

Ketil Flugsrud, Britta Hoem og Kristin Aaestad

Utslipp til luft av NO_x fra innenriks sjøfart og fiske

Rapporter I denne serien publiseres analyser og kommenterte statistiske resultater fra ulike undersøkelser. Undersøkelser inkluderer både utvalgsundersøkelser, tellinger og registerbaserte undersøkelser.

| | | |
|---|---------------------------------------|---------------|
| © Statistisk sentralbyrå, september 2010 Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde. | Standardtegn i tabeller | Symbol |
| ISBN 978-82-537-7931-7 Trykt versjon | Tall kan ikke forekomme | . |
| ISBN 978-82-537-7932-4 Elektronisk versjon | Oppgave mangler | .. |
| ISSN 0806-2056 | Oppgave mangler foreløpig | ... |
| Emne: 01.04.10 | Tall kan ikke offentliggjøres | : |
| Trykk: Statistisk sentralbyrå | Null | - |
| | Mindre enn 0,5 av den brukte enheten | 0 |
| | Mindre enn 0,05 av den brukte enheten | 0,0 |
| | Foreløpig tall | * |
| | Brudd i den loddrette serien | — |
| | Brudd i den vannrette serien | |
| | Desimaltegn | , |

Forord

Innenriks sjøfart og fiske står for om lag en tredjedel av de samlede utslippene av NO_x til luft i Norge. Denne rapporten beskriver hvordan utslippet beregnes i det nasjonale utslippsregnskapet og hvordan utslippsfaktorer er blitt videreutviklet basert på nye basisfaktorer fra Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009). I rapporten beregnes utslipp for 2007 fordelt på mer detaljerte skips kategorier enn det som publiseres i utslippsregnskapet.

Statistisk sentralbyrå har tidligere kartlagt drivstofforbruk og utslipp til luft fra innenriks sjøfart og fiske i (Tornsjø 2001) og (Flugsrud og Rypdal 1996).

Med begrepet innenriks sjøfart menes i denne rapporten all sjøtransport mellom to norske havner utenom fiskebåter. Det er viktig å skille på dette og definisjonen av næringen innenriks sjøfart som brukes både i nasjonalregnskapet og energiregnskapet til SSB. Næringen innenriks sjøfart er bare en del av kilden innenriks sjøfart slik den er definert i utslippsregnskapet.

Rapporten ("Utslipp til luft av NO_x fra innenriks sjøfart og fiske) er utarbeidet av Statistisk sentralbyrå med bidrag fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) som har finansiert arbeidet.

Sammendrag

Hovedformålet med prosjektarbeidet som er beskrevet i denne rapporten er å oppdatere og forbedre tallene for utslipp til luft av NO_x fra skip i norsk innenriksfart og fiskebåter i det norske utslippsregnskapet. I rapporten dokumenteres hvordan utslipp til luft fra norsk innenriks sjøfart og fiske blir beregnet i det norske utslippsregnskapet og hvordan nye oppdaterte utslippsfaktorer er blitt utviklet for marin gassolje, tungdestillat og tungolje.

Nye utslippsfaktorer fra Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) er blitt implementert i det nasjonale utslippsregnskapet. De nye basisfaktorene fra Marintek gjelder utslipp av NO_x for forskjellige motortyper (sakte, middels og hurtiggående) bygget før og etter at utslippskrav (IMO) ble innført i år 2000. Basisfaktorene ble først vektet etter motortypefordeling innen skips kategorier (lastebåter, slepebåter, ferger etc.). Deretter vektet de etter forbruk for de forskjellige skipskategoriene. Denne beregningen er gjort for basisår med gode forbruksdata (1993, 1998, til dels 2004 og 2007).

Gjennomsnittsfaktorer for utslipp av NO_x fra kilden innenriks sjøfart og fiske i den nasjonale modellen er beregnet for de aktuelle næringene og blir presentert i denne rapporten. Aktuelle næringer er fiske, olje- og gassutvinning (flyttbare installasjoner), oljeboring (flyttbare installasjoner), forsvaret og samlekategoriene "annet". For alt forbruk utenfor næringene fiske, olje- og gassutvinning og oljeboring (flyttbare installasjoner) og forsvar er en gjennomsnittsfaktor for NO_x blitt beregnet og brukt på alle øvrige aktuelle næringer i utslippsregnskapet. Gjennomsnittsfaktorene er deretter blitt interpolert lineært over tidsserien og brukt i de årlige utslippsberegningene.

Forbruk av og utslipp fra marin bunkersolje (marin gassolje, tungdestillat og tungolje) kan beregnes enten ved en top-down eller bottom-up tilnærming. Top-down er en måte å beregne utslipp på hvor det er tatt utgangspunkt i at det totale drivstofforbruket er kjent. Den årlige beregningen av utslipp (av NO_x) fra innenriks sjøfart og fiske gjøres med en top-down metode. Ved en bottom-up-beregning legges alle enkeltaktiviteter sammen og totalt drivstofforbruk og utslipp beregnes ut fra dette. For 1993, 1998, til dels 2004 og 2007 har forbruk og utslipp blitt beregnet for definerte skips kategorier ved hjelp av en bottom-up-metode som beskrevet i denne rapporten. I top-down-metoden bruker vi veide faktorer basert på bottom-up-metoden. Differansen mellom det totale forbruket i top-down-analysen og forbruket i bottom-up-analysen gir en rest som gis samme faktor som den som er brukt for samlekategoriene "annet". Denne metoden innebærer en antagelse om at samme skipsfordeling gjelder for den andelen skip som ikke er inkludert i bottom-up-analysen (en prosent av alle skip i 2007).

Resultatene fra bottom-up-analyser for basisårene med gode forbruksdata gir utslipp på svært detaljert nivå. Eksempelvis er utslipp fra ferger beregnet. De årlige nasjonale beregningene gir derimot kun samletall for de aktuelle næringene i utslippsregnskapet. I denne rapporten presenteres utslippstall på detaljert nivå for 2007. I prosjektarbeidet har SSB benyttet nye forbruksdata fra Fiskeridirektoratet for vekting av faktorer. Fra Fergefaktautvalget har vi også fått tilgang til tall for forbruk og utslipp fra ferger som er blitt brukt i beregningene. Næringslivets NO_x-fond har også gitt tilgang til en database over forbruk og utslipp i 2007 og tall for utslippsreduksjoner grunnet tiltak.

