	0.600	15.889	17.145	18.920	2.072	2.217	2.760	552.9	566.1	604.2	1.495	1.555	1.636	9.918	10.156	10.841
14	OIL crude oil	7	1	7	13	0.692	0.692	0.692	21.358	19.763	18.337	3.462	3.462	3.462	710.5	747.1	769.7	1.924	1.924	1.924	13.158	13.836	14.253
15	OIL product	7	1	7	3	0.472	0.497	0.497	15.775	15.696	13.880	2.032	2.361	2.486	475.7	498.0	537.2	1.369	1.370	1.370	8.731	9.141	9.862
16	OIL unclassifiable	7	15	56	49	0.512	0.576	0.615	18.198	18.532	17.900	2.455	2.695	2.943	596.3	616.9	663.1	1.603	1.610	1.662	10.456	10.822	11.619
24	BULKERS ore	7	66	59	47	0.419	0.461	0.504	14.583	14.882	14.840	1.996	2.156	2.397	477.6	496.6	526.9	1.336	1.376	1.400	8.836	9.188	9.747
25	BULKERS remaining	7	43	36	15	0.352	0.414	0.487	13.116	13.986	15.183	1.793	1.863	2.221	493.9	507.7	531.3	1.277	1.342	1.386	9.149	9.405	9.843
26	UNITISED container	7	158	13	0	0.590	0.775	1.069	27.518	28.591	35.964	3.695	3.695	4.421	988.4	1003.5	1050.1	2.712	2.783	3.081	18.315	18.595	19.460
27	UNITISED ro-ro	7	1	0	0	0.278	0.371	0.463	13.796	13.796	16.575	1.853	1.853	1.853	494.4	500.3	515.0	1.360	1.360	1.542	9.160	9.269	9.541
33	Cruise, Passenger	7	9	2	1	0.677	0.838	0.944	21.274	24.528	25.948	3.350	3.628	4.263	1321.9	1344.1	1393.2	1.663	1.830	1.920	13.859	14.123	14.582
1	OBO crude/product	8	0	1	0	0.400	0.472	0.583	15.092	15.231	17.354	2.258	2.344	2.626	977.6	991.4	1026.1	1.383	1.399	1.526	14.925	15.131	15.656
2	OBO crude oil	8	0	2	1	0.400	0.472	0.583	15.092	15.231	17.354	2.258	2.344	2.626	977.6	991.4	1026.1	1.383	1.399	1.526	14.925	15.131	15.656
4	OBO unclassifiable	8	0	2	2	0.400	0.472	0.583	15.092	15.231	17.354	2.258	2.344	2.626	977.6	991.4	1026.1	1.383	1.399	1.526	14.925	15.131	15.656
13	OIL crude/product	8	22	7	14	0.492	0.607	0.753	19.447	21.494	24.096	2.573	2.655	3.403	746.4	764.1	807.8	1.925	2.060	2.143	13.844	14.171	14.981
14	OIL crude oil	8	1	4	2	0.170	0.170	0.170	4.263	4.052	3.879	0.633	0.692	0.692	1106.3	1112.0	1116.6	1.015	1.015	1.015	20.366	20.445	20.520
15	OIL product	8	0	0	3	0.101	0.101	0.101	1.914	1.864	1.764	0.326	0.326	0.326	1150.1	1151.7	1153.3	0.907	0.907	0.907	21.322	21.330	21.338
16	OIL unclassifiable	8	2	22	8	0.294	0.374	0.534	12.986	12.948	16.888	1.778	1.783	2.183	992.9	999.0	1025.5	1.625	1.625	1.785	18.367	18.466	18.944
24	BULKERS ore	8	17	10	3	0.563	0.612	0.660	19.586	19.604	19.110	2.632	2.918	3.194	626.2	651.5	696.0	1.772	1.789	1.829	11.567	12.035	12.858

Tabel A.4 Overzicht van het aantal scheepsmijlen per scheepstype en grootte en de bijbehorende gemiddelde emissiefactor voor 2000, 1995 en 1987