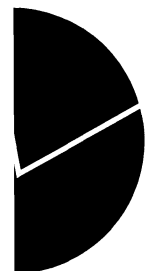


Ketil Flugsrud og Gisle Haakonsen

**Utslipp til luft fra utenlandske
skip i norske farvann 1996 og 1997**

Rapport



Ketil Flugsrud og Gisle Haakonsen

**Utslipp til luft fra utenlandske
skip i norske farvann
1996 og 1997**

Rapporter

I denne serien publiseres statistiske analyser, metode- og modellbeskrivelser fra de enkelte forsknings- og statistikkområder. Også resultater av ulike enkeltundersøkelser publiseres her, oftest med utfyllende kommentarer og analyser.

Reports

This series contains statistical analyses and method and model descriptions from the different research and statistics areas. Results of various single surveys are also published here, usually with supplementary comments and analyses.

© Statistisk sentralbyrå, november 1998
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen,
vennligst oppgi Statistisk sentralbyrå som kilde.

ISBN 82-537-4599-0
ISSN 0806-2056

Emnegruppe

01.04 Forurensninger

Emneord

Havner
Luftforurensning
Skip
Skipsfart

Design: Enzo Finger Design
Trykk: Statistisk sentralbyrå

Standardtegn i tabeller	Symbols in tables	Symbol
Tall kan ikke forekomme	Category not applicable	.
Oppgave mangler	Data not available	..
Oppgave mangler foreløpig	Data not yet available	...
Tall kan ikke offentliggjøres	Not for publication	:
Null	Nil	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	Less than 0.5 of unit employed	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	Less than 0.05 of unit employed	0,0
Foreløpige tall	Provisional or preliminary figure	*
Brudd i den loddrette serien	Break in the homogeneity of a vertical series	—
Brudd i den vannrette serien	Break in the homogeneity of a horizontal series	
Rettet siden forrige utgave	Revised since the previous issue	r

Sammendrag

Ketil Flugsrud og Gisle Haakonsen

Utslipp til luft fra utenlandske skip i norske farvann 1996 og 1997

Rapporter 98/22 • Statistisk sentralbyrå 1998

Statistisk sentralbyrå (her også kalt SSB) har tidligere kartlagt drivstofforbruk og utslipp til luft fra norsk innenriks sjøfart (Flugsrud og Rypdal, 1996). I dette prosjektet gjorde man ikke noe forsøk på å beregne utslippene fra utenlandske skip. Dette er nå beregnet. Utslipp av SO₂ fra utenlandske skip i fart mellom norske havner var i 1996 på 5 840 tonn. Til sammenligning fant Flugsrud og Rypdal at SO₂-utslippene fra norsk innenriks sjøfart i territorialfarvannet innenfor 4-milsgrensa var på 2 623 tonn i 1993. Dette vil si at utenlandske skip slipper ut mer enn dobbelt så mye SO₂ som de norske skipene.

De utenlandske skipene brukte 263 ktonn drivstoff i 1996, av dette var minst 112 ktonn knyttet til norsk innenriks sjøfart (turer mellom to norske havner). Drivstofforbruket til norske skip i innenriksfart er til sammenligning beregnet til om lag 1 000 ktonn.

I arbeidet som nå publiseres har vi gjort beregninger for utenlandskregistrerte skip i innen- og utenriks sjøfart. Beregningene er gjort ut fra Forsvarets COSS-register (Coastal Operations and Surveillance System) som inneholder registreringer av skipsbevegelser til utenlandske ikke-militære skip i norske farvann. Forsvarets tele- og datatjeneste v/Per Ivar Bergo har gitt SSB tilgang til COSS-registeret.

Emneord: Havner, luftforurensning, skip og skipsfart

Prosjektstøtte: Arbeidet er finansiert av Miljøverndepartementet.

Innhold

1. Oppsummering	6
1.1. Metode.....	6
1.1.1. Beregningsmetode.....	6
1.1.2. Avgrensning av innenriks og utenriks sjøfart	6
1.1.3. Geografisk fordeling	7
1.1.4. Usikkerheter	7
1.2. Resultater og utslippsfaktorer.....	7
2. Summary in English.....	10
2.1. Background	10
2.2. Methodology	10
2.2.1. Two methods of calculations.....	10
2.2.2. National / International sea traffic	10
2.2.3. Geographical distribution.....	11
2.3. Results and emission factors.....	11
3. Bakgrunn og innledning	14
4. Definisjoner.....	15
5. Metode og datagrunnlag.....	17
5.1. Skipskategorier og størrelsesklasser.....	17
5.2. COSS - Forsvarets overvåking av utenlandske skip langs kysten	17
5.3. Beregning av aktivitet	17
5.3.1 Skip i fart.....	17
5.3.2. Opphold i havn	20
5.3.3. Utenlandske skip i norsk innenriksfart	21
6. Resultater	22
6.1. Forbruk av drivstoff.....	22
6.2. Utslipp	25
6.3. Drivstofforbruk og utslipp i havner	28
6.4. Svakheter og usikkerheter i beregningene.....	30
6.5. Videre arbeid	30
7. Utslippsfaktorer og tekniske parametre.....	31
7.1. SO ₂	33
7.2. CO ₂	34
7.3. Partikler	34
7.4. NO _x , CO og NMVOC	34
7.5. N ₂ O og CH ₄	34
7.6. Utslipp under fart i havneområdet.....	34
Referanser og litteratur	35
Tidligere utgitt på emneområdet	36
De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter	37

1. Oppsummering

Denne utslippsoversikten dekker i prinsippet de samme utslippskomponentene som Statistisk sentralbyrå (SSB) og Statens forurensningstilsyns (SFTs) felles nasjonale utslippsoversikter, som inkluderer SO₂, NO_x, NMVOC (flyktige organiske forbindelser unntatt metan), NH₃, CH₄, N₂O, partikler, CO, bly og kadmium. For utslipp av ammoniakk har vi imidlertid ikke funnet utslippsfaktorer (utslippene er trolig ubetydelige). Utslipp av bly og kadmium er heller ikke tatt med i rapporten. Dette skyldes at utslippene av disse tungmetallene er drivstoffavhengige, og det har ikke vært mulig å finne ut hvor utenlandskregistrerte skip bunkrer. I tillegg antas utslippene å være små.

1.1. Metode

1.1.1. Beregningsmetode

Det finnes to ulike måter for å beregne utslipp fra skipsfart:

- drivstoffbasert modell basert på direkte undersøkelser av drivstofforbruk.
- aktivitetsbasert modell basert på utseilt antall kilometer eller antall fartøy av forskjellig type og driftstid.

Flugsrud og Rypdal (1996) brukte hovedsakelig den drivstoffbaserte modellen da de beregnet utslipp fra nasjonal sjøfart. Denne type modell egner seg ikke for utenlandske skip. Skipene seiler til mange ulike land og kjøper drivstoffet der det er billigst eller av andre grunner er hensiktsmessig å kjøpe det. I arbeidet med utenlandske skip har man derfor benyttet en aktivitetsbasert modell hvor antall fartøy og driftstid er utgangspunktet.

Driftstid er beregnet ut fra rapporteringer til Forsvarets COSS-register (Coastal Operations and Surveillance System). Her finnes opplysninger om bevegelse til ikke-militære utenland-

ske skip på mer enn 50 bruttotonn i form av rapporter om anløp/avgang samt passering av grunnlinjen og kontrollpunkter langs kysten. Ut fra disse opplysningene har vi beregnet utseilt distanse og liggetid i havn. Driftstid i fart er beregnet ved å koble utseilt distanse til standardverdier for hastighet fra EMEP/Corinair (1997). COSS-registeret ble etablert i 1995, men det første komplette registreringsåret var 1996, og det er dette året vi har brukt i de detaljerte beregningene. Det er også gjort hovedberegninger for 1997. NIS-skip (se kapittel 4) med norsk kaptein skulle egentlig vært med i denne studien, men de er ikke registrert i COSS.

Utslipp er beregnet ved å koble data for driftstid med beregnede utslippsfaktorer. Statistisk sentralbyrå har beregnet utslippsfaktorene, ut fra anbefalte retningslinjer fra Lloyd's Register (1995) og EMEP/Corinair (1997). Faktorene er differensiert etter skipstype og størrelse. ARC/Info ble brukt til stedfesting og geografisk analyse av utslippsdata. Strekninger og fartsområder er digitalisert og koblet til aktivitetsdata for beregning av utslippsandeler.

1.1.2. Avgrensning av innenriks og utenriks sjøfart

EMEP/Corinair (1995 og 1997) definerer innenriks sjøfart som alle turer mellom to nasjonale havner. Installasjoner på sokkelen er definert som havner i denne sammenhengen. Det er denne definisjonen som er brukt i miljøavtalesammenheng (SO₂-, NO_x- og NMVOC-protokollene). Flugsrud og Rypdal (1996) fulgte denne definisjonen. Utenriks sjøfart i Norge kan analogt defineres som alle turer mellom en nasjonal og en utenlandsk havn.

Ifølge definisjonene ovenfor vil et passasjerskip som seiler fra New York til Bergen regnes som

utenriks sjøfart, mens det samme skipet regnes som innenriks sjøfart når det fortsetter på strekningen fra Bergen til Oslo. Et av målene med dette arbeidet har vært å tallfeste andelen utenlandske skip som går i norsk innenriksfart. Dette har vært mulig ved hjelp av COSS-registeret.

1.1.3. Geografisk fordeling

Utslippene er fordelt på EMEP 50 km × 50 km rutenett¹ og på en inndeling i kommuner (for utslipp i havneområdet). Havneandelen inkluderer utslipp ved kai og en strekning på 0,5 nautisk mil² fra kaia.

1.1.4. Usikkerheter

Utslippstallene som presenteres i denne rapporten er usikre. Registeret som utslippene er beregnet ut fra inneholder en del større og mindre feil og mangler i forhold til vårt formål. Disse har blitt forsøkt rettet opp ved at vi har innført et sett regler som skal håndtere dem. COSS-registeret inneholder videre ikke bare utenlandske skip, men også norske skip med utenlandsk kaptein³. En annen usikkerhetsfaktor er SSBs valg av havner som skal inkluderes i beregningene. Det ble satt som hovedregel at man kun skulle bruke én havn i hver kommune. Siden dette ville kunne innføre usikkerhet i beregningene i kommuner med flere viktige havner i en viss avstand fra hverandre, er det gjort noen unntak fra denne regelen.

Det er i beregningene antatt at alle skip har hjelpemotorene i gang ved kai (inntil 96 timer). Ekstra usikkerhet vil da innføres i beregningene siden enkelte skip bruker landstrøm ved kailigge.

Utslippsfaktorene og energibruksfaktorene som brukes i rapporten, vil også bidra til usikkerheten.

1.2. Resultater og utslippsfaktorer

Utslipp av SO₂ fra utenlandske skip i fart mellom norske havner var i 1996 på 5 840 tonn. Til sammenligning fant Flugsrud og Rypdal (1996) at SO₂-utslippene fra norsk innenriks sjøfart i et

tilsvarende område (territorialfarvannet innenfor 4-milsgrensa) var på 2 623 tonn i 1993. Dette vil si at utenlandske skip slipper ut mer enn dobbelt så mye SO₂ som de norske skipene. Beregningene bygger på en antakelse om at motorer med motorkraft mindre enn 2 000 kW forbrenner gassolje med 0,5 prosent svovel, mens motorer større enn 2 000 kW forbrenner tungolje med 2,7 prosent svovel (Lloyd's Register, 1995).

Flugsrud og Rypdal (1996) beregnet at norske skip i innenriksfart brukte om lag 1 000 ktonn drivstoff i 1993. Det er grunn til å tro at dette har økt noe siden. Tabell 1.1 viser forbruk av drivstoff og utslipp fordelt på de ulike skipsklassene. Utenlandske skip brukte i 1997 mer enn 278 ktonn drivstoff i norske farvann, mens forbruket i 1996 var på ca. 263 ktonn. I 1996 ble 84 prosent av drivstoffet forbrukt under fart, 1 prosent nær havn (innen ½ nautisk mil fra kai), mens 15 prosent ble forbrukt ved kai⁴. Forbruket under fart er noe større i innenriks enn i utenriks sjøfart, hhv. ca. 112 og 105 ktonn. Utenlandske skip bidrar dermed med et betydelig forbruk i norsk innenriksfart, også sett i forhold til de norske skipene (utenlandske skip i norsk innenriksfart bidrar med noe over en tidel av forbruket fra norske skip i innenriksfart).

Hvis man ser innen- og utenriks sjøfart under ett, står bulk tørrlasteskip for det overlegent største drivstofforbruket. Denne skipsklassen forbruker mer enn dobbelt så mye drivstoff som nummer to på lista, nemlig passasjerskip. Det er også bulk tørrlasteskip som har størst utslipp av samtlige utslippskomponenter (SO₂, CO₂, NO_x, partikler, CO, NMVOC, CH₄ og N₂O), fulgt av passasjerskip. Tallene over inkluderer NOR-skip (Norsk ordinært skipsregister) med utenlandsk kaptein. Disse skulle egentlig ikke vært med i beregningene, men det var ikke mulig å skille dem ut fra NIS-skip (Norsk internasjonalt skipsregister) med utenlandsk kaptein i COSS-registeret. Slike NIS- og NOR-skip står imidlertid for mindre enn 2 prosent av det totale drivstofforbruket. NIS-skip med norsk kaptein er ikke med i beregningene siden disse ikke rapporterer til COSS.

