

# **EMS-protocol Emissies door Zeescheepvaart en Visserij: Uitloging van coatings op het NCP**

**Versie 2, 1.11.2003**

**1 november 2003**

Auteur:

J. Meijerink

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en  
Afvalwaterbehandeling

---

---

## 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:** 1 november 2003

**Status:** Definitief

**Versienummer:** 2

---

## 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>
<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	5-3
5.3	Jaarlijkse bepaling	5-4
<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	7-1
7.2	Tijdreeks van 1990 tot heden	7-3
7.3	Jaarlijkse bepaling	7-3
<b>8</b>	<b>Emissies</b>	<b>8-1</b>
8.1	Emissiecijfers 2002	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	10-2
<b>11</b>	<b>Regionale opsplitsing</b>	<b>11-1</b>
<b>16</b>	<b>Referenties</b>	<b>16-1</b>
<b>Bijlage A</b>	<b>Totale emissie op het NCP</b>	<b>A-1</b>

---

# 1

## Inleiding en scope

---

Dit rapport beschrijft de omvang van de emissies van de zeescheepvaart en visserijvloot op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). De bron van de emissies is de tegen aangroei gecoate huid van de zeeschepen. Het rapport gaat niet in op het werkingsmechanisme van antifouling. In het rapport "Uitloging van zee- en visserijschepen in havens" [1] wordt een beschrijving gegeven van de emissies in havens als gevolg van het gebruik van antifouling door zee- en visserijschepen. De emissie wordt binnen de emissieregistratie toegekend aan de doelgroep Verkeer en vervoer.

## 3.1 Oorzaken

Een scheepshuid die wordt blootgesteld aan de marine omgeving raakt begroeit met kleine zeeorganismen als algen en pokken. Dit tast de coating aan, wat corrosie in de hand werkt, en resulteert in een lagere vaarsnelheid en een hoger brandstofgebruik. Om deze aangroei te beperken worden zogenoemde antifoulingverven toegepast op de scheepshuid die in contact staat met het zeewater. Deze verven werken op basis van uitloging van, voor de organismen, toxische stoffen. De meest toegepaste verfsystemen zijn tin- en koperhoudende antifouling. Daarnaast komen ook biocidehoudende antifouling-systemen voor. In alle drie gevallen betreft het een brede groep van stoffen. Zo vallen onder de groep tinhoudende antifouling b.v. de tributyltin methacrylaat (TBTM) en tributyltinoxide (TBTO), trifynyltin (TFT). Tot de koperhoudende antifouling worden stoffen gerekend als koperoxide, kopersulfide en koperthiocyanaad en onder de biocides worden stoffen gerekend als diuron, irgarol, chloorthalonil en dichloorfluamide. Omdat er te weinig bekend is over het toepassingspercentage van de afzonderlijke stoffen, is er in de berekening geen uitsplitsing gemaakt naar deze stoffen, maar wordt steeds gesproken over de groep van koperhoudende, organotinhoudende en biocidehoudende antifoulingverven.

## 3.2 Maatregelen

Voor koperhoudende antifouling zijn momenteel geen maatregelen van kracht en er is momenteel ook geen zicht op maatregelen. Voor tinhoudende antifouling is per 1 juli 2003 EU-verordening 782/2003 van kracht. De Europese Unie verbiedt de toepassing van tinhoudende antifouling op alle schepen die onder de vlag van één van de lidstaten varen [Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.]. Op schepen die de vlag van de lidstaat voeren of die onder het gezag van een lidstaat opereren mag met ingang van 1 juli 2003 geen tinhoudende antifouling meer worden toegepast. Met ingang van 2008 mag er op alle schepen die de havens van de EU aandoen, geen tinhoudende antifouling meer aanwezig zijn, behalve als hierop een afdekkende toplaag is aangebracht, die uitloging tegengaat. Deze regelgeving sluit aan bij de afspraken die zijn gemaakt in IMO-kader (International Maritime Organisation) en die voorzien in een wereldwijd verbod op de toepassing van tinhoudende antifoulingverven. Verwacht wordt dat er in de toekomst een verschuiving zal plaatsvinden van tin- naar koperhoudende antifouling, biocidehoudende antifouling en tin-en biocidenvrije antifouling. In de berekening is hier nog geen rekening mee gehouden.

---

De visserijbranche heeft een convenant ondertekend waarin de afspraak is vastgelegd dat er vanaf 2000 geen tinhoudende antifouling meer zal worden toegepast en dat er vanaf 2003 geen tinhoudende antifouling meer aanwezig zal zijn als actieve toplaag [3]. Bij de convenantpartners, het Directoraat-Generaal Goederenvervoer en de Vereniging Nederlandse Scheepsbouw Industrie (VNSI), zijn geen cijfers bekend over het effect van het afspraken. Het effect van deze maatregel wordt op basis van expert judgement ingeschat op ca. 25% in 2002 en 12,5% in 2001. In de schatting is rekening met de nog korte looptijd van het convenant, het onderhoudsinterval van vissersschepen en de over het algemeen geringe uitvoering van convenantafspraken.