Data for skipsfordeling og forbrukstall som er brukt i beregningene er hovedsakelig fra NO_x-fondet, unntatt for fartøy innen næringene forsvar, fiske og olje- og gassutvinning (flyttbare installasjoner). Under prosjektets gang har det vært et samarbeid med NO_x-fondet for å kartlegge databehov, både i dette prosjektarbeidet og i framtidige årlige dataleveranser.

Abstract

The main objective with the project work described in this report is to update and improve the figures for the emissions to air of NO_x from Norwegian domestic navigation and from fishing boats in the Norwegian emission inventory. The report also aims to document how emissions to air from Norwegian domestic navigation and fishing are estimated in the Norwegian emission inventory and how new updated emission factors has been developed for marine gas oil, heavy distillate and heavy fuel oil.

New emission factors from Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) has been implemented in the national emission inventory. The new basis factors from Marintek apply to emissions of NO_x for different engine categories (slow, medium and high speed) built before and after emission restrictions (IMO) were introduced in 2000. The base factors are first weighted according to the distribution of engine types within the different categories of ships (freighters, tugs, ferries etc.). Subsequently, they are weighted according to consumption for the different categories of ships. This calculation is performed for base years with good consumption data (1993, 1998, partly 2004 and 2007).

Mean emissions factors for NO_x from domestic navigation and fishing are calculated for the different industries in the national emission model, and are presented in this report. Relevant industries are fishing, oil and gas extraction (mobile installations), drilling for oil (mobile installations), defence and the category "other". A mean emission factor for all consumption outside the industries fishing, oil and gas production (mobile installations) and defence are being estimated and used for all other industries. The mean emission factors are then interpolated over the time series and used in the yearly emission calculation.

Consumption and emission figures for marine gas oil, heavy distillate and heavy fuel oil can be estimated either by a top down or a bottom up approach. Top down is a method to estimate emissions based on the fact that total fuel consumption is known. The yearly estimation of emissions (of NO_x) from domestic navigation and fishing is made by a top down method. By a bottom up calculation all single activities are added up and based on this total fuel consumption and emissions are estimated. For 1993, 1998, partly 2004 and 2007 consumption and emissions have been estimated for defined ship categories by a bottom up approach as described in this report. In the top down method we use weighted factors based on the bottom up method. The difference between the total consumption in the top down analysis and the consumption in the bottom up analysis gives a rest which is given the same factor as the category "other". This method implies the assumption that the same ship distribution applies for the skips not included in the bottom up analysis (one per cent of all ships in 2007).

The results from the bottom-up analyses for the base years with good consumption data give emissions on a very detailed level, for example estimations for emissions from ferries. The yearly national estimations give on the other hand just average figures for the actual industries in the emission inventory. In this report emission figures on detailed level are presented for the year 2007. In the project work Statistics Norway has been using new data from The Directorate of Fisheries by the weighting of emission factors. Ferjefaktautvalget (Committee on ferry facts) have also contributed with consumption and emission figures for ferries which have been used in the calculations. The Business Sector's NO_x fund has also given access to a database over consumption and emissions in 2007 and figures for emission reductions owing to measures.

Distribution of ship categories and consumption figures used in the calculations are mainly given by data from the NO_x fund, except for the industries defence, fishing and oil and gas production (mobile installations). During the project Statistics Norway has cooperated with the Business Sector's NO_x fund to find out which kind of data Statistics Norway needs from the NO_x fund, for this analysis and in future yearly data deliveries.

Innhold

| | |
|---|-----------|
| Forord | 3 |
| Sammendrag | 4 |
| Abstract | 5 |
| 1. Innledning | 7 |
| 2. Definisjoner | 8 |
| 2.1. Innen- og utenriks sjøfart..... | 8 |
| 2.2. Kilde og næring | 8 |
| 2.3. Bottom-up og top-down | 8 |
| 3. De årlige utslippsberegningene – metode og datagrunnlag | 10 |
| 3.1. Salgsstatistikk for petroleumsprodukter..... | 10 |
| 3.2. Energiregnskapet | 11 |
| 3.3. Andre mulige datakilder..... | 13 |
| 4. Oppdatering av utslippsfaktorer – metode og datagrunnlag | 14 |
| 4.1. Nye utslippsfaktorer for ulike motortyper fra Marintek | 14 |
| 4.2. Bottom-up-beregninger av NO _x -utslipp fra skip | 15 |
| 4.3. Vekting av utslippsfaktorer i bottom-up-analysen | 17 |
| 4.4. Gjennomsnittsfaktorer brukt i de årlige utslippsberegningene..... | 23 |
| 4.5. Reduksjonstiltak | 24 |
| 5. Resultater | 25 |
| 5.1. Oppdaterte gjennomsnittsfaktorer | 25 |
| 5.2. Oppdaterte utslipp | 26 |
| 5.3. Usikkerhet | 29 |
| 6. Forslag til framtidige forbedringer | 30 |
| Referanser | 31 |
| Vedlegg A: Ship segment emission factors | 32 |
| Vedlegg B: Fordeling av motortype innen skips kategorier og utslippsfaktor (kg NO_x/ tonn drivstoff) | 38 |
| Vedlegg C: Oversikt over NO_x-reduserende tiltak | 39 |
| Vedlegg D: Teknisk bakgrunn | 42 |
| Vedlegg E: Forkortelser | 44 |
| Figurregister | 45 |
| Tabellregister | 46 |

1. Innledning

Utslipp til luft av NO_x fra innenriks sjøfart og fiske mellom norske havner står for om lag en tredjedel av det totale NO_x-utslippet i Norge. Det har vært stort fokus på NO_x-utslippet i de senere år, siden store reduksjoner er nødvendige for måloppnåelse av Gøteborgprotokollen. Fokus har blitt rettet mot skip og båter spesielt fordi de samlet har store utslipp og utslippene kan reduseres til forholdsvis lave kostnader. En NO_x-avgift ble innført 1. januar 2007 på blant annet utslipp fra større skipsmotorer og motorer, kjeler, fakler og turbiner på olje og gassinstallasjoner og i industrien. Samtidig som avgiften ble vedtatt innført, ble det besluttet at virksomheter som inngår miljøavtaler med staten om NO_x-reducerende tiltak kan få avgiftsfritak. I januar 2008 inngikk 14 sentrale næringsorganisasjoner en slik avtale med Miljøverndepartementet, og Næringslivets NO_x-fond ble etablert. Avtalen gjelder for perioden 2008-2010 og innebærer en forpliktelse til å redusere NO_x-utslippene med 30 000 tonn. Det forhandles om en forlengelse av avtalen. Virksomheter som slutter seg til avtalen må foreta innbetalinger til Næringslivets NO_x-fond, som gir tilskudd til gjennomføring av NO_x-tiltak. Utslipsreduksjoner som følger av utførte tiltak må rapporteres inn til Næringslivets NO_x-fond. Det finnes derfor et godt datagrunnlag for forbedrede beregninger i NO_x-fondets register.