Figur 1.1 viser forbruk av drivstoff i utenlandske skip i norske farvann i 1996 fordelt på 50 km × 50 km rutenett. Det største forbruket

⁴ Forbruket ved kai og innen ½ nautisk mil fra havn er ikke fordelt på innen- og utenriks sjøfart.

¹ EMEP: Cooperative Programme for the Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe.

² En nautisk mil = 1852 meter.

³ Kapteinens nasjonalitet har selvsagt ingen betydning for nasjonaliteten på skipet. COSS-registeret inneholder imidlertid disse skipene, selv om NOR-skip (se kapittel 4) med utenlandsk kaptein ikke skulle være med i våre beregninger.

finner man i ruta som dekker Oslofjorden fra Tjøme til Hurum. Det er også høyt forbruk i resten av Oslofjorden, samt ved Tromsø og Boknafjorden.

Utslippene ble beregnet ved å multiplisere driftstider for skipene med utslippsfaktorer (i kg/time) spesifikke for de ulike skips- og størrelsesklassene. Størrelsen på drivstofforbruk og utslipp av NO_x, CO, NMVOC og CH₄ er avhengig av motorens egenskaper. For disse komponentene ble de skips- og størrelses-spesifikke

utslippsfaktorene beregnet ut fra ligninger gitt av Lloyd's Register (1995).

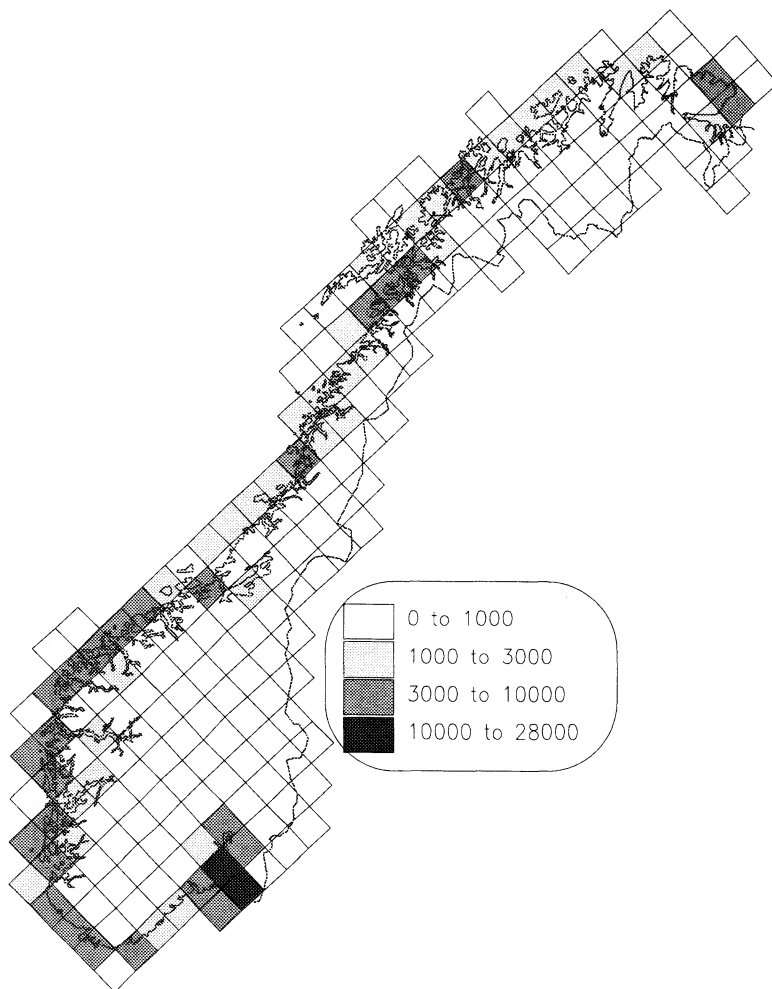
Resultatene fra dette arbeidet kan oppsummeres med at utenlandskregistrerte skip gir et viktig bidrag til utslipp fra skipsfart i i norske farvann. Utslippene er av en slik størrelse at de kan bidra i vesentlig grad både til forverring av lokal luftkvalitet, forsuring og klimaendringer. Forbruket av drivstoff til utenlandske skip ligger på mer enn en tidel av forbruket til nasjonale skip, så dette er også et betydelig bidrag til drivstofforbruk knyttet til ordinær innenriksfart.

Tabell 1.1. Forbruk av drivstoff og utslipp til luft fra utenlandske skip¹ i norske farvann. 1996. Drivstoff og CO₂ i 1000 tonn. Ellers i tonn

	Drivstoff	SO ₂	NO _x	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	Partikler	NMVOC
I alt	263	11901	17527	833297	60	21	1616	1998	424
Gasstanker	2	78	136	7349	1	0	19	18	5
Kjemikalietanker	3	114	164	9115	1	0	20	22	6
Annen tanker	22	980	1454	69593	5	2	150	167	37
Bulk tørr-last	99	4705	6163	312267	24	8	630	749	172
Generell frakt	10	219	572	31272	3	1	73	75	20
Containerskip	12	578	794	36554	2	1	72	88	17
Kjøle-lasteskip	4	141	220	11909	1	0	27	29	8
Ro-Ro frakt	9	394	647	28838	2	1	50	69	12
Passasjer/Ro-Ro	19	975	1533	61381	3	2	96	147	21
Passasjer	48	2407	3834	153665	8	4	232	368	53
Fiskefartøy	23	814	1291	74450	7	2	174	178	51
Offshore	3	132	179	9330	1	0	19	22	5
Forskning	2	56	85	4886	0	0	12	12	3
Slepebåt	2	115	150	7500	1	0	13	18	4
Oppmudringsfartøy	0	4	4	212	0	0	0	1	0
Kabellegger	2	78	113	5384	0	0	9	13	3
Andre aktiviteter	1	20	38	2115	0	0	5	5	1
Mangler	2	91	151	7478	1	0	15	18	4

¹Inkluderer NIS- og NOR-skip med utenlandsk kaptein. Disse står for mindre enn 2 prosent av drivstofforbruket.

Figur 1.1. Forbruk av drivstoff i utenlandske skip i norske farvann fordelt på 50 km × 50 km rutenett. 1996. Tonn



2. Summary in English

2.1. Background

Emissions from national and international sea traffic accounts for a large amount of the total Norwegian emissions to air. These emissions can contribute to local, regional and global environmental problems. Emissions at or near a harbour contribute to local airborne pollution (particulate matter, NO_x and SO₂) while emissions over the ocean can contribute to both pollution problems in the mainland (SO₂ and NO_x) and global climatic change (CO₂, CH₄ and N₂O).

In this work fuel consumption and emissions to air have been calculated for the year 1996. The emissions are distributed between EMEP 50 km × 50 km grid squares and in addition municipalities. Emissions in ports are defined to include emissions at the quay and within 0.5 nautical mile from it.

The pollutants covered in this inventory are in principle the same as in Statistics Norway and the Norwegian Pollution Control Authority's national inventories (SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃, CO₂, CH₄, N₂O, particulate matter, CO, lead and cadmium). We have, however, not found any emission factors for ammonia (NH₃). Emissions of lead and cadmium are fuel dependent only and small, and are not included in this report.

The results in this report are based on information from the COSS register (Coastal Operations and Surveillance System) administrated by the Norwegian Defence Forces. COSS contains information of the movements of foreign non-military ships in Norwegian waters (ship type, nationality, gross tons (GRT), time passing base line, arrivals to / departures from harbours). COSS also includes Norwegian ships (NIS⁵ and

NOR⁶) with foreign captain⁷. NIS ships with Norwegian captain should have been included in the study, but they are not registered in COSS.

2.2. Methodology

2.2.1. Two methods of calculations

There are two different ways to calculate emissions from sea traffic:

- *fuel based model* based on direct surveys of fuel consumption.
- *activity based model* based on sailed kilometres or number of vessels and working time.

Flugsrud and Rypdal (1996) mainly used the fuel based model to calculate emissions from national sea traffic. For foreign ships this method is not fit for use. The ships sail to several countries and buy the fuel where it is cheapest or of other causes is suitable to buy. In the work with foreign ships in Norwegian waters we have therefore used an activity based model.

2.2.2. National / International sea traffic

Definitions

In connection with environmental protocols, national sea traffic is defined as ships moving between two ports in the same country (EMEP/Corinair, 1995 and 1997). Installations at the Norwegian part of the continental shelf are defined as ports in this connection. This definition was used in Statistics Norway's report

⁶ Norwegian Ordinary Ship Register (NOR).

⁷ Norwegian ships with foreign captain (NIS and NOR) are included in the COSS register. The NOR ships should by rights not be included in the calculations, but these ships could not be separated from the NIS ships in COSS.

⁵ Norwegian International Ship Register (NIS).

on emissions from national sea traffic (Flugsrud and Rypdal, 1996). According to the definition of national sea traffic, international sea traffic in Norway can be defined as all ships moving between one Norwegian and one foreign harbour.

Total foreign sea traffic in Norwegian waters

As mentioned in chapter 2.1 the COSS register contains information of the movements of all foreign non-military ships in Norwegian waters. We define a trip as total route for a ship from it enters Norwegian waters (pass the base line) till it leaves again. A trip is containing several stretches that go from one observation to another. From the COSS data we have «built» trips for each individual ship.

We have made a set of rules that will handle some errors occurring in COSS (for instance: If there are two observations at the same location at the same time the last one is rejected). The rules are fixing most errors in the COSS data set (the COSS register has some shortcomings with regard to our purpose), but a few new minor errors will be created. These errors are however not believed to be of significance to the results in this report.

Foreign ships in national sea traffic

As mentioned EMEP/Corinair (1995 and 1997) defined national sea traffic as all ships moving between two ports in the same country. This means that a passenger ship sailing from New York to Bergen is included in the group international sea traffic. The same ship sailing from Bergen to Geiranger (both Norwegian harbours) will be included in the group national sea traffic.

The total emissions calculated from the COSS register will according to the definition include both national and international sea traffic with foreign ships. The contributions from each of the groups have been calculated.

2.2.3. Geographical distribution

The main gate along the Norwegian coast from Sweden to Russia was marked in a digitised map. From the main gate there run side gates to the fjords and harbour links to the harbours.

All harbours are not used in the calculations. As a simplification we have used one harbour in each municipality. In municipalities where two harbours lie some distance from each other and

both harbours are included in the list of the 100 most used harbours in Norway there have been made exceptions to this rule. Because of this rule four municipalities (Tønsberg, Stranda, Tromsø and Karlsøy) are represented with two harbours each in the calculations.

All sailing distances or areas have been digitised and linked to relevant activity and emission data.

2.3. Results and emission factors

We have calculated the SO₂ emissions from foreign ships in Norwegian waters to be about 5 840 tons in 1996. Flugsrud and Rypdal (1996) found that the SO₂ emissions from Norwegian national sea traffic in the same area were 2 623 tons. This means that foreign ships emit more than twice the SO₂ emission of the Norwegian ships. The calculations are based on the assumption that engines with engine power less than 2 000 kW consume gas oil with a sulphur content of 0.5 per cent and that engines above 2 000 kW consume heavy fuel oil with a sulphur content of 2.7 (Lloyd's Register, 1995).

Flugsrud and Rypdal (1996) also found that Norwegian ships in national sea traffic consumed about 1 000 ktons of fuel in 1993. In this work the consumption by foreign ships in Norwegian waters is calculated to more than 278 ktons of fuel in 1997 and 263 000 tons in 1996. In 1996 84 per cent of the fuel was consumed during trade while the rest was consumed in the harbour area. More than half of the fuel consumed during trade was consumed by foreign ships in Norwegian national sea traffic. Table 2.1 shows consumption of fuel by foreign ships in Norwegian waters. Foreign ships in Norwegian national sea traffic consumed about 113 ktons of fuel in 1996, which is about 10 per cent of the amount consumed by Norwegian ships in national sea traffic. The ship class Bulk Dry Cargo had the largest consumption followed by the classes Passenger and Fish Catching. In figure 2.1 the emissions of NO_x are distributed between EMEP 50 km × 50 km grid squares.