De berekende emissie is het product van de uitloogsnelheid van de betreffende antifouling (de emissiefactor) en het nat scheepsoppervlak naar type en tonnage van de zeeschepen op het NCP (de emissieverklarende variabele). De emissie wordt uitgedrukt in ton per jaar.

De uitloogsnelheden die worden gebruikt in de berekeningen zijn overgenomen uit de Mam-Pec-studie [4]. Het totaal scheepsoppervlak is het product van het totaal aantal schepen op het NCP en het nat oppervlak van een schip. Voor het aantal op het NCP varende schepen en voor het berekenen van het onderwateroppervlak wordt gebruik gemaakt van de verkeersdatabase van het risicomodel SAMSON [5]. De basisgegevens op basis waarvan de database is gevuld, zijn afkomstig van Lloyds.

### 5.1 Bepaling met behulp van statistische gegevens

#### Het aantal schepen

Onderstaande tabel vermeldt het aantal zeeschepen en vissersschepen dat zich op elk moment op het Nederlands Continentaal Plat bevindt. De informatie is afkomstig van de verkeersdatabase over het jaar 2000 van het risicomodel SAMSON<sup>1</sup>.

Tabel 1

Aantal zeeschepen op het NCP in 2000

Tonnage (ton)	Aantal zeeschepen op elk moment	Onderwateroppervlak (m <sup>2</sup> )	Tonnage (ton)	Aantal visserijschepen op elk moment	Onderwateroppervlak (m <sup>2</sup> )
100 - 500	17,35	1178	< 50	21,06	9096
500 - 1.000	10,63	7413	50 - 100	34,81	15032
1.000 - 1.600	16,63	22975	100 - 500	57,67	24907
1.600 - 10.000	81,99	235658	500 - 1.000	4,61	2973
10.000 - 30.000	36,56	201762	1.000 - 1.600	0,15	119
30.000 - 60.000	13,86	132506	> 1.600	0,19	314
60.000 - 100.000	4,84	36153			
> 100.000	1,13	8825			

Met behulp van de gegevens in tabel 1 kan in beginsel alleen een berekening worden uitgevoerd voor het jaar 2000. De Lloyds-database wordt vanwege de kostprijs mogelijk niet elk jaar aangeschaft. In dat geval kan er geen jaarreeks op basis van de Lloyds-database worden gevormd. Verder is er nog geen tijdreeks voorhanden omdat het de eerste keer is dat deze berekening ten behoeve van de emissieregistratie wordt uitgevoerd. Daarom is er voor gekozen om tot een jaarreeks te komen op basis van jaarcijfers van het CBS [6] over het aantal zeeschepen dat Nederlandse havens bezoekt. De aanname daarbij zijn dat (1) het aantal zeeschepen dat jaarlijks de Nederlandse havens bezoekt een lineaire relatie heeft met het aantal schepen dat vaart op het NCP en dat (2) de omvang en het type van de schepen op het NCP over de jaren gelijk blijft.

<sup>1</sup> Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the NorthSea; model in beheer bij AVV



Tabel 2  
Jaarcijfers bezoekende zeeschepen en  
omvang visserijvloot

Jaar	Aantal bezoekende zeeschepen	Aantal visserijschepen***
1990	45.920*	639
1993	42.168*	563
1994	43.835*	573
1995	44.056*	581
1996	42.830	557
1997	42.681	543
1998	42.401	546
1999	43.136	540
2000	43.406	528
2001	42.858	523
2002 (raming)	42.377**	515**

\* Omdat de StatLine database van het CBS geen gegevens bevat van voor 1996, zijn deze cijfers verkregen uit bijschatting van reeds bekende cijfers uit de factsheet 'Uitloging van zeeschepen in havens' [7]. De bijschatting bedraagt het aantal bezoeken, geschat op basis van de verschillen tussen de cijfers van de StatLine database en de factsheet over de jaren 1996-2000.

\*\* Het jaarcijfer van het aantal bezoekende zeeschepen in 2002 is geschat door extrapolatie van beschikbare cijfers over de eerste drie kwartalen van dat jaar. Het jaarcijfer voor het aantal visserijschepen over 2002 is gebaseerd op een lineaire extrapolatie over voorgaande jaren.

\*\*\* Het totaal van het aantal kotters, trawlers, mosselschepen, kokkelschepen, en overige schelpdierschepen.

Bovenstaande totaalcijfers van het aantal bezoekende zeeschepen betreft het cumulatief aantal schepen over alle Nederlandse Zeehavens. Dat totaal is hoger dan het jaartotaalcijfer dat het CBS publiceert, omdat een schip per jaar meerder havens kan bezoeken. In bovenstaande cijfers zijn alle bezoeken meegeteld.

