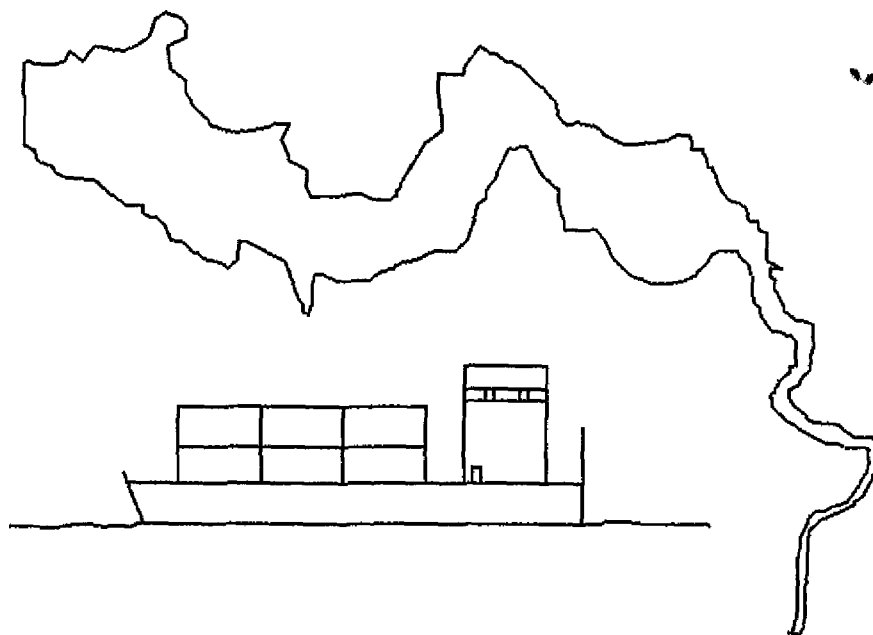


Belasting Westerschelde
met stoffen uit de Scheepvaart
(concept)



RIKZ/AB95.880X
december 1995

Safa Deayaldeen
Edwin Arens
Bert van Eck

Werkdocument

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ

Aan

Projectgroep LIFE

Van

S. Deayaldeen, E. Arens, B. van Eck

Doorkiesnummer

0118 672234

Datum

31 december 1995

Bijlage(n)

3

Nummer

RIKZ/AB95.880X

Project

LIFE

Onderwerp

Belasting Westerschelde met stoffen uit de scheepvaart

Inhoudsopgave

1. Inleiding	1
2. Scheepvaart op de Westerschelde	2
3. Afgifte van stoffen door de scheepvaart	3
4. Berekening van de belasting	5
5. Resultaten	6
6. Het Waste Load Model voor het Schelde-estuarium ..	7
7. Discussie	7
8. Conclusie	8
9. Literatuur	9

Bijlagen

Vestiging Middelburg

Postbus 8039, 4330 EA Middelburg

Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon (0118) 67 22 00

Telefax (0118) 61 65 00

Bereikbaar 20 minuten loopafstand vanaf station Middelburg richting Industriegebied Amestein, treintaxi

1. Inleiding

Scheepvaart is de hoofdfunctie van de Westerschelde. Bij Vlissingen passeren jaarlijks zo'n 25.000 zeeschepen op weg naar de (zee)havens van Vlissingen, Antwerpen en Gent. Daarnaast maakt de Westerschelde onderdeel uit van het Westeuropese netwerk voor de binnenvaart en bezoeken jaarlijks vele pleziervaartuigen havens en andere recreatieplaatsen op de Westerschelde.

De verschillende typen schepen zorgen voor een diffuse belasting van de Westerschelde. Omdat puntbronnen in de afgelopen jaren grotendeels geïnventariseerd en gesaneerd zijn, wordt de bijdrage van diffuse bronnen relatief steeds belangrijker.

In het kader van het EG-project LIFE is een beleidsondersteunend systeem (BOS) ontwikkeld voor het Schelde-estuarium en de Belgische kustzone (WL, 1993a). Eén van de onderdelen van BOS is het Waste Load Model (WLM) waarin belastingen opgenomen zijn van zowel diffuse als puntbronnen (WL, 1993b).

In deze memo wordt de belasting vanuit de scheepvaart behandeld. Omdat calibratie van WLM wordt uitgevoerd voor de jaren 1991 en 1992 zijn alleen gegevens opgenomen voor deze jaren. Bij het bepalen van de belasting wordt afgezien van calamiteiten en morsingen (bij overslag van goederen) omdat deze niet in het model zijn opgenomen (WL, 1993b).

Dit werkdocument is gemaakt door S. Deayaldeen, E. Arens en B. van Eck. Verschillende personen moeten echter bedankt worden voor het leveren van gegevens: H. Prins (Provincie Zeeland), F. de Bruyckere (RWS Directie Zeeland), J. Tijink (RIKZ, Den Haag), G. Verstappen (RIZA, Dordrecht), Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk), Dhr. Bos (HOI, Vlissingen).

2. Scheepvaart op de Westerschelde

De scheepvaart op de Westerschelde kan worden onderverdeeld in vijf grotere categorieën met elk hun eigen vaartrajecten en havens (RIKZ, 1995 en RWS, 1993; zie tabel 1).

Zeescheepvaart

Nagenoeg alle zeescheepvaart op de Westerschelde is afkomstig van zee en doet één of meer van de aangegeven havens aan om te laden en te lossen (scheepstype 50-54). Uiteindelijk vertrekt het schip weer naar zee. Tussen het mondingsgebied en Antwerpen worden drie trajecten onderscheiden met elk hun eigen intensiteit.

Voor schepen van het type 60-69 (sleepboten e.d.) zijn geen duidelijke trajecten aan te geven. Zij liggen veelal stil in havens en komen pas in actie als er diensten verleend moeten worden).

Binnenvaart

Uitgaande van de aanwezige kanalen is er onderscheid gemaakt in drie trajecten. Het meest intensief bevaren traject is gelegen tussen Terneuzen en Hansweert, waar jaarlijks zo'n 25.000 binnenvaartschepen gebruik van maken. Het gaat ook hier vooral om schepen die goederen vervoeren (scheepstype 1-39).

Veerdiensten

Op de trajecten Vlissingen-Breskens en Kruiningen-Perkpolder zijn er door de week en overdag per traject twee schepen aanwezig. De Provinciale Stoombootdiensten (PSD) streven er naar om per overtocht maximaal 20 minuten te varen en 10 minuten stil te liggen (lossen en laden). In het weekend is in het algemeen maar één schip in de vaart. Voor een compleet overzicht kan verwezen worden naar de dienstregeling van de PSD.

Baggerschepen

Om de havens van Vlissingen, Het Sloegebied, Braakman, Terneuzen, Hansweert, Breskens, Kruiningen en Perkpolder op diepte te houden vinden baggerwerkzaamheden plaats die uitgevoerd worden door Nederlandse baggerschepen. De scheepvaartroute tussen de drempel van Borsele en Antwerpen wordt continu op diepte gehouden door twee Belgische baggerschepen.

Recreatieschepen

Aan de Westerschelde zijn 8 noemenswaardige jachthavens gelegen met in totaal ruim 1.000 ligplaatsen. De grootste jachthaven is die in Breskens van waaruit veel schepen de Noordzee opgaan. Vooral in de zomerperiode komen recreatieschepen (ca. 20.000 sluispassages per jaar) via de kanalen de Westerschelde op.

Tabell: Vaartrajecten en havens per type scheepvaart.

Type scheepvaart	Vaartrajecten	Havens
zeeschepen	Mondingsgebied-Sloehaven Sloehaven-Terneuzen Terneuzen-Antwerpen	Antwerpen, Walsoorden, Braakman/Schelde- steiger, Sloe, Vlissingen (bui- tenhaven) en Bres- kens.
veerboten	Kruiningen-Perkpolder Vlissingen-Breskens	Kruiningen, Perkpolder, Vlissingen, Breskens.
baggerschepen	Borsele-Antwerpen	
binnenschepen	Vlissingen-Terneuzen Terneuzen-Hansweert Hansweert-Antwerpen	Antwerpen, Walsoorden, Braakman/Schelde- steiger, Sloe, Vlissingen en Breskens.
recreatieschepen	Vlissingen-Antwerpen	Vlissingen, Hoede- kenskerke, Walsoorden, Ellewoutsdijk, Bres- kens, Terneuzen, Paal en Griette.

3. Afgifte van stoffen door de scheepvaart

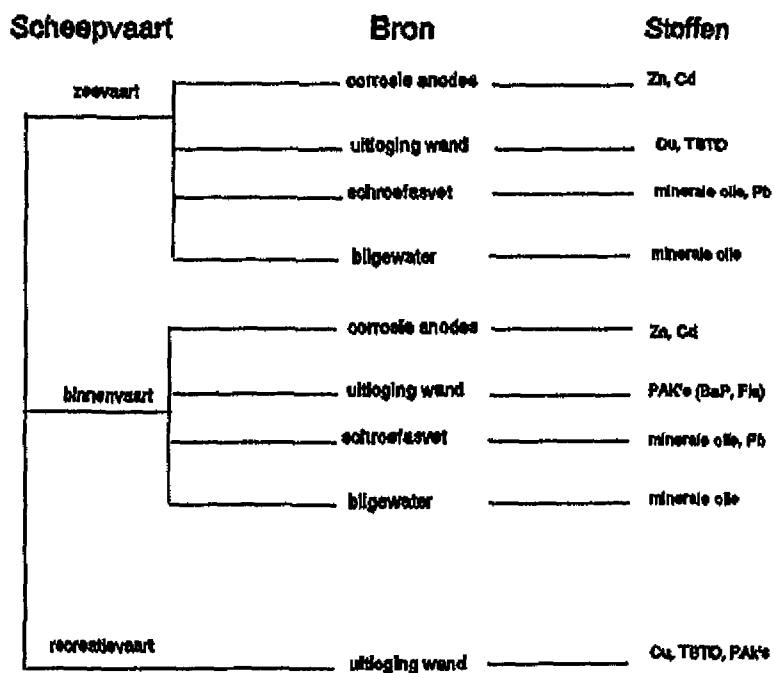
Als gevolg van uitloging van scheepswanden komen verschillende stoffen in het oppervlaktewater terecht. De hoeveelheid stof die uiteindelijk in het Scheldewater terecht komt, is o.a. afhankelijk van de gebruikte vorm van verduurzaming, het (natte) oppervlak van de scheepswand en de tijdsduur van contact. Bovengenoemde factoren kunnen per type schip sterk verschillen.