Det norske utslippsregnskapet oppdateres årlig. Det skal tilfredsstillе internasjonale krav til kvalitet, så som fullstendighet, konsistent tidsserie, gjennomsiktighet og nøyaktighet. Det er et behov for å kunne dokumentere årlig endring med økt nøyaktighet i forbindelse med oppfyllelsen av forpliktelsene i Gøteborgprotokollen. Skipsfart er en aktivitet med stor potensial for NO_x-reduksjoner. En svakhet ved den tidligere brukte metodikken i utslippsregnskapet var manglende muligheter til å kunne beregne og vise effekten av slike tiltak samt å skaffe oversikt over hvilke tiltak som ble gjennomført. Det er forutsatt i den oppdaterte metoden at opplysninger om årlige gjennomførte tiltak hvert år skal hentes fra Næringslivets NO_x-fond.

Denne rapporten beskriver hvordan utslipp til luft fra norsk innenriks sjøfart og fiske blir beregnet i det norske utslippsregnskapet og hvordan nye, oppdaterte utslippsfaktorer har blitt utviklet for drivstoffene marin gassolje, tungdestillat og tungolje. Kapittel 2 gir noen generelle definisjoner av uttrykk brukt i rapporten. I kapittel 3 blir metode og datagrunnlag brukt i de årlige utslippsberegningene av NO_x-utslipp fra skip beskrevet og i kapittel 4 hvordan de nye utslippsfaktorene er blitt beregnet. I kapittel 5 presenteres prosjektets resultater; de nye gjennomsnittsfaktorene brukt i det årlige utslippsregnskapet, utslipp av NO_x i det nasjonale utslippsregnskapet, og detaljerte utslippstall for hver skipskategori i bottom-up-analysen for år 2007. Kapittel 6 omtaler forslag til framtidige forbedringer i utslippsberegningene.

Prosjektet har blitt gjennomført i 2009.

2. Definisjoner

2.1. Innen- og utenriks sjøfart

Utslipp fra innenriks sjøfart (domestic water-borne navigation) er definert i EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook (EEA 2009) som utslipp fra drivstoff brukt av fartøyer av alle nasjonaliteter som avgår og anløper mellom to havner innen samme land. Dette inkluderer reiser med alle fartøy, på hav, elver eller innsjøer. I denne sammenheng er installasjoner på den norske delen av kontinentalsokkelen definert som norsk havn. I praksis skal dermed alle bevegelser mellom to norske havner inkluderes i norsk innenriks sjøfart. Et passasjerskip som kommer fra Danmark, anløper Stavanger og går videre til Bergen før det returnerer til utlandet regnes dermed som innenriks sjøfart på strekningen Stavanger-Bergen. Det samme gjelder for anløp av cruise fartøy.

Det som skal rapporteres til UNECE og UNFCCC i henhold til internasjonale rapporteringskrav i forbindelse med Langtransportkonvensjonen (CLRTAP) og Klimakonvensjonen, er utslippene knyttet til alle skipsbevegelser mellom to norske havner, uavhengig av hvor skipene har bunkret. Men for både CLRTAP og Klimakonvensjonen kan fordelingen mellom innenlands og utenlands skipsfart bli anslått ved hjelp av tall for salg av drivstoff i landet. Utslipp fra fiske skal ifølge internasjonale retningslinjer beregnes ut fra solgt drivstoff til fiske i landet.

Utenriks sjøfart er alle turer mellom en nasjonal og en utenlandsk havn. Utenriks sjøfart er ikke vurdert i denne rapporten.

I denne rapporten er innenriks sjøfart begrenset til å inkludere utslipp fra skip, utslipp fra småbåter er altså ikke inkludert.

2.2. Kilde og næring

Med begrepet innenriks sjøfart menes i denne rapporten all sjøtransport mellom to norske havner utenom fiskebåter uavhengig av om skipene er norske eller utenlandske. Det er viktig å skille på dette og definisjonen av *næringen* innenriks sjøfart som brukes både i nasjonalregnskapet og energiregnskapet til SSB. *Næringen* innenriks sjøfart er bare en del av *kilden* innenriks sjøfart slik den er definert i utslippsregnskapet.

2.3. Bottom-up og top-down

Forbruk av og utslipp fra marin bunkersolje (marin gassolje, tungdestillat og tungolje) kan beregnes enten ved en bottom-up eller top-down tilnærming. For 1993, 1998, til dels 2004 og 2007 har forbruk og utslipp blitt beregnet for definerte skips kategorier ved hjelp av en bottom-up-metode som beskrevet i denne rapporten.

Ved en bottom-up-beregning legges alle enkeltaktiviteter sammen og totalt drivstofforbruk og utslipp beregnes ut fra dette. Detaljerte aktivitetsdata for ulike skips kategorier kobles sammen med detaljerte utslippsfaktorer. En bottom-up-beregning kan være basert på rapportering av drivstofforbruk eller utslipp fra enkeltskip (f.eks. ferger og Hurtigruta). En ulempe ved en bottom-up-beregning er at totalen er helt ukjent, så det kan være vanskelig å finne systematiske feil, som f.eks. dobbelttelling eller mangler i aktivitetsdata. Fordelen er at man på denne måten (hvis man har unngått systematiske feil) kan komme nærmere sann verdi, siden man får med alle skip uavhengig av nasjonalitet.

Årsaken til at bottom-up-metoden ikke brukes direkte i de nasjonale årlige utslippsberegningene, er at samlet forbruk for skip må samordnes med andre forbruk i energiregnskapet. Bottom-up-beregningene er i tillegg svært ressurskrevende og gjøres derfor ikke årlig.

Den årlige beregningen av utslipp (av NO_x) fra innenriks sjøfart og fiske gjøres med en top-down metode. Top-down er en måte å beregne utslipp på hvor det er tatt utgangspunkt i at det totale drivstofforbruket er kjent. Samlet drivstofforbruk for innenriks sjøfart tas fra energiregnskapet (ER) og bygger på salgsstatistikk over Petroleumsprodukter (PS) og er fordelt på innen- og utenriks sjøfart. Med denne metoden vil man bare få med utslipp fra skip som bunkrer i Norge. Noen skip som bunkrer i Norge beveger seg likevel oftest mellom utenlandske havner, mens andre skip sannsynligvis bunkrer i utlandet, men beveger seg hovedsakelig mellom norske havner. Man kan anta at utenlandske skip som også beveger seg mellom norske havner, i stor grad vil bunkre i utlandet.