De CBS-database StatLine noemt als veertien grootse zeehavens de havens van Amsterdam, Delfzijl en Eemshaven, Dordrecht, Harlingen, IJmuiden, Klundert, Moerdijk, Rotterdam, Scheveningen, Terneuzen, Vlaardingen, Vlissingen, Zevenbergen, Zaanstad. De kleinere zeehavens vallen onder een categorie "Overige havens".

### Het nat oppervlak

Het scheepsoppervlak kan berekend worden aan de hand van de in de verkeersdatabase aanwezige gegevens over de zeeschepen. Het model berekent het oppervlak van het aantal zeeschepen op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). De empirische formule van Mumford die hiervoor wordt gebruikt luidt als volgt:

$$NatOppervlak = lengte \cdot (1,7 \cdot diepte + breedte \cdot CB)$$

Waarin:

CB = blokcoëfficiënt. De blokcoëfficiënt corrigeert het volume voor de scheepsvorm. Kleine slanke schepen hebben een kleiner onderwaterschip dan grote volle schepen. De blokcoëfficiënt bedraagt

---

tussen de 0,7 en 0,9. De in de berekening toegepaste blokcoëfficiënt is weergegeven in tabel 3 [8].

.....  
Tabel 3  
Blokcoëfficiënt

Scheepstype	CB
Lichters	0,90
Bulk carrier	0,85
Tanker	0,85
Algemene lading	0,75
Containerschip	0,70
Veerboot	0,70

De formule van Mumford berekent het nat oppervlak dat behoort bij de ontwerpdiepgang van het schip. Dat is de diepgang bij maximale belading. Het nat oppervlak wordt daarom gecorrigeerd voor de tijd dat het schip vaart in ballast. Aangenomen is dat een zeeschip 50% van de tijd vaart met maximale belading en 50% van de tijd in ballast. Bij het varen in ballast is aangenomen dat een zeeschip een werkelijke diepgang heeft van 60% van de ontwerpdiepgang. Over de gehele leeftijd van een schip betekent dat een gemiddelde werkelijke diepgang van 80% van de ontwerpdiepgang. Bij de berekening van de uitloging is een correctie voor de werkelijke diepgang toegepast.

Het gemiddelde nat oppervlak van de zeeschepen op het NCP bedraagt afgrond ca. 3500 m<sup>2</sup> (het heit afgeronde getal in de bijlage bedraagt 3533 m<sup>2</sup>.)

Van het gemiddeld onderwateroppervlak van visserij schepen in Nederlandse havens bevat de verkeersdatabase van SAMSON geen gegevens. Wel is de lengte bekend. Door gebruik te maken van de aannames die in de Mam-Pec-studie worden gebruikt voor berekening van het nat oppervlak (de diepte van een schip bedraagt 5% van de lengte en de breedte van een schip bedraagt 15% van de lengte) kan het onderwateroppervlak van visserij schepen worden berekend. Het gemiddelde nat oppervlak van een visserij schip bedraagt afgerond ca. 440 m<sup>2</sup> (het niet afgeronde getal in de bijlage bedraagt 443 m<sup>2</sup>). Aangenomen mag worden dat een visserij schip over het algemeen breder is dan de aangenomen 15% van de lengte en minder diep dan 5% van de lengte. Dit levert echter naar verwachting een vergelijkbaar onderwateroppervlak op.

Ook dit onderwateroppervlak is gecorrigeerd voor de vorm (blokcoëfficiënt) en voor het varen zonder lading. Voor het varen zonder lading is voor de eenvoud gerekend met dezelfde aannames als voor de zeeschepen.

## 5.2 Tijdreeks 1990 tot heden

Voor een tijdreeks van de emissieverklarende variable, zie tabel 2.

---

## 5.3 Jaarlijkse bepaling

### Bron voor jaarlijkse actualisatie data

De actualisatie van de berekende emissies kan het best worden uitgevoerd op basis van een jaarlijks update van de cijfers van de verkeersdata base. De basisgegevens voor deze database, afkomstig van Lloyds, zijn duur in aanschaf en zullen naar verwachting slechts eens per 3 of 5 jaar worden vernieuwd. Een goed alternatief voor de actualisatie van de emissies zijn recente jaarcijfers van het aantal bezoekende zeeschepen. De aannames daarbij zijn reeds beschreven in paragraaf 5.1 "Het aantal schepen". Een 3 of 5 jaarlijkse actualisatie op basis van de Lloyds-database wordt als noodzakelijk gezien.

### Beschrijving data-aanvoerroute

De data voor jaarlijkse actualisatie kunnen worden verkregen bij het CBS. Recente cijfers worden gepubliceerd in de database StatLine. StatLine is toegankelijk via internet, [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl). Voor cijfers van voor dan 1996 kunnen cijfers worden opgevraagd via de informatiedesk van het CBS. Deze is zowel telefonisch bereikbaar als via internet. Indien de StatLine database wordt geraadpleegd, dient de volgende selectie te worden toegepast.