Om scheepswanden te beschermen tegen aangroei van epifyten worden ze behandeld met antifouling (zee- en recreatieschepen) of coating (binnenvaartschepen). Antifouling bevat koper- en tributyltin (TBT) verbindingen en coating de PAK's fluorantheen en benzo(a)pyreen. Als gevolg van uitloging komen bovengenoemde stoffen in het oppervlaktewater terecht.

Naast bescherming tegen biologische aantasting worden scheepswanden beschermd tegen chemische aantasting. Hiervoor worden op scheepswanden zinken opofferingsanodes aangebracht. Door corrosie van deze anodes komt zink en cadmium vrij.

De derde en laatst behandelde emissievorm is het vrijkomen van schroefasvet. Om het binnendringen van zout zeewater te voorkomen, ligt de schroefas in een koker gevuld met vet. Onder bepaalde omstandigheden komt het schroefasvet (met minerale olie en lood als bestanddelen) in het oppervlaktewater terecht.

Naast eventuele calamiteiten wordt de belasting van het oppervlaktewater met uitlaatgassen óók niet behandeld omdat deze verdisconteerd is in de atmosferische depositie. Figuur 1 geeft een overzicht van de emissieroutes in de scheepvaart.



Figuur 1: Emissieroutes scheepvaart

4. Berekening van de belasting

In tabel 2 zijn de emissiefactoren in kilogram per schip per jaar of in kilogram per vierkante meter per jaar weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt in zee-, binnen- en recreatievaart. Tot de categorie zeevaart behoren naast de reguliere zeevaartschepen ook baggerschepen en veerboten.

Tabel2: Emissiefactoren per type schip bij stil-liggen/varen.

Stof	Emissiefact. (kg/schip/jaar: *) of (kg/m2/jaar: #)					
	Zeevaart		Binnenvaart		Recreatievaart	
	stil	varen	stil	varen	stil	varen
min.olie*	58.4	58.4	58.4	58.4	.	.
lood *	1.28	1.28	1.28	1.28	.	.
zink *	8	8	4.8	4.8	0.64	0.64
cadmium *	5.4e-3	5.4e-3	2.2e-3	2.2e-3	4.3e-4	4.3e-4
TBTO #	0.004	0.0146	.	.	.	.
koper #	0.0073	0.032	.	.	0.0073	0.032
PAK's...						
Borneff*	.	.	2	2	0.00124	0.00124
VROM *	.	.	3.2	3.2	0.00198	0.00198
Fla *	.	.	1.2	1.2	0.0007	0.0007
Bap *	.	.	0.47	0.47	0.0003	0.0003

De emissiefactoren (uitloging en corrosie) bij stil-liggen, zijn kleiner dan bij varen. Waar mogelijk (afhankelijk van de beschikbare gegevens), is hierin onderscheid gemaakt.

Afhankelijk van de eenheid van de emissiefactor (kg per schip per jaar of kg per vierkante meter per jaar) wordt de belasting berekend uit de emissiefactor en het aantal schepen c.q. het aantal vierkante meter (natte) oppervlak (zie vergelijkingen 1 en 2). De berekeningen en resultaten per traject en type scheepvaart zijn weergegeven in bijlage 1a (1991) en 1b (1992).

Gebruikte vergelijkingen

$$\begin{aligned} \text{Emissie} &= \text{emissiefactor} * \text{aantal schepen} * \text{emissieduur} \quad (1) \\ [\text{kg/jr}] &= [\text{kg}/(\text{schip} * \text{jr})] * [\text{schip/jr}] \quad [\text{jr}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Emissie} &= \text{emissiefactor} * \text{oppervlak} * \text{emissieduur} \quad (2) \\ [\text{kg/jr}] &= [\text{kg}/\text{m}^2 * \text{jr}] * [\text{m}^2/\text{jr}] * [\text{jr}] \end{aligned}$$

SCHEEPVAART WESTERSCHDELDE

1.a.8a

EMISSIES DOOR BINNENVAARTSCHEPEN OP HET TRAJECT VLISSINGEN -
TERNEUZEN EN IN DE HAVENS VAN VLISSINGEN, HET SLOEGEBIED,
BRAAKMAN/SCHELDESTEIGER EN BRESKENS (1991)

Vaarweglengte : 42 km (2 maal 21 km) (*1)
Vaartijd [V] : 2,8 uur (3,2e-4 jaar) (*2)
Varende schepen [S] : 14.000 (*1)
Verblijf haven [H] : 5 uur (5,7e-4 jaar) (*3)
Schepen in haven [L] : 14.563 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,5)	varen emissie E*V*S (kg/j)	stilliggen emissie E*H*L (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie	schroefasvet	58,4	261,33	485,43	746,77
lood	schroefasvet	1,28	5,73	10,64	16,37
zink	zinkanode	4,8	21,48	39,90	61,38
cadmium	zinkanode	2,2e-3	0,010	0,018	0,028
Born.PAK's	scheepswand	2	8,95	16,62	25,57
VRM PAK's	scheepswand	3,2	14,32	26,60	40,92
fluorantheen	scheepswand	1,2	5,37	9,97	15,34
benzo(a)pyr.	scheepswand	0,47	2,10	3,91	6,01

1.a.8b

EMISSIES DOOR BINNENVAARTSCHEPEN OP HET TRAJECT
TERNEUZEN - HANSWEERT (1991)

Vaarweglengte : 38 km (2 maal 19 km) (*1)
Vaartijd [V] : 2,53 uur (2,9e-4 jaar) (*2)
Varende schepen [S] : 30.000 (*1)
Verblijf haven [H] : 5 uur (5,7e-4 jaar) (*3)
Schepen in haven [L] : 0 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,5)	varen/totaal emissie E*V*S (kg/j)
minerale olie	schroefasvet	58,4	506,00
lood	schroefasvet	1,28	11,09
zink	zinkanode	4,8	41,59
cadmium	zinkanode	2,2e-3	0,019
Born.PAK's	scheepswand	2	17,33
VRM PAK's	scheepswand	3,2	27,73
fluorantheen	scheepswand	1,2	10,40
benzo(a)pyr.	scheepswand	0,47	4,07

- (*1) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland (kerncijfers)".
(*2) Gebaseerd op vaarsnelheden van 15 km per uur (Mond.med. Dhr Burgel (DGSM, Rijswijk)).
(*3) Directie Zeeland (H. Prins) "Brief, d.d. 2 oktober 1995".
(*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaatrapport".
Emissiefactoren in kg/schip/jaar.
(*5) De emissiefactoren voor stilliggen en varen zijn gelijk verondersteld.

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.a.8c

EMISSIES DOOR BINNENVAARTSCHEPEN OP HET TRAJECT HANSWEERT -
ANTWERPEN EN IN DE HAVENS VAN ANTWERPEN EN WALSCORDEN (1991)

Vaarlengte : 70 km (2 maal 35 km) (*1)
Vaartijd [V] : 4,67 uur (5,3e-4 jaar) (*2)
Varende schepen [S] : 7.000 (*1)
Verblijf haven [H] : 5 uur (5,7e-4 jaar) (*3)
Schepen in haven [L] : 7.225 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,5)	varen emissie E*V*S (kg/j)	stilliggen emissie E*H*L (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie	schroefasvet	58,4	217,93	240,83	458,77
lood	schroefasvet	1,28	4,78	5,28	10,06
zink	zinkanode	4,8	17,91	19,79	37,71
cadmium	zinkanode	2,2e-3	8,0e-3	9,0e-3	0,017
Born.PAK's	scheepswand	2	7,46	8,25	15,71
VRM PAK's	scheepswand	3,2	11,94	13,20	25,14
fluorantheen	scheepswand	1,2	4,48	4,95	9,43
benzo(a)pyr.	scheepswand	0,47	1,75	1,94	3,69

1.a.8d

TOTALE EMISSIE DOOR BINNENVAARTSCHEPEN
OP DE WESTERSCHELDE (1991)

Stof (*4)	bron (*4)	emissie binnenvaartschepen (kg/jaar)			
		traject:			totaal
		Vlissingen- Terneuzen	Terneuzen- Hansweert	Hansweert- Antwerpen	
minerale olie	schroefasvet	746,77	506,00	458,77	1711,54
lood	schroefasvet	16,37	11,09	10,06	37,52
zink	zinkanode	61,38	41,59	37,71	140,68
cadmium	zinkanode	0,028	0,019	0,017	0,064
Born.PAK's	scheepswand	25,57	17,33	15,71	58,61
VRM PAK's	scheepswand	40,92	27,73	25,14	93,79
fluorantheen	scheepswand	15,34	10,40	9,43	35,17
benzo(a)pyr.	scheepswand	6,01	4,07	3,69	13,77

- (*1) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland (kerncijfers)".
(*2) Gebaseerd op vaarsnelheden van 15 km per uur (Mond.med. Dhr Burgel (DGSM, Rijswijk).
(*3) Directie Zeeland (H. Frins) "Brief, d.d. 2 oktober 1993".
(*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaartrapport".
Emissiefactoren in kg/schip/jaar.
(*5) De emissiefactoren voor stilliggen en varen zijn gelijk verondersteld.

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.a.9

TOTALE EMISSIE DOOR SCHEEPVAART (1991)

stof (*1)	bron (*1)	emissie [kg/jaar]			
		zeevaart- schepen	recreatie- schepen	binnenvaart- schepen	totaal scheepvrt
minerale olie	schroefasvet	3287,3	-	1711,5	4998,8
lood	schroefasvet	72,06	-	37,52	109,6
zink	zinkanode	450,41	621,2	140,68	1212,3
cadmium	zinkanode	0,30	0,43	0,062	0,79
butyltin	scheepswand	1968,0	-	-	1968,0
koper	scheepswand	4045,2	113,9	-	4159,1
Borneff PAK's	scheepswand	-	1,21	58,61	59,82
VRM PAK's	scheepswand	-	1,92	93,79	95,71
fluorantheen	scheepswand	-	0,68	35,17	35,85
benzo(a)pyreen	scheepswand	-	0,30	13,77	14,07

(*1) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaartrapport".
Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m2/jaar, overig in kg/schip/jaar.

5. Resultaten

Tabel 3 bevat de totale belastingen door de scheepvaart van de Westerschelde en het Nederlandse oppervlaktewater evenals de zijdelingse (Nederlandse) belasting van de Westerschelde. De scheepvaartbelastingen van de Westerschelde zijn gemiddelden van de jaren 1991 en 1992 terwijl de belastingen van het Nederlandse oppervlaktewater afkomstig zijn van gegevens over de jaren 1990 en 1993 (RIZA, 1995).