De fleste om ikke alle land benytter samme metode for å beregne rapporterte utslipp fra skip.

3. De årlige utslippsberegningene – metode og datagrunnlag

I de årlige utslippsberegningene som publiseres av SSB sammen med Klif beregnes utslipp av NO_x ved hjelp av tall for beregnet energibruk, basert på drivstoffsalg, og gjennomsnittlige utslippsfaktorer for de forskjellige næringene i utslippsregnskapet. Energibruk til innenriks sjøfart er gitt av SSBs energiregnskap. For fiske blir tall fra salgsstatistikken for petroleumsprodukter brukt direkte i utslippsregnskapet.

Ved hjelp av de skipskategori-spesifikke utslippsfaktorene gitt i bottom-up-beregningene utført for 1993, 1998, 2004 og 2007 og lineær interpolering for mellomliggende år, er de gjennomsnittlige utslippsfaktorene for næringene beregnet. I interpoleringen av gjennomsnittsfaktorer over tidsserien er det tatt hensyn til utviklingen i bruken av bøyelastere som hadde en sterk oppgang mellom 1995 og 2002, hvoretter bruken begynte å reduseres igjen. Korreksjonen er blitt gjort i forbrukstallene for bøyelastere år 1990 - 2007 gjennom at samme utvikling er antatt som utviklingen i trafikkarbeidstallene for kategorien ”oljetransport med skip” i SSB’s statistikkbank for den samme tidsperioden.

Det er også tatt hensyn til at rapporterte data for ferger i perioden 1999-2007 er tilgjengelige og at IMO-motorer først ble innført fra år 2000.

Utslipp fra innenriks sjøfart og fiske som publiseres årlig er inndelt i et lite antall næringer i det norske utslippsregnskapet; fiske, olje- og gassutvinning, oljeboring, forsvaret og kategorien ”annet” som blant annet inkluderer *næringen* innenriks sjøfart. Se Tabell 3.1 for å se hvilke næringer som er inkludert i ”annet”-kategorien. Gjennomsnittsfaktoren som blir brukt for næringene i ”annet”-kategorien blir også brukt på restforbruket som oppstår som differanse når bottom-up-modellens forbrukstall tilpasses til totalt forbruk fra SSBs energiregnskap.

Utslipp fra innenriks sjøfart og fiske beregnes hvert år ifølge internasjonalt anbefalte metoder (IPCC tier 2-metodikk) i det årlige norske utslippsregnskapet (EEA 2009), (IPCC 2000). Mobile borerigger er også inkludert i beregningene for innenriks sjøfart. Utslipp fra internasjonal marin bunkers er ekskludert fra den nasjonale totalen for sjøfart og er rapportert separat, ifølge internasjonale retningslinjer.

3.1. Salgsstatistikk for petroleumsprodukter

Salgsstatistikken for petroleumsprodukter er den viktigste kilden til forbrukstall i SSBs energiregnskap. Norsk Petroleumsinstitutt og SSB har fram til og med 2009 hvert år utarbeidet en oversikt over salget av ulike petroleumsprodukter fordelt på kjøpergrupper, basert på rapportering fra oljeselskapene.

Fra og med 2010 utarbeider SSB salgsstatistikken med hjemmel i Statistikkloven. Kjøpergruppene er ofte ikke veldefinerte, og salget kan av og til havne i feil kategori. Oljen brukes heller ikke nødvendigvis under den posten hvor salget er registrert, siden videresalg forekommer. Utfordringen med salgsstatistikken er at den bare omfatter salg i Norge. I henhold til internasjonale definisjoner skal all innenriks sjøtrafikk mellom norske havner være inkludert, uavhengig av om drivstoffet kjøpes i Norge eller i andre land. Drivstofforbruket som legges til grunn skal ideelt sett omfatte den delen av salget *i Norge* som brukes innenriks i Norge (uavhengig av skipets nasjonalitet) og den delen av salg *i utlandet* som brukes innenriks i Norge (uavhengig av skipets nasjonalitet). Særlig for de siste årene er det en viss usikkerhet knyttet til fordelingen av marin gassolje mellom innen- og utenriks sjøfart på grunn av mangelfull rapportering til salgsstatistikken fra oljeselskapene.

Utslipp fra fiske skal beregnes ut fra solgt drivstoff til fiske (kjøpergruppe 20). Alt drivstoff som selges til fiske i et land skal per definisjon regnes som innenriks. Salg til petroleumsutvinning (kjøpergruppe 32) inkluderer salg av drivstoff til stasjonære oljeplattformer og flyttbare installasjoner. I salgsstatistikken omfatter innenriks sjøtransport (kjøpergruppe 66) løs fraktfart på norskekysten, innenlandske kystruter (person- og godstransport), innenlandske bilferger, slepebåter, bøyelastere og forsyningskip på norskekysten og innenriks sjøtransport for øvrig. Leveranser til utenlandske skip i innenriks sjøfart føres også her. Leveranser til norske marinefartøy føres i kjøpergruppe 73 (forsvaret). Denne kjøpergruppen omfatter virksomheter som utøves av alle forsvarsgrener med hjelpeavdelinger, Forsvarets overkommando og andre etater som administrerer og fører tilsyn med militære saker. I kategorien Eget forbruk (kjøpergruppe 85/93) føres oljeselskapenes (salgsselskapenes) eget forbruk av petroleumsprodukter til oppvarming, transport osv. Eget forbruk i forbindelse med petroleumsutvinning føres i kjøpergruppe 32.

I denne analysen er det antatt at det bare er marin gassolje, tungdestillat, tungolje og naturgass som brukes som drivstoff i skip. Bruken av forskjellige mellomdestillater er ikke nødvendigvis klart avgrenset, for eksempel kan marin gassolje også brukes til stasjonær fyring.

For marin gassolje regnes bruk i skip å omfatte totalsalget i Norge unntatt

- salg til utenriks sjøfart
- rapportert forbruk til faste installasjoner innen olje- og gassutvinning
- rapportert bruk i industrien, fiskeforedling og bygging og reparasjon av skip og oljeplattformer
- bruk i bygg/anlegg, basert på en kombinasjon av salgstall og beregninger

For direkte bruk i forskjellige næringer benyttes salgsstatistikkenes tall for kjøpergruppene

- 20-Fiske og fangst
- 32-Petroleumsutvinning
- 40-Bygg/anlegg (i tillegg kommer egen beregning for privat bygge-/anleggsvirksomhet)
- 71-Fylke/kommune
- 72-Staten
- 73-Forsvaret

Dessuten brukes 66-Innenriks sjøtransport og 85/93-Eget forbruk for å bestemme bruken i næringen innenriks sjøfart, men i tillegg blir alt salg utenom kjøpergruppene som brukes direkte også ført på innenriks sjøfart for å få den samlede bruken til å stemme overens med totalsalget.