Voor de zeevaart dient de hoofdgroep "Bedrijfsleven" geselecteerd te worden en vervolgens de groep "Verkeer, vervoer en communicatie". Kies daarna voor "Personen- en goederenvervoer". Selecteer uit deze groep de "zeevaart" en vervolgens "zeevaart, kwartaalcijfers". Om de juiste cijfers te verkrijgen dient in het tabblad "Periodes" de jaartotalen van 1996 t/m 2002 te worden geselecteerd en uit het tabblad "Belangrijkste Nederlandse havens" alle afzonderlijke zeehavens. Kies niet voor de jaartotalen. Hierin zijn de doublures niet meegenomen. Voor de visserijvloot dient de hoofdgroep "Bedrijfsleven" geselecteerd te worden en vervolgens de groep "Landbouw en visserij". Kies daarna voor "Visserij". Selecteer uit deze groep de "Zee- en kustvisserij". Om de juiste cijfers te verkrijgen dient in het tabblad "Onderwerpen" te worden gekozen voor "Vloot" en daarna voor "Aantal schepen". Alle types dienen geselecteerd te worden. Selecteer in het tabblad "Periodes" de gewenste jaren.

Aan het gebruik van de database en de helpdesk zijn geen kosten verbonden.

### Bron voor periodieke actualisatie data

Voor de berekening van het onderwateroppervlak is de bron voor periodieke actualisatie de verkeersdatabase van het model SAMSON. De basisgegevens over het jaar 2000 zijn afkomstig van Lloyds en zullen, gezien de hoge kosten, mogelijk periodiek worden aangekocht. Verwacht wordt dat vernieuwing van de Lloyds-database niet zal leiden tot grote veranderingen van het nat oppervlak. De Lloyds database is verkrijgbaar bij Lloyds. De Lloyds gegevens worden door het Marin omgewerkt tot een verkeersdatabase. De verkeersdatabase van het risicomodel SAMSON is verkrijgbaar bij het Marin of bij AVV (E. Bolt).

---

# 6

## Aard van de emissiebron

---

De emissie van coatings van schepen hebben een continu karakter. Omdat de emissie vrijkomt tijdens het varen op het gehele NCP, kan ze worden gezien als een diffuse bron.

### 7.1 Emissiefactoren

De emissiefactor is in feite de uitloogsnelheid van de antifouling. In de praktijk worden tinhoudende, koperhoudende en biocidehoudende antifouling gebruikt. De uitloogsnelheid van de antifouling bepaalt voor een belangrijk deel de berekende totale emissie. Onderstaande tabel vermeldt de in het Mam-Pec-model voorkomende uitloogcijfers. Het betreft literatuurgegevens van minimaal 5 jaar oud.

Tabel 4  
Literatuurgegevens uitloogsnelheden

Stof	Uitloogsnelheid $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$	Studie	Auteur
Tributyltin	4	Noordzee	Stronkhorst et al. 1996)
	2,5	jachthaven	Johnson and Luttik (1996)
	0,1 - 5	haven	Willington and Jacobson (1996)
Koper	1,3 - 3,0	schepen > 25 m	Lindgren et al. (1998)
	6,2	jachthaven	Matthiesen and Reed (1997)
	1 - 20	niet gespecific.	Hare (1993)
	8 - 25	schepen < 25 m	Lindgren et al. (1998)
	37 - 101	schepen > 25 m	Lindgren et al. (1998)
Irgarol	4 - 6*	exp. studie	Berg (1995)
	2 - 16	jachthaven	Ciba (1995)
	5	jachthaven	Scarlett et al. (1997)
Sea-Nine 211	2,5 - 5	exp. studie	Thomas et al. (1997)
	1 (0,1 - 5)	haven	Willington and Jacobson (1996)
Zink Omadine	3,3	exp. studie	Thomas et al. (1997)
Diuron	0,8 - 3.3	exp. studie	Thomas et al. (1997)
Dichlofluanid	0,6 - 1,7	exp. studie	Thomas et al. (1997)

\* na 21 dagen. De eerste dagen was de uitloogsnelheid tussen de 7 en 61  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$ .

De spreiding van de in de literatuur genoemde uitloogsnelheden is over het algemeen erg groot. Verder is in bovenstaande tabel de uitloogsnelheid voor koperhoudende antifouling relatief hoog in relatie tot de uitloogsnelheid van 2  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$  die wordt aangehouden in de factsheet uit 2001 "Uitloging zeeschepen in havens" [7]. Deze uitloogsnelheid werd bepaald door Ros [9], waarbij hij een aanvankelijk berekende emissie van  $46,9 \cdot 10^{-3} \text{ mg}/\text{cm}^2$  corrigeerde voor stilliggende schepen en het chloride gehalte van zeewater. De door Ros gecorrigeerde waarde ligt beneden de waarde van 10  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$  die, naar Ros zelf aangeeft, de minimaal werkzame uitloogsnelheid is. Zonder de correctie bedraagt de uitloogsnelheid 15,6  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$ , hetgeen in lijn is met de literatuurgegevens.