In figuur 5.1 (bijlage 2) zijn de verhoudingen (in procenten) weergegeven tussen de scheepvaartbelasting op de Westerschelde (gemiddelden van 1991 en 1992) en die op het totale Nederlandse oppervlaktewater. Figuur 5.2 (bijlage 2) bevat de procentuele verhoudingen tussen de scheepvaartbelasting van de Westerschelde en de overige Nederlandse (zijdelingse) belastingen op de Westerschelde.

Tabel3: Scheepvaartbelasting Westerschelde in vergelijking met andere belastingbronnen van de Westerschelde en de scheepvaartbelasting van het totale Nederlandse oppervlaktewater.

Stof	Totale emissie Westerschelde (kg)	Totale emissie Ned. oppervlaktewater (ton)	Zijdelingse belasting Westerschelde (ton)
minerale olie	4.924	450	
lood	108	14	
zink	2.408	58	26
cadmium	0,8	0,2	0,48
TBTO	1.952	12,7	
(Sn)	(802)	(5,2)	
koper	4.126	23,3	11
Borneff PAK's	58,5	11	
VROM PAK's	93,5	22	
Fla	35,0	6,6	0,105
BaP	13,8	2,6	0,018

Tabel 3 en figuur 5.1 laten zien dat een aanmerkelijk deel van de totale zeescheepvaartbelasting in Nederland voor rekening van de zeescheepvaart op de Westerschelde komt. De belasting door de binnenvaart is slechts een relatief klein deel van de totale belasting in Nederland door de binnenvaart. Dit kleine landelijke aandeel is echter een groot deel van de totale belasting op de Westerschelde met deze stoffen.

6. Het Waste Load Model voor het Schelde-estuarium

Voor de invoer van het Waste Load Model (WL, 1993b) moet gebruik worden gemaakt van uniforme emissiefactoren (kg/schip/jaar) en emissie verkla- rende variabelen (schepen/jaar). Als emissiefactoren zijn de waarden van zink, cadmium, chroom, fluorantheen en benzo(a)pyreen uit tabel 2 in het model opgenomen. Voor koper is de eenheid van kilogram per vierkante meter per jaar omgezet naar kilogram per schip per jaar door te vermenigvuldigen met het aantal vierkante meter nat oppervlak per type (gemiddeld) schip.

De resultaten van het Waste Load Model worden ingevoerd in een water- kwaliteitsmodel dat gebruik maakt van de SAWES-vakken (DGW, 1987). Daarom is ervoor gekozen om het aantal "denkbeeldige" schepen op te geven dat per jaar continu in ieder vak aanwezig is. Hiervoor zijn de verschillende trajecten en havenplaatsen verdeeld over de verschillende vakken (zie rekenvoorbeeld).

In bijlage 3a zijn de aantallen schepen per vak weergegeven voor de jaren 1991 en 1992. Bijlage 3b bevat een gedetailleerde omschrijving hoe deze waarden tot stand zijn gekomen.

7. Discussie

De aantallen binnen- en zeevaartschepen zijn per traject bekend. Uit gegevens over het aantal scheepsbewegingen en havenbezoeken (RWS, 1993) is per vak redelijk nauwkeurig het aantal schepen te bepalen. Ook het aantal afvaarten van de veerdiensten Kruiningen-Perkpolder en Vlissingen-Breskens zijn bekend (PSD, 1995).

Voor de recreatievaart daarentegen zijn alleen de gegevens omtrent het aantal ligplaatsen nauwkeurig bekend (RWS, 1989). Aan de hand van het aantal sluispassages kan bij benadering het aantal recreatieschepen worden bepaald die voor een kortere periode de Westerschelde (en kustzone) aandoen. Het is echter geenszins duidelijk op welk traject zij zich bevinden. Hetzelfde verhaal geldt voor baggerschepen. Het is niet duidelijk in welke haven of op welke lokatie zij het meest (langst) aanwezig zijn. In deze memo is aangenomen dat ze in alle havens en over het gehele traject gelijkmatig verdeeld aanwezig zijn. Gegevens over de binnenvaart bovenstrooms van Antwerpen zijn niet aanwezig, waardoor de hoeveelheid stil-liggende binnenvaartschepen in de havens van Antwerpen waarschijnlijk te laag zijn.

Gegevens over de tijdsduur van stil-liggen bij de monding (wachten op gunstig getij) en andere ankerplaatsen zijn niet beschikbaar. In de monding zou de belasting van vooral koper en TBTO dus hoger uit kunnen vallen.

rekenvoorbeeld:

Per jaar zijn 20.000 schepen, ieder gemiddeld één uur, in vak X aanwezig. Dan zijn er per jaar continu $20.000 / (24 \cdot 365) = 2,28$ schepen aanwezig.

9. Gebruikte literatuur

- Dienst Getijdewateren/DGW Zeeland, 1987;
Projectgroep SAWES; Projectplan SAWES, nota GWA0-87.103.
Middelburg.
- Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, 1994.
J. Tijink. Rapport Scheepvaartemissies. Den Haag.
- Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, 1995;
F. de Bruyckere, B. van Eck, E. Ruijgh en E. Arens. Concept Waste Load model Westerschelde (januari 1995). Middelburg.
- Rijksinstituut voor Zoetwater en Afvalwaterbehandeling/RIZA,
G. Verstappen. Emissiejaarrapportage, 1995. Lelystad.
- Rijkswaterstaat Zeeland/RWS, 1989;
Kerngroep Westerschelde; Beleidsplan Westerschelde, Beschrijving van de Westerschelde. Middelburg.
- Rijkswaterstaat Directie Zeeland/RWS, 1993;
P. Hengst. Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland (kerncijfers 1991 en 1992). Middelburg.
- Provinciale Stoombootdiensten Zeeland/PSD, 1995;
Dienstregeling 1995. Vlissingen.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1993a;
Development of a Decision Support System for water quality management in the Scheldt-estuarium and the coastal zone; Proposal for LIFE program of the EC. Delft.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1993b;
WLM 1.2, Waste Load Model; Appendix B.2, program manual, T1120. Delft.
- Overige literatuur over (emissie) van stoffen door de scheepvaart op de Westerschelde.
1. J. Vroon, J. Consemulder, B. den Hoop en J.W. Prins, 1995. WSV scheepvaart Westerschelde (eindconcept oktober 1995). Rijkswaterstaat RIKZ, middelburg.
 2. I. Zeegers, 1995. Inventarisatie emissies binnenvaart (eindconcept). RIZA, Lelystad.
 3. K. Groot, 1994. Het milieu gaat niet op vakantie. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Regionale inspectie milieuhygiëne Zeeland. Rapport nr. D0008.
 4. F. Smedes, 1994. Butyltinverbindingen in water 1990 t/m 1993. Werkdocument RIKZ/IT-94.611x.
 5. Basisdocument PAK. Rapport nr. 7584.74007. VROM, 1989.
 6. P. Vermeule, 1994. Diffuse PAK-belasting Oosterschelde. Rijkswaterstaat Directie Zeeland, Middelburg. Nota AXW-94.049.
 7. SamenwerkingsProject Effectieve Emissiereductie Diffuse bronnen PAK's, 1991. RIVM-notanr. 736301007.
 8. Basisdocument Koper en Cadmium, 1987. VROM-rapp.nr. 758476002.

9. F. Levefre, G.T.M. van Eck, A. Holland en B.J. Kater, 1995. Effecten van beleidsalternatieven op de kwaliteit van water en bodem van de Westerschelde. Rijkswaterstaat RIKZ Middelburg. RIKZ-95.026.
10. Werkgroep vervoer gevaarlijke stoffen Oosterschelde, 1987. RWS, Dienst Getijdewateren. Nota. GWWS-87.405.
11. P. Hogewoning. Bestrijding van in water oplosbare chemicaliën. Rijkswaterstaat Directie Zeeland, Middelburg.

Bijlagen

1. Berekeningen emissies Schelde-estuarium

1.a. Emissies (1991)

1. Zeeschepen op traject mondingsgebied - Sloehaven
60-69 (a) en 50-54 (b)
2. Zeeschepen op traject Sloehaven - Terneuzen
60-69 (a) en 50-54 (b)
3. Zeeschepen op traject Terneuzen - Antwerpen
60-69 (a) en 50-54 (b)
4. Veerboten op trajecten Vlissingen - Breskens (a) en
Kruiningen - Perkpolder (b)
5. Baggerschepen in Nederlandse havens (a) en op het traject
Borsele - Antwerpen (b)
6. Totale emissie door zeeschepen
7. Recreatieschepen
8. Binnenvaartschepen
traject Vlissingen - Terneuzen (a)
traject Terneuzen - Hansweert (b)
traject Hansweert - Antwerpen (c)
totale emissie binnenvaartschepen (d)
9. Totale emissie Scheepvaart

1.b. Emissies (1992)

1. Zeeschepen op traject mondingsgebied - Sloehaven
60-69 (a) en 50-54 (b)
 2. Zeeschepen op traject Sloehaven - Terneuzen
60-69 (a) en 50-54 (b)
 3. Zeeschepen op traject Terneuzen - Antwerpen
60-69 (a) en 50-54 (b)
 4. Veerboten op trajecten Vlissingen - Breskens (a) en
Kruiningen - Perkpolder (b)
 5. Baggerschepen in Nederlandse havens (a) en op het traject
Borsele - Antwerpen (b)
 6. Totale emissie door zeeschepen
 7. Recreatieschepen
 8. Binnenvaartschepen
traject Vlissingen - Terneuzen (a)
traject Terneuzen - Hansweert (b)
traject Hansweert - Antwerpen (c)
totale emissie binnenvaartschepen (d)
 9. Totale emissie Scheepvaart
2. Scheepvaartbelasting Westerschelde in verhouding tot andere
belastingbronnen Westerschelde en totale Nederlandse scheepvaart-
belasting.
 3. Omschrijving opdeling aantallen schepen per vak (a)
Aantallen "denkbeeldige schepen" per vak per jaar (b)
 1. 1991
 2. 1992

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.a.1

EMISSIES DOOR ZEESCHEPEN OP HET TRAJECT MONDINGSGEBIED - SLOEHAVEN EN IN DE HAVENS VAN VLISINGEN, HET SLOEGEBIED EN BRESKENS (1991)

