

EMS ontwerp-protocol Emissies door Zeescheepvaart van koudemiddelen

Versie 2, 24.11.2003

24 november 2003

Auteur:
Ernst Bolt
Adviesdienst Verkeer en Vervoer
afdeling Scheepvaart

Inhoudsopgave

| | | |
|-----------|---|-------------|
| 1 | Inleiding en scope | 1-1 |
| 3 | Emissiebron | 3-1 |
| 3.1 | Oorzaken | 3-1 |
| 3.2 | Maatregelen | 3-1 |
| 4 | Berekeningswijze | 4-1 |
| 5 | Emissieverklarende variabele | 5-1 |
| 5.1 | Bepaling met behulp van statistische gegevens | 5-1 |
| 5.2 | Tijdreeks van 1990 tot heden | 5-2 |
| 5.3 | Jaarlijkse bepaling | 5-2 |
| 6 | Aard van de emissiebron | 6-1 |
| 7 | Emissiefactoren | 7-1 |
| 7.1 | Bepaling emissiefactoren | 7-1 |
| 7.2 | Tijdreeks van 1990 tot heden | 7-2 |
| 7.3 | Jaarlijkse bepaling | 7-2 |
| 8 | Emissies | 8-1 |
| 8.1 | Emissie cijfers 2002 | 8-1 |
| 8.2 | Emissie sinds 1990 | 8-1 |
| 8.3 | Verschil in methodiek | 8-2 |
| 9 | Kwaliteit van de gegevens | 9-1 |
| 10 | Verbeterpunten methodiek | 10-1 |
| 10.1 | Zwakke punten | 10-1 |
| 10.2 | Belangrijkste verbeterpunten | 10-1 |
| 11 | Regionale opsplitsing | 11-1 |
| 16 | Referenties | 16-1 |

1

Inleiding en scope

Dit rapport geeft een beschrijving van de methode die wordt gevolgd kan worden voor de berekening van de emissies van koudemiddelen door de zeescheepvaart. Het gaat daarbij om emissies van synthetische koudemiddelen (CFK.s, HCFK.s en HFK.s) als gevolg van lekkages aan koel- en vriesinstallaties.

De emissie van koudemiddelen heeft, afhankelijk van het koudemiddel, een bijdrage aan versterking van het broeikas effect en aan de afbraak van de ozonlaag.

Het is op dit moment nog niet duidelijk op welke wijze de emissies van koudemiddelen gemonitord zullen worden. De meest voor de hand liggende weg lijkt het aanscherpen en frequenter maken van de bestaande VROM-inspecties die nu elke 3 jaar plaatsvinden. Dit protocol geeft de methode weer die gevolgd kan worden voor de jaarlijkse berekening en geeft tevens aan welke gegevens de inspectie daarvoor moet opleveren.

3.1 Oorzaken

Door lekkages, onderhoudswerkzaamheden waarbij koelmiddelen ontsnappen, beschadiging van het koelsysteem en door fouten kunnen koudemiddelen uit koelsystemen ontsnappen.

3.2 Maatregelen

Maatregelen die emissies kunnen beperken zijn:

- eisen stellen aan de lekdichtheid van installaties
- onderhoud uitsluitend door gespecialiseerd personeel laten uitvoeren
- hogere eisen aan installaties en onderhoudssystemen stellen.

In [2] wordt uitvoerig op de oorzaken van emissies en mogelijke maatregelen ingegaan.

De berekening van de koudemiddelen-emissies wordt uitgevoerd aan de hand van de volgende formule:

Gewicht koudemiddel geëmitteerd =
Som over de categorieën schepen van:
{aantal schepen
maal hoeveelheid koudemiddel per schip
maal jaarlijks gelekt percentage}

In deze formule is het product van het aantal schepen en de hoeveelheid koelmiddel per schip, ofwel de totale hoeveelheid aanwezig koudemiddel, de *emissieverklarende variabele*.

De *emissiefactor* is het jaarlijkse lekpercentage.

In [2] is geïnventariseerd hoe groot de hoeveelheid koudemiddel per schip is en hoe groot de jaarlijkse lekverliezen gemiddeld zijn. In deze formule is het gewicht van de massa van de geloste lading de *emissieverklarende variabele*.