Table 2.1. Fuel consumption by foreign ships inside the Norwegian baseline. 1996. Tons

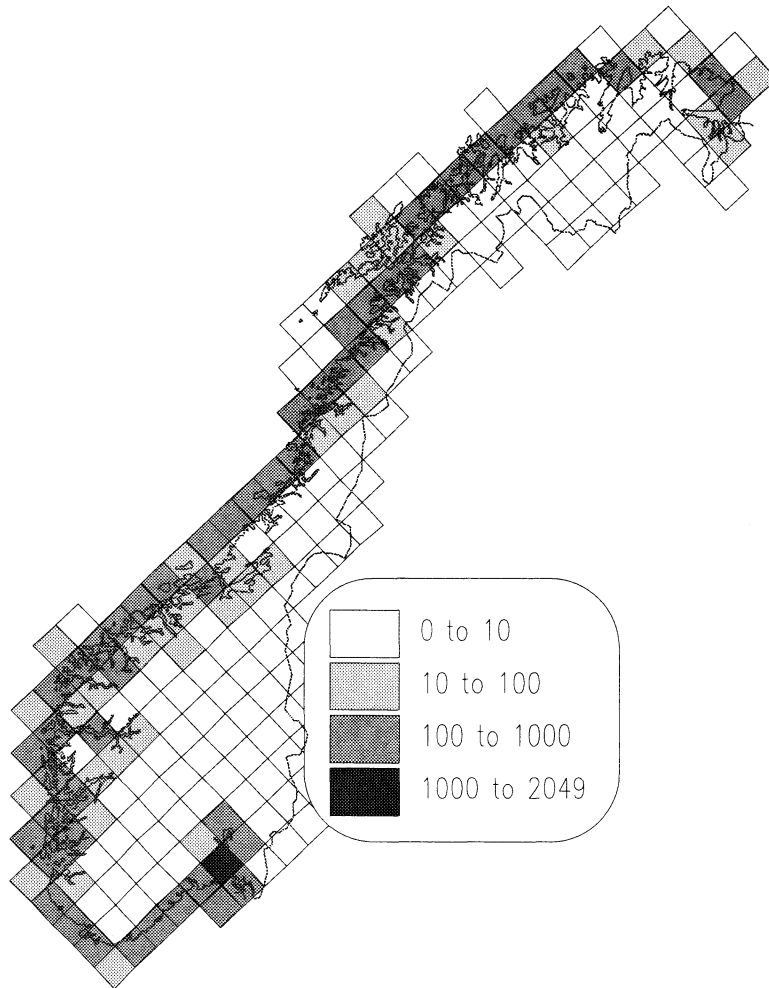
			Trade			Harbour area		
	Total	Per cent	International sea traffic: single arrivals	International sea traffic: in connection with national sea traffic ¹	National sea traffic	Sailing ²	Quay	Norwegian ships ³
Total	262870	100	83555	24389	112870	2601	39455	4400
Liquefied Gas Tanker	2318	0.9	995	78	332	52	861	186
Chemical Tanker	2875	1.1	799	284	1298	40	455	10
Other Tanker	21954	8.4	6016	1724	10077	329	3808	273
Bulk Dry Cargo	98507	37.5	24362	12308	49097	695	12046	2446
General Cargo	9865	3.8	3313	1075	3117	90	2269	327
Container	11531	4.4	1158	1519	7710	185	959	37
Refrigerated Cargo	3757	1.4	840	561	1087	47	1221	9
Ro-Ro Cargo	9097	3.5	5665	319	843	77	2193	291
Passenger/Ro-Ro	19363	7.4	16363	588	582	221	1608	-
Passenger	48475	18.4	9070	2502	31685	470	4748	672
Fish Catching	23486	8.9	10121	2334	4251	235	6545	-
Offshore	2943	1.1	1211	360	743	49	581	2
Research	1541	0.6	800	27	165	24	526	107
Tugs	2366	0.9	1143	328	564	43	288	14
Dredging	67	0.0	67	-	-	0	0	-
Cable	1698	0.6	314	193	877	11	303	-
Other activities	667	0.3	213	45	122	9	277	2
Missing	2359	0.9	1106	141	323	23	765	25

¹ This is the consumption from the base line till ½ nautic mile from quay (and the other way round) for ships that continue in national sea traffic.

² Includes activity within ½ nautic mile from the quay.

³ Norwegian ships with foreign captain (NIS and NOR) are included in the COSS register. The NOR ships should by rights not be included in the calculations, but these ships could not be separated from the NIS ships in COSS.

Figure 2.1. Emission of NO_x distributed between EMEP 50 km × 50 km grid squares. Tons



The emissions are calculated by multiplying working times for the ships with emission factors (in kg/hour) specific for the different ship and weight classes. The amount of NO_x, CO, NMVOC and CH₄ emitted depend on the engine's characteristics. For these components the ship and weight specific emission factors were calculated from equations given by Lloyd's Register (1995) and EMEP/Corinair (1997).

We can conclude that the fuel consumption in foreign ships gives an important contribution to the emissions from sea traffic in Norway. The consumption in foreign ships in national sea traffic is somewhat more than a tenth of the consumption in Norwegian ships.

3. Bakgrunn og innledning

Utslipp fra innenriks og utenriks sjøfart står for en stor andel av de totale norske utslipp til luft og kan bidra både til lokale, regionale og globale miljøproblemer. Utslipp i eller nær havn bidrar til lokal luftforurensning (partikler, NO_x , SO_2), mens utslipp i havområdene kan bidra til forurensningsproblemer på land (SO_2 , NO_x) og globale klimaproblemer (CO_2 , CH_4 , N_2O). I en tidligere rapport har Statistisk sentralbyrå tatt for seg utslipp til luft fra innenriks sjøfart (Flugsrud og Rypdal, 1996). En svakhet ved rapporten var at man ikke kjente til omfanget av utenlandskregistrerte skip i norsk innenriksfart. Utslipp fra denne kategorien er blitt beregnet i dette arbeidet sammen med andre utslipp fra utenlandske skip. NIS-skip var heller ikke med i arbeidet til Flugsrud og Rypdal, men disse er bare delvis dekket i denne rapporten (se nedenfor).

Kartleggingen dekker i prinsippet de samme utslippskomponentene som SSB og SFTs felles nasjonale utslippsoversikter (SO_2 , NO_x , NMVOC (flyktige organiske forbindelser unntatt metan), NH_3 , CH_4 , N_2O , partikler, CO, bly og kadmium). For utslipp av ammoniakk har vi imidlertid ikke funnet utslippsfaktorer (utslippene er trolig ubetydelige). Utslipp av bly og kadmium er heller ikke tatt med i rapporten. Dette skyldes at utslippene av disse tungmetallene er drivstoffavhengige, og det har ikke vært mulig å finne ut hvor utenlandskregistrerte skip bunkrer. I tillegg antas utslippene å være små.

Utslippene er fordelt på EMEP 50 km × 50 km rutenett⁸ og på en inndeling i kommuner. Havneandelen av utslippene er også fordelt på kommuner. Havneandelen inkluderer utslipp ved kai og en strekning på 0,5 nautisk mil⁹ fra

kaia. Det er ved beregning av utslipp i havn ikke alltid tatt hensyn til spesifikke liggetider og andre lokale forhold (pga. manglende observasjoner i COSS), ofte er kun gjennomsnittstall benyttet.

Resultatene i denne rapporten bygger på informasjon fra Forsvarets COSS-register (Coastal Operations and Surveillance System). I dette registeret finnes informasjon om bevegelsene til alle fremmede ikke-militære skip i norsk farvann. NIS- og NOR-skip med utenlandsk kaptein er også med i registeret. COSS inneholder informasjon om skipene (skipstype, nasjonalitet, bruttotonn osv.) samt skipenes bevegelser (passering av grunnlinjen, passering av spesielle rapporteringspunkter langs kysten og ankomst eller avgang fra havner).

Det vil i denne rapporten bli presentert utslippstall for utenlandske skip både i utenriks og innenriks sjøfart, samt totaltall for alle COSS-skip. I Statistisk sentralbyrås havnestatistikk omfatter utenriks sjøfart fartøy som regelmessig anløper utenlandske havner, samt anløp hvor fartøyet enten kommer fra eller går direkte til utlandet, laster eller lossar varer eller frakter passasjerer til eller fra utlandet (Statistisk sentralbyrå, 1997a). Dette er en videre definisjon enn den som brukes i miljøavtalesammenheng. Denne definisjonen finnes i kapittel 3.

Tall for utslipp og drivstoffbruk presentert i denne rapporten omfatter bare aktivitet innenfor norsk grunnlinje. Det er ikke gjort noe forsøk på å kartlegge utslippene utenfor grunnlinjen. Kun avgassutslipp fra forbrenning av drivstoff er vurdert i dette arbeidet.

En nærmere beskrivelse av metoder og datakilder er gitt i kapittel 5. Resultatene for hver hovedkategori av skip presenteres i kapittel 6. Utslippsfaktorene er beskrevet i kapittel 7.

⁸ EMEP: Cooperative Programme for the Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe.

⁹ En nautisk mil = 1852 meter.

4. Definisjoner

Generelle definisjoner

<i>NOR</i>	Norsk ordinært skipsregister: Skal inneholde alle norske skip med største lengde 15 meter eller mer samt flyttbare boreplattformer.
<i>NIS</i>	Norsk internasjonalt skipsregister: Skipsregisteret har begrensninger i fartsområdet. Skipene kan f.eks. ikke uten videre føre last eller passasjerer mellom norske havner.
<i>COSS</i>	Coastal Operations and Surveillance System. Forsvarets register over utenlandske skips bevegelser i norske farvann. Beskrevet i kapittel 5.2.
<i>Grunnlinjen</i>	Linje som trekkes mellom de ytterste skjær som ikke oversvømmes ved flo sjø.
<i>Ro-Ro-skip</i>	Roll on/Roll off. Skip der trailere o.l. kjører direkte av og på skipene i stedet for at lasten må heises om bord.

Innen- og utenriks sjøfart

Innenriks sjøfart EMEP/Corinair (1995 og 1997) definerte innenriks sjøfart som *alle turer mellom to nasjonale havner*. Det er denne definisjonen som er brukt i miljøavtalesammenheng.

Etter definisjonen ser det ut til at skipene må klappe til kai i to norske havner for å regnes til innenriks sjøfart. Det er dermed usikkert om et cruiseskip som kommer fra utlandet til Bergen og drar videre til Geiranger (uten å legge til kai) skal regnes som norsk innenriksfart. De fleste cruiseskip antas imidlertid å legge til kai i minst to norske havner, slik at de uansett vil komme inn under innenriks sjøfart. Cruisetraffikk totalt har et forbruk på om lag 30 000 tonn drivstoff. Noe av dette skulle altså muligens vært ført som utenriks.

Utenriks sjøfart Av definisjonen av innenriks sjøfart (over) følger det at utenriks sjøfart er alle turer mellom en nasjonal og en utenlandsk havn.

I dette arbeidet er det gjort beregninger for utenlanske registrerte skip i norske farvann (både innen- og utenriks sjøfart). NOR-skip skal derfor ikke inkluderes i arbeidet. Forsvarets COSS-register som er brukt i beregningene inneholder imidlertid også NOR-skip med utenlandsk kaptein. Da det ikke var mulig å skille disse skipene fra NIS-skipene med utenlandsk kaptein under utslippsberegningene, vil de også være inkludert i rapporten. Som kommentert senere i rapporten har disse imidlertid kun et lite forbruk.

Miljøprotokollene

Miljøavtaler benytter begrepene innen- og utenriks sjøfart som definert over.

<i>Klimakonvensjonen (Kyoto)</i>	Omfatter CO ₂ , CH ₄ og N ₂ O
<i>Langtransportkonvensjonen</i>	Omfatter NO _x , SO ₂ og NMVOC

Egne definisjoner brukt i arbeidet med digitalisering av ledene

<i>Hovedled</i>	Den indre leden i norsk farvann mellom Sverige og Russland. Oppgitt av Forsvaret (1997).
<i>Sideled</i>	En lenke (eller avstikker) som går fra hovedleden og f.eks. inn i fjorder.
<i>Havnelenke</i>	En lenke som går fra hovedleden eller en sideled og inn til en havn.

5. Metode og datagrunnlag

5.1. Skipskategorier og størrelsesklasser

Skipene fra COSS er fordelt på de skipskategoriene som brukes av World Fleet Statistics (brukt i EMEP/Corinair (1997)). Tabell 5.1 viser en oversikt over de kategorier som er aktuelle i norsk farvann. Skipene har også blitt delt i størrelsesgrupper etter samme inndeling; <500 BRT (Bruttoregistertonn), 500-999 BRT, 1 000-4 999 BRT, 5 000-9 999 BRT, 10 000-49 999 og $\geq 50 000$ BRT.

Tabell 5.1. Oversikt over skipskategorier

Skipstype
Gasstanker
Kjemikalietanker
Annen tanker
Bulk tørr-last
Generell frakt
Containerskip
Kjøle-lasteskip
Ro-Ro frakt
Passasjer/Ro-Ro
Passasjer
Fiskefartøy
Offshore
Forskning
Slepebåt
Oppmudringsfartøy
Kabellegger
Andre aktiviteter

5.2. COSS - Forsvarets overvåking av utenlandske skip langs kysten

Alle utenlandske ikke-militære skip på mer enn 50 BRT rapporterer til Forsvarets COSS-register (Coastal Operations and Surveillance System) når de beveger seg i norsk farvann. Registeret har også informasjon om bevegelsene til skip registrert i Norsk Ordinært Skipsregister (NOR) og Norsk Internasjonalt Skipsregister (NIS) hvis de har utenlandsk kaptein. NIS-skip skulle etter målsettingen til dette arbeidet vært inkludert i beregningene, mens NOR-skip skulle vært holdt

utenom siden dette registeret er for norske skip. Det er imidlertid ikke mulig å skille mellom NIS- og NOR-skip i COSS. NOR-skipene er derfor inkludert i beregningene selv om det vil gi en liten feil i tallene - NIS- og NOR-skip har totalt mindre enn 2 prosent av samlet drivstofforbruk, så feilen skulle bli liten.

COSS ble opprettet i 1995, men 1996 er det første komplette året i registeret. Ifølge Forsvarets tele- og datatjeneste økte kvaliteten på datamaterialet gradvis i løpet av 1996 etter hvert som skipenes rapporteringsrutiner ble bedre. I denne rapporten presenteres detaljerte beregninger basert på 1996-data, mens hovedtall for drivstofforbruk også presenteres for 1997.

En svakhet ved COSS er at norskregistrerte skip med norsk kaptein i utenriksfart ikke er registrert. Datagrunnlaget passer imidlertid godt til EMEP/Corinairs definisjon av innenriks sjøfart. En annen svakhet er at det stort sett bare er skipsbevegelser innenfor norsk grunnlinje som er registrert. Utslippstall beregnet fra COSS vil derfor bare omfatte aktivitet innenfor grunnlinjen.

