



To : Romuald Molder, Jan Aben, Dick Brus, Jan Hulskotte
From : Kees van der Tak
CC : Rinkje Molenaar
Date : 7 juni 2010
Project No : 23502
Subject : Verklaring verschil in emissies van 2007 en 2008 in Rotterdam

Inleiding

Voor PBL zijn de emissies van de zeescheepvaart bepaald in de havengebieden en de Noordzee op basis van de AIS data van 2008. Met de emissies op de Noordzee zijn vervolgens met SAMSON de emissie van zeeschepen bepaald voor het hele OSPAR gebied. De studie toonde dat in 2008 op zee met significant lagere snelheden werd gevaren dan in de jaren daarvoor. Het doel hiervan was om te besparen op brandstofkosten. Dit kon mede doordat het aanbod van transportvolume in 2008 veel minder was door de economische crisis. De druk om snel te varen was dus in 2008 veel minder groot dan daarvoor. Dit langzamer varen heeft tot een lagere emissie van de zeescheepvaart op zee geleid.

De emissies voor alleen het Rotterdamse havengebied op basis van AIS, waren, voorafgaand aan het bovengenoemde onderzoek in [1], in een pilot studie [2] bepaald voor het jaar 2007. Bij vergelijking van de emissies voor Rotterdam van 2008 met die van 2007 bleek dat de emissies in het Rotterdamse havengebied in 2008 met 20% waren toegenomen. Dat was tegen de verwachtingen in. Dit grote verschil vereiste een nader onderzoek. Aangezien de AIS data set 500GB groot is, is dat geen eenvoudige opgave. In de programmatuur werden geen fouten ontdekt. De emissiefactoren waren voor de nieuwe studie wel aangepast aan de nieuwste inzichten, maar deze verschillen konden toch niet het geconstateerde verschil veroorzaken. Een andere gegevensbron was nodig om de AIS data te toetsen. Om die reden is bij het Havenbedrijf Rotterdam de IVS data opgevraagd van 2007, 2008 en ook alvast van 2009. Het IVS is het Informatie Verwerkende Systeem van de Rotterdamse VTS (Vessel Traffic Service). Een VTS zorgt voor een veilige en vlotte afwikkeling van het scheepvaartverkeer. Naast de begeleiding van de schepen tijdens de vaart worden ook alle scheepsbewegingen opgeslagen, voorzien van tijden en aangeboden diensten, als loodsen en sleepboten. Het IVS bevat dus alle reizen van de zeescheepvaart door het havengebied van Rotterdam. Door deze reizen te vergelijken met de AIS waarnemingen van 2007 en 2008 moest het verschil in emissie, terecht of onterecht, kunnen worden verklaard.



Uitwerking

Uit de AIS data van 2007 en 2008 is voor ieder MMSI-nummer, dus uniek voor een schip, de tijdsperiode bepaald van ieder bezoek aan Rotterdam onderverdeeld naar varen en stilliggen aan de kade.

De vaartijd en kadetijd bepaald uit de IVS data:

Uit het IVS kan minder goed het tijdstip van het begin van de reis en het tijdstip van de eind van de reis bepaald worden. Het tijdstip van de start van een reis in het havengebied is nog redelijk te halen uit:

- "ivs_date_time-entered" (naam van veld in het IVS) of indien niet ingevuld "ivs_et" (expected time) voor een schip dat binnenkomt;
- "ivs_atd" (actual time of departure) bij een vertrekreis of een verplaatsing binnen het havengebied en indien niet ingevuld "ivs_et".