---

Omdat het Mam-Pec-model een breed geaccepteerd model is, worden bij de berekening van de emissies, de standaard uitloogsnelheden gehanteerd zoals deze genoemd zijn in het Mam-Pec-model [4]:

koperhoudende antifouling	50 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$
tinhoudende antifouling	4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$
biocidehoudende antifouling	2,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$

De grote spreiding in de uitloogsnelheden van koperhoudende antifouling resulteert in een grote onzekerheid in de berekende emissie. Een onzekerheid die zo groot is dat elke introductie van andere parameters die tot een betere schatting moeten leiden, te niet wordt gedaan. Dit geldt in mindere mate ook voor tributyltin en biocides. Desalniettemin zijn de overige variabelen zo nauwkeurig mogelijk verwerkt, zodat nieuwe inzichten in de uitloogsnelheid in de toekomst eenvoudig kunnen worden verwerkt in een nieuwe emissieschatting.

Het Mam-Pec-model is ontwikkeld door het Institute for Environmental Studies (IVM) van de Vrije Universiteit te Amsterdam en het Waterloopkundig Laboratorium (WL) | Delft Hydraulics te Delft.

### **Toepassingspercentage**

Over de toepassingspercentages van de verschillende antifouling-varianten, het percentage van de schepen waarop de betreffende antifouling daadwerkelijk is toegepast, is niet veel bekend. Dit ondanks dat deze parameter een belangrijk onderdeel is van de berekende emissie. In veel studies wordt bij de berekening van de totale emissie een toepassingspercentage van 100% gehanteerd. De Mam-Pec-studie vermeldt een review van Anderson [10] die uitgaat van een wereldwijde toepassing van 69% zelfslijpende TBT-verven, 16% TBT-vrije zelfslijpende verven en 15% andere antifoulingverven. Een studie van de OSPAR uit 2003 [11] gaat uit van toepassingspercentages van zelfslijpende tinhoudende antifouling van 70% en van niet-zelfslijpende tinhoudende antifouling van 30%. Het totale toepassingspercentage van tinhoudende antifouling wordt in de OSPAR-studie geschat op 80% - 90%.

Bij het berekenen van de totale emissie uit coatings van zeeschepen in haven wordt, gezien de literatuurgegevens, uitgegaan van de volgende toepassingspercentages:

85% tinhoudende antifouling, waarvan 70% zelfslijpende en 30% hard  
10% koperhoudende antifouling en  
5% biocidehoudende antifouling.

In de huidige berekening wordt geen onderscheid gemaakt tussen de uitloging van harde en zelfslijpende tinhoudende antifoulingverven.

### **Verdeling over de compartimenten**

De emissies vinden geheel plaats naar het oppervlaktewater. De emissies naar de bodem en de lucht worden verondersteld verwaarloosbaar te zijn.

---

## 7.2 Tijdreeks van 1990 tot heden

De emissiefactor wordt verondersteld constant te zijn in de tijd. Het is mogelijk dat de emissiefactor op termijn, b.v. bij het bekend worden van nieuwe studies, moet worden aangepast aan nieuwe inzichten over de uitloogsnelheid.

.....  
Tabel 5  
Emissiefactor jaarreeks

Emissiefactor ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$ )			
jaar	koper	TBT	biocide
1996 t/m 2002	50	4	2,5

## 7.3 Jaarlijkse bepaling

Jaarlijkse bepaling van de emissiefactor is niet van toepassing. De uitlooggegevens zijn eenmalig bepaald en afkomstig uit literatuuronderzoek. Verbetering van de cijfers is mogelijk door het uitvoeren van periodiek onderzoek.

### 8.1 Emissiecijfers 2002

De emissie in 2002 bedroeg 12,5 ton koper, 8,3 ton TBT en 0,3 ton biocide. Het betreft zowel de emissie van de van de zeevaart als van de visserij. Voor een uitsplitsing van de cijfers zie de tabellen 6 en 7.

### 8.2 Emissie sinds 1990

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

Het betreft een vermenigvuldiging van de het aantal schepen, het gemiddeld nat oppervlak, de uitloogsnelheid, de verblijftijd, het toepassingspercentage en het effect van de maatregelen. Onderstaande tabellen geven de cijfers weer voor de zeescheepvaart, de visserij en het totaal van zeescheepvaart en visserij. Zie ook de bijlage