5

Emissieverklarende variabele

5.1 Bepaling met behulp van statistische gegevens

In [1] en [2] is onderscheid gemaakt in de volgende typen zeeschepen:

Tabel 1 Onderscheiden sloopstypen en vloot eind 2000

| Type schip | Aantal Nederlandse vloot |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Koopvaardij | |
| Pass. Schepen: Ferries | 7 |
| Pass. Schepen: Cruiseschepen | 10 |
| totaal Pass. Schepen | 17 |
| Reeferschepen | 55 |
| totaal Reeferschepen | 55 |
| Containerschepen | 69 |
| Tankers | 77 |
| Bulkvaart | 145 |
| RoRo | 19 |
| General Cargo | 319 |
| Overige koopvaardij | 308 |
| totaal Overige Koopvaardij | 937 |
| Totaal koopvaardij | 1 009 |
| Visserij | |
| Kotters | 422 |
| Trawlers | 17 |
| Totaal visserij | 439 |
| Totaal Nederlandse vloot | 1448 |

De aantallen koelinstallaties, de koudemiddeleninhoud en de bijgevoelde hoeveelheden (2000) zijn in [2] uitgebreid geïnventariseerd als nulmeting.

In Tabel 2 zijn de resultaten weergegeven.

.....
Tabel 2 Koudemiddeleninhoud totaal en gemiddeld per scheepstype

| | Koudemiddelen inhoud (kg) | Aandeel in totaal | koudemiddel per schip (kg) |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| Koopvaardij | | | |
| Pass. Schepen: Ferries | 11 197 | 1,6% | 1600 |
| Pass. Schepen: Cruiseschepen | 69 025 | 9,9% | 6903 |
| totaal Pass. Schepen | 80 222 | 11,5% | 4719 |
| Reeferschepen | 124 236 | 17,8% | 2259 |
| totaal Reeferschepen | 124 236 | 17,8% | 2259 |
| Containerschepen | 15 902 | 2,3% | 230 |
| Tankers | 15 477 | 2,2% | 201 |
| Bulkvaart | 19 952 | 2,9% | 138 |
| RoRo | 3 401 | 0,5% | 179 |
| General Cargo | 41 470 | 6,0% | 130 |
| Overige koopvaardij | 32 648 | 4,7% | 106 |
| totaal Overige Koopvaardij | 128 850 | 18,5% | 138 |
| Totaal koopvaardij | 333 309 | 47,9% | |
| Visserij | | | |
| Kotters | 20 805 | 3,0% | 49 |
| Trawlers | 342 384 | 49,2% | 20140 |
| Totaal visserij | 363 189 | 52,1% | |
| Totale Nederlandse vloot | 696 497 | | |

5.2 Tijdreeks van 1990 tot heden

Er is geen tijdreeks beschikbaar aangezien de nulmeting pas over 2000 opgesteld is.

5.3 Jaarlijkse bepaling

De jaarlijkse bepaling van de totale koudemiddeleninhoud kan aan de hand van de aantallen schepen per type, waarbij de gemiddelde koudemiddel-inhoud per schip als in Tabel 2 toegepast kan worden. Deze gemiddelde hoeveelheid hoeft niet jaarlijks opnieuw bepaald te worden.

De emissies van koudemiddelen ten gevolge van lekkende installaties vinden geleidelijk plaats en hebben dus het karakter van een diffuse bron. Emissies tijdens onderhoudswerkzaamheden of ten gevolge van een beschadiging hebben weliswaar een puntkarakter, maar kunnen overal plaatsvinden waar een schip zich dan bevindt.

Gezien het globale effect van de koudemiddelen (op ozonlaag en broeikas effect) kan de emissie zonder bezwaar opgevat worden als een totaalcijfer voor de Nederlandse vloot, zonder nadere aanduiding van de plaats van de emissies.

7.1 Bepaling emissiefactoren

Het lekverliespercentage is sterk afhankelijk van het type koelinstallatie en het type schip. De indeling in scheepstypen is zodanig gemaakt dat de verschillen in het soort installaties en in bedrijfsvoering zo goed mogelijk tot uiting komen.

Per scheepstype is berekend wat de totale koudemiddeleninhoud is. Uit koudemiddelenlogboeken is de bijgevolde hoeveelheid bepaald. Met deze beide cijfers is het gemiddelde lekverliespercentage, voor het betreffende scheepstype, berekend.

Tabel 2 Emissiefactor (lekverliespercentage) per type schip (2000)