De eindtijd van de vaarbeweging is moeilijker te bepalen omdat deze niet wordt opgeslagen in het IVS. Er wordt wel een tijdstip voor "ivs_date_time_end_of_movement" opgenomen, maar dit is meer het tijdstip waarop de reis in het IVS wordt afgesloten. Dit tijdstip ligt veelal uren nadat het schip de reis door het gebied heeft voltooid en ook uren na het tijdstip waarop de loods van boord ("ivs_date_time_lvb") is gegaan. Om die reden is als eindtijd voor de reis het tijdstip genomen, waarop de loods van boord is gegaan. De loods gaat van boord wanneer het schip voor de kade ligt bij een binnenkomende reis en gaat van boord kort nadat de haven van Rotterdam is verlaten bij een uitgaande reis. Voor de reizen zonder loods, zoals bijvoorbeeld ferries, die veelal een uitzondering van loodsplicht hebben, is het niet goed mogelijk om het einde van de reis te bepalen. Als eindtijd hier is de vertrektijd overgenomen, zodat de deze reis geen vaartijd heeft. Het opnemen van een ander tijd uit het IVS gaf grotere afwijkingen. De vaartijd en kadetijd zijn dus veel minder goed uit IVS te bepalen dan uit de AIS data. Wel kan met de IVS data gebruikt worden om na te gaan of de reizen al dan niet in beide data bronnen gevonden worden.

Zoeken van de verschillen:

In een eerste slag werden per MMSI-IMO-nummer combinatie de jaartotalen vergeleken. Hierna is een selectie gemaakt van schepen waarbij de totale tijden niet goed overeenkwamen. Vervolgens is op reisniveau nagegaan wat de verschillen waren. Toen werd het verschil duidelijk. Bij sommige reizen was de dekking in AIS maar een paar %. Bij het naspelen van deze reizen in AIS bleek dat deze reizen slechts een klein stukje traject bevatten in de AIS data. Een mogelijkheid was dat de AIS transponder was uitgezet, maar toen bleek dat veel reizen dit verschijnsel vertoonden werd duidelijk dat het ontbreken van AIS data niet is gekomen door het uitzetten van de AIS transponder door het schip, maar doordat de AIS data niet in de AIS data set, die MARIN heeft ontvangen, voorkwam. In Figuur 1 is het beeld opgenomen van alle AIS data in de dataset op een willekeurig tijdstip in oktober in Rotterdam. De groene driehoekjes geven de posities van de schepen met AIS. Figuur 2 geeft ook een beeld van de schepen met AIS, maar dan voor een tijdstip in de periode van 1 juli tot 26 september. In de periode 1 juli tot 26 september 2007 zijn alleen AIS schepen in het meest westelijke deel van het havengebied zijn opgenomen in de dataset van MARIN. Alle schepen ten oosten van de rode streepjeslijn in Figuur 3 ontbreken en Figuur 1 laat zien dat er ten oosten van de streepjes lijn veel meer schepen zitten dan ten westen van de lijn.

De reden van het ontbreken van de AIS data in deze drie maanden is niet bekend, het kan zijn dat een base station een tijd niet goed heeft gewerkt, maar het lijkt er meer op dat de fout ligt bij de verwerking van de AIS data tot de set die MARIN maandelijks van de Kuszucht krijgt. Deze conclusie wordt getrokken uit het feit dat de scheidslijn vrij scherp is, terwijl bij een ontvangststation het bereik varieert met de atmosferische omstandigheden.