Til bruk i skip av tungdestillat og tungolje regnes salg i kjøpergruppene

- 20-Fiske og fangst
- 66-Innenriks sjøtransport og 85/93-Eget forbruk

Bruk av naturgass i skip hentes fra innrapportering til SSB fra leverandørene om salg til forskjellige brukergrupper.

3.2. Energiregnskapet

SSBs energiregnskap dekker tilgang og forbruk av alle energivarer i Norge (olje, elektrisitet, gass, kull, koks, fjernvarme, ved etc.). Energikilder som har veldig liten betydning for norsk energiforsyning, som f.eks. solenergi og geotermisk energi, er ikke tatt med. På forbrukssiden dekker statistikken energibruk i alle næringer (energinæringer, industri, bygg/anlegg, privat og offentlig tjenesteyting, primærnæringer, husholdninger). Statistikken opererer med i alt ca. 130 forskjellige næringer, men tallene publiseres på et mer aggregert nivå.

Tabell 3.1. Næringer i energiregnskapet som inngår i kilden innenriks sjøfart og fiske og andel av energiforbruket 2007

| SN2002 | SN2007 | Næringskode | Næring i energiregnskapet | Forbruksandel av kilden innenriks sjøfart og fiske 2007 | Kategori i utslippsregnskapet |
|----------------------|-------------------------|----------------|--|---|--|
| 05.01 | 03.1 | 230 510 | Fiske og fangst | 31,5 % | Fiske |
| 05.02 | 03.2 | 230 520 | Fiskeoppdrett | 0,1 % | Annet |
| 11.1 | 06.0-1,09.1 | 231 110 | Utvinning av råolje og naturgass (flyttbare installasjoner) | 15,1 % | Utvinning inkl tungolje (flyttbare installasjoner) |
| 23.2 | 19.2 | 232 320 | Produksjon av raffinerte petroleumsprodukter | 0,2 % | Annet |
| 11.2 | 09.1 | 231 120 | Tjenester tilknyttet olje- og gassutvinning (flyttbare installasjoner) | 2,6 % | Leting (flyttbare installasjoner) |
| 15.2 | 10.2 | 231 520 | Bearbeiding og konservering av fisk og fiskevarer | 0,0 % | Annet |
| 35.1 | 30.1,33.1 | 233 510,233520 | Bygging og reparasjon av fartøyer og oljeplattformer | 0,3 % | Annet |
| 61.103-109 samt 61.2 | 50.102,50.202-4, 50.3-4 | 236 130 | Innenriks sjøfart | 47,5 % | Annet |
| 63 | 52 | 236 300,246300 | Tjenester tilknyttet transport | 1,5 % | Annet |
| 75.22 | 84.22 | 247 520 | Forsvar | 1,1 % | Forsvar |

Datakildene til energiregnskapet er stort sett foreliggende data, dels fra statistikker i SSB, dels fra andre institusjoner. Relativt få tall hentes inn bare for å brukes i energiregnskapet. De viktigste SSB-produserte statistikkene som brukes er bl.a. elektrisitetsstatistikk, salgsstatistikk for petroleumsprodukter, raffineristatistikk og nasjonalregnskapet. Blant en rekke eksterne kilder kan nevnes produksjons- og forbruksdata for utvinning av råolje og naturgass fra Oljedirektoratet.

SSBs energiregnskap definerer det totale drivstofforbruket til innenriks sjøfart som brukes i de årlige utslippsberegningene. For fiske brukes salgstall direkte. Det er viktig å merke seg at *næringen* innenriks sjøfart i energiregnskapet bare er en del av *kilden* innenriks sjøfart slik den er definert i utslippsregnskapet. Tabell 3.1 viser hvilke næringer i energiregnskapet som inngår i kilden innenriks sjøfart i utslippsregnskapet og fordelingen mellom næringenes forbruk av marin gassolje, tungdestillat og tungolje år 2007.

Denne rapporten omfatter bare forbruk i skip – småbåter er altså ikke inkludert.

Kilde for drivstofforbruk innen fiskerieringen

I utslippsberegningene brukes salgstallet for fiske direkte, mens energiregnskapets tall for marin gassolje også omfatter norske kjøp i utlandet.

For tungdestillat og tungolje brukes salgstallet fra Salgsstatistikken for petroleumsprodukter. For bensin har i mange år et anslag på 3000 tonn vært benyttet.

Kilde for drivstofforbruk innen næringen innenriks sjøfart

For beregningen av forbruket av *marin gassolje* i *næringen* innenriks sjøfart brukes salgstall fra Salgsstatistikken for petroleumsprodukter. I energiregnskapet skal total bruk av marin gassolje stemme med totalt salg, derfor blir noen mindre kvanta som er registrert på andre kjøpergrupper i salgsstatistikken også plassert på næringen innenriks sjøfart i tillegg til det som er solgt til kjøpergruppen innenriks sjøfart. På grunn av mangelfull rapportering fra oljeselskapene til salgsstatistikken må kvaliteten på avgrensningen mellom innen- og utenriks sjøfart regnes som usikker for de siste årene. Kvaliteten er forventet å øke når salgsstatistikken vil utarbeides av SSB med hjemmel i Statistikkloven.

For tungdestillat og tungolje blir salgstall for kjøpergruppene *Innenriks sjøfart* og *Eget forbruk* brukt, med unntak for noen år der ett oljeselskaps salg av tungolje antas brukt i industrien.

Kilde for drivstofforbruk for flyttbare installasjoner

Informasjon om totalforbruk av marin gassolje i petroleumsutvinning hentes fra salgsstatistikken, mens informasjon om bruk ved flyttbare installasjoner (hvorvidt den blir

brukt til boring, stasjonær forbrenning etc.) er tatt fra Environmental Web (EW) som inneholder årlige data rapportert fra oljeselskaper til Oljedirektoratet og Klif.

Kilde for drivstofforbruk innen forsvar

Forbruket av marin gassolje innen forsvar er gitt av salgstill i SSBs Petroleumstatistikk.