5.3. Beregning av aktivitet

Beregningene våre omfatter skip med opphold i norske havner. Generelt kan man si at beregningene inkluderer trafikk innenfor grunnlinja, men i praksis vil også noe trafikk utenfor bli inkludert, f.eks. utenfor Sørlandet til Stavanger.

5.3.1. Skip i fart

For å kunne beregne utslipp til luft måtte vi først finne samlet driftstid etter skipstype og område. Beregningene kan deles i tre:

- Observasjonene i COSS-registeret brukes til å finne de strekningene skipene har

tilbakelagt, der hver strekning er oppgitt ved endepunktene.

- Strekningene knyttes sammen til et digitalt kartsystem med opplysninger om hvor lange strekningene er og hvor de går.
- Til slutt brukes standardverdier for hastighet for de ulike skipstypene til å beregne driftstider. Utslippsfaktorer i kg/time gir så beregnet utslipp. Disse verdiene er gjengitt i kapittel 7. Alternativt kunne en brukt farts-tid ifølge COSS-registeret, men en slik metode ville vært sårbar overfor manglende og feilaktige tidsangivelser. Vi valgte derfor i stedet å bruke strekningenes lengde sammen med standard hastighet.

A. Beregning av strekninger på grunnlag av COSS-registeret

COSS inneholder mer enn 100 000 rapporter om at et skip har vært på et visst sted til en viss tid. Dette kan være avgang / ankomst til havn (Departure/Arrival), passering av grunnlinjen (IN/OUT), passering av spesielle rapporteringspunkter langs norskekysten eller løst oppgitte posisjoner. Ut fra dataene i COSS har vi forsøkt å bygge opp turene for hvert enkelt skip, slik at strekningene som er seilt blir tydelige og avstandene kan beregnes. En tur er samlet rute for et skip fra det kommer inn fra internasjonalt farvann (passerer grunnlinjen) til det går ut igjen. En tur består av flere strekninger som hver går fra en observasjon til en annen. Ut fra rapportene i COSS har det blitt bygget opp noe over 22 000 turer.

Hvis COSS hadde vært komplett, dvs. hvis alle skip hadde rapportert IN/OUT ved grunnlinjen, A/D i havner og retning ved rapporteringspunktene, ville det vært relativt enkelt å bygge opp turene. Det er imidlertid en del feil og mangler i rapporteringene i COSS. Det finnes rapporter hvor posisjonen ligger langt utenfor norsk område, passering over grunnlinjen mangler eller anløpt havn mangler. Noen skip har tilsynelatende seilt lange strekninger på altfor kort tid, mens andre ser bare ut til å ha beveget seg mellom to observasjoner av ankomst (A) og avgang (D) fra en havn.

For å utnytte data i COSS best mulig ble det laget et sett med regler som kunne brukes slik at turene kunne bygges automatisk.

Grunnregel: To observasjoner regnes som start og slutt av en strekning. Unntak regnes opp i følgende regler:

- 1) Hvis to observasjoner har samme sted og tid, forkastes den siste (selv om de har forskjellig retning).
- 2) Ny tur. Dersom skipet har vært i internasjonalt farvann mellom to observasjoner, skal det registreres to strekninger: Fra første observasjon til "hav" og fra "hav" til andre observasjon. Følgende situasjoner skal regnes som ny tur:
 - a) Nytt skipsnummer er alltid ny tur.
 - b) Hvis stedene er like, ingen av observasjonene er A/D og tidsdifferansen er mer enn 12 timer. Denne regelen fanger opp en rekke tilfeller der skip går i fast rute og rapporterer OUT og IN samme sted.
 - c) Hvis forholdet avstand/tidsdifferanse gir en hastighet under 3 knop og tidsdifferanse mer enn 12 timer. Denne regelen fanger opp alle lengre opphold utenfor norsk farvann, samt tilfeller der skip går ut og inn samme rute men rapporterer fra litt forskjellig sted fra gang til gang.
 - c1) Hvis retningskodene antyder at skipet er på vei inn/ut av havn, legges 24 timer til tidsdifferansen før vurdering av hastighet og tidsdifferanse. Dette gjelder observasjonspar av typene A-OUT, D-OUT, IN-A og IN-D. Regelen er laget med tanke på anløp der enten A eller D mangler, slik at det blir feilaktig lang tid mellom tilhørende OUT/IN [A-OUT og IN-D], og anløp der tidsangivelsene er gale slik at tidsdifferansen blir for stor, mens det likevel ut fra retningene er grunn til å tro at det er én tur [D-OUT og IN-A].
 - d) Hvis man har to påfølgende observasjoner av A og D for samme havn og hvis første observasjon etter disse to fremdeles har samme havn, antas at det har vært en tur ut til "hav" i mellomtiden. Regelen er lagd med tanke på skip som går i regelmessig rute, der det er registrert en rekke anløp med A og D uten mellomliggende IN/OUT.
 - e) Hvis avstanden er over 1 000 km. Begrunnelse: De fleste skip som går innaskjærs rapporterer ved Rogaland, Stad og noen andre steder. Skip som går svært langt, f.eks. fra Bodø til Bergen, uten transittobservasjon må antas å ha vært i internasjonalt farvann under reisen.

- 3) Forkasting av observasjon: Hvis tre observasjoner består av A og D i samme havn med tidsdifferanse mindre enn 12 timer, vil mellomliggende observasjoner forkastes. Regelen fanger opp tilfeller der passering av grunnlinjen er rapportert med feil tid. Uten en slik regel vil slike feilkodinger bli registrert som en ekstra tur ut og inn igjen. Det ser ikke ut til at noen observasjoner vil bli feilaktig forkastet. I de fleste tilfeller vil den ordinære leden som settes inn være korrekt slik at ingen informasjon om strekninger går tapt.
- 4) Melding om feil: Hvis forholdet avstand/tidsdifferanse gir en hastighet over 15 knop må det være en feil i enten tids- eller stedsangivelse. Det er ikke mulig å si hva som er feil og hvordan den skal behandles uten å se feilen i sammenheng. Slike feil blir derfor meldt i en egen feil-liste og dropes.

Disse reglene vil bl.a. ha følgende virkninger:

- "Løse" observasjoner av enten et havnebesøk eller en transittrappert vil bli registrert som en tur fra internasjonalt farvann inn til posisjonen og ut igjen. For havnebesøk er dette rimelig. For transittobservasjoner kunne det ofte tenkes at de representerer gjennomreiser og ikke t/r fra samme retning. Vi finner imidlertid ingen fornuftig måte å avgjøre når dette er tilfelle og hvor reisen eventuelt skulle gå. Ved å benytte denne metoden får man i hvertfall brukt observasjonen.
- Det spiller liten rolle om anløp er rapportert fullstendig med A og D eller med bare en av observasjonene. Strekningene til og fra havna vil uansett bli korrekte. Kodingen av A og D brukes bare i de mer spesielle tilfellene i reglene 2b, 2d og 3, samt at flere observasjoner øker sjansen for å oppdage feil etter regel 4. Anløp som er rapportert som A-A, D-D eller D-A blir godkjent.
- Det blir ikke tatt hensyn til koding av retning i transittobservasjon (IN, OUT etc). Årsaken er at disse ikke er systematisk rapportert. Ofte mangler en eller begge, en del observasjoner er feilkodet, ofte brukes IN der det i stedet burde vært kompassretning o.s.v. Vi mister på denne måten mulig in-

formasjon om skipene har seilt innaskjærs eller i internasjonalt farvann på lengre strekninger langs kysten. Regel 2c vil stort sett gi som resultat at alle vil bli registrert som innaskjærs. Regel 2e antyder hvordan noen av disse kan fanges opp ved hjelp av avstand. Det var imidlertid ikke mulig å bruke IN/OUT-kodingen uten å konstruere en rekke nye feil.

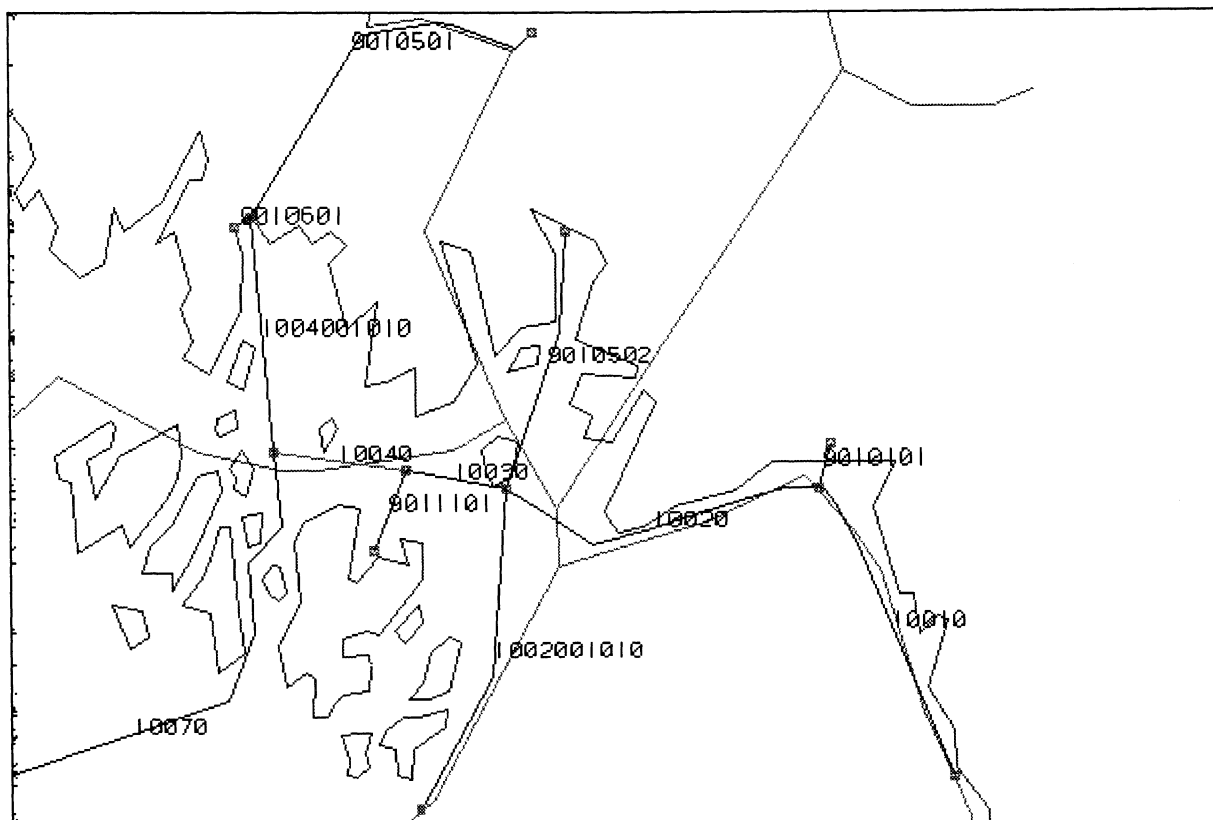
Etter behandling av datamaterialet med de nevnte reglene ble totalt 3 935 transittobservasjoner forkastet. 1 166 av disse ble forkastet fordi transittobservasjonen kom mellom ankomst og avgangsobservasjoner. 2 769 ble forkastet fordi observasjonen lå utenfor godtatt område, dvs. på land, langt til havs mm. Alle anløpsobservasjoner ble normalt godtatt. Etter forkastingene endte vi opp med 67 392 strekninger.

B. Beregning av utseilt distanse ved hjelp av kartdata

Oppbyggingen av skipsleden

På et digitalt kart ble hovedleden langs norskekysten mellom Sverige og Russland tegnet inn. Fra hovedleden ble det tegnet inn sideleder og havnelenker. Hvert punkt på hovedleden hvor det går ut en lenke, kalles en node (tilsvarende for sideleder hvor det går ut en havnelenke). På denne måten blir hovedleden og sideledene bygget opp av linjestykker. Linjestykkene på hovedleden er nummerert fortløpende 10010, 10020, 10030 o.s.v. Noen biter av leden har imidlertid blitt til etter at nummerstrukturen var laget. Disse har fått mellomliggende nummer som f.eks. 10415. Sideledene har 10-sifrede identifikasjonsnumre som f.eks. 1007001010, 1007001020 o.s.v. De fem første sifrene forteller hvor på hovedleden sideledene springer ut. De neste to sifrene som har strukturen 10, 20 o.l. kommer til nytte når flere sideleder springer ut fra hovedleden i samme node. De siste tre sifrene er en fortløpende nummerering som forteller noe om hvor mange noder fra hovedleden man befinner seg. Disse har strukturen 010, 020, 030 o.s.v. Figur 5.1 viser et eksempel på hvordan leden er bygget opp av hovedled, sideleder og havnelenker i Østfold.

Figur 5.1. Utdrag av leden ved Fredrikstad / Hvaler-området



Alle havner i Norge er ikke tegnet inn på kartet. Som en forenkling har man valgt å tegne inn én havn for hver kommune. Havnen er plassert ved det punkt i kommunen der flest skip anløper. Noen kommuner har imidlertid flere enn én stor havn. I tilfeller der disse havnene ligger i en viss avstand fra hverandre har begge blitt markert på kartet og brukt i beregningene (gjelder i kommunene Tønsberg, Stranda, Tromsø og Karlsøy). Dette har imidlertid bare blitt gjort hvis begge havnene ligger på listen over de hundre mest besøkte havnene i Norge. I Tønsberg kommune har f.eks. både Tønsberg havn og Slagentangen blitt anvendt i beregningene.