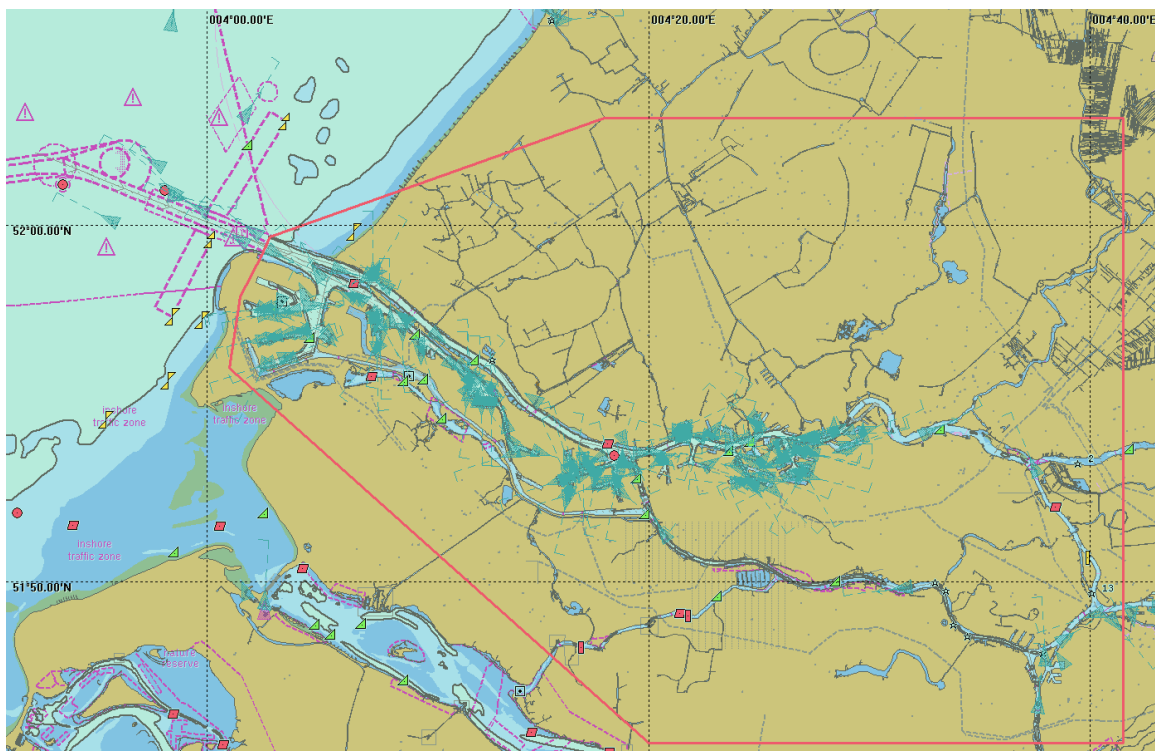
Op zich is de conclusie dat het niet ligt aan het aan of uitzetten van de AIS transponder of het soms niet ontvangen van AIS berichten van schepen een prettige, omdat die oorzaak moeilijker te verhelpen zou zijn geweest.

De gevonden oorzaak maakt een check op de volledigheid van de AIS data in de tijd en naar gebied noodzakelijk, zodat de nu geconstateerde verschillen naar boven komen. De check kan alleen maar op globaal niveau plaatsvinden omdat gegevens op detailniveau meestal niet getoetst kunnen worden.

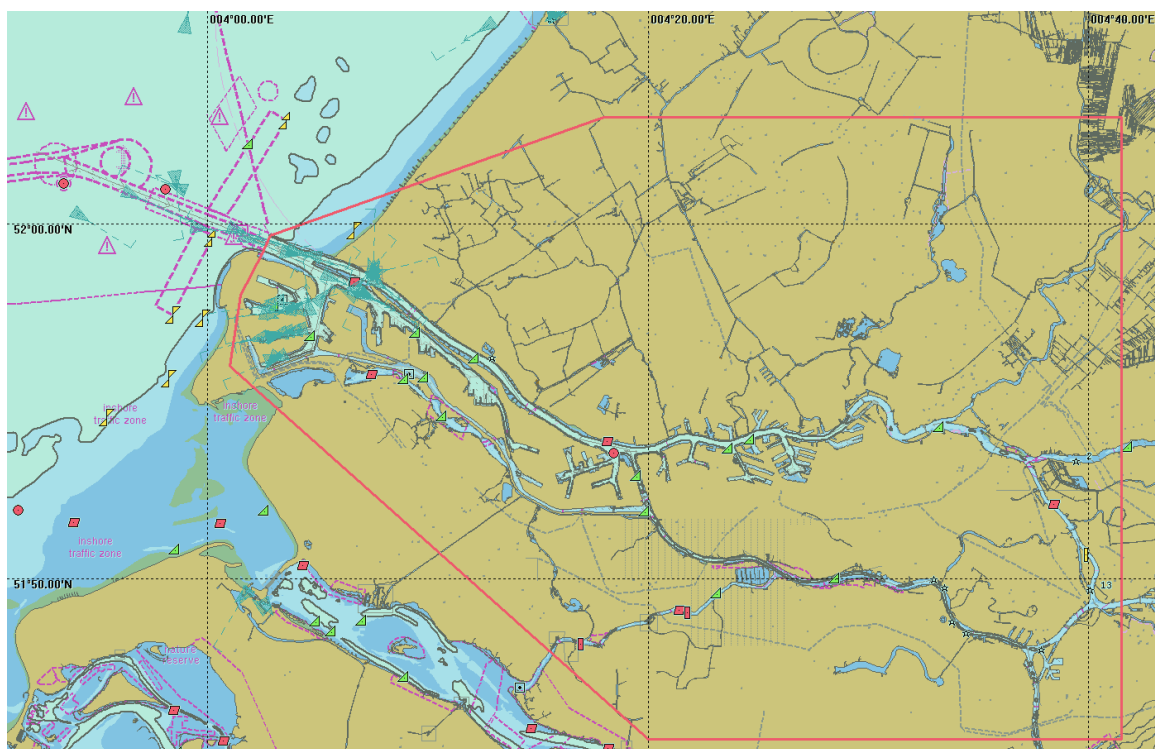
Een goede toets is om het aantal schepen te tellen op ieder uur in het jaar in een aantal grote gridcellen. Voor het havengebied van Rotterdam binnen het studiegebied van 2007 is dit gedaan in geografische gridcellen van 10' in oostelijke en 10' in noordelijke richting. Omdat Rotterdam een breed gebied is zijn de scheepsaantallen van de gridcellen die boven elkaar liggen gesommeerd. Tabel 1 geeft het totaal aantal schepen per strook op 26 september 2007, dus op de dag waarop de dataset weer compleet wordt. Vreemde sprongen in een dergelijke tabel geven dan aanleiding tot nader onderzoek. Een tabel zoals Tabel 1 helpt dus om tekortkomingen te signaleren. In de tabel zijn alleen de koopvaardij schepen en ferries opgenomen. De service schepen, zoals dredgers, suppliers, loodstenders, werkschepen, dienstvaartuigen van Rijkswaterstaat en het havenbedrijf zijn niet opgenomen. Deze zijn ook lang niet allemaal opgenomen in het IVS. Sommige hiervan, vooral dredgers vertonen heel wat bewegingen die niet in het IVS zitten maar wel in de AIS. Verder is de installatie van AIS op deze niet AIS plichtige schepen de afgelopen jaren flink toegenomen, zodat het vergelijken inclusief deze schepen een verkeerd beeld zou tonen. Deze schepen zijn overigens wel in de emissieberekeningen meegenomen.