Tabel 6  
Emissie zeescheepvaart NCP

Emissie in ton/jaar							
jaar	aantal schepen	toepas %	koper	toepas %	TBT	toepas %	biocide
1990	45.920	10	12,5	85	8,5	5	0,3
1993	42.168	10	11,5	85	7,8	5	0,3
1994	43.835	10	11,9	85	8,1	5	0,3
1995	44.056	10	12,0	85	8,1	5	0,3
1996	42.830	10	11,6	85	7,9	5	0,3
1997	42.681	10	11,6	85	7,9	5	0,3
1998	42.401	10	11,5	85	7,8	5	0,3
1999	43.136	10	11,7	85	8,0	5	0,3
2000	43.406	10	11,8	85	8,0	5	0,3
2001	42.858	10	11,7	85	7,9	5	0,3
2002	42.377	10	11,5	85	7,8	5	0,3



Tabel 7  
Emissie visserijvloot NCP

Emissie in ton/jaar							
jaar	aantal visserij- schepen	toepas %	koper	toepas %	TBT	toepas %	biocide
1990	639	10	1,2	85	0,8	5	0,03
1993	563	10	1,0	85	0,7	5	0,03
1994	573	10	1,0	85	0,7	5	0,03
1995	581	10	1,1	85	0,7	5	0,03
1996	557	10	1,0	85	0,7	5	0,03
1997	543	10	1,0	85	0,7	5	0,02
1998	546	10	1,0	85	0,7	5	0,02
1999	540	10	1,0	85	0,7	5	0,02
2000	528	10	1,0	85	0,7	5	0,02
2001	523	10	1,0	85	0,6	5	0,02
2002	515	10	0,9	85	0,5	5	0,02

Tabel 8  
Emissie totaal zeescheepvaart en visserijvloot  
NCP

Emissie in ton/jaar			
jaar	koper	TBT	biocide
1990	13,6	9,3	0,3
1993	12,5	8,5	0,3
1994	12,9	8,8	0,3
1995	13,0	8,9	0,3
1996	12,7	8,6	0,3
1997	12,6	8,6	0,3
1998	12,5	8,5	0,3
1999	12,7	8,6	0,3
2000	12,8	8,7	0,3
2001	12,6	8,4	0,3
2002	12,5	8,3	0,3

### 8.3 Verschil in Methode

Van de emissies op het NCP als gevolg van de uitloging van coatings zijn in het verleden geen schattingen gedaan. De hier gebruikte methodiek is voortgekomen uit de emissieschattingen van schepen in zeehavens [1].

### 8.4 Verschil in cijfers

Er zijn geen eerdere cijfers bekend van de emissies ten gevolge van uitloging van coatings van de zeescheepvaart op het NCP.

Bovenstaande onzekerheden kunnen worden uitgedrukt in de classificatiesystematiek die wordt gebruikt in de publicatierreeks Emissieregistratie [12]. 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.

Het aantal zee- en visserijsschepen op het NCP wordt zorgvuldig bijgehouden, wat een classificatie A voor dat deel van de emissieverklarende variabele oplevert. Het nat oppervlak van de schepen op het NCP betreft een technische berekening op basis van enkel aannames, wat een classificatie E oplevert. Totaal levert dit een voor de emissieverklarende variabele een classificatie C op.

De emissiefactoren zijn gebaseerd op een beperkt aantal metingen van een aantal jaren geleden, die zijn geëxtrapoleerd naar het heden op grond van aannames. Op grond hiervan kan voor de emissiefactoren de classificatie C worden aangehouden.

De verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten en de emissieroutes naar water zijn duidelijk geheel naar oppervlaktewater, zodat hiervoor de categorie A wordt gehanteerd.

Tabel 9  
Classificatie volgens CORINAIR

Onderdeel emissieberekening	Classificatie
Emissieverklarende variabele	C
Emissiefactoren	C
Verdeling compartimenten	A
Emissieroute naar water	A

## 10.1 Zwakke punten

De meest gevoelige parameter in de emissieberekening is de uitloogsnelheid. Deze parameter werkt lineair door in de emissieberekening. Voor de in de zeevaart gebruikte antifoulingverven is de spreiding in de uitloogsnelheid van koperhoudende antifouling het grootst. Deze kent een bandbreedte van 1 tot 101  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{dag}$ . De spreiding is zodanig dat eventuele onnauwkeurigheden in de overige parameters er nauwelijks toe doen. Desalniettemin zijn de overige variabelen zo nauwkeurig mogelijk verwerkt, zodat toekomstige verbeterde inzichten in de uitloogsnelheid eenvoudig kunnen worden verwerkt in een nieuwe emissieberekening. De betrouwbaarheid van de uitloogcijfers is, ondanks de grote spreiding, het beste dat er op dit moment in de literatuur voor handen is.

Het toepassingpercentages van de verschillen de antifoulingverven is tevens een gevoelige parameter. Ze beïnvloedt direct de berekende emissie. Daarbij komt dat er erg weinig gegevens bekend zijn over het toepassingspercentage. Nagenoeg geen enkele studie doet uitspraken over het toepassingspercentage van de verschillende antifoulingverven. Een Deense studie [11] gaat uit van een toepassingsgraad van tinhoudende antifouling van 80-90%, waarvan ca. 70% zelfslijpende tinhoudende antifouling. Dit komt goed overeen met de cijfers die ook in de Mam-Pec-studie worden genoemd. Over het algemeen wordt er meer koperhoudend antifouling dan biocidehoudende antifouling toegepast. De laatste antifouling is een relatieve nieuwkomer op de antifoulingmarkt.