Vaarweglengte : 18 km (2 maal 9 km) (*2)
Vaartijd [V] : 54 min. (=1,03e-4 jaar) (*3)
Verblijf haven [H] : 12 uur (=1,36e-3 jaar) (*7)
Varende schepen [S] : 2.500(60-69) en 24.000(50-54) (*5)
Schepen in haven [L] : 456(60-69) en 2.268(50-54) (*5)
Nat oppervlak [A] : 500 m² (60-69) en 5.300 m² (50-54) (*6)

a Scheepstype 60-69 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	15,04	58,4	36,22	51,26
lood	+ schroefasvet	1,28	0,33	1,28	0,79	1,12
zink	+ zinkanode	8	2,05	8	5,00	7,05
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	1,4e-3	5,4e-3	3,3e-3	4,7e-3
butyltin	# scheepswand	0,0146	1,88	0,004	1,24	3,12
koper	# scheepswand	0,032	4,12	0,0073	2,26	6,38

b Scheepstype 50-54 (*1)

Stof	bron	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	144,0	58,4	181,4	325,4
lood	+ schroefasvet	1,28	3,16	1,28	3,98	7,14
zink	+ zinkanode	8	19,73	8	24,83	44,58
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	0,0133	5,4e-3	0,0168	0,030
butyltin	# scheepswand	0,0146	190,80	0,004	65,87	256,67
koper	# scheepswand	0,032	418,19	0,0073	120,20	538,40

- (*1 en 2) Directie Zeeland "Scheepvaart in Zeeland", kodetabel scheepstype.
(*3) Gebaseerd op een vaarsnelheid van 20 km/uur (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk)).
(*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijkink) "Scheepvaarrapport".
Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m2/jaar, overig in kg/schip/jaar.
(*5) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland".
(*6) Geschat als 75% van het oppervlak, aangenomen dat het rechthoekige schepen betreft (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk) en Dhr. Bos (HOI, Vlissingen)).
Directie Zeeland: grootte scheepstypen; 60-69: 50*7,5*2,5 meter en 50-54: 200*25*5 meter.
(*7) Directie Zeeland (H. Prins) "Brief, d.d. 2 oktober 1995".
(*8) Aanname: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder zeeschepen wordt geschat op 25. De emissiefactor wordt dan 25/15*4,8= 8 kg/schip/jaar.
(+/#) Eenheden emissiefactoren: (+ kg/schip/jaar, # kg/m2/jaar).

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.a.2

EMISSIONS DOOR ZEESCHEPEN OP HET TRAJECT SLOEHAVEN - TERNEUZEN EN IN DE HAVENS VAN TERNEUZEN EN BRAAKMAN/SCHELDESTEIGER (1991)

Vaarweglengte : 30 km (2 maal 15km) (*2)
Vaartijd [V] : 90 min. (=1,71e-4 jaar) (*3)
Verblijf haven [H] : 12 uur (=1,36e-3 jaar) (*7)
Varende schepen [S] : 2.000(60-69) en 23.000(50-54) (*5)
Schepen in haven [L] : 78(60-69) en 5.380(50-54) (*5)
Net oppervlak [A] : 500 m² (60-69) en 5.300 m² (50-54) (*6)

a Scheepstype 60-69 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	20,00	58,4	6,24	26,24
lood	+ Schroefasvet	1,28	0,44	1,28	0,14	0,58
zink	+ zinkanode	8	2,74	8	0,85	3,59
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	1,9e-3	5,4e-3	5,8e-4	2,4e-3
butyltin	# scheepswand	0,0146	2,50	0,004	0,21	2,71
koper	# scheepswand	0,032	5,48	0,0073	0,39	5,87

b Scheepstype 50-54 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	230,0	58,4	430,4	660,4
lood	+ Schroefasvet	1,28	5,04	1,28	9,43	14,47
zink	+ zinkanode	8	31,51	8	58,96	90,47
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	0,0213	5,4e-3	0,0398	0,0611
butyltin	# scheepswand	0,0146	304,8	0,004	156,2	461,0
koper	# scheepswand	0,032	668,0	0,0073	285,1	953,1

- (*1 en 2) Directie Zeeland "Scheepvaart in Zeeland", kodetabel scheepstype.
(*3) Gebaseerd op vaarsnelheden van 20 km/uur (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk)).
(*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarverslag 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaartrapport".
Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m²/jaar, overig in kg/schip/jaar.
(*5) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland".
(*6) Geschat als 75% van het oppervlak, aangenomen dat het rechthoekige schepen betreft (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk) en Dhr. Bos (HOI, Vlissingen)).
Directie Zeeland: grootte scheepstypen; 60-69: 50*7,5*2,5 meter en 50-54: 200*25*5 meter.
(*7) Directie Zeeland (H. Prins) "Brief, d.d. 2 oktober 1995".
(*8) Aannname: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder zeeschepen wordt geschat op 25. De emissiefactor wordt dan 25/15*4,8= 8 kg/schip/jaar.
(+/#) Eenheden emissiefactoren: (+ kg/schip/jaar, # kg/m²/jaar).

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.a.3

EMISSIES DOOR ZESCHEPEN OP HET TRAJECT TERNEUZEN - ANTWERPEN EN IN DE HAVENS VAN WALSOORDEN EN ANTWERPEN (1991)

Vaarweglengte : 88 km (2 maal 44km) (*2)
Vaartijd [V] : 264 min. (=5,02e-4 jaar) (*3)
Verblijf haven [H] : 12 uur (=1,36e-3 jaar) (*7)
Varende schepen [S] : 750 (60-69) en 16.750 (50-54) (*5)
Schepen in haven [L] : 120 (60-69) en 16.800 (50-54) (*5)
Nat oppervlak [A] : 500 m² (60-69) en 5.300 m² (50-54) (*6)

a Scheepstype 60-69 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	22,00	58,4	9,60	31,60
lood	+ schroefasvet	1,28	0,48	1,28	0,21	0,69
zink	+ zinkanode	8	3,01	8	1,32	4,33
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	2,0e-3	5,4e-3	8,9e-4	2,9e-3
butyltin	# scheepswand	0,0146	2,75	0,004	0,33	3,08
koper	# scheepswand	0,032	6,03	0,0073	0,60	6,63

b Scheepstype 50-54 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	491,3	58,4	1344,0	1835,3
lood	+ schroefasvet	1,28	10,77	1,28	29,46	40,23
zink	+ zinkanode	8	67,31	8	184,11	251,42
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	0,0454	5,4e-3	0,124	0,170
butyltin	# scheepswand	0,0146	651,02	0,004	487,89	1138,9
koper	# scheepswand	0,032	1426,9	0,0073	890,40	2317,3

- (*1 en 2) Directie Zeeland "Scheepvaart in Zeeland", kodetabel scheepstype.
(*3) Gebaseerd op een vaarsnelheid van 20 km/uur (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk)).
(*4) RIZA (G. Versteppen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaartrapport".
Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m²/jaar, overig in kg/schip/jaar.
(*5) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland".
(*6) Geschat als 75% van het oppervlak, aangenomen dat het rechthoekige schepen betreft (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk) en Dhr. Bos (BOI, Vlissingen)).
Directie Zeeland: grootte scheepstypen; 60-69: 50*7,5*2,5 meter en 50-54: 200*25*5 meter.
(*7) Directie Zeeland (H. Prins) "Brief, d.d. 2 oktober 1995".
(*8) Aanneme: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder zeeschepen wordt geschat op 25. De emissiefactor wordt dan 25/15*4,8= 8 kg/schip/jaar.
(+/#) Eenheden emissiefactoren: (+ kg/schip/jaar, # kg/m²/jaar).

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.a.4a

EMISSIONS DOOR VEERBOTEN OP HET TRAJECT VLISSINGEN - BRESKENS (1991)

Vaarweglengte : 7 km (*1)
Vaartijd [V] : 20 min. (=3,81e-5 jaar) (*2);
Schepen in haven [L] : 2 (*3)
Verblijf in haven [H]: 2 - "totale vaartijd" (=1,22 jaar)(*3)
Afvaarten [S] : 20.800 (*5)
Nat oppervlak [A] : 2.000 m² (*6)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,7)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie	+ schroefasvet	58,4	46,22	58,4	70,08	116,30
lood	+ schroefasvet	1,28	1,01	1,28	1,54	2,55
zink	+ zinkanode	8	6,33	8	9,60	15,93
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	4,3e-3	5,4e-3	6,5e-3	0,011
butyltin	# scheepswand	0,0146	23,11	0,004	9,60	32,71
koper	# scheepswand	0,032	50,65	0,0073	17,52	68,17

1.a.4b

EMISSIONS DOOR VEERBOTEN OP HET TRAJECT KRUININGEN - PERKPOLDER (1991)

Vaarweglengte : 5 km (*1)
Vaartijd [V] : 20 min. (=3,81e-5 jaar) (*2)
Schepen in haven [L] : 2 (*3)
Verblijf in haven [H]: 2 - "totale vaartijd" (=1,22 jaar)(*3)
Afvaarten [S] : 20.540 (*5)
Nat oppervlak [A] : 2.000 m² (*6)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,7)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie	+ schroefasvet	58,4	45,64	58,4	71,15	116,8
lood	+ schroefasvet	1,28	1,00	1,28	1,56	2,56
zink	+ zinkanode	8	6,25	8	9,75	16,00
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	0,0042	5,4e-3	0,0066	0,011
butyltin	# scheepswand	0,0146	22,82	0,004	9,75	32,57
koper	# scheepswand	0,032	50,02	0,0073	17,79	67,81

- (*1) Dienstregelingen PSD.
- (*2) Dienstregelingen PSD: De PSD streeft ernaar om de reistijden te beperken tot 20 minuten per afvaart. De twee veerboten zijn samen 0,80 (van de 2) jaar in de vaart.
- (*3) Dienstregelingen PSD: De PSD streeft ernaar om in 10 minuten te lossen en te laden. Als de boten uit de vaart zijn, liggen ze afgemeerd in de havens van Vlissingen en Kruiningen. De totale tijd dat de veerboten niet varen, is de totale tijd (voor 2 schepen) minus de totale vaartijd (voor 2 schepen).
- (*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaartrapport". Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m²/jaar, overig in kg/schip/jaar.
- (*5) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland".
- (*6) Geschat als 75% van het oppervlak, aangenomen dat het rechthoekige schepen betreft (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk) en Dhr. Bos (HOI, Vlissingen)).
PSD Zeeland: Grootte veerboten; 120*15*4 meter.
- (*7) Aanname: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder zeeschepen wordt geschat op 25. De emissiefactor wordt dan 25/15*4,8= 8 kg/schip/jaar.
- (+/#) Eenheden emissiefactoren: (+ kg/schip/jaar, # kg/m²/jaar).