Tabel 1 Aantal schepen in AIS data op ieder uur van het jaar

Tijdstip	Aantal schepen in stroken tussen de aangegeven grenzen in geografische lengte					Totaal
	4°00'-4°10'	4°10'-4°20'	4°20'-4°30'	4°30'-4°40'	4°40'-4°50'	
26/09/2007 01:00	16					16
26/09/2007 02:00	20					20
26/09/2007 03:00	18					18
26/09/2007 04:00	19					19
26/09/2007 05:00	23					23
26/09/2007 06:00	21					21
26/09/2007 07:00	22					22
26/09/2007 08:00	22					22
26/09/2007 10:00	17					17
26/09/2007 11:00	23					23
26/09/2007 12:00	24					24
26/09/2007 13:00	29	39	51	1	1	121
26/09/2007 14:00	40	40	60	2		142
26/09/2007 15:00	40	43	57	2		142
26/09/2007 16:00	39	41	59	3		142
26/09/2007 17:00	37	38	62	4		141
26/09/2007 18:00	39	38	58	4		139
26/09/2007 19:00	42	36	53	4		135
26/09/2007 20:00	38	36	54	1		129
26/09/2007 21:00	37	36	54	2	1	130
26/09/2007 22:00	38	35	52	1		126
26/09/2007 23:00	35	38	48	2		123
27/09/2007 00:00	39	36	47	2		124
27/09/2007 01:00	40	35	47	3		125
27/09/2007 02:00	36	39	44	3		122



Figuur 1 Schepen met AIS, voorgesteld door de groene driehoekjes, op een bepaald moment



Figuur 2 Schepen met AIS op een tijdstip in de maanden juli – eind september 2007



Figuur 3 De scheidlijn tussen wel en geen AIS in de periode juli tot september 2007