| Type schip | Koudemid- delen inhoud (kg) A | Aandeel in totaal | Lekvolume B | Lekper- centage (%) B/A |
|---------------------------------------|--|----------------------|----------------|-------------------------------|
| Koopvaardij | | | | |
| Pass. Schepen: | | | | |
| Ferries | 11 197 | 1,6% | 805 | 7,2% |
| Pass. Schepen: | | | | |
| Cruiseschepen | 69 025 | 9,9% | 21 440 | 31,1% |
| totaal Pass. Schepen | 80 222 | 11,5% | 22 245 | 0,4% |
| Reeferschepen | 124 236 | 17,8% | 43 676 | 35,2% |
| totaal Reeferschepen | 124 236 | 17,8% | 43 676 | 35,2% |
| Containerschepen | 15 902 | 2,3% | 7 376 | 46,4% |
| Tankers | 15 477 | 2,2% | 11 026 | 71,2% |
| Bulkvaart | 19 952 | 2,9% | 798 | 4,0% |
| RoRo | 3 401 | 0,5% | 1 117 | 32,8% |
| General Cargo | 41 470 | 6,0% | 1 595 | 3,8% |
| Overige koopvaardij | 32 648 | 4,7% | 20 082 | 61,5% |
| totaal Overige Koopvaardij | 128 850 | 18,5% | 41 994 | 32,6% |
| Totaal koopvaardij | 333 309 | 47,9% | 107 914 | 32,4% |
| Visserij | | | | |
| Kotters | 20 805 | 3,0% | 5 950 | 28,6% |
| Trawlers | 342 384 | 49,2% | 136 374 | 39,8% |
| Totaal visserij | 363 189 | 52,1% | 142 324 | 39,2% |
| Totale NL vloot | 696 497 | | 250 239 | |

7.2 Tijdreeks van 1990 tot heden

Er is nog geen tijdreeks van koudemiddelenemissies beschikbaar – de inventarisatie van emissies in het jaar 2000 is juist als nulmeting bedoeld.. Gezien de nog erg hoge lekverliespercentages zal er in de emissies van de zeescheepvaart nog geen scherpe daling, zoals bij koelinstallaties op het vasteland, geweest zijn. De tijdreeks vanaf 2000 is in dat opzicht dus interessanter.

7.3 Jaarlijkse bepaling

De VROM-Inspectie voert elke 3 jaar een koudemiddelen-inventarisatie uit. Deze frequentie is te laag voor een goede monitoring. Bovendien blijken de koudemiddelen-emissies van de zeescheepvaart voor meer dan de helft toe te wijzen te zijn aan een 17-tal trawlers. Jaarlijkse inventarisatie van de hoeveelheden die aan boord van deze schepen omgaan is dan ook een belangrijke stap voorwaarts. Daarnaast zijn de verliespercentages ook op koopvaardij schepen dusdanig hoog dat daarin verbetering dient te komen. Jaarlijkse bepaling is dan ook van belang.

8.1 Emissie cijfers 2002

De totale koudemiddelenemissie door de zeescheepvaart in 2000 is in [2] berekend als:

Tabel 3 Emissies per type schip (2000)

| | Lekvolume (kg) | Percentage van totaal (%) |
|-----------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Koopvaardij | | |
| Pass. Schepen: Ferries | 805 | 0,3% |
| Pass. Schepen: Cruiseschepen | 21 440 | 8,6% |
| totaal Pass. Schepen | 22 245 | 8,9% |
| Reeferschepen | 43 676 | 17,5% |
| totaal Reeferschepen | 43 676 | 17,5% |
| Containerschepen | 7 376 | 2,9% |
| Tankers | 11 026 | 4,4% |
| Bulkvaart | 798 | 0,3% |
| RoRo | 1 117 | 0,4% |
| General Cargo | 1 595 | 0,6% |
| Overige koopvaardij | 20 082 | 8,0% |
| totaal Overige Koopvaardij | 41 994 | 16,8% |
| Totaal koopvaardij | 107 914 | 43,1% |
| Visserij | | |
| Kotters | 5 950 | 2,4% |
| Trawlers | 136 374 | 54,5% |
| Totaal visserij | 142 324 | 56,9% |
| Totale Nederlandse vloot | 250 239 | |

De emissie over 2002 is nog niet bekend.