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.a.5a

EMISSIONS DOOR BAGGERSCHEPEN WERKZAAM IN NEDERLANDSE HAVENS (*1) (1991)

Vaartijd [V] : 45 etmalen per jaar (=0,123 jaar) (*2)
Varende schepen [S] : 1 (*3)
Nat oppervlak [A] : 1.200 m² (*5)

Stof (*4)	bron (*4)	varen/ emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,6)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	7,18
lood	+ schroefasvet	1,28	0,16
zink	+ zinkanode	8	0,98
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	6,6e-4
butyltin	# scheepswand	0,0146	2,15
koper	# scheepswand	0,032	4,72

1.a.5b

EMISSIONS DOOR BAGGERSCHEPEN TUSSEN DE DREMPEL VAN BORSSELE EN ANTWERPEN (1991)

Vaartijd [V] : 365 etmalen per jaar (=1 jaar) (*7)
Varende schepen [S] : 2
Nat oppervlak [A] : 1.200 m² (*5)

Stof (*4)	bron (*4)	varen/ emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,6)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	116,8
lood	+ schroefasvet	1,28	2,56
zink	+ zinkanode	8	16,0
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	0,011
butyltin	# scheepswand	0,0146	35,04
koper	# scheepswand	0,032	76,80

- (*1, 2) Directie Zeeland (Mond. med. Ir. F. de Bruijckere): Het betreft hier de Nederlandse havens van Vlissingen, Breskens, Het Sloegebied, Braakman/Scheldesteiger, Terneuzen, Hansweert, Kruiningen en Perkpolder.
- (*3) Het gaat om totaal 4 schepen die bij elkaar 45 dagen actief zijn. Ter vereenvoudiging is men er vanuit gegaan dat 1 schip 45 dagen actief is.
- (*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaartrapport". Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m²/jaar, overig in kg/schip/jaar.
- (*5) Geschat als 75% van het oppervlak, aangenomen dat het rechthoekige schepen betreft (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk) en Dhr. Bos (HOI, Vlissingen)). Grootte baggerschepen: 80*15*2 meter.
- (*6) Aanname: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder zeeschepen wordt geschat op 25. De emissiefactor wordt dan 25/15*4.8= 8 kg/schip/jaar.
- (*7) Directie Zeeland (Mond. med. Ir. F. de Bruijckere): Twee Belgische baggerschepen houden continu (365 dagen per jaar) de vaarweg tussen de Drempeel van Borssele en Antwerpen op diepte. Er is aangenomen dat ze 24 uur per etmaal actief zijn.
- (+/#) Eenheden emissiefactoren: (+ kg/schip/jaar, # kg/m²/jaar).

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.a.6

TOTALE EMISSIE DOOR ZEESCHIPPEN (1991)

stof (*1)	bron (*1)	emissie [kg/jaar]										baggerschepen totaal	
		zeevaartschepen						veerboten					
		traject 1		traject 2		traject 3		traject 4		traject 5			
		60-69	50-54	60-69	50-54	60-69	50-54	Vlis-Bres	Krui-Perk	Ned.	Belg.		
minerale olie	schroefasvet	51,26	325,40	26,24	660,40	31,60	1835,3	116,36	116,80	7,18	116,80	3287,3	
lood	schroefasvet	1,12	7,14	0,58	14,47	0,69	40,23	2,55	2,56	0,16	2,56	72,06	
zink	zinkanode	7,05	44,58	3,59	90,47	4,33	251,42	15,93	16,06	0,98	16,00	450,41	
cadmium	zinkanode	4,7e-3	0,03	2,4e-3	0,061	2,9e-3	0,17	0,011	0,011	6,6e-4	0,011	0,30	
butyltin	scheepswand	3,12	256,67	2,71	461,00	3,08	1138,9	32,71	32,57	2,15	35,04	2396,4	
koper	scheepswand	6,38	538,40	5,87	953,10	6,63	2317,3	68,17	67,81	4,72	76,80	4045,2	

(*1) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaartrapport".
Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m2/jaar, overig in kg/schip/jaar.

trajecten 1: Mondingsgebied - Sloehaven
2: Sloehaven - Terneuzen
3: Terneuzen - Antwerpen
4: Vlissingen - Breskens
5: Kruiningen - Perkpolder

scheepstypen 60-69 Dienstverlenende schepen (sleepboten)
50-54 Goederenvervoer

baggereschepen Ned.: Baggerwerkzaamheden in Nederlandse havens
Bel.: Baggerwerkzaamheden vaarweg tussen Drempel van Borsele en Antwerpen door Belgische maatschappijen.

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.a.7

EMISSIONS DOOR RECREATIESCHEPEN (1991)

Vaartijd [V] : 9 uur per sluispassage (= 1,03e-3jr) (*1)
 Varende schepen [S] : 20.000 (*1)
 Ligplaatsen (*4) havens [L] : 1.000 (*2)
 Ligtijsd in havens [H] : 0,95 jaar (*1)
 Nat oppervlak (gem) [A] : 15 m² (*1)

Stof	bron	varen	emissie-	emissie	stilliggen	totale	
(*3)	(*3)	factor[E]	E*V*S*(A)	factor[E]	E*H*L*(A)	emissie	emissie
(*3)		(kg/eenh)	(kg/j)	(kg/eenh)	(kg/j)	(kg/j)	(kg/j)
koper	# scheepswanden	0,032	9,89	0,0073	104,0		113,9
Borneff PAK	+ scheepswanden	0,00124	0,026	0,00124	1,18		1,21
VRM PAK	+ scheepswanden	0,00198	0,041	0,00198	1,88		1,92
fluorantheen	+ scheepswanden	0,0007	0,014	0,0007	0,67		0,68
benzo(a)pyreen	+ scheepswanden	0,0003	0,006	0,0003	0,29		0,30
zink	+ zinkanode	0,64	13,18	0,64	608,0		621,2
cadmium	+ zinkanode	4,4e-4	0,009	4,4e-4	0,42		0,43

- (*1) Directie Zeeland (H. Prins): Brief d.d. 2 oktober 1995.
 (*2) Kerngroep Westerschelde "Beleidsplan Westerschelde (Beschrijving van de Westerschelde), mei 1989.
 (*3) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaartrapport".
 Emissiefactor koper in kg/m²/jaar, overig in kg/schip/jaar.
 Aanne: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder recreatie
 schepen wordt geschat op 2. De emissiefactor wordt dan 2/15*4,8= 0.64 kg/schip/jaar.
 (*4) Het betreft de jachthavens van Vlissingen, Hoedekenskerke, Walsoorden, Ellswoutsdijk,
 Breskens, Griette en Paal.

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.b.1

EMISSIES DOOR ZEESCHEPEN OP HET TRAJECT MONDINGSGEBIED - SLOEHAVEN EN IN DE HAVENS VAN VLISSINGEN, HET SLOEGEBIED EN BRESKENS (1992)

Vaarweglengte : 18 km (2 maal 9 km) (*2)
Vaartijd [V] : 54 min. (=1,03e-4 jaar) (*3)
Verblijf haven [H] : 12 uur (=1,36e-3 jaar) (*7)
Varende schepen [S] : 2.200(60-69) en 23.800(50-54) (*5)
Schepen in haven [L] : 447(60-69) en 2.277(50-54) (*5)
Nat oppervlak [A] : 500 m² (60-69) en 5.300 m² (50-54) (*6)

a Scheepstype 60-69 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	13,20	58,4	35,76	48,96
lood	+ Schroefasvet	1,28	0,29	1,28	0,78	1,07
zink	+ zinkanode	8	1,81	8	4,90	6,70
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	1,2e-3	5,4e-3	3,3e-3	4,5e-3
butyltin	# scheepswand	0,0146	1,65	0,004	1,22	2,87
koper	# scheepswand	0,032	3,62	0,0073	2,24	5,85

b Scheepstype 50-54 (*1)

Stof	bron	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	142,8	58,4	182,2	325,0
lood	+ Schroefasvet	1,28	3,13	1,28	3,99	7,12
zink	+ zinkanode	8	19,56	8	24,95	44,52
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	0,0132	5,4e-3	0,0168	0,030
butyltin	# scheepswand	0,0146	189,21	0,004	66,13	255,34
koper	# scheepswand	0,032	414,71	0,0073	120,68	535,39

- (*1 en 2) Directie Zeeland "Scheepvaart in Zeeland", kodetabel scheepstype.
(*3) Gebaseerd op een vaarsnelheid van 20 km/uur (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk)).
(*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaatrapport".
Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m²/jaar, overig in kg/schip/jaar.
(*5) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland".
(*6) Geschat als 75% van het oppervlak, aangenomen dat het rechthoekige schepen betreft (Mond.
med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk) en Dhr. Bos (HOI, Vlissingen)).
Directie Zeeland: grootte scheepstypen; 60-69: 50*7,5*2,5 meter en 50-54: 200*25*5 meter.
(*7) Directie Zeeland (H. Prins) "Brief, d.d. 2 oktober 1995".
(*8) Aanname: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder zeeschepen
wordt geschat op 25. De emissiefactor wordt dan 25/15*4,8= 8 kg/schip/jaar.
(+/#) Eenheden emissiefactoren: (+ kg/schip/jaar, # kg/m²/jaar).

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.b.2

EMISSIONS DOOR ZESCHEPEN OP HET TRAJEKT SLOEHAVEN - TERNEUZEN
EN IN DE HAVENS VAN TERNEUZEN EN BRAAKMAN/SCHELDESTEIGER (1992)

Vaarweglengte : 30 km (2 maal 15km) (*2)
Vaartijd [V] : 90 min. (=1,71e-4 jaar) (*3)
Verblijf haven [H] : 12 uur (=1,36e-3 jaar) (*7)
Varende schepen [S] : 1.700(60-69) en 22.800(50-54) (*5)
Schepen in haven [L] : 76(60-69) en 5.020(50-54) (*5)
Nat oppervlak [A] : 500 m² (60-69) en 5.300 m² (50-54) (*6)

a Scheepstype 60-69 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	17,00	58,4	6,08	23,08
lood	+ schroefasvet	1,28	0,37	1,28	0,13	0,51
zink	+ zinkanode	8	2,33	8	0,83	3,16
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	1,6e-3	5,4e-3	5,6e-4	2,1e-3
butyltin	# scheepswand	0,0146	2,13	0,004	0,21	2,33
koper	# scheepswand	0,032	4,66	0,0073	0,38	5,04

b Scheepstype 50-54 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	228,0	58,4	401,6	629,6
lood	+ schroefasvet	1,28	5,00	1,28	8,80	13,80
zink	+ zinkanode	8	31,23	8	55,01	86,23
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	0,0211	5,4e-3	0,0371	0,058
butyltin	# scheepswand	0,0146	302,1	0,004	145,8	447,9
koper	# scheepswand	0,032	662,1	0,0073	266,1	928,2

- (*1 en 2) Directie Zeeland "Scheepvaart in Zeeland", kodetabel scheepstype.
(*3) Gebaseerd op vaarsnelheden van 20 km/uur (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk)).
(*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaarrapport".
Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m²/jaar, overig in kg/schip/jaar.
(*5) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland".
(*6) Geschat als 75% van het oppervlak, aangenomen dat het rechthoekige schepen betreft (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk) en Dhr. Bos (HOI, Vlissingen)).
Directie Zeeland: grootte scheepstypen; 60-69: 50*7,5*2,5 meter en 50-54: 200*25*5 meter.
(*7) Directie Zeeland (H. Prins) "Brief, d.d. 2 oktober 1995".
(*8) Aanname: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder zeeschepen wordt geschat op 25. De emissiefactor wordt dan 25/15*4,8= 8 kg/schip/jaar.
(+/#) Eenheden emissiefactoren: (+ kg/schip/jaar, # kg/m²/jaar).