Correctiefactoren voor emissies in 2007

Voor 2007 is uit Tabel 1 een frequentietabel gemaakt voor het aantal waargenomen schepen op ieder uur in klassen van 20. Het resultaat is weergegeven in Tabel 2. De tabel geeft aan dat er 49 keer (uur momenten) het aantal schepen op dat moment tussen de 161 en 180 bedroeg. Dit is in $49/(365 \times 24) = 0.56\%$ van de gevallen opgetreden. De tabel toont dat er vrijwel op ieder uur tussen de 81 en 160 schepen waargenomen worden. De waarnemingen tussen 1 en 40 komen vallen allemaal in de aaneengesloten periode dat er geen AIS schepen werden waargenomen ten oosten van de streepjes lijn van Figuur 3. Er is ook nog een aantal uren dat er geen enkel schip is waargenomen. De momenten waarbij het tijdsverschil met de vorige waarneming groter is dan 1 uur zijn weergegeven in Tabel 3. De eerste regel geeft aan dat er op 25 januari om 00:00 een gat ligt van 25 uur met de vorige waarneming, terwijl dit normaliter 1 uur moet zijn. Er heeft dus 24 keer geen registratie plaatsgevonden omdat files van deze uren in de AIS dataset ontbreken. De tabel toont dat er wat kleine storingen zijn geweest van 29 april tot 1 mei. Verder zijn er wat grotere storingen. De grootste storing heeft zich voorgedaan voor 6 juli met een storingsduur van 132 uur, of wel gedurende 5.5 dag geen AIS data. Dit is de start van de periode dat er in het oostelijk deel van het havengebied geen waarnemingen zijn geweest. De kans is groot dat dit met elkaar te maken heeft. Vanaf 6 juli 12:00 is er weer data beschikbaar in het westelijk deel en vanaf 26 september 13:00 ook weer van het oostelijk deel.

Deze uitwerking heeft geleid tot het bepalen van twee correctiefactoren, namelijk een voor het westelijke deel van Rotterdam en een voor het oostelijke deel.

Correctiefactor voor het westelijke deel is bedoeld voor compensatie voor 407 ontbrekende uurregistraties en bedraagt $8760/(8760-407) = 1.049$

Correctiefactor gecombineerd voor de ontbrekende uurregistraties en de gehele periode zonder registratie bedraagt $8760/(8760-407-82*24+3) = 1.371$

In een query op de database file betekent dit dat de emissie vermenigvuldigd moet worden met:

$\text{if}(1.15*[x\text{-rdm}]-[y\text{-rdm}]<-3644,1.049,1.371)$

of wel

factor 1.049 voor $1.15 [x\text{-rdm}] - [y\text{-rdm}] < -3644$

factor 1.371 voor $1.15 [x\text{-rdm}] - [y\text{-rdm}] \geq -3644$

$([x\text{-rdm}], [y\text{-rdm}])$ is de positie van de zuidwest onderkant van de gridcel in eenheden van 100 meter in de rijkdriehoeksmeting. Dit zijn de velden x en y genoemd in de databases.

Na toepassen van deze correctiefactoren op de in gebruik zijnde databases van 2007 bij DCMR levert dit de beste schatting op voor de emissies in 2007. Alleen afwijkingen door seizoensinvloeden, dus eventueel ander gedrag in de maanden juli t/m september ten opzichte van de andere maanden, ontbreken in deze aanpak.

De grensovergang tussen het toepassen van de ene of de andere factor is niet erg kritisch omdat in omgeving van de grensovergang weinig schepen zijn en dus de emissie gering is.

Nog steeds blijft de conclusie van rapport [2] overeind dat verwacht wordt dat de emissie steeds meer wordt onderschat naar het oosten toe doordat de ontvangst daar slechter wordt.

Tabel 2 Frequentietabel met aantal waarneming op ieder uur in 2007

Waargenomen AIS schepen tussen	Aantal keren	Total aantal schepen	Total aantal schepen
161-180	49	0.56%	8033
141-160	992	11.32%	146334
121-140	1895	21.63%	247207
101-120	2339	26.70%	259426
81-100	835	9.53%	78222
61-80	85	0.97%	6350
41-60	32	0.37%	1615
21-40	1525	17.41%	37439
1-20	601	6.86%	8630
0	407	4.65%	0
Totaal	8760	100.00%	