3.3. Andre mulige datakilder

Toll- og avgiftsdirektoratet

Vi har fått tall fra Toll- og avgiftsdirektoratet (TAD) for utslipp av NO_x fra innenriks sjøfart og fiske (Halvorsen, *pers. medd.*¹). Disse tallene kan sammenlignes med våre utslippstall og tall fra NO_x-fondet som en kvalitetskontroll.

De skip som betaler NO_x-avgift rapporterer utslipp og drivstofforbruk til TAD. Tabell 3.2 viser utslippet av NO_x i TADs register basert på fastsatte og betalte avgifter for 2007.

Tabell 3.2. Fastsatte avgifter med avgiftspliktige mengdedata. 2007

| Kilde | Mengde (kg) | Beløp (NOK) | Andel av utslipp i SSBs utslippsregnskap |
|-----------------------------------|-------------|-------------|--|
| Utslipp fra fiske og fangst | 10 281 599 | 154 224 009 | 52 |
| Utslipp fra sjøfart | 47 356 349 | 710 345 283 | 101 |
| SUM | 57 637 948 | 864 569 292 | 86 |

Kilde: Halvorsen, J. (2009). Personlig meddelelse, e-post 15.12.2009. Toll- og avgiftsdirektoratet.

SSBs strukturstatistikk for sjøtransport

Den årlige Strukturstatistikken fra SSBs seksjon for transport, reiseliv og IKT er en del av næringsstatistikken. Den gir detaljert informasjon om aktiviteten i ulike næringer. Strukturstatistikken for sjøtransport er inndelt etter NACE-standard. De aller fleste foretak innenfor næringen Sjøtransport inngår i strukturstatistikken dersom de er registrert med aktiv virksomhet i Norge i statistikkåret. Tall fra strukturstatistikken for sjøtransport kan vurderes å bli brukt til å gi en årlig fordeling mellom skipstyper som kan brukes i de årlige utslippsberegningene.

Fra Strukturstatistikken kommer årlige tall for forbruket av marin gassolje, tungdestillat, tungolje og LNG innen næringen innenriks sjøfart på foretaksnivå. Foretakets totale omkostnader til drivstofforbruk gis også i NOK, og en prosentuell fordeling av foretakets omsetning på virksomhetsområdene oppgitt i Tabell 3.3. Forklaringen til at det også er noe utenriks transport inkludert er at foretaket blir plassert i næring etter hovedaktivitet.

Tabell 3.3. Virksomhetsområder i Strukturstatistikken

| |
|--|
| Passasjertransport med skip, innenriks |
| Passasjertransport med skip, utenriks |
| Godstransport med skip, innenriks |
| Posttransport med skip, innenriks |
| Godstransport med skip, utenriks |
| Bilferging |
| Forsyningstjeneste for oljevirksomhet, innenriks |
| Forsyningstjeneste for oljevirksomhet, utenriks |
| Utleie av skip med mannskap |
| Slepebåttjenester |
| Turist- og chartertrafikk |
| Annet |

Hvis detaljerte forbrukstall ikke er tilgjengelige fra NO_x-fondets database eller andre kilder i kommende år, kan denne informasjonen brukes til å gjøre et estimat over utviklingen i fordelingen av drivstofforbruket mellom de forskjellige skipskategoriene i de årlige utslippsberegningene.

¹Halvorsen, J. (2009). Personlig meddelelse, e-post 15.12.2009. Toll- og avgiftsdirektoratet.

4. Oppdatering av utslippsfaktorer – metode og datagrunnlag

Nye utslippsfaktorer for NO_x fra Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) er blitt implementert i det nasjonale utslippsregnskapet for skip.

De nye basisfaktorene fra Marintek gjelder utslipp av NO_x for forskjellige motortyper (sakte-, middels- og hurtiggående) bygget før og etter at nye IMO-utslippskrav ble innført fra år 2000. Basisfaktorene ble vektet i to steg; først etter motortypefordeling innen skips kategorier (lastebåter, slepebåter, ferger etc.), og deretter etter forbruk for skips kategoriene. Denne beregningen er gjort for 1993, 1998, til dels 2004 og 2007 som er år der en har gode forbruksdata for alle skips kategorier.

Gjennomsnittsfaktorer er beregnet for næringene i det nasjonale utslippsregnskapet (Tabell 3.1). For alt forbruk utenfor næringene forsvar, fiske og olje- og gassutvinning (flyttbare installasjoner) blir en gjennomsnittsfaktor beregnet og brukt på alle øvrige næringer. Gjennomsnittsfaktorene er deretter blitt interpolert over tidsserien og brukt i de årlige utslippsberegningene.

4.1. Nye utslippsfaktorer for ulike motortyper fra Marintek

Det er gjennomført et stort måleprogram for NO_x-utslipp fra skip i regi av Næringslivets NO_x-fond. Resultatene fra denne er samlet i en database av DNV som også har beregnet utslippsfaktorer basert på denne databasen (DNV 2009b). Måleresultatene er i 2009 bearbeidet videre av Marintek på oppdrag av Klima- og forurensningsdirektoratet og nye utslippsfaktorer for NO_x før og etter år 2000 for den norske innenriksflåten (tabell 4.1) er beregnet. NO_x-faktorene er oppdatert i forhold til tidligere studier og baserer seg hovedsakelig på ombordmålinger av NO_x-utslipp fra skip som rapporterer til NO_x-fondet. For motorer bygget etter år 2000 er det blitt brukt NO_x-faktorer fra EIAPP-sertifikater² (Engine International Air Pollution Prevention) (Bremnes Nielsen, 2009) siden datagrunnlaget for saktegående motorer etter 2000 er dårlig i NO_x-fondets database. Saktegående motorer er en gruppe som har potensielt store utslipp siden de brukes i store båter. Sertifikatdata er et konservativt estimat og virkelige målinger vurderes som mer representative enn sertifikatdata.

Effekter fra gjennomførte tiltak er ikke tatt med i Marinteks beregninger ved utviklingen av nye faktorer for motortyper.

Tabell 4.1. Anbefalte utslippsfaktorer for NO_x for ulike motortyper, oppdatering fra 2009 og referanseverdier fra 2006

| NO _x -faktor: [kg NO _x /tonn drivstoff] | Byggeår motor | | Referanse (Buhaug, 2006) |
|---|---------------|------------|-----------------------------|
| | Før 2000 | Etter 2000 | |
| Saktegående | 82 | 78 | 93 |
| Middels hurtiggående | 54 | 53 | 60 |
| Hurtiggående | 47 | 41 | 50 |

Kilde: Bremnes Nielsen, 2009

Data fra NO_x-fondet har blitt filtrert etter følgende kriterier av Marintek:

1. NO_x-verdier lavere enn 40 prosent og høyere enn 140 prosent av NO_x-faktorene anbefalt i Buhaug 2006 er utelatt.
2. NO_x-fond-databasen mangler byggeår for motor. Byggeår for skipet er brukt som tilnærming for motoralder.
3. Kun data fra skip uten motormodifikasjon eller NO_x-reducerende tiltak er benyttet for å etablere NO_x-faktorene.