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.b.3

EMISSIES DOOR ZESCHEPEN OP HET TRAJECT TERNEUZEN - ANTWERPEN
EN IN DE HAVENS VAN WALSOORDEN EN ANTWERPEN (1992)

Vaarweglengte : 88 km (2 maal 44km) (*2)
Vaartijd [V] : 264 min. (=5,02e-4 jaar) (*3)
Verblijf haven [H] : 12 uur (=1,36e-3 jaar) (*7)
Varende schepen [S] : 500 (60-69) en 16.500(50-54) (*5)
Schepen in haven [L] : 120(60-69) en 16.550(50-54) (*5)
Nat oppervlak [A] : 500 m² (60-69) en 5.300 m² (50-54) (*6)

a Scheepstype 60-69 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	14,67	58,4	9,60	24,27
lood	+ Schroefasvet	1,28	0,32	1,28	0,21	0,53
zink	+ zinkanode	8	2,01	8	1,32	3,32
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	1,4e-3	5,4e-3	8,9e-4	2,2e-3
butyltin	# scheepswand	0,0146	1,83	0,004	0,33	2,16
koper	# scheepswand	0,032	4,02	0,0073	0,60	4,62

b Scheepstype 50-54 (*1)

Stof (*4)	bron (*1)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	484,0	58,4	1324,0	1808,0
lood	+ Schroefasvet	1,28	10,61	1,28	29,02	39,63
zink	+ zinkanode	8	66,30	8	181,37	247,67
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	0,0448	5,4e-3	0,122	0,167
butyltin	# scheepswand	0,0146	641,30	0,004	480,63	1121,9
koper	# scheepswand	0,032	1405,6	0,0073	877,15	2282,8

- (*1 en 2) Directie Zeeland "Scheepvaart in Zeeland", kodetabel scheepstype.
(*3) Gebaseerd op een vaarsnelheid van 20 km/uur (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk)).
(*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaarrapport".
Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m²/jaar, overig in kg/schip/jaar.
(*5) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland".
(*6) Geschat als 75% van het oppervlak, aangenomen dat het rechthoekige schepen betreft (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk) en Dhr. Bos (HOI, Vlissingen)).
Directie Zeeland: grootte scheepstypen; 60-69: 50*7,5*2,5 meter en 50-54: 200*25*5 meter.
(*7) Directie Zeeland (H. Prins) "Brief, d.d. 2 oktober 1995".
(*8) Aanname: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder zeeschepen wordt geschat op 25. De emissiefactor wordt dan 25/15*4,8= 8 kg/schip/jaar.
(+/#) Eenheden emissiefactoren: (+ kg/schip/jaar, # kg/m²/jaar).

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.b.4a

EMISSIES DOOR VEERBOTEN OP HET TRAJECT VLISSINGEN - BRESKENS (1992)

Vaarweglengte : 7 km (*1)
Vaartijd [V] : 20 min. (=3,81e-5 jaar) (*2);
Schepen in haven [L] : 2
Verblijf in haven [H]: 2 - "totale vaartijd" (=1,21 jaar)(*3)
Afvaarten [S] : 20.766 (*5)
Nat oppervlak [A] : 2.000 m² (*6)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,7)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	46,13	58,4	70,65	116,80
lood	+ Schroefasvet	1,28	1,01	1,28	1,55	2,56
zink	+ zinkanode	8	6,32	8	9,68	16,00
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	0,0043	5,4e-3	0,0065	0,011
butyltin	# scheepswand	0,0146	23,07	0,004	9,68	32,75
koper	# scheepswand	0,032	50,57	0,0073	17,66	68,24

1.b.4b

EMISSIES DOOR VEERBOTEN OP HET TRAJECT KRUNINGEN - PERKFOELDER (1992)

Vaarweglengte : 5 km (*1)
Vaartijd [V] : 20 min. (=3,81e-5 jaar) (*2)
Schepen in haven [L] : 2 (*3)
Verblijf in haven [H]: 2 - "totale vaartijd" (= 1.21 jaar) (*3)
Afvaarten [S] : 20.766 (*5)
Nat oppervlak [A] : 2.000 m² (*6)

Stof (*4)	bron (*4)	varen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,7)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	stilliggen emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,8)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	46,15	58,4	70,65	116,8
lood	+ Schroefasvet	1,28	1,01	1,28	1,55	2,56
zink	+ zinkanode	8	6,32	8	9,68	16,00
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	0,0043	5,4e-3	0,0065	0,011
butyltin	# scheepswand	0,0146	23,07	0,004	9,68	32,75
koper	# scheepswand	0,032	50,57	0,0073	17,66	68,24

- (*1) Dienstregelingen PSD.
(*2) Dienstregelingen PSD: De PSD streeft ernaar om de reistijden te beperken tot 20 minuten per afvaart. De twee veerboten zijn samen 0,80 (van de 2) jaar in de vaart.
(*3) Dienstregelingen PSD: De PSD streeft ernaar om in 10 minuten te lossen en te laden. Als de boten uit de vaart zijn, liggen ze afgemeerd in de havens van Vlissingen en Kruiningen. De totale tijd dat de veerboten niet varen, de totale tijd (voor 2 schepen) minus de totale vaartijd (2 schepen).
(*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaatrapport". Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m²/jaar, overig in kg/schip/jaar.
(*5) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland".
(*6) Geschat als 75% van het oppervlak, aangenomen dat het rechthoekige schepen betreft (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk) en Dhr. Bos (HOI, Vlissingen)).
PSD Zeeland: Grootte veerboten; 120*15*4 meter.
(*7) Aannname: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder zeeschepen wordt geschat op 25. De emissiefactor wordt dan 25/15*4.8= 8 kg/schip/jaar.
(+/#) Eenheden emissiefactoren: (+ kg/schip/jaar, # kg/m²/jaar).

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.b.5a

EMISSIES DOOR BAGGERSCHEPEN WERKZAAM IN NEDERLANDSE HAVENS (*1) (1992)

Vaartijd [V] : 45 etmalen per jaar (=0,123 jaar) (*2)
Varende schepen [S] : 1 (*3)
Nat oppervlak [A] : 1.200 m² (*5)

Stof (*4)	bron (*4)	varen/ emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,6)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	7,18
lood	+ Schroefasvet	1,28	0,16
zink	+ zinkanode	8	0,98
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	6,6e-4
butyltin	# scheepswand	0,0146	2,15
koper	# scheepswand	0,032	4,72

1.b.5b

EMISSIES DOOR BAGGERSCHEPEN TUSSEN DE DREMPEL VAN BORSELE EN ANTWERPEN (1992)

Vaartijd [V] : 365 etmalen per jaar (=1 jaar) (*7)
Varende schepen [S] : 2
Nat oppervlak [A] : 1.200 m² (*5)

Stof (*4)	bron (*4)	varen/ emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,6)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)
minerale olie+	schroefasvet	58,4	116,8
lood	+ Schroefasvet	1,28	2,56
zink	+ zinkanode	8	16
cadmium	+ zinkanode	5,4e-3	0,011
butyltin	# scheepswand	0,0146	35,04
koper	# scheepswand	0,032	76,80

- (*1, 2) Directie Zeeland (Mond. med. Ir. F. de Bruijkere): Het betreft hier de Nederlandse havens van Vlissingen, Breskens, Het Sloegebied, Braakman/Scheldesteiger, Terneuzen, Hansweert, Kruiningen en Perkpolder.
- (*3) Het gaat om totaal 4 schepen die bij elkaar 45 dagen actief zijn. Ter vereenvoudiging is men er vanuit gegaan dat 1 schip 45 dagen actief is.
- (*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaartrapport". Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m²/jaar, overig in kg/schip/jaar.
- (*5) Geschat als 75% van het oppervlak, aangenomen dat het rechthoekige schepen betreft (Mond. med. Dhr. Burgel (DGSM, Rijswijk) en Dhr. Bos (HOI, Vlissingen)). Grootte baggerschepen: 80*15*2 meter.
- (*6) Aannname: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder zeeschepen wordt geschat op 25. De emissiefactor wordt dan 25/15*4.8= 8 kg/schip/jaar.
- (*7) Directie Zeeland (Mond. med. Ir. F. de Bruijkere): Twee Belgische baggerschepen houden continu (365 dagen per jaar) de vaarweg tussen de Drempeel van Borsele en Antwerpen op diepte. Er is aangenomen dat ze 24 uur per etmaal actief zijn.
- (+/#) Eenheden emissiefactoren: (+ kg/schip/jaar, # kg/m²/jaar).