Tabel 3 Stappen groter dan 1 uur bij AIS waarnemingen in 2007

Datum tijd na sprong	Vershil in uren met vorige waarneming
15/01/2007 00:00	25
25/02/2007 05:00	43
11/03/2007 13:00	5
11/03/2007 19:00	5
12/03/2007 01:00	5
31/03/2007 18:00	72
08/04/2007 18:00	18
14/04/2007 23:00	13
19/04/2007 03:00	67
29/04/2007 07:00	8
30/04/2007 00:00	2
30/04/2007 13:00	2
30/04/2007 17:00	2
01/05/2007 01:00	2
01/05/2007 17:00	10
16/05/2007 13:00	2
20/05/2007 23:00	2
06/07/2007 12:00	133
21/09/2007 13:00	2
21/09/2007 19:00	2
26/09/2007 10:00	2
09/10/2007 16:00	4
08/11/2007 17:00	2
12/11/2007 16:00	2

Kwaliteit van AIS data van 2008

Om de compleetheit van 2008 na te gaan is ook een tabel opgesteld als Tabel 1. De tabel wordt hier verder niet gegeven omdat deze bij een 100% complete set 366 dagen x 24 uur = 8784 rijen zou bevatten. Dit is een tabel die uit de database voor Excel is aangemaakt waarbij ook een uitsplitsing naar gridcellen van 10' bij 10' is aangehouden. Vervolgens zijn meerdere checks uitgevoerd om onvolkomenheden op te sporen. Er is geen onvolkomenheid gesignaleerd zoals in 2007 waarbij gedurende een langere periode schepen in een bepaald gebied ontbreken. Wel ontbreken een aantal uren, zie Tabel 4 en is in Tabel 5 aangegeven wanneer deze uren ontbreken. Ook hier zijn een paar langere periodes aanwezig. Tegelijkertijd is gecorrigeerd voor het schrikkeljaar. De toe te passen correctiefactor om de emissie voor 365 dagen in 2008 te bepalen is dan 1.036. In [1] is al een correctiefactor van 1.025 toegepast, dus zou nog een extra factor van 1.036/1.025 kunnen worden toegepast op de databases van Rotterdam. Dit is een extra factor die nu alleen voor Rotterdam bepaald is. Voor de ander gebieden blijft de reeds geïmplementeerde factor van 1.025 van kracht.

Tabel 4 Frequentietabel met aantal waarneming op ieder uur in 2008

Waargenomen AIS schepen tussen	Aantal keren	Total aantal schepen	Total aantal schepen
161-180	4	0.05%	646
141-160	689	7.84%	100740
121-140	4146	47.20%	535159
101-120	3331	37.92%	375933
81-100	283	3.22%	27357
61-80	5	0.06%	348
41-60	2	0.02%	107
21-40	1	0.01%	39
1-20	17	0.19%	53
0	306	3.48%	0
Totaal	8784	100.00%	

Tabel 5 Stappen groter dan 1 uur bij AIS waarnemingen in 2008

Tijdstip	Sprong in uren sinds vorige verwerking
21/01/2008 17:00	2
22/01/2008 00:00	7
29/01/2008 00:00	25
29/01/2008 10:00	2
30/01/2008 11:00	2
02/02/2008 00:00	37
05/02/2008 14:00	2
03/04/2008 16:00	2
21/04/2008 14:00	2
22/04/2008 11:00	4
02/07/2008 16:00	2
01/08/2008 00:00	133
05/08/2008 13:00	2
01/09/2008 00:00	97

Vergelijking emissie 2007 met 2008 in het havengebied Rotterdam

In [1] zijn de emissies voor 2007 en 2008 voor Rotterdam met elkaar vergeleken. Deze vergelijking die behoorlijke verschillen opleverde is de aanleiding geweest tot dit nader onderzoek. Dit heeft geleid tot correctiefactoren voor zowel 2007 als 2008. Met toepassing van de nu bepaalde correctiefactoren zijn de emissies voor 2007 en 2008 opnieuw bepaald. De resultaten van deze berekeningen zijn in Tabel 6 gezet voor de varende schepen en in Tabel 7 gezet voor de stilliggende schepen.