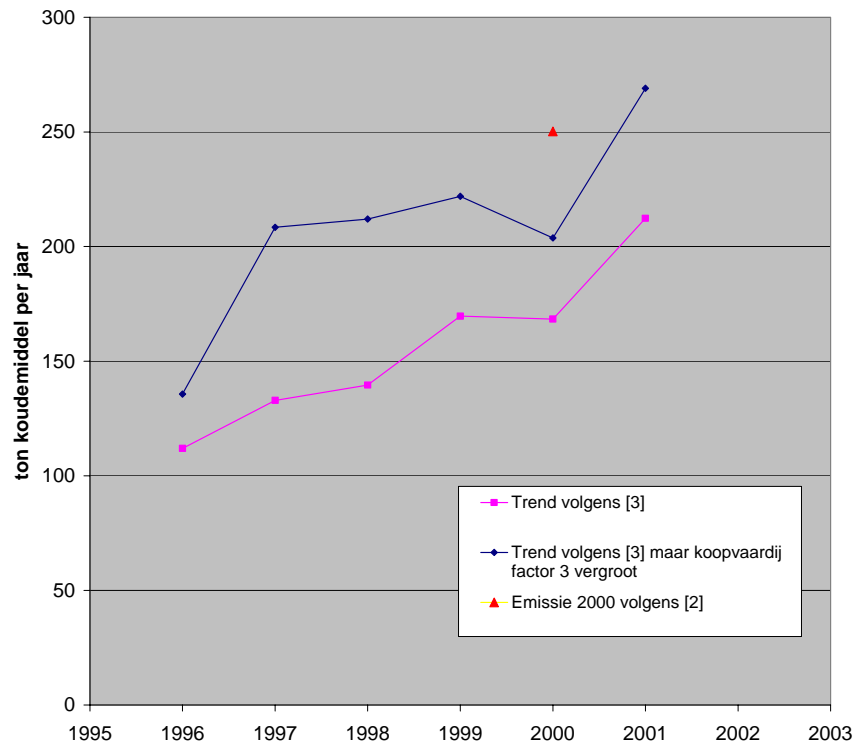
8.2 Emissie sinds 1990

In [3] zijn de emissies van 1996 tot en met 2001 vermeld. De bepaling is echter niet direct vergelijkbaar met [2], omdat er uitgegaan wordt van de geleverde hoeveelheden koudemiddel terwijl [2] van de scheepslogboeken uitgaat. Bovendien is de totale koelmiddelinhoud van de koopvaardij volgens [2] veel groter dan volgens [3] – kennelijk is de geïnventariseerde vloot niet gelijk in beide onderzoeken. In onderstaande figuur is een en ander weergegeven: in de cijfers volgens

[2] is de emissie van de koopvaardij met een factor 3 vermenigvuldigd, waarmee die dezelfde orde van grootte krijgt als in [2].

De emissie volgens [2] ligt daarna op de trendlijn die de aangepaste punten aangeven. Een faseverschuiving tussen beide methoden is natuurlijk mogelijk aangezien de ene uitgaat van leveringen en de ander van bijvullingen.

Hoe dan ook, er is een duidelijk stijgende trend in de emissie sinds 1996.



8.3 Verschil in methodiek

Verschillen in methodiek tussen [2] en [3] zijn hiervoor al besproken. In [1] wordt aanbevolen om enquêtes te sturen naar koudemiddelenleveranciers, installateurs en reders/scheepseigenaren, aangevuld met gerichte bedrijfsbezoeken.

De onzekerheden van de verschillende onderdelen van de emissieberekening worden uitgedrukt in de classificatiesystematiek die wordt gebruikt in de publicatierreeks Emissieregistratie [4], zie tabel 8. 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 2 Classificatie parameters

| Onderdeel emissieberekening | Parameter | Classificatie |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------|
| Emissieverklarende variabele | aantal schepen per type | A |
| | hoeveelheid koudemiddel per schip | B |
| Emissiefactor | lekverliespercentage | B |

10.1 Zwakke punten

Belangrijke onzekerheden zijn:

- welke hoeveelheden worden elk jaar bijgevuld, onderverdeeld per scheepstype
- welke koudemiddelinhoud heeft de Nederlandse vloot ([2] en [3] zijn het daar niet over eens).

10.2 Belangrijkste verbeterpunten

In [1] wordt aanbevolen om uit te gaan van de driejaarlijkse VROM-inspectie, die dan op de volgende punten aangepast zou moeten worden:

- frequentie opvoeren naar jaarlijks
 - meer schepen in het onderzoek betrekken (alle trawlers)
- onderscheid in meer scheepstypen maken (zoals in dit protocol beschreven)

Regionale opsplitsing is niet mogelijk zonder nadere details over plaatsen waar lekverliezen optraden. Emissies kunnen overal ter wereld hebben plaatsgevonden. Gezien de effecten op globaal niveau van deze emissies (aantasting ozonlaag en broeikas effect) heeft het ook weinig zin om hier aandacht aan te besteden.

In dit protocol is alleen de Nederlandse vloot beschouwd. Een ander criterium zou kunnen zijn de door Nederlandse firma's geleverde koudemiddelen; hiervoor moeten internationale afspraken gemaakt worden zodat een dekkende monitoring kan plaatsvinden.

1. Niekerk, J.R. van et al: *Inventarisatie koudemiddelenemissie binnenvaart en bepalingsmethode scheepvaart*; Royal Haskoning rapport 9M8617, 15 juli 2003.
2. Bode, F.C. de: *Inventarisatie koudemiddelenemissie zeescheepvaart*, Royal Haskoning rapport 542511.C0, 1 juli 2002.
3. Bal, H en M. Bovenkerk: *Koudemiddelen het schip in*; VROM Rapport 17104/185, januari 2003