I tillegg til de nevnte sideledene som går innover i fjorder og lignende, finnes det også sideleder som går ut til grunnlinjen. Disse er opprettet for å håndtere skip som oppgir at de kommer inn fra internasjonalt farvann ved en gitt posisjon. Disse sideledene er nummerert på vanlig måte.

Det har blitt laget en fil hvor alle havner er registrert med tilknytningslenker til hovedleden. I dette regnearket finnes det også en spesialliste med utvalgte turer. Dette er turer som

går mellom havner innen en og samme sideled. Hvis man ikke har en slik liste, vil et skip som går fra Horten til Moss tilsynelatende bevege seg fra Horten via Færder baseline og til Moss. V.h.a. en slik liste vil slike spesialtilfeller kunne håndteres.

All stedfesting av områder og kobling av referansekart er gjort med GIS-verktøyet ARC/Info. Aktivitetsdata og utslippstall er knyttet til områdene ved hjelp av regneark.

5.3.2. Opphold i havn

Driftstid, forbruk og utslipp er beregnet for to typer aktiviteter; kailigge og fart i havneområdet inntil ½ nautisk mil fra kai. Data for antall anløp og liggetid er hentet fra COSS-registeret.

I utgangspunktet har vi summert liggetidene slik de framgår av anløpsobservasjonene i COSS-registeret. Vi har imidlertid gjort følgende forenklinger:

- En del opphold er svært lange. Vi har antatt at hjelpemotor ikke er i drift mer enn 96 timer for ett opphold.
- For anløp uten liggetid (bare ankomst eller avgang registrert; ca. 5 prosent av anløpe-

ne) har vi brukt gjennomsnittlig liggetid for den aktuelle kombinasjonen av havn, skipsklasse og størrelsesklasse.

- Der det er svært få anløp (færre enn 3) av en gitt kombinasjon av havn, skipsklasse og størrelsesklasse har vi i stedet brukt gjennomsnittsverdien for en havn og skipsklasse, evt. bare for skipsklasse.

Vi har satt driftstid ved fart i havneområdet for enkelhets skyld til totalt 12 minutter for ankomst og avgang, noe som tilsvarer en hastighet på 5 knop. Det er usikkert om dette er helt korrekt, men ettersom havneandelen kun representerer 1 prosent av totalforbruket, vil eventuelle feil bidra så lite til totalforbruket at vi kan se bort fra dem.

5.3.3. Utenlandske skip i norsk innenriksfart

Som nevnt i innledningen definerer EMEP/Corinair (1994) innenriks sjøfart som

alle turer mellom to nasjonale havner. Dette vil si at et cruiseskip som seiler fra New York til Bergen hører inn under utenriks sjøfart. Det samme skipet vil på strekningen mellom Bergen og Geiranger imidlertid høre inn under innenriks sjøfart. Omfanget av utenlandske skip i norsk innenriksfart har ikke tidligere blitt kartlagt, og utslippet fra denne gruppen har derfor ikke vært inkludert i SSBs utslippsoversikter.

Totalutslippene beregnet på grunnlag av COSS-registeret vil derfor omfatte både utenriks og innenriks sjøfart med utenlandske skip. I dette arbeidet er alle strekninger mellom to anløp i Norge betegnet som innenriks sjøfart. Resten av strekningene går fra en havn (eller en transittobservasjon) og ut av norsk farvann. Dette er betegnet som utenriks sjøfart.

6. Resultater

I dette kapitlet presenteres resultatene for skipsklassene. Tallene inkluderer forbruk knyttet til NIS- og NOR-skip med utenlandsk kaptein. NOR-skip skulle egentlig ikke være med i dette notatet, men det var umulig å skille dem fra NIS-skip i COSS-registeret. Når det i dette kapitlet snakkes om utenlandske skip, inkluderer dermed dette også NOR-skip med utenlandsk kaptein.

6.1. Forbruk av drivstoff

Flugsrud og Rypdal (1996) beregnet at norske skip i innenriksfart brukte ca. 1 000 ktonn drivstoff i året 1993. Dette fordelte seg på 385 ktonn til fiskefartøy, 403 ktonn til kysttrafikk, 189 ktonn til oljerelaterte fartøy og 81 ktonn til andre fartøy (redningsfartøy, militære fartøy mm.). I arbeidet som presenteres i denne rapporten har vi konsentrert oss om utenlandske skip i norske farvann. Fra tabell 6.1 går det fram at drivstofforbruket til de utenlandske skipene i norske farvann er om lag $\frac{1}{4}$ av

forbruket som Flugsrud og Rypdal beregnet for de norske skipene, eller ca. 263 ktonn i 1996 og 278 ktonn i 1997. Økningen fra 1996 til 1997 på nær 6 prosent kan være et resultat av både mer fullstendig rapportering til COSS-registeret og økning i trafikken. Salg av mellomdestillater og tungolje til utenriks sjøtrafikk har økt med 24 prosent fra 1996 - 1997 (Norsk Petroleumsinstitutt, 1997a og 1998).

Tabell 6.2 og 6.3 viser drivstofforbruket i 1996 fordelt på skipsklasser og hhv. aktivitet og størrelsesklasser. Av dette forbrukes mer enn 84 prosent under fart, 1 prosent forbrukes nær havn (innen $\frac{1}{2}$ nautisk mil fra kai), mens 15 prosent forbrukes ved kai. Hvis man fordeler forbruket under fart på innen- og utenriks sjøfart¹⁰, ser man at forbruket er ganske jevnt fordelt, med hhv. 113 og 108 ktonn.

¹⁰ Kun forbruk under fart er fordelt på innen- og utenriks sjøfart.

Tabell 6.1. Forbruk av drivstoff i utenlandske skip og NIS- og NOR-skip med utenlandsk kaptein¹ innenfor grunnlinjen. 1996 og 1997. ktonn

	1996 ktonn	1997 ktonn	1996 prosent	1997 prosent
I alt	263	278	100	100
-norske skip	4	7	1,7	2,6
-utenlandske skip	258	271	98,3	97,4
-havn+kai ²	41	44	15,7	15,9
-innenriksfart	112	123	42,6	44,3
-utenriksfart	110	111	41,7	39,8

¹ Det er også en rad med norske skip med i tabellen. Dette er NIS- og NOR-skip med utenlandsk kaptein.

² Inkluderer aktivitet innen $\frac{1}{2}$ nautisk mil fra kai.

Tabell 6.2. Forbruk av drivstoff i utenlandske skip¹ innenfor grunnlinjen fordelt på innen- / utenriks sjøfart, fart / havn / kai og utenlandsk/norsk. 1996. Tonn

	I alt	Prosent	Fart			Havneområde		
			Utenriks: enkeltanløp	Utenriks: i tilkn. til innenriks ³	Innenriks	Fart ²	Kai	Norske skip
I alt	262870	100	83555	24389	112870	2601	39455	4400
Gasstanker	2318	0,9	995	78	332	52	861	186
Kjemikalietanker	2875	1,1	799	284	1298	40	455	10
Annen tanker	21954	8,4	6016	1724	10077	329	3808	273
Bulk tørr-last	98507	37,5	24362	12308	49097	695	12046	2446
Generell frakt	9865	3,8	3313	1075	3117	90	2269	327
Containerskip	11531	4,4	1158	1519	7710	185	959	37
Kjøle-lasteskip	3757	1,4	840	561	1087	47	1221	9
Ro-Ro frakt	9097	3,5	5665	319	843	77	2193	291
Passasjer/Ro-Ro	19363	7,4	16363	588	582	221	1608	-
Passasjer	48475	18,4	9070	2502	31685	470	4748	672
Fiskefartøy	23486	8,9	10121	2334	4251	235	6545	-
Offshore	2943	1,1	1211	360	743	49	581	2
Forskning	1541	0,6	800	27	165	24	526	107
Slepebåt	2366	0,9	1143	328	564	43	288	14
Oppmudringsfartøy	67	0,0	67	-	-	0	0	-
Kabellegger	1698	0,6	314	193	877	11	303	-
Andre aktiviteter	667	0,3	213	45	122	9	277	2
Mangler	2359	0,9	1106	141	323	23	765	25

¹ Norske skip med utenlandsk kaptein (NIS og NOR) inngår i COSS. NOR-skipene skulle egentlig ikke vært med i dette arbeidet, men det er ikke mulig å skille dem ut fra NIS-skip.

² Inkluderer aktivitet innen ½ nautisk mil fra kai.

³ Dette er forbruket fra grunnlinjen og til ½ nautisk mil fra kai (og omvendt) for skip som fortsetter i innenriksfart.

Hvis man ser innen- og utenriks sjøfart under ett, står bulk tørrlasteskip for det overlegent største drivstofforbruket. Denne skipsklassen forbruker mer enn dobbelt så mye drivstoff som nummer to på lista, nemlig passasjerskip. Fiskefartøy, andre tankere og passasjer/Ro-Ro hadde også store forbruk. Det store forbruket til passasjerskip i innenriksfart skyldes cruiseskip. Tabell 6.3 viser forbruket fordelt på tonnasje.

Det er bulk tørrlasteskip på 1 000 - 4 999 BRT som har størst forbruk (nær 66 800 tonn drivstoff) fulgt av passasjerskip og passasjer/Ro-Ro på 10 000 - 49 999 BRT. Beregningene forutsetter bruk av gassolje med svovelinnhold på 0,5 prosent for skip med motorkraft mindre enn 2 000 kW og tungolje med svovelinnhold på 2,7 prosent for skip med motorkraft større enn eller lik 2 000 kW.

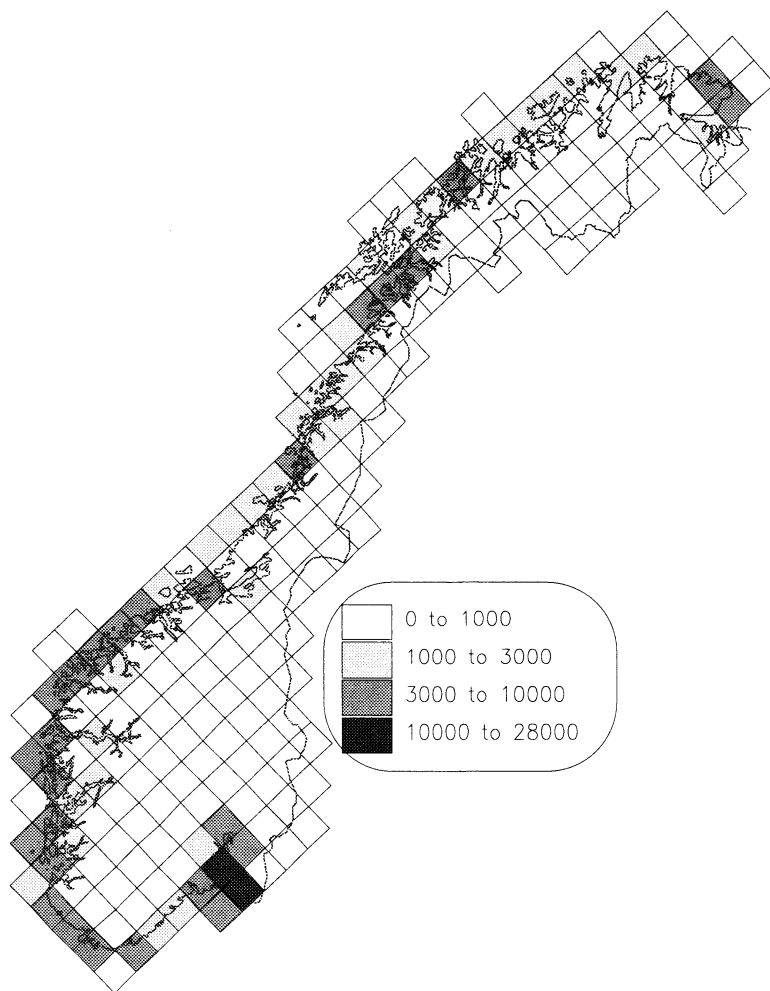
Tabell 6.3. Forbruk av drivstoff i utenlandske skip innenfor grunnlinjen fordelt på tonnasje og skipsklasse. 1996. Tonn

	I alt	Tonnasje					Oppgave mangler	
		<500	500-999	1000-4999	5000-9999	10000-49999		>50000
I alt	262870	2732	8422	107154	28242	81340	15718	19263
Gasstanker	2318	1	247	761	198	993	7	112
Kjemikalietanker	2875	2	520	1736	298	147	-	172
Annen tanker	21954	51	853	6387	6126	4750	3579	208
Bulk tørr-last	98507	457	1725	67900	6645	11701	6146	3933
Generell frakt	9865	96	468	5713	1433	1217	203	735
Containerskip	11531	0	54	5300	2540	90	-	3547
Kjøle-lasteskip	3757	72	290	2030	802	308	34	221
Ro-Ro frakt	9097	3	5	1044	3048	2868	584	1546
Passasjer/Ro-Ro	19363	1	-	6	158	19198	-	-
Passasjer	48475	39	-	1313	4337	36679	4618	1490
Fiskefartøy	23486	1167	3759	9789	360	2241	-	6170
Offshore	2943	33	91	2039	659	-	-	122
Forskning	1541	8	107	1108	295	-	-	24
Slepebåt	2366	664	249	1221	40	140	41	10
Oppmudringsfartøy	67	-	-	59	-	-	-	8
Kabellegger	1698	-	-	82	1177	435	-	4
Andre aktiviteter	667	87	21	163	101	-	150	145
Mangler	2359	51	33	503	25	573	357	817

Figur 6.1 viser drivstofforbruket fordelt på et EMEP 50 km × 50 km rutenett. Det er ikke tatt hensyn til i beregningene at store deler av mange ruter ligger over fastlandet. Ruta som dekker Oslo havn inkluderer f.eks. også et stort område av fastlandet nord for Oslo. Det største forbruket finnes i ruta som dekker Oslofjorden fra Tjøme til Hurum (27 480 tonn). Mye av

dette forbruket stammer fra passasjerskip. Det er også høyt drivstofforbruk i rutene rundt Tromsø, Indre Oslofjord, ytterst i Boknafjorden, ved Bergen og Stad med drivstofforbruk på hhv. 13 866, 10 046, 9 879, 9 201 og 8 140 tonn. Fra kartet ser man videre at det er forbruk på mer enn 3 000 tonn i en rekke områder langs norskekysten.