Tabel 6 Emissies in ton voor varende en manoeuvrerende schepen in het Rijnmond gebied

Sub-stance nr	Substance	2007			2008			2008/2007
		Main Engine	Auxiliary Engine	Total	Main Engine	Auxiliary Engine	Total	
1237	NMVOG	140	31	172	132	26	159	92.5%
4001	SO ₂	1,076	252	1,329	1,135	351	1,486	111.8%
4013	NO _x	3,085	886	3,971	3,224	783	4,008	100.9%
4031	CO	965	178	1,143	913	149	1,061	92.8%
4032	CO ₂	121,053	49,682	170,734	128,110	42,016	170,126	99.6%
6598	PM10/PM2.5	180	28	208	185	44	229	110.5%

Tabel 7 Emissies in ton voor bewegende schepen in het Rijnmond gebied

Sub-stance nr	2007			2008			2008 / 2007		
	Moving	Berth	Total	Moving	Berth	Total	Moving	Berth	Total
1237	172	266	437	159	250	408	92.5%	93.9%	93.3%
4001	1,329	2,905	4,234	1,486	2,793	4,278	111.8%	96.1%	101.1%
4013	3,971	5,777	9,749	4,008	5,447	9,454	100.9%	94.3%	97.0%
4031	1,143	1,173	2,316	1,062	1,117	2,179	92.9%	95.2%	94.1%
4032	170,734	624,297	795,031	170,126	592,889	763,016	99.6%	95.0%	96.0%
6598	208	336	544	229	319	549	110.5%	95.0%	100.9%

Deze tabellen geven nu een betere overeenkomst tussen 2007 en 2008. Niet alle verschillen tussen 2007 en 2008 worden veroorzaakt door het aantal scheepsbewegingen. Kleine verschuivingen worden ook veroorzaakt door het implementeren van de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van de emissiefactoren.

Conclusie

Bij nieuwe studies is een check op de volledigheid van de data nodig. Storingen of falen van een AIS base stations of een incompleetheid van de data is lastig te signaleren. Het verzamelen van AIS data sinds 2005 is wel steeds betrouwbaarder geworden. In de eerste jaren zijn er steeds releases geweest, waarbij de verwerkingssoftware bij het Kustwachtcentrum werd aangepast. De laatste jaren gebeurt dat niet meer en lijken alle kinderziektes verdwenen. Het jaar 2008 is al veel beter dan 2007. De AIS data wordt iedere minuut in een file opgeslagen. Het jaar 2009 lijkt voor het eerst geheel compleet, dat wil zeggen dat voor alle 365 dagen, 1440 (=24*60) files zijn opgeleverd. Dit wil niet zeggen dat soms een stuk kan ontbreken, maar het is onwaarschijnlijker geworden.

De emissies in de havengebieden Westerschelde, Amsterdam en Eems zijn met de in het rapport genoemde algemene factor van 1.025 vermenigvuldigd. Er wordt dus vanuit gegaan dat in deze gebieden in 2008 niet hetzelfde is opgetreden als in 2007 in het Rotterdamse havengebied.

AIS data 2009

De AIS data set van 2009 is nog niet verwerkt maar lijkt weer beter omdat er veel minder dat files ontbreken. De totale dataset bevat 525,578 files met een minuut aan AIS berichten. Aangezien 2009, $60 \times 24 \times 365 = 525,600$ minuten bevat ontbreken er slechts 22 files, verdeel over een aantal dagen. Het is dus niet meer voorgekomen dat er van een aantal periodes van enkele dagen geen AIS data beschikbaar is. Eigenlijk is 2009 het eerste jaar sinds de invoering in 2005 met een volledige dekking. Echter, het kan wel voorkomen dat een langere periode AIS data ontbreekt in een bepaald gebied, zoals in 2007 in Rotterdam. Dit betekent dat men alert hierop moet blijven en dat een globale check op de compleetheid van de data bij toekomstig onderzoek noodzakelijk blijft.

Referenties:

- [[1] C. van der Tak
Emissions 2008, based on AIS-data: Netherlands Continental Shelf and port areas
MARIN, nr 23502.620/1, November 2009
- [2] C. van der Tak , J. Hulskotte
Zeescheepvaartbewegingen en emissies in het Rijnmondgebied met AIS-data
MARIN, nr 22634.620/4, oktober 2008