² EIAPP-sertifikatet, med tilhørende NO_x Technical File, utstedes for fartøy kjølsturket etter 1. januar 2000, og for eldre fartøy som har omarbeidet motor i henhold til IMOs NO_x-krav.

De nye oppdaterte NO_x-faktorene er ifølge Bremnes Nielsen og Stenersen (2009) 10 til 15 prosent lavere enn det som er presentert i tidligere studier (Buhaug 2006) og som fram til nå har vært benyttet i det nasjonale NO_x-regnskapet for skip. Resultatene fra Bremnes Nielsen og Stenersen (2009) er i overensstemmelse med beregningene (DNV 2009b) gjort for NO_x-fondet.

Utslippsfaktorer for forskjellige skips kategorier kan beregnes basert på motorspesifikke utslippsfaktorer og data for fordeling av motortyper. Marintek har publisert data for motorfordeling for skips kategorier i Bremnes Nielsen og Stenersen (2009), se Vedlegg A. Et skip kan ha mange motorer. Data er gitt for både for hovedmotor, hjelpemaskiner, ukjente og andel målte motorer. Skipskategoriene som det er gitt data for motorfordeling for, er oppgitt i tabell 4.2.

Tabell 4.2. Skipskategorier med oppgitte data for motorfordeling og tilsvarende kategorier i 2009-analysen

| Kategorier i Bremnes Nielsen (2009) | Kategorier i bottom-up-analysens skipsinndeling |
|-------------------------------------|---|
| Bulk | Lastebåter |
| Cement carriers | Lastebåter |
| Chemical and Product Tankers | Lastebåter |
| Container Vessels | Lastebåter |
| Fishing Vessels | Fiske |
| General Cargo | Lastebåter |
| Liquefied Gas Tankers (LGT) | Lastebåter |
| Offshore Other Vessels | Supply/standbyskip |
| Offshore Supply Vessels | Supply/standbyskip |
| Oil Tankers | Bøyelastere/oljetankere |
| Other Service Vessels | Lastebåter |
| Passenger Vessels | Ferger, Hurtigruta, andre rutebåter, cruiseskip |
| Reefers | Lastebåter |
| Ro-Ro Cargo | Lastebåter |
| Tug | Slepebåter |

4.2. Bottom-up-beregninger av NO_x-utslipp fra skip

(Flugsrud og Rypdal 1996) utviklet en metode for å beregne størrelsen på utslippene fra innenriks sjøfart og fiske. Den samme metoden er brukt i alle senere bottom-up-beregninger av utslipp fra skip. For utslippsår 2007 har utslipp fra innenriks sjøfart og fiske blitt beregnet basert på bottom-up-metode og det samme er blitt gjort for 1993 og 1998 (Tornsjø 2001), og til dels for 2004. Utslippene er beregnet ut fra drivstofforbruket til de ulike skipstypene ved å koble forbruket med utslippsfaktorer. Utslipperet for skipstype i vil være:

$$\text{utslipp}_{\text{skipstype } i} = \text{drivstofforbruk}_{\text{skipstype } i} * \text{utslippsfaktor}_{\text{skipstype } i}$$

Forbruksdata var samlet for alle kategorier skip (basert på fulltelling av norske skip i innenlands fart); gods- og standbyfartøy, passasjerfartøy, fiskebåter, forsvarets fartøy og flyttbare installasjoner brukt ved leting og utvinning av olje og gass.

Nye utslippsfaktorer fra Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) er blitt implementert. De nye basisfaktorene fra Marintek gjelder utslipp av NO_x for forskjellige motortyper (sakte-, middels- og hurtiggående) bygget før og etter at utslippskrav (IMO) ble innført år 2000. Basisfaktorene ble vektet i to steg; først etter motortypefordeling innen skips kategorier (lastebåter, slepebåter, ferger etc.), og deretter etter forbruk for skipskategoriene. Denne beregningen er gjort for basisår med gode forbruksdata (1993, 1998, til dels 2004 og 2007).

Differansen mellom det totale forbruket i energiregnskapet og forbruket i bottom-up-analysen gir en rest som gis samme faktor som gjennomsnittet for alle kategorier unntatt forsvar, fiske, flyttbare installasjoner og de direkterapporterte fergene og Hurtigruta. Denne metoden innebærer en antagelse om at samme skipsfordeling gjelder for den andelen skip som ikke er inkludert i bottom-up-analysen (en prosent av alle skip i 2007).

Noen nye datakilder er tatt i bruk i bottom-up-analysen utført i 2009. Det er framfor alt ny informasjon basert på tall fra Næringslivets NO_x-fond. De nye basisfaktorene for NO_x beregnet av Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) er basert på informasjon fra NO_x-fondet. Tall fra NO_x-fondets database (forbruk, alders- og motortypefordeling) er også brukt for skipskategoriene gods- og standbyfartøy (lastebåter, slepebåter, bøyelastere/oljetankere, supply/standbyskip) og til dels for passasjerfartøy (andre rutebåter, cruise).

Fiskeridirektoratet har gitt tilgang til en database som er blitt brukt til vekting av faktorer for fiske (Ølmheim, *pers. medd.*³), og Fergefaktautvalget har oppgitt fullrapportering av tall for forbruk og utslipp fra ferger i Norge 1999-2007 (Norrdal 2008). Fergefaktautvalgets tall er vurdert å være av god kvalitet.

Kildene som er benyttet for å beregne utslippsfaktorer til de forskjellige skipskategoriene for basisårene i bottom-up-analysen er gitt i tabell 4.3. For ferger og Hurtigruta finnes forbrukstall og utslippstall for hele populasjonen. Tall fra NO_x-fondet foreligger bare for deler av flåten (avgiftspliktig andel), og det antas samme fordeling for resten. Når gjennomsnittslutslippsfaktor beregnes for "resten" holdes derfor ferger og Hurtigruta utenfor.