Figur 6.1. Forbruk av drivstoff i utenlandske skip i norske farvann fordelt på 50 km × 50 km rutenett. 1996. Tonn



6.2. Utslipp

Utslipp av SO₂ fra utenlandske skip i fart mellom norske havner var i 1996 på 5 840 tonn. Til sammenligning fant Flugsrud og Rypdal (1996) at SO₂-utslippene fra norsk innenriks sjøfart i et tilsvarende område (territorialfarvannet innenfor 4-milsgrensa) var på 2 623 tonn i 1993. Dette vil si at utenlandske skip slipper ut mer enn dobbelt så mye SO₂ som de norske skipene.

Beregningene bygger på antakelser om at:

- motorer med motorkraft mindre enn 2 000 kW forbrenner gassolje med 0,5 prosent svovel, mens
- motorer større enn 2 000 kW forbrenner tungolje med 2,7 prosent svovel (Lloyd's Register, 1995)

Tungolje (NS) solgt til utenriks sjøfart i Norge 1996 hadde til sammenligning et gjennomsnitt-

lig svovelinnhold på 2,33 prosent (Statistisk sentralbyrå, 1997b). Når man beregner drivstofforbruk etter antakelsene om motorkraft/drivstofftype (over), får vi at gassolje bare utgjør 6 prosent av det totale drivstofforbruket. Ifølge tall fra Norsk Petroleumsinstitutt (1997a) selges det om lag like mye gassolje som tungolje til utenriks sjøfart i Norge. Den lave gassoljeandelen som framkommer etter vår antakelse, kan forsvares med at mange av de største skipene vil bunkre tungolje i utlandet.

Tabell 6.4 viser en oversikt over totale utslipp til luft fra utenlandske skip innenfor grunnlinjen. For alle utslippskomponentene kommer de største utslippene fra bulk tørrlasteskip og passasjerskip. Figur 6.1 og 6.2 viser utslipp av hhv. NO_x og SO₂ fordelt på et EMEP 50 km × 50 km rutenett. Ikke overraskende er det de samme rutene som hadde størst drivstofforbruk som

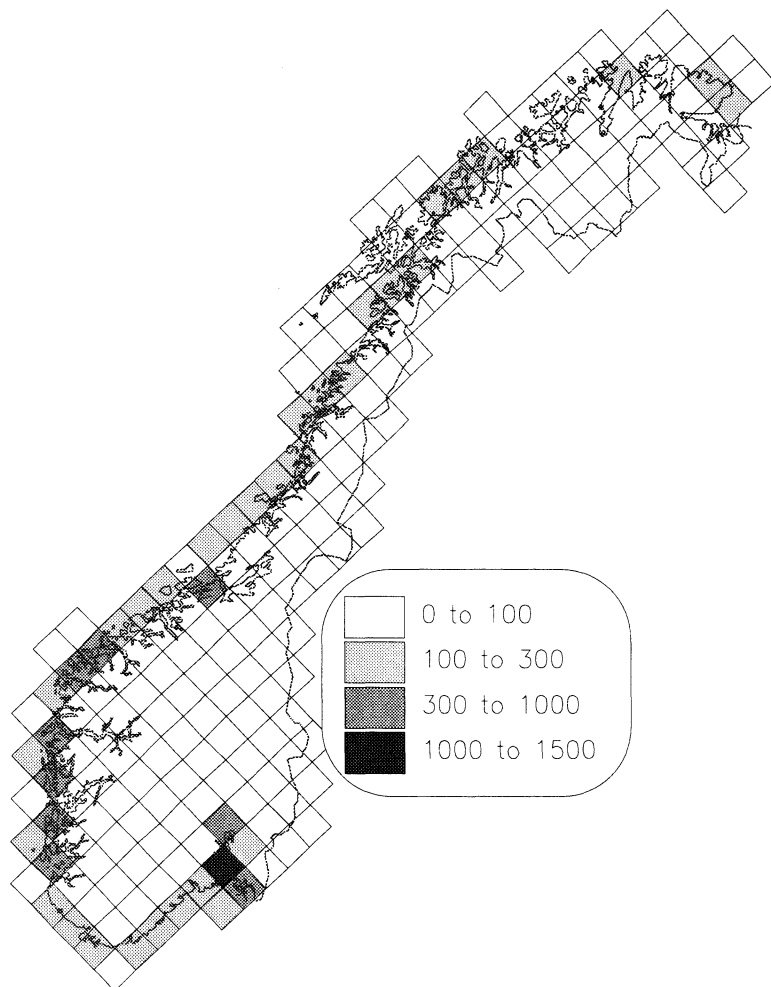
også har høyest utslipp av SO₂ og NO_x, men i en noe annen rekkefølge. Utslipet av SO₂ er størst i Ytre Oslofjord, fulgt av området ved

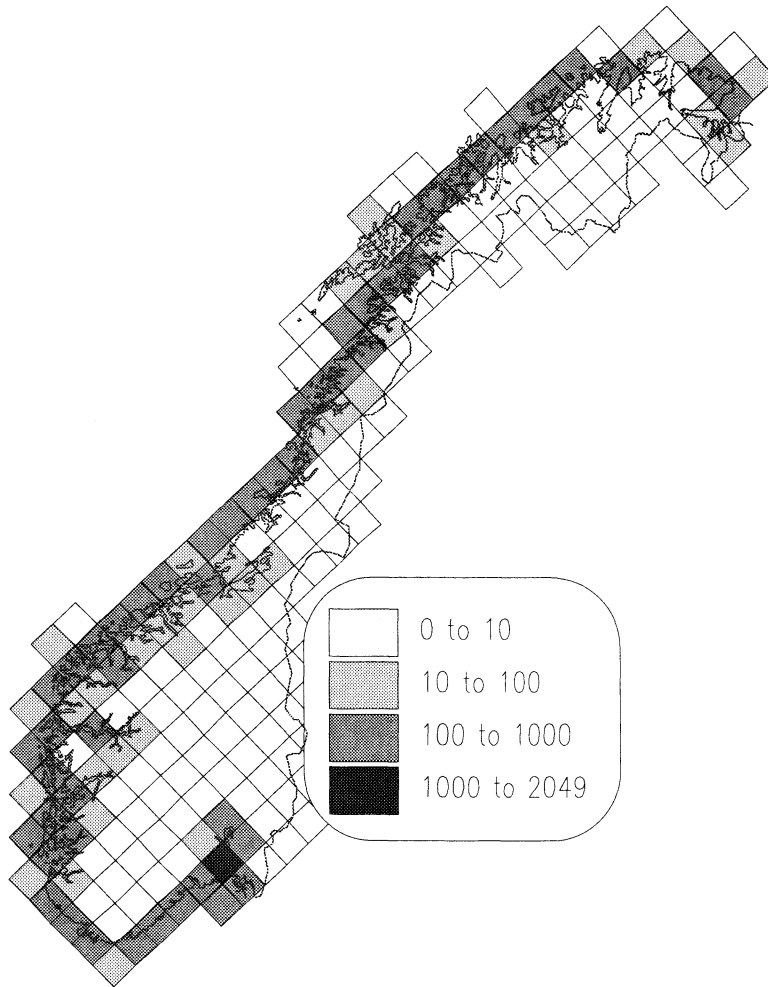
Tromsø og Boknafjorden. Utslippene av NO_x er størst i Ytre Oslofjord, Tromsø og Indre Oslofjord.

Tabell 6.4. Utslipp til luft fra utenlandske skip innenfor grunnlinjen. 1996. Tonn

	SO ₂	NO _x	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	Partikler	NMVOC
I alt	11901	17527	833297	60	21	1616	1998	424
Gasstanker	78	136	7349	1	0	19	18	5
Kjemikalietanker	114	164	9115	1	0	20	22	6
Annen tanker	980	1454	69593	5	2	150	167	37
Bulk tørr-last	4705	6163	312267	24	8	630	749	172
Generell frakt	219	572	31272	3	1	73	75	20
Containerskip	578	794	36554	2	1	72	88	17
Kjøle-lasteskip	141	220	11909	1	0	27	29	8
Ro-Ro frakt	394	647	28838	2	1	50	69	12
Passasjer/Ro-Ro	975	1533	61381	3	2	96	147	21
Passasjer	2407	3834	153665	8	4	232	368	53
Fiskefartøy	814	1291	74450	7	2	174	178	51
Offshore	132	179	9330	1	0	19	22	5
Forskning	56	85	4886	0	0	12	12	3
Slepebåt	115	150	7500	1	0	13	18	4
Oppmudringsfartøy	4	4	212	0	0	0	1	0
Kabellegger	78	113	5384	0	0	9	13	3
Andre aktiviteter	20	38	2115	0	0	5	5	1
Oppgave mangler	91	151	7478	1	0	15	18	4

Figur 6.1. Utslipp av SO₂ fra utenlandske skip i norske farvann fordelt på 50 km × 50 km rutenett. 1996. Tonn



Figur 6.2. Utslipp av NO_x fra utenlandske skip i norske farvann fordelt på 50 km × 50 km rutenett. 1996. Tonn

6.3. Drivstofforbruk og utslipp i havner

Drivstofforbruk og utslipp havneområdet (ved kai og i havneområdet inntil ½ nautisk mil fra kai) ble beregnet som beskrevet tidligere i notatet. Disse tallene ble ikke fordelt på uten- og innenriks sjøfart. Tabell 6.5 viser drivstofforbruket i havneområdet for de 10 kommunene i Norge med størst forbruk. Forbruket er fordelt på skipsklasser. Fra tabellen kan man se at i

Oslo kommune som har det største forbruket, har klassene passasjer/Ro-Ro og passasjer hovedansvaret. I Lindås kommune (med Mongstad) er det naturligvis tankskip som står for hovedtyngden av forbruket, mens det i Porsgrunn er bulk tørrlast og i Bergen kommune passasjerskip. Tabell 6.6 viser utslipp av NO_x, SO₂ og partikler fra havneområdet i de 10 norske kommunene med størst drivstofforbruk.

Tabell 6.5. Drivstoffforbruk i havneområdet i de 10 kommunene i Norge med størst forbruk. Forbruket er fordelt på skipsklasser. 1996. Tonn

Skipsklasse	Oslo	Lindås	Porsgrunn	Bergen	Tromsø	Ålesund	Drammen	Rana	Båtsfjord	Stavanger
I alt	4550	2019	1860	1844	1370	1160	994	985	981	947
Gasstanker	3	79	86	-	0	7	5	-	-	0
Kjemikalietanker	10	81	14	6	-	2	4	-	-	2
Annen tanker	167	1310	77	48	14	34	9	9	0	94
Bulk tørr-last	439	210	1369	227	37	62	185	860	9	209
Generell frakt	84	126	228	45	20	11	87	95	-	117
Containerskip	232	1	25	112	-	132	5	-	-	6
Kjøle-lasteskip	6	1	3	34	44	331	44	-	7	-
Ro-Ro frakt	527	15	15	3	-	19	604	-	-	22
Passasjer/Ro-Ro	1681	-	2	35	1	-	19	-	-	-
Passasjer	1361	-	-	815	211	127	2	9	-	126
Fiskefartøy	8	-	-	207	1017	391	-	-	941	18
Offshore	3	6	-	46	-	2	-	-	-	109
Forskning	-	-	-	199	15	31	-	-	21	95
Slepebåt	4	1	6	13	-	0	3	12	-	51
Oppmudringsfartøy	-	12	-	-	-	2	-	-	-	14
Kabellegger	2	29	-	25	9	4	-	-	-	53
Andre aktiviteter	23	147	35	29	3	7	28	-	2	29

Tabell 6.6. Utslipp i havneområdet i alle kommuner og i de 10 kommunene med størst drivstoffforbruk. 1996. Tonn

	Drivstoff	SO ₂	NO _x	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	Partikler	NMVOG
I alt (alle havner)	42056	528	1977	133318	17	3	422	320	124
I alt (10 største havner)	16709	208	820	52969	6	1	156	127	46
Oslo	4550	62	254	14422	1	0	32	35	9
Lindås	2019	26	96	6400	1	0	19	15	6
Porsgrunn	1860	22	80	5896	1	0	21	14	6
Bergen	1844	23	93	5845	1	0	17	14	5
Tromsø	1370	15	62	4343	1	0	15	10	4
Ålesund	1160	14	53	3676	1	0	12	9	4
Drammen	994	12	53	3151	0	0	8	8	2
Rana	985	11	42	3123	0	0	12	7	3
Båtsfjord	981	11	44	3109	0	0	10	7	3
Stavanger	947	12	43	3003	0	0	10	7	3

6.4. Svakheter og usikkerheter i beregningene

Ufullstendige data i COSS i forhold til dette prosjektet

Som nevnt i innledningen finnes det en del feil i COSS samt en del mangler i forhold til vårt formål. Det finnes rapporter hvor posisjonen ligger langt utenfor norsk område, passering over grunnlinjen mangler eller anløpt havn mangler. Noen skip har tilsynelatende seilt lange strekninger på altfor kort tid, mens andre ser ut til å ha beveget seg mellom to observasjoner av ankomst (A) og avgang (D) fra en havn. Slike feil har man forsøkt å rette opp ved å benytte reglene i kapittel 5.3.1. Likevel vil det være unntak som ikke blir fanget opp av reglene, og enkelte av reglene som er ment å rette opp et stort antall feil, vil produsere et begrenset antall nye feil.