Het aantal zeeschepen op het NCP is slechts bekend voor het jaar 2000. Om tevens cijfers te kunnen presenteren voor de jaren 1996 tot 2002 is een vergelijk gemaakt met de CBS-jaarcijfers van het aantal zeeschepen dat de Nederlandse havens bezocht heeft. De cijfers van zowel het CBS als van Lloyds worden als betrouwbaar gezien.

Het onderwateroppervlak van de schepen, dat wordt berekend met de in hoofdstuk 2 genoemde formule, is afhankelijk van een zogenaamde blokcoëfficiënt. In de Deense studie [11] wordt verondersteld dat het werkelijke onderwateroppervlak 90% van het berekende onderwateroppervlak bedraagt. In dit rapport is van de veronderstelling uitgegaan dat gedurende de levensduur de werkelijke diepgang 80% bedraagt van de ontwerpdiepgang.

---

## 10.2 Belangrijkste verbeterpunten

Het voorgaande geeft reeds aan dat de belangrijkste verbeterpunten zijn:

- er dient te worden bezien of er jaarlijks een nieuwe verkeersdatabase kan worden aangemaakt door het Marin. Hiervoor dient een Lloyds verkeersbestand te worden aangekocht dat dient te worden omgewerkt tot een verkeersdatabase. Aankoop en verwerking kost naar verwachting enkele maanden. De kosten voor de database van Lloyds zijn ongeveer €28.000. De kosten voor het omwerken van de gegevens tot een verkeersdatabase bedragen ongeveer €14.000;
- er dient te worden nagegaan wat de invloed is van een specificatie van de uitloogsnelheid per de afzonderlijke antifoulingverven binnen de groepen van organotin-, koper- en biocidehoudende antifoulingverven;
- het verdient aanbeveling een monitoringsonderzoek uit te voeren naar het effect van de convenantafspraken met de visserijsector. Het ligt voor de hand dat de convenantpartners een dergelijk onderzoek uitvoeren of laten uitvoeren;
- het verdient aanbeveling een gedegen studie uit te voeren naar de uitloogsnelheid van koper-houdende antifouling;
- nagaan wat de verhouding is in het toepassingspercentage van zelfslijpende versus harde antifouling.

Op basis van het model SAMSON is het mogelijk om regionalisatie van de gegevens toe te passen. In SAMSON worden uitlogingsemissies nu ook al berekend; de emissiegrootte kan per cel weergegeven worden. De emissieparameters moeten echter nog in overeenstemming met dit protocol gebracht worden.

Uiteraard is het emissiepatroon vrijwel gelijk aan dat van de scheepsdichtheid (om preciezer te zijn, de totale hoeveelheid scheepshuidoppervlak per zeeoppervlak).

1. Meijerink, J. (2003). *EMS-protocol, Emissies door zeevaart en visserij, Uitloging van coatings in havens, RIZA, werkdocumentnummer 2003.151X.*
2. EU (2003). *Verordening (EG) Nr. 782/2003 van het Europees Parlement en de Raad d.d. 14 april 2003 houdende een verbod op organische tinverbindingen op schepen.* PB L 115/1 van 9.5.2003.
3. Oppervlaktebehandeling en corrosiebestrijding (O&C (2000)). *Convenant beëindiging gebruik tinhoudende aangroeiwerende verven op vissersvaartuigen d.d. 14 december 2000.* O&C, jaargang 44, 2000 nr. 4.
4. Hattum, B. van, Baart, A.C., Boon, J.G. *Computer model to generate predicted environmental concentrations (PECs) for antifouling in the marine environment, 2<sup>nd</sup> edition accompanying the release of Mam-Pec version 1.4.* rapportnummer E-02-04 / Z3117. IVM, Amsterdam | WL, Delft.
5. Glansdorp, C.C., Tak, C. van der. (1993) *Modellering van de functie "scheepvaart" in het MANS-project.* MARAN&MSCN.
6. Centraal Bureau voor de Statistiek. *Elektronische database StatLine.* Internetapplicatie. Mei 2003.
7. Roovaart, J.C. van den. (2002) *Uitloging zeeschepen in havens.* RIZA-werkdocument nr. 2001.088X, volgnr. 3.
8. Harvard, Sv. Aa. (1983) *Resistance and Propulsion of Ships.*
9. Ros, J.P.M. (1987) *Koperemissies als gevolg van het gebruik van aangroeiwerenden verven.* RIVM Bilthoven, rapportnr. 758474004.
10. Anderson, C.D. (1993). *Self polishing antifouling: a scientific perspective.* Courtaulds Coating, International Paint, Newcastle.
11. OSPAR. Environmental assessment and monitoring committee (ASMO). INPUT 03/3/6-E. *An example of estimating the marine inputs of antifouling agents from shipping - including the methodology.* SPA. 20-24 april 1998.
12. Harmelen, A.K. van et al. November 2001. *Emissie monitor, jaarcijfers 1999 en ramingen 2000 voor emissies en afval.* Rapportage reeks milieumonitor nr. 2.