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.b.6

TOTALE EMISSIE DOOR ZEESCHIPPEN (1992)

stof (*1)	bron (*1)	emissie [kg/jaar]								baggerschepen totaal		
		zeevaartschepen				veerboten						
		traject 1	traject 2	traject 3	traject 4	traject 5						
		60-69	50-54	60-69	50-54	60-69	50-54	Vlis-Bres	Krui-Perk	Ned.	Belg.	
minerale olie	schroefasvet	48,96	325,00	23,08	629,60	24,37	1808,0	116,80	116,80	7,18	116,80	3216,6
lood	schroefasvet	1,07	7,12	0,51	13,80	0,53	39,63	2,56	2,56	0,16	2,56	70,50
zink	zinkanode	6,70	44,52	3,16	86,25	3,33	247,67	16,00	16,00	0,98	16,00	440,6
cadmium	zinkanode	4,5e-3	0,03	2,1e-3	0,058	2,2e-3	0,17	0,011	0,011	6,6e-4	0,011	0,30
butyltin	scheepswand	2,87	255,34	2,33	447,90	2,16	1121,9	32,75	32,75	2,15	35,04	1935,2
koper	scheepswand	5,85	535,29	5,04	928,20	4,62	2282,8	68,24	68,24	4,72	76,80	3979,8

(*1) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaatrapport".
Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m²/jaar, overig in kg/schip/jaar.

trajecten 1: Mondingsgebied - Sloehaven
2: Sloehaven - Terneuzen
3: Terneuzen - Antwerpen
4: Vlissingen - Breskens
5: Kruiningen - Perkpolder

scheepstypen 60-69 Dienstverlenende schepen (sleepboten)
50-54 Goederenvervoer

baggerschepen Ned.: Baggerwerkzaamheden in Nederlandse havens
Bel.: Baggerwerkzaamheden vaarweg tussen Drempeel van Borssele en Antwerpen door Belgische maatschappijen

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.b.7

EMISSIONS DOOR RECREATIESCHEPEN (1992)

Vaartijd [V] : 9 uur per sluispassage (= 1,03e-3jr) (*1)
 Varende schepen [S] : 20.000 (*1)
 Ligplaatsen (*4) havens [L] : 1.000 (*2)
 Ligtijsd in havens [H] : 0,95 jaar (*1)
 Nat oppervlak (gem) [A] : 15 (*1)

Stof (*3)	bron (*3)	varen		stilliggen		totale	
		emissie- factor[E] (kg/eenh)	emissie E*V*S*(A) (kg/j)	emissie- factor[E] (kg/eenh)	emissie E*H*L*(A) (kg/j)	emissie (kg/j)	(*3)
koper	# scheepswanden	0,032	9,89	0,0073	104,0	113,9	
Borneff PAK	+ scheepswanden	0,00124	0,026	0,00124	1,18	1,21	
VRCM PAK	+ scheepswanden	0,00198	0,041	0,00198	1,88	1,92	
fluorantheen	+ scheepswanden	0,0007	0,014	0,0007	0,67	0,68	
benzo(a)pyreen	+ scheepswanden	0,0003	0,006	0,0003	0,29	0,30	
zink	+ zinkanode	0,64	13,18	0,64	608,0	621,2	
cadmium	+ zinkanode	4,4e-4	0,009	4,4e-4	0,42	0,43	

- (*1) Directie Zeeland (H. Frins): Brief d.d. 2 oktober 1995.
 (*2) Kerngroep Westerschelde "Beleidsplan Westerschelde (Beschrijving van de Westerschelde), mei 1989.
 (*3) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaatrapport".
 Emissiefactor koper in kg/m2/jaar, overig in kg/schip/jaar.
 Aanneame: Binnenvaartschepen hebben gem. zo'n 15 zinkanodes. De hoeveelheid onder recreatie
 schepen wordt geschat op 2. De emissiefactor wordt dan $2/15 \cdot 4,8 = 0,64$ kg/schip/jaar.
 (*4) Het betreft de jachthavens van Vlissingen, Hoedekenskerke, Walscoorden, Ellewoutsdijk,
 Breskens, Griette en Paal.

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.b.8a

EMISSIES DOOR BINNENVAARTSCHEPEN OP HET TRAJECT VLISSINGEN - TERNEUZEN EN IN DE HAVENS VAN VLISSINGEN, HET SLOEGEBIED, BRAAKMAN/SCHELDESTEIGER EN BRESKENS (1992)

Vaarweglengte : 42 km (2 maal 21 km) (*1)
Vaartijd [V] : 2,8 uur (3,2e-4 jaar) (*2)
Varende schepen [S] : 13.500 (*1)
Verblijf haven [H] : 5 uur (5,7e-4 jaar) (*3)
Schepen in haven [L] : 14.190 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,5)	varen emissie E*V*S (kg/j)	stilliggen emissie E*H*L (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie	schroefasvet	58,4	252,00	473,00	725,00
lood	schroefasvet	1,28	5,52	10,37	15,89
zink	zinkanode	4,8	20,71	38,88	59,59
cadmium	zinkanode	2,2e-3	0,009	0,018	0,027
Born.PAK's	scheepswand	2	8,63	16,20	24,83
FROM PAK's	scheepswand	3,2	13,81	25,92	39,73
fluorantheen	scheepswand	1,2	5,18	9,72	14,90
benzo(a)pyr.	scheepswand	0,47	2,03	3,81	5,83

1.b.8b

EMISSIES DOOR BINNENVAARTSCHEPEN OP HET TRAJECT TERNEUZEN - HANSWEERT (1992)

Vaarweglengte : 38 km (2 maal 19 km) (*1)
Vaartijd [V] : 2,53 uur (2,9e-4 jaar) (*2)
Varende schepen [S] : 27.500 (*1)
Verblijf haven [H] : 5 uur (5,7e-4 jaar) (*3)
Schepen in haven [L] : 0 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,5)	varen/totaal emissie E*V*S (kg/j)
minerale olie	schroefasvet	58,4	463,83
lood	schroefasvet	1,28	10,17
zink	zinkanode	4,8	38,12
cadmium	zinkanode	2,2e-3	1,7e-2
Born.PAK's	scheepswand	2	15,88
FROM PAK's	scheepswand	3,2	25,42
fluorantheen	scheepswand	1,2	9,53
benzo(a)pyr.	scheepswand	0,47	3,73

- (*1) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland (kerncijfers)".
(*2) Gebaseerd op vaarsnelheden van 15 km per uur (Mond.med. Dhr Burgel (DGSM, Rijswijk)).
(*3) Directie Zeeland (H. Prins) "Brief, d.d. 2 oktober 1995".
(*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaartrapport".
Emissiefactoren in kg/schip/jaar.
(*5) De emissiefactoren voor stilliggen en varen zijn gelijk verondersteld.

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.b.8c

EMISSIES DOOR BINNENVAARTSCHEPEN OP HET TRAJECT HANSWEERT -
ANTWERPEN EN IN DE HAVENS VAN ANTWERPEN EN WALSOORDEN (1992)

Vaarlengte : 70 km (2 maal 35 km) (*1)
Vaartijd [V] : 4,67 uur (5,3e-4 jaar) (*2)
Varende schepen [S] : 6.750 (*1)
Verblijf haven [H] : 5 uur (5,7e-4 jaar) (*3)
Schepen in haven [L] : 6.987 (*1)

Stof (*4)	bron (*4)	emissie- factor[E] (kg/eenh) (*4,5)	varen emissie E*V*S (kg/j)	stilliggen emissie E*H*L (kg/j)	totale emissie (kg/j)
minerale olie	schroefasvet	58,4	210,15	232,90	443,05
lood	schroefasvet	1,28	4,61	5,10	9,71
zink	zinkanode	4,8	17,27	19,14	36,42
cadmium	zinkanode	2,2e-3	8,0e-3	9,0e-3	1,7e-2
Born.PAK's	scheepswand	2	7,20	7,98	15,18
VRM PAK's	scheepswand	3,2	11,52	12,76	24,28
fluorantheen	scheepswand	1,2	4,32	4,79	9,10
benzo(a)pyr.	scheepswand	0,47	1,69	1,87	3,57

1.b.8d

TOTALE EMISSIE DOOR BINNENVAARTSCHEPEN
OP DE WESTERSCHELDE (1992)

Stof (*4)	bron (*4)	emissie binnenvaartschepen [kg/jaar]			
		traject:			totaal
		Vlissingen- Terneuzen	Terneuzen- Hansweert	Hansweert- Antwerpen	
minerale olie	schroefasvet	725,00	463,83	443,05	1631,88
lood	schroefasvet	15,89	10,17	9,71	35,77
zink	zinkanode	59,59	38,12	36,42	134,13
cadmium	zinkanode	2,7e-2	1,7e-2	1,7e-2	6,1e-2
Born.PAK's	scheepswand	24,83	15,68	15,17	55,68
VRM PAK's	scheepswand	39,73	25,42	24,28	89,43
fluorantheen	scheepswand	14,90	9,53	9,10	33,53
benzo(a)pyr.	scheepswand	5,83	3,73	3,57	13,13

- (*1) Directie Zeeland "Scheepvaart bij sluizen en bruggen in Zeeland (kerncijfers)".
(*2) Gebaseerd op vaarsnelheden van 15 km per uur (Mond.med. Dhr Burgel (DGSM, Rijswijk).
(*3) Directie Zeeland (H. Prins) "Brief, d.d. 2 oktober 1995".
(*4) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaartrapport".
Emissiefactoren in kg/schip/jaar.
(*5) De emissiefactoren voor stilliggen en varen zijn gelijk verondersteld.

SCHEEPVAART WESTERSCHELDE

1.b.9

TOTALE EMISSIE DOOR SCHEEPVAART (1992)

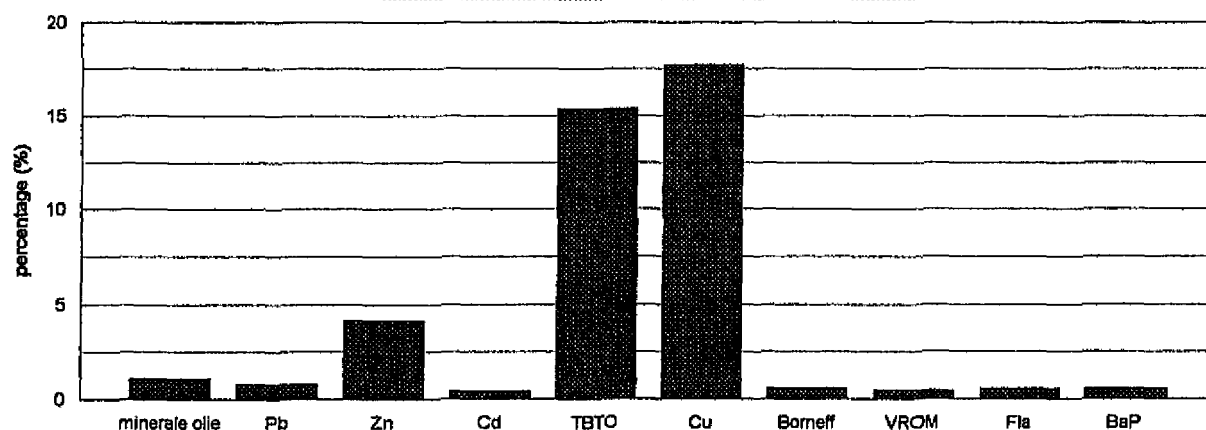
stof (*1)	bron (*1)	emissie [kg/jaar]			
		zeevaart- schepen	recreatie- schepen	binnenvaart- schepen	totaal scheepvrt
minerale olie	schroefasvet	3216,6	-	1631,9	4848,5
lood	schroefasvet	70,50	-	35,77	106,3
zink	zinkanode	440,60	621,2	134,13	1195,9
cadmium	zinkanode	0,30	0,43	0,061	0,79
butyltin	scheepswand	1935,0	-	-	1935,0
koper	scheepswand	3979,8	113,9	-	4093,7
Borneff PAK's	scheepswand	-	1,21	55,88	57,09
VRDM PAK's	scheepswand	-	1,92	89,43	91,35
fluorantheen	scheepswand	-	0,68	33,53	34,21
benzo(a)pyreen	scheepswand	-	0,30	13,13	13,43

(*1) RIZA (G. Verstappen) "Emissie jaarrapportage 1994" en RIKZ (J. Tijink) "Scheepvaarrapport".
Emissiefactoren butyltin en koper in kg/m2/jaar, overig in kg/schip/jaar.