NOR-skip med utenlandsk kaptein

COSS inneholder alle NOR-skip som seiler med utenlandsk kaptein. Disse skipene kan ikke fjernes fra COSS siden både NOR- og NIS-skip er ført opp som norske i registeret. Ifølge Forsvarets tele- og datatjeneste utgjør imidlertid NOR-skipene bare noen få skip i COSS. Denne feilkilden i beregningene er liten siden NOR- og NIS-skip totalt står for mindre enn 2 prosent av drivstofforbruket. NIS-skip med norsk kaptein er ikke inkludert i COSS og er derfor ikke med i beregningene.

Offshore-aktivitet

Slik COSS-registeret og SSBs beregningsregler er bygget opp, vil skip som går fra norsk fastlandshavn til oljeinstallasjonene på norsk sokkel feilaktig bli ført under utenriks sjøfart. Slike turer faller inn under definisjonen for norsk innenriks sjøfart. I COSS er det imidlertid ikke ført opp hvor skipene skal. Andelen av disse skipene som reelt skulle vært ført som innenriks sjøfart kan derfor ikke beregnes. Drivstofforbruket til skip brukt i offshorevirksomhet utgjør imidlertid mindre enn 3 000 tonn. At noe av dette feilaktig regnes under utenriks sjøfart fører bare til en mindre feil da både utenriks og innenriks sjøfart har et forbruk på over 100 000 tonn.

Stedfesting

Man har som hovedregel bare brukt én havn i hver kommune i beregningene. For kommuner som har to havner på lista over de 100 mest besøkte havner fra COSS og hvor disse havnene

ligger i en viss avstand fra hverandre, har man gjort unntak fra denne regelen. Dette omfatter imidlertid bare fire kommuner (Tønsberg, Stranda, Tromsø og Karlsøy). Denne forenklingen fører til at noe usikkerhet tilføres beregningene ved at noen skipsanløp bevisst legges til en annen havn i kommunen enn de faktisk har anløpt. Denne feilen forekommer imidlertid altså ikke i de 100 største havnene.

Utslippsfaktorer

Faktorene som brukes til å beregne utslippene i denne rapporten inneholder et større eller mindre element av usikkerhet. Faktorene for partikler, CO₂ og SO₂ er drivstoff-avhengige. En feil i antakelsene om svovelinnholdet i drivstoffet (kapittel 7) vil føre til feil i de absolutte utslippstallene for SO₂ og partikler. Man har videre gjort antakelser med hensyn på motorkraft for de ulike skips- og størrelsesklassene. Dette introduserer usikkerhet i de motoravhengige utslippsfaktorene (NO_x, CO, NMVOC, CH₄ og SO₂). Ifølge EMEP/Corinair (1997) er faktorene for CH₄ og N₂O høyst usikre.

Sammenligning med Statistisk sentralbyrås havnestatistikk

Dataene fra COSS-registeret har blitt sammenlignet med SSBs havnestatistikk med hensyn på antall anløp og bruttotonn fordelt på nasjonalitet. Med unntak av skip fra noen få nasjonaliteter stemmer COSS-data godt overens med havnestatistikken. Som nevnt i kapittel 4 er ikke havnestatistikken definisjon av utenriks sjøfart identisk med definisjonen som brukes i arbeidet med COSS-registeret.

6.5 Videre arbeid

I dette arbeidet har vi beregnet drivstofforbruk og utslipp til luft knyttet til utenlandske skip. Vi har ikke gjort noen forsøk på å relatere drivstofforbruket og utslippene til det transportarbeidet, den persontransporten og den godstransporten som transportmidlene utfører. Holtskog og Rypdal (1997) beregnet blant annet energiforbruk per tonnkm (én tonnkm er definert som ett tonn fraktet én kilometer). SSB håper å kunne gjennomføre lignende beregninger for utenlandske skip i norske farvann. Dette er ikke mulig i dag, da data om last ikke er inkludert i COSS-registeret. Ifølge Forsvaret vil imidlertid data om last og en rekke andre parametre i nær framtid bli inkludert i COSS. I så fall vil slike beregninger tidligst kunne gjennomføres i år 2000.

7. Utslippsfaktorer og tekniske parametre

De fleste faktorer for utslipp under vanlig fart i dette arbeidet er hentet fra Lloyd's Register (1995). Faktoren for hydrokarboner (HC) fra Lloyd's er splittet opp i NMVOC og CH₄ på bakgrunn av data fra hhv. Lloyd's Register (1995) og IPCC (1997). Faktoren for N₂O er fra IPCC (1997). Utslippsfaktor for fart nær havn er antatt halvparten av faktorene for vanlig fart. Antakelsen er gjort av SSB på bakgrunn av tall fra Marintek (1996).

Tabell 7.1 viser utslippsfaktorer som en funksjon av motorkraft (kW) og antall motorer for de motoravhengige utslippskomponentene. Den store forskjellen for utslippsfaktorene for SO₂ mellom motorer med motorkraft større eller

mindre enn 2 000 kW kommer av antakelsene om drivstofftype og svovelinnhold i dette drivstoffet (se kapittel 7.2). Tabell 7.2 viser utslippsfaktorer for partikler, CO₂ og N₂O. Tabell 7.3 viser motorkraft og hastighetstyper som er lagt til grunn for beregningene av de motoravhengige utslippsfaktorene.

I utslippsberegningene i dette dokumentet har vi først beregnet driftstid for hvert enkelt skip. Dette betyr at man trenger utslippsfaktorer gitt i kg/time. Faktorene i tabell 7.2 er imidlertid gitt i kg/tonn. Disse har derfor blitt regnet om til kg/time ved hjelp av det spesifikke drivstofforbruket i tabell 7.4.

Tabell 7.1. Utslippsfaktorer. Motoravhengige utslippskomponenter. Faktorene gjelder dieselmotorer med lav og medium hastighet. Kg/time

Utslippskomponent	Medium hastighet og hjelpemotorer	Lav hastighet
NO _x	$4,25 \times 10^{-3} \times P^{1,15} \times N$	$17,50 \times 10^{-3} \times P \times N$
CO	$15,32 \times 10^{-3} \times P^{0,68} \times N$	$0,68 \times 10^{-3} \times P^{1,08} \times N$
HC	$4,86 \times 10^{-3} \times P^{0,69} \times N$	$0,28 \times 10^{-3} \times P \times N$
SO ₂ *	$2,31 \times 10^{-3} \times P \times N$	
SO ₂ **	$12,47 \times 10^{-3} \times P \times N^{***}$	$11,34 \times 10^{-3} \times P \times N$

P er motorkraften (kW) x motorbelastning (85% Max. Continuous Rate (MCR)), N er antall motorer.

* gjelder for motorer < 2 000 kW

** gjelder for motorer ≥ 2 000 kW.

*** Forskjellen mellom de to utslippsfaktorene for SO₂ kommer av antakelsene om drivstofftype (kap. 7.2). Det er antatt at motorer <2 000 kW forbrenner gassolje med 0,5 prosent svovel, mens motorer >2 000 kW forbrenner tungolje med 2,7 prosent svovel. Forskjellene i svovelinnhold gir seg direkte utslag i forskjellig SO₂-utslippsfaktor.

Kilde: Lloyd's Register (1995)

Tabell 7.2. Utslippsfaktorer. Drivstoffavhengige utslipp. Kg/tonn

Utslippskomponent	Gassolje	Tungolje
Partikler ¹	1,2	7,6
CO ₂ ¹	3170	3170
N ₂ O ²	0,08	0,08

Kilde: ¹ Lloyd's Register (1995). ² IPCC (1997).

Tabell 7.3. Estimerte hastighetsfaktorer, motorkraft hos hovedmotor og hjelpemotor for skipsklasser og bruttotonn (BRT)

Skipssklasse	Hastighetsfaktor <i>Knop</i>	Estimert motorkraft for hovedmotoren. kW (total kraft av alle motorer)							Estimert motorkraft for hjelpemotoren. kW (medium hastighet)					
		<500 BRT	500-999 BRT	1000-4999 BRT	5000-9999 BRT	10000-49999 BRT	≥50000 BRT	All	<500 BRT	500-999 BRT	1000-4999 BRT	5000-9999 BRT	10000-49999 BRT	≥50000 BRT
Gasstanker	16	650 (m)	700 (m)	2250 (m)	5350 (#)	11600 (s)	15200 (s)	5900	75	100	125	300	400	1000
Kjemikalietanker	15	1000 (m)	1200 (m)	2000 (m)	5000 (#)	10250 (s)	18700 (s)	5700	40	50	165	300	435	-
Annen tanker	14	600 (m)	950 (m)	2200 (m)	4300 (#)	9600 (s)	17200 (s)	7900	40	50	165	300	435	530
Bulk tørr-last	14	550 (m)	750 (m)	2700 (m)	5000 (#)	8800 (s)	17000 (s)	9100	20	40	175	300	380	500
Generell frakt	14	550 (m)	950 (m)	1800 (m)	5500 (#)	8500 (s)	18700 (s)	3300	20	40	175	300	380	-
Passasjer/generell frakt	18	450 (m)	900 (m)	2850 (m)	6450 (#)	12600 (s)	18700 (s)	4900	20	40	175	300	380	-
Containerskip	20	1000 (m)	1750 (m)	2950 (m)	6000 (#)	17200 (s)	35000 (s)	16300	40	60	160	500	1400	1400
Kjøle-lasteskip	20	900 (m)	900 (m)	3100 (m)	8850 (#)	10000 (s)	18700 (s)	6700	40	140	180	455	580	-
Ro-Ro frakt	18	1500 (m)	1900 (m)	4300 (m)	7200 (#)	11600 (#)	12550 (s)	7700	100	150	350	1000	2500	4000
Passasjer/Ro-Ro	20	600 (m)	1200 (m)	6500 (m)	12300 (#)	16650 (#)	18700 (s)	12800	100	150	350	1000	2500	-
Passasjer	20	550 (m)	1200 (m)	3350 (m)	7800 (#)	16800 (#)	50000 (m)	14400	100	150	350	1000	2500	4000
Annen tørr last	15	900 (m)	1200 (m)	2050 (m)	4450 (#)	17600 (#)	18700 (s)	5900	20	40	175	300	380	500
Fiskefartøy	11	900 (m)	1050 (m)	2500 (m)	6200 (#)	9900 (#)	18700 (s)	2200	-	80	200	-	-	-
Annen fiske	15	650 (m)	800 (m)	2300 (m)	5300 (m)	5400 (s)	18700 (s)	2600	40	105	180	550	550	-
Offshore	14	1800 (m)	2150 (m)	3800 (m)	7450 (#)	11800 (#)	18700 (s)	4000	40	60	150	350	450	-
Forskning	14	900 (m)	1300 (m)	3250 (m)	5300 (#)	8950 (s)	18700 (s)	2900	40	60	150	400	400	-
Slepebåt	11	3000 (m)	4050 (m)	6450 (m)	6200 (#)	9900 (#)	18700 (s)	4400	40	60	150	-	-	-
Oppmudringsfartøy	9	400 (m)	550 (m)	2400 (m)	7350 (#)	9250 (#)	18700 (s)	4500	40	50	60	130	770	-
Kabellegger	7	1100 (m)	1200 (m)	3850 (m)	5950 (m)	13400 (s)	18700 (s)	5300	80	-	200	300	-	-
Andre aktiviteter	-	500 (m)	900 (m)	3300 (m)	7650 (#)	8500 (#)	18700 (s)	3700	40	60	150	300	500	-
Ikke propell	2	900 (m)	400 (m)	2750 (m)	6200 (#)	9900 (#)	18700 (s)	2200	-	-	-	-	-	-
Alle		900 (m)	1200 (m)	2400 (m)	6200 (#)	9900 (#)	18700 (s)		50	80	200	450	900	1750

m = hovedsakelig medium fart

s = hovedsakelig sakte fart

= både medium og sakte fart

Kilde: EMEP/Corinair (1997)

Tallene med fete typer er gjennomsnittsverdier (for alle skipstyper) og erstatter celler hvor data mangler. Noen av disse skips-/størrelsesklassene er inkludert i COSS.

7.1. SO₂

Utslipet av SO₂ er bare avhengig av svovelinnholdet i oljeproduktene og ikke forbrenningsbetingelsene. Svovelinnholdet varierer for de ulike oljeproduktene. Gjennomsnittsverdien varierer også fra år til år. I beregningene av SO₂-utslippene fra utenlandske skip vet man i utgangspunktet ikke noe om drivstoffet. Lloyd's Register (1995) oppgir at SO₂-utslippet er 20 multiplisert med svovelprosent og drivstoffmengde.