---

---

## Bijlage A Totale emissie op het NCP

### Totaal emissie schepen op het NCP

tonnage	Toepass		Emissies Cu (ton/jaar)	Toepass		emissies TBT (ton/jaar)	Toepass	
	oppervlak m2	percent		percent	perct		Emissie biocide (ton/jaar)	
<b>Zeeschepen</b>								
0.1 - 0.5 kt	1178,83	10	0,02	85	0,01	5	0,00	
0.5 - 1.0 kt	7413,29	10	0,14	85	0,09	5	0,00	
1.0 - 1.6 kt	22974,74	10	0,42	85	0,29	5	0,01	
1.6 - 10 kt	235657,89	10	4,30	85	2,92	5	0,11	
10 - 30 kt	201761,70	10	3,68	85	2,50	5	0,09	
30 - 60 kt	132505,08	10	2,42	85	1,64	5	0,06	
60 - 100 kt	36152,93	10	0,66	85	0,45	5	0,02	
> 100 kt	8825,00	10	0,16	85	0,11	5	0,00	
<b>totaal</b>	<b>646469,46</b>		<b>11,80</b>		<b>8,02</b>		<b>0,29</b>	
<b>Visserij</b>								
<50 ton	9095,90	10	0,17	85	0,11	5	0,004	
50-100 ton	15032,08	10	0,27	85	0,19	5	0,007	
0.1-0.5 kton	24906,64	10	0,45	85	0,31	5	0,011	
0.5-1.0 kton	2973,45	10	0,05	85	0,04	5	0,001	
1.0-1.6 kton	118,74	10	0,00	85	0,00	5	0,000	
>1.6 kton	314,00	10	0,01	85	0,00	5	0,000	
<b>totaal</b>	<b>52440,81</b>		<b>0,96</b>		<b>0,65</b>		<b>0,024</b>	
<b>Totaal zeeschepen en visserij (ton)</b>			<b>12,76</b>		<b>8,67</b>		<b>0,32</b>	

Gemiddeld oppervlak zeeschip m2 3533  
 Gemiddeld oppervlak visserijschip m2 443

Uitloogsnelheid koper houdende antifouling 50 ug/cm2/dag  
 Uitloogsnelheid TBT-houdende antifouling 4 ug/cm2/dag  
 Uitloogsnelheid biocide-houdende antifouling 2,5 ug/cm2/dag

Gebruikte formule: Aantal schepen\*oppervlak\*uitloogsnelheid\*aantal dagen op het NCP\*toepassingspercentage\*eventueel reductiepercentage als gevolg van maatregelen



---

**Jaarreks 1990 - 2002**

---

**Zeescheepvaart**

Jaar	Aantal	Emissie Cu (ton)	Emissie TBT (ton)	Emissie Biocide (ton)
1990	45.920	12,48	8,49	0,31
1993	42.168	11,46	7,79	0,29
1994	43.835	11,91	8,10	0,30
1995	44.056	11,97	8,14	0,30
1996	42.830	11,64	7,92	0,29
1997	42.681	11,60	7,89	0,29
1998	42.401	11,52	7,84	0,29
1999	43.136	11,72	7,97	0,29
2000	43.406	11,80	8,02	0,29
2001	42.858	11,65	7,92	0,29
2002	42.377	11,52	7,83	0,29

**Visserij**

Jaar	Aantal	Emissie Cu (ton)	Emissie TBT (ton)	Emissie Biocide (ton)
1990	639	1,16	0,79	0,03
1993	563	1,04	0,71	0,03
1994	573	1,02	0,69	0,03
1995	581	1,05	0,72	0,03
1996	557	1,01	0,69	0,03
1997	543	0,98	0,67	0,02
1998	546	0,99	0,67	0,02
1999	540	0,98	0,67	0,02
2000	528	0,96	0,65	0,02
2001	523	0,95	0,56	0,02
2002	515	0,93	0,48	0,02

---

**Zeescheepvaart en visserij**

Totaal	Emissie Cu (ton)	Emissie TBT (ton)	Emissie Biocide (ton)
1990	13,64	9,27	0,34
1993	12,50	8,50	0,31
1994	12,94	8,80	0,32
1995	13,03	8,86	0,33
1996	12,65	8,60	0,32
1997	12,59	8,56	0,31
1998	12,51	8,51	0,31
1999	12,70	8,64	0,32
2000	12,76	8,67	0,32
2001	12,60	8,49	0,31
2002	12,45	8,31	0,31

---