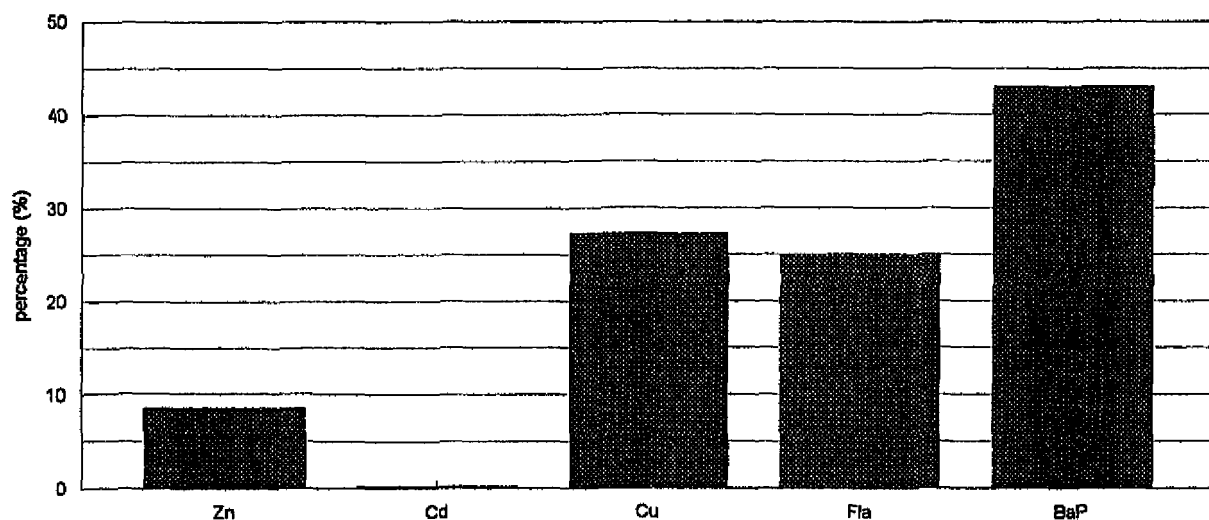
Bijlage 2

stof	bron	totale belasting op de Westerschelde in 1991(ton)	totale belasting op het Nederlands oppervlaktewater (1*)	zijdelingse belasting Westerschelde in ton (2*)	A/B*100	A/(A+C)*100
		A	B	C	D	E
1 minerale olie	schroefasvet	4.924	450		1.09	
2 Pb	schroefasvet	0.108	14		0.77	
3 Zn	zinkanode	2.408	58	26	4.15	8.5
4 Cd	zinkanode	8.0E-04	0.2	0.48	0.40	0.2
5 TBTO	scheepswanden	1.952	12.7		15.37	
6 Cu	scheepswanden	4.126	23.3	11	17.71	27.3
7 Borneff	scheepswanden	0.0585	11		0.53	
8 VROM	scheepswanden	0.0935	22		0.43	
9 Fla	scheepswanden	0.035	6.6	0.105	0.53	25.0
10 BaP	scheepswanden	0.0138	2.6	0.018	0.53	43.4

Figuur 5.1: Scheepvaartbelasting Westerschelde
Percentages t.o.v. totale Nederlandse oppervlaktewater



Figuur 5.2: Scheepvaartbelasting Westerschelde
Percentages t.o.v. overige (zijdelingse) belastingen



(1*) G. Verstappen (Emissie jaarrapportage, RIZA 1994) en J. Tjink (Scheepvaartrapport, RIKZ 1995). Cijfers voor de jaren 1990 en 1993.

(2*) Uit DGW 92 - 042

Bijlage 3a: Omschrijving opdeling aantallen schepen per vak

Zeevaarttraject 1 (mondingsgebied-Sloehaven) en de havens van Vlissingen, het Sloegebied en Breskens liggen volledig in vak 14. De totale emissie van dit traject komt dan ook volledig in dit vak terecht. De emissie van varende schepen op zeevaarttraject 2 (Sloehaven-Terneuzen) wordt voor 40% toegeschreven aan vak 14 en 60% aan vak 13. De emissie vanuit de havens van Terneuzen en Braakman/Scheldesteiger voor 100% aan vak 13.

De emissie op zeevaarttraject 3 (Terneuzen-Antwerpen) wordt voor varende schepen over de vakken 13(8%), 12(14%), 11(18%), 10(12%), 9(12%), 8(10%), 7(8%), 6(10%) en 5(8%) verdeeld.

Het aantal schepen dat afmeert in de haven van Walsoorden is verwaarloosbaar klein t.o.v. het aantal in Antwerpen (100%, vak 5).

Het traject van de veerdienst Vlissingen-Breskens ligt volledig in vak 14 en het traject Kruiningen-Perkpolder volledig in vak 10. Het baggerwerk in Nederlandse havens vindt voor 35% plaats in vak 14 (havens van Vlissingen, Breskens en het Sloegebied), voor 30% in vak 13 (havens van Braakman/Scheldesteiger) en voor 35% in vak 10 (haven van Hansweert, Kruiningen en Perkpolder). De emissie van Belgische baggerschepen wordt verdeeld over de vakken 5 t/m 13 net zoals dat voor zeevaarttraject 3 is gedaan.

Het grootste deel van het aantal recreatieligplaatsen bevindt zich in de monding van het estuarium. In vak 14 (havens van Vlissingen en Breskens) zijn 615 van de ruim 1000 ligplaatsen aanwezig (60%). De overige ligplaatsen zijn verdeeld over de vakken 13(15%), 12, 11 en 9(5%) en 8(10%).

Vanaf het kanaal door Walcheren komen de meeste recreatievaartuigen de Westerschelde op. Deze vaartuigen vertoeven veelal in de monding en de kustzone (vak 14,15 en 16: 20%). Vak 13 ontvangt de schepen vanuit het kanaal Gent-Terneuzen (24%) en vak 10 het kanaal door Zuid-Beveland (16%).

De emissie op binnenvaarttraject 1 (Vlissingen-Terneuzen) wordt gelijkmatig verdeeld over de vakken 14 (50%) en 13 (50%). Binnenvaarttraject 2 (Terneuzen-Hansweert) doorkruist de vakken 13 (20%), 12 (30%), 11 (40%) en vak 10 (10%) en binnenvaarttraject 3 (Hansweert-Antwerpen) de vakken 10 (17%), 9 (22%), 8 (17%), 7 (14%), 6 (17%) en 5 (13%).

De emissie door stil-liggende binnenvaartschepen van traject 1 komt voor 87% in vak 14 (havens van Breskens en het Sloegebied) en voor 13% vak 13 (Braakman/Scheldesteiger). Traject 2 (Terneuzen-Hansweert) bevat geen havens waar binnenvaartschepen afmeren. De havens van Antwerpen (vak 5: 97%) en Walsoorden (vak 9: 3%) ontvangen de emissie van binnenvaarttraject 3 (Hansweert-Antwerpen). Over de vakken (15 en 16) in de kustzone zijn weinig tot geen gegevens beschikbaar. Voor de aantallen in deze vakken zijn dezelfde hoeveelheden varende schepen gebruikt als in vak 14.

Bijlage 3b.1: Aantal "denkbeeldige schepen" per vak per jaar.

Tabel 6.1: Aantal varende "denkbeeldige" schepen per vak ('91).

vak	zeevaartschepen				recreatie	binnenvaart
	60-69	50-54	veren	bagger		
16	0,20	2,02	0,78		4,12	
15	0,20	2,02			4,12	
14	0,40	4,04			4,12	2,24
13	0,23	3,03		0,16	4,94	3,98
12	0,05	1,18		0,28		2,61
11	0,07	1,52	0,78	0,36		3,48
10	0,05	1,01		0,24	3,30	1,50
9	0,03	1,01		0,24		0,82
8	0,04	0,84		0,20		0,63
7	0,03	0,67		0,16		0,52
6	0,04	0,84		0,20		0,63
5	0,03	0,67		0,16		0,48
tot	1,37	18,85	1,56	2,0	20,6	16,89

Tabel 6.2: Aantal stil-liggende "denkbeeldige" schepen per vak ('91).

vak	zeevaartschepen			recreatie	binnenvaart
	60-69	50-54	veren		
16					
15					
14	0,62	3,08	1,22	570	7,22
13	0,11	7,32		142,5	1,08
12				47,5	
11				47,5	
10			1,22		
9				47,5	0,12
8				95	
7					
6					
5	0,16	22,85			4,0
tot	0,99	33,25	2,44	950	12,42

Bijlage 3b.2: Aantal "denkbeeldige schepen" per vak per jaar.

Tabel6.3: Aantal varende "denkbeeldige" schepen per vak ('92).

vak	zeevaartschepen				recreatie	binnenvaart
	60-69	50-54	veren	bagger		
16	0,18	2,00			4,12	
15	0,18	2,00			4,12	
14	0,35	4,01	0,79		4,12	2,16
13	0,19	3,00		0,16	4,94	3,76
12	0,04	1,16		0,28		2,39
11	0,05	1,49		0,36		3,19
10	0,03	0,99	0,79	0,24	3,30	1,41
9	0,03	0,99		0,24		0,79
8	0,03	0,83		0,20		0,61
7	0,02	0,66		0,16		0,50
6	0,03	0,83		0,20		0,61
5	0,02	0,66		0,16		0,47
tot	1,15	18,62	1,58	2,0	20,6	15,89

Tabel6.4: Aantal stil-liggende "denkbeeldige" schepen per vak ('92).

vak	zeevaartschepen			recreatie	binnenvaart
	60-69	50-54	veren		
16					
15					
14	0,61	3,10	1,21	570	7,04
13	0,10	6,83		142,5	1,05
12				47,5	
11				47,5	
10			1,21		
9				47,5	0,12
8				95	
7					
6					
5	0,16	22,51			3,86
tot	0,97	32,44	2,42	950	12,07