Fra ligning 7.1 kan man regne ut drivstofforbruk ved å sette inn drivstoffets svovelprosent (Lloyd's Register, 1995). Som SO₂-utslipp setter man her inn et estimat fra tabell 7.1 som er basert på motorbetraktninger. Det er også gjort en antakelse om at alle mediumhastighet-motorer større enn eller lik 2 000 kW forbrenner tungolje (2,7 prosent svovel), mens alle

mindre enn 2 000 kW forbrenner gassolje (0,5 prosent svovel). Fra tabell 7.3 ser man at dette i praksis (med noen få unntak) betyr at man for skip større enn 1 000 BRT har antatt bruk av tungolje. Det følger også av tabell 7.4 at man for hjelpemotorer har, med unntak av Ro-Ro frakt, passasjer/Ro-Ro og passasjer større enn 10 000 BRT, har antatt bruk av gassolje. Tabell 7.4 viser en oversikt over beregnet drivstofforbruk for de ulike skipsklassene beregnet ut fra ligning 7.1.

Vi har valgt å bruke Lloyd's anbefalte verdi for svovelinnhold i tungolje på 2,7 prosent. Det reelle svovelinnholdet vil sannsynligvis ligge lavere, siden noen skip har bunkret i Norge der svovelinnholdet er lavere. Norsk Petroleumsinstitutt (1997b) oppgir at gjennomsnittlig svovelinnhold i Norge i 1996 var 0,63 prosent for LS tungolje og 2,33 prosent for NS.

$$SO_2\text{-utslipp [kg/time]} = 20 \cdot Svovelprosent \cdot Drivstofforbruk [kg/time]$$

Ligning 7.1

Tabell 7.4. Drivstofforbruk for skips- og størrelsesklasser. kg/time

Skipsklasse	<500 BRT	500-999 BRT	1000-4999 BRT	5000-9999 BRT	10000-49999 BRT	50000 BRT
Gass-tanker	150	162	520	1179	2436	3192
Kjemikalietanker	231	277	462	1102	2153	3927
Annen tanker	139	219	508	948	2016	3612
Bulk tørr-last	127	173	624	1102	1848	3570
Generell frakt	127	219	416	1213	1785	3927
Passasjer/generell frakt	104	208	658	1422	2646	3927
Containerskip	231	404	681	1323	3612	7350
Kjøle-lasteskip	208	208	716	1951	2100	3927
Ro-Ro frakt	347	439	993	1587	2557	2636
Passasjer/Ro-Ro	139	277	1501	2712	3671	3927
Passasjer	127	277	774	1720	3704	11546
Annen tørr last	208	277	473	981	3880	3927
Fangst av fisk	208	243	577	1367	2183	3927
Annen fiske	150	185	531	1224	1134	3927
Offshore	416	497	878	1642	2601	3927
Forskning	208	300	751	1168	1880	3927
Slepebåt	693	936	1489	1367	2183	3927
Oppmudringsfartøy	92	127	554	1620	2039	3927
Kabellegger	254	277	889	1374	2814	3927
Andre aktiviteter	116	208	762	1687	1874	3927
Ikke propell	208	92	635	1367	2183	3927

Forutsetter bruk av gassolje med svovelinnhold på 0,5 prosent for skip med motorkraft mindre enn 2 000 kW og tungolje med svovelinnhold på 2,7 prosent for skip med motorkraft større enn eller lik 2 000 kW

7.2. CO₂

Utslipp av CO₂ er bare avhengig av karboninnholdet i oljeproduktene, og ikke forbrenningsbetingelsene¹¹. Lloyd's oppgir utslippsfaktoren 3 170 kg/tonn for CO₂.

7.3. Partikler

Partikkelutslippene er avhengige av både type brennstoff og type skip. Lloyds anbefaler en faktor på 1,2 kg/tonn for gassolje og 7,6 kg/tonn for tungolje (Lloyd's Register, 1995). Partikkelutslippene er svært avhengige av svovelinnholdet i tungoljen. Faktoren til Lloyd's baserer seg på et svovelinnhold på 3,0 prosent. Ved et svovelinnhold på 1,0 prosent ville faktoren vært mindre enn 2 kg/tonn.

7.4. NO_x, CO og NMVOC

NO_x og CO

Utslippene av NO_x og CO er motoravhengige. Utslippsfaktorer for disse er gitt ved ligninger i tabell 7.1.

NMVOC

En utslippsfaktor for hydrokarboner (HC) fra Lloyd's Register (1995) er splittet opp i NMVOC

og CH₄ på bakgrunn av data fra h.h.v. Lloyd's Register (1995) og IPCC (1997). Ut fra dette utgjør NMVOC 87,5 prosent av HC-utslippet.

7.5. N₂O og CH₄

N₂O

Vi har valgt å bruke en utslippsfaktor på 0,08 kg N₂O/tonn drivstoff anbefalt av IPCC/OECD (IPCC, 1997). Faktoren er usikker og bør oppdateres i framtida.

CH₄

Det er gjort tilsvarende betraktninger for CH₄ som for NMVOC (ovenfor). Metan utgjør 12,5 prosent av det totale hydrokarboninnholdet.

7.6. Utslipp under fart i havneområdet

I havneområdet går skipene med lavere fart og har et mindre drivstofforbruk enn ellers. På bakgrunn av tall fra Marintek (1996) har vi antatt at forbruksfaktorene er halvparten av det de er under vanlig fart. Utslippsfaktorene er også redusert til halvparten, unntatt for NO_x, CO, NMVOC og CH₄. Disse siste komponentene er avhengige av motorkraften, slik at reduksjonen gis ved hjelp av ligningene i tabell 7.1.

¹¹ Det umiddelbare CO₂-utslippet er selvfølgelig avhengig av forbrenningsbetingelsene. Imidlertid vil karbonet i CO, NMVOC osv. oksideres til CO₂ etter en tid.

Referanser og litteratur

EMEP/Corinair (1995): Emission Inventory Guidebook. Oktober 1995.

EMEP/Corinair (1997): Emission Inventory Guidebook. Draft. Juni 1997.

Flugsrud, K. og K. Rypdal (1996): *Utslipp til luft fra innenriks sjøfart, fiske og annen sjøtrafikk mellom norske havner*. Rapporter 96/17. Statistisk sentralbyrå, Oslo/Kongsvinger.

Forsvaret (1997): Kart oversendt juli/august 1997.

IPCC (1997): *IPCC Guidelines for National Greenhouse gas Inventories* - OECD.

Lloyd's Register (1995): *Marine Exhaust Emissions Research Programme*. Lloyd's Register of Shipping. London, England.

Marintek (1996): *Skissemessig tiltaksanalyse, reduksjon av avgassutslipp fra sjøtransport*. I Sjøtransport og utslipp til luft; case Oslo. Ecotraffic Norge AS.

Norsk Petroleumsinstitutt (1997a): Salg av oljeprodukter. Utskrift datert 16/1 1997.

Norsk Petroleumsinstitutt (1997b): Personlig meddelelse fra Inger Lise Melby Nøstvik.

Norsk Petroleumsinstitutt (1998): Salg av oljeprodukter. Utskrift datert 22/1 1998.

Statistisk sentralbyrå (1997a): Godsmengden i havnene øker. Ukens statistikk 16/97.

Statistisk sentralbyrå (1997b): Energistatistikk 1996. Norges offisielle statistikk, C 424.

Tidligere utgitt på emneområdet*Previously issued on the subject***Norges offisielle statistikk (NOS)**

- C 306 Utslipp til luft i norske kommuner 1993
- C 324 Godstransport på kysten 1993
- C 334 Sjøfart 1995
- C 350 Samferdselsstatistikk 1995
- C 395 Utslipp til luft i norske kommuner 1994
- C 435 Samferdselsstatistikk 1996
- C 455 Sjøfart 1996
- C 476 Sjøfart 1997

Notater

- 94/16 Beregning av regionaliserte utslipp til luft
- 98/29 Utslippsfaktorer for lokale utslipp - PAH, partikler og NMVOC
- 98/52 Energibruk og utslipp til luft i Oslo, Drammen, Bergen og Trondheim

Rapporter (RAPP)

- 93/24 Anthropogenic Emissions of the Greenhouse Gases CO₂, CH₄ and N₂O in Norway
- 95/12 Anthropogenic Emissions of SO₂, NO_x, NMVOC and NH₃ in Norway
- 96/08 Helseeffekter av luftforurensning og virkninger på økonomisk aktivitet. Generelle relasjoner med anvendelse på Oslo
- 96/17 Utslipp til luft fra innenriks sjøfart, fiske og annen sjøtrafikk mellom norske havner
- 97/7 Energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge
- 97/20 Utslipp til luft fra norsk luftfart

Statistiske analyser (SA)

- 9 Naturressurser og miljø 1996
- 10 Natural Resources and the Environment 1996
- 16 Naturressurser og miljø 1997
- 17 Natural Resources and the Environment 1997
- 23 Naturressurser og miljø 1998
- 26 Natural Resources and the Environment 1998

De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter

Recent publications in the series Reports

Merverdiavgift på 23 prosent kommer i tillegg til prisene i denne oversikten hvis ikke annet er oppgitt

- 97/23 B.K. Wold (ed.): Supply Response in a Gender-Perspective: The Case of Structural Adjustment in Zambia. 1997. 77s. 115 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4458-7
- 97/24 I. Seliussen: Utvalsstandardavvik i detalj-omsetningsindeksen. 1997. 30s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4463-3
- 97/25 J.L. Hass: Household recycling rates and solid waste collection fees. 1997. 32s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4470-6
- 98/1 P.Ø. Kolbjørnsen: Statistikk om informasjonsteknologi: Status, behov og utviklingsmuligheter. 1998. 43s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4472-2
- 98/2 A. Bruvoll: The Costs of Alternative Policies for Paper and Plastic Waste. 1998. 30s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4478-1
- 98/3 Ø. Skullerud: Avfallsregnskap for Norge: Metoder og resultater for våtorganisk avfall. 1998. 32s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4524-9
- 98/4 S. Mjelve: Økonomisk vekst og fordeling av inntekt i byene i Vest-Agder og Østfold, 1840-1990. 1998. 37s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4526-5
- 98/5 A.S. Bye og K. Mork: Resultatkontroll jordbruk 1998: Gjennomføring av tiltak mot forurensninger. 1998. 89s. 95 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4397-1
- 98/6 K.R. Gerdrup: Skattesystem og skattestatistikk i et historisk perspektiv. 1998. 59s. 115 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4531-1
- 98/7 E. Lofthus og Å. Osmunddalen: Innvandrere og sosialhjelp: Får mer fordi de trenger mer?. 1998. 32s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4533-8
- 98/8 A. Langørgen og R. Aaberge: Gruppering av kommuner etter folkemengde og økonomiske rammebetingelser. 1998. 60s. 115 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4535-4
- 98/9 A. Thomassen og R. Jensen: Kvadratmeterpriser for skolebygg. 1998. 24s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4539-7
- 98/10 K. Ibenholt og H. Wiig: Massebalanse i den makroøkonomiske modellen MSG-EE. 1998. 49s. 110 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4541-9
- 98/11 H. Bild, J.E. Finnvold, K.K. Lie, R. Nordhagen og A. Schjalm: Hvordan møter småbarnsfamiliene helsetjenesten? 1998. 99s. 115 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4550-8
- 98/12 D. Roll-Hansen: Informasjonsteknologi i lærerutdanninga. 1998. 56s. 115 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4554-0
- 98/13 A. Langørgen: Virkninger av lokalt bosettingsmønster på kostnader i kommunal tjenesteyting. 1998. 32s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4555-9
- 98/14 Ø. Landfald og M. Bråthen: Evaluering av ordinære arbeidsmarkedstiltak: Dokumentasjon og analyse. 1998. 53s. 115 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4561-3
- 98/15 T.I. Tysse og N. Keilman: Utvandring blant innvandrere 1975-1995. 1998. 160s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4581-8
- 98/16 S. Blom: Levekår blant ikke-vestlige innvandrere i Norge. 1998. 81s. 115 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4582-6
- 98/18 K. Lund: Inntektsfordelinga i den norske landbruksbefolkninga og fordelingseffektar av direkte støtteordningar. 1998. 46s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4585-0
- 98/19 H.K. Reppen: Bruk av folkebibliotek 1998. 1998. 46s. 115 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4586-9
- 98/20 Ø. Landfald og M. Bråthen: Registerbasert evaluering av ordinære arbeidsmarkedstiltak 1996: Overgang til jobb og utdanning. 1998. 48s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4596-6
- 98/21 J. Møen: Produktivitetsutviklingen i norsk industri 1980-1990 - en analyse av dynamikken basert på mikrodata. 1998. 85s. 115 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4597-4

B

Returadresse:
Statistisk sentralbyrå
Postboks 8131 Dep.
N-0033 Oslo

Statistisk sentralbyrå

98/72



Utslipp til luft fra utenlandske skip i norske farvann 1996 og 1997

Publikasjonen kan bestilles fra:

Statistisk sentralbyrå
Salg-og abonnementservice
Postboks 1260
2201 Kongsvinger

Telefon: 62 88 55 00
Telefaks: 62 88 55 95

eller:

Akademika – avdeling for
offentlige publikasjoner
Møllergt. 17
Postboks 8134 Dep.
N-0033 Oslo

Telefon: 22 11 67 70
Telefaks: 22 42 05 51

ISBN 82-537-4599-0
ISSN 0806-2056

Pris kr 100,00



Statistisk sentralbyrå
Statistics Norway