Tabell 4.3. Kilder til utslippsfaktorer for skipskategoriene i basisårene

| 2009 rapport | Kilde |
|--|---|
| Lastebåter | Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) |
| Slepebåter | Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) |
| Bøyelastere/oljetankere | Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) |
| Supply/standbyskip | Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) |
| Ferger | Fergefaktautvalget (direkterapportert) (Norrdal 2008) |
| Hurtigruta | NO _x -fonddatabase (direkterapportert) |
| Andre rutebåter | NO _x -fonddatabase, estimerer SSB |
| Cruiseskip | NO _x -fonddatabase, anløpsstatistikk (Cruise Norway 2009), estimerer SSB |
| Fiske | Fiskeridirektoratet (Fiskeridirektoratet 2008), (Ølmheim, <i>pers. medd.</i> ¹), Marintek (Buhaug 2006) |
| Forsvar | Marintek (Buhaug 2006), estimerer SSB |
| Flyttbare installasjoner (mobile oljerigger) | SSB (Tornsjø 2001) |
| Andre (rest) | Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009), vurdering SSB |

For å kunne bruke basisfaktorene fra Marintek (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) trengs ulike vektinger. Det trengs aldersfordeling innen hver skipstype, fordeling på motorstørrelse, samt fordeling av forbruk på skipstypene.

Utslippsfaktorene benyttet for NO_x i bottom-up-beregningene er gitt i tabell 4.4. For 2004 er det bare utslippsfaktor for skipskategorier med gode forbruksdata.

Tabell 4.4. Utslippsfaktorer for NO_x fra skipskategoriene i bottom-up-analysene. kg/tonn drivstoff

| Skipskategori | | 1993 | 1998 | 2004 | 2007 |
|---|--|------|------|------|------|
| Gods- og standbyfartøy: | Lastebåter | 58,0 | 58,0 | | 54,4 |
| | Slepebåter | 49,3 | 49,3 | | 48,6 |
| | Bøyelastere/oljetankere | 71,3 | 71,3 | | 70,8 |
| | Supply/standbyskip | 55,3 | 55,3 | | 51,8 |
| Passasjerfartøy: | Ferger | 53,3 | 53,3 | 51,9 | 50,6 |
| | Hurtigruta | 62,4 | 62,4 | 62,4 | 62,4 |
| | Andre rutebåter | 55,5 | 55,5 | | 54,0 |
| | Cruiseskip | 61,3 | 61,3 | | 60,6 |
| Fiskebåter: | Fiske | 52,1 | 52,1 | 51,7 | 51,4 |
| Forsvarets fartøy: | Forsvar | 50,2 | 50,2 | 49,1 | 48,3 |
| Flyttbare installasjoner (ved leting og utvinning av olje og gass): | Flyttbare installasjoner (mobile oljerigger) | 70,0 | 70,0 | 70,0 | 70,0 |

³ Ølmheim, O. (2009). Personlig meddelelse, e-post oktober 2009. Fiskeridirektoratet.

4.3. Vekting av utslippsfaktorer i bottom-up-analysen

Skipskategorier i bottom-up-analysen

Fartøy kan deles inn i ulike kategorier. Den nye inndelingen brukt i 2009-analysen er stort sett en aggregering av inndelingen brukt i tidligere analyser. Tabell 4.5 viser skipskategorier benyttet i denne rapporten.

Tabell 4.5. Skipskategorier brukt i bottom-up-analyser og NO_x-fondet

| Skipskategori | Inndeling i 2009 analysen | Gammel inndeling (2001 og 2004-analyser) | Inndeling i NO _x -fondet |
|---|---|---|---|
| Gods- og standbyfartøy: | Lastebåter | Tørrlast, Godsruter, Tankskip/kombinert | Bulk, Cement Carriers, Chemical and Product tankers, Container Vessels, General Cargo, LGT, Other service Vessels, Reefers, Ro-Ro Cargo |
| | Slepebåter Bøyelastere/oljetankere Supply/standbyskip | Slepebåter Bøyelastere Supply/standbyskip | Tug Oil Tankers Offshore Other Vessels, Offshore Supply Vessels |
| Passasjerfartøy: | Ferger | Ferger | Passenger Vessels |
| | Hurtigruta | Hurtigruta | Passenger Vessels |
| | Andre rutebåter | Andre rutebåter | Passenger Vessels |
| | Cruiseskip | | Passenger Vessels |
| Fiskebåter: | Fiske | Fiske | Fishing Vessels |
| Forsvarets fartøy: | Forsvar | Forsvar | |
| Flyttbare installasjoner (ved leting og utvinning av olje og gass): | Flyttbare installasjoner (mobile oljerigger) | Flyttbare installasjoner | |
| | Andre (rest) | | |

Det er viktig å ha en inndeling i skipskategorier for å fange opp endringer i NO_x-utslippene. Noen kategorier er mer mottakelige for reduksjonstiltak enn andre.

I tidligere bottom-up-analyser har skipskategori-inndelingen vært både etter skipstype og størrelse. I 2009-analysen har ikke størrelsesinndeling vært brukt, men en grovinndeling i båttypen, og inndeling etter motortype (sakte-, middels- og hurtiggående) og alder. Målsettingen med de valgte skipsgrupperingene er å kunne gi grovinndelte utslippstall for utslipp av NO_x fra innenriks skipsfart når det blir etterspurt.

For noen kategorier er utslippsfordelingen sikrere enn for andre. Budsjettmemnda for fiske har tall for fordeling av forbruk mellom ulike fiskebåttypen. For ferger har SSB tilgang til data over direkterapporterte utslipp fra veidirektoratet. For mobile rigger får SSB også rapporterte utslippstall hvert år. Det drivstofforbruket som havner i kategorien Andre, (rest-kategorien), inneholder skip som av forskjellige grunner ikke er inkludert i NO_x-fondets database, eller er et resultat av forskjeller i grensene for hva som er inkludert i begrepet innenriks sjøfart. Differensen kan også til dels ha forklaringer i usikkerhet i salgstallene for marine drivstoff og plasseringen av disse på forskjellige næringer i SSBs energiregnskap. I beregningene er den antagelsen brukt at "rest"-klassen har samme skipskategori-fordeling som de øvrige skipene.

I NO_x-fondets database er antageligvis de minste skipene (hurtiggående) underrepresentert. Dette fører til en liten feil når det blir antatt at "resten" har samme fordeling på skip som det som ligger inne. Statlige skip som ikke er forsvarets (blant annet losbåter, Kystverkets skip) er også inkludert i restkategorien.

Skipskategorien "Passenger Vessels" i NO_x-databasen er delt opp i fire kategorier i bottom-up-analysen; Hurtigruten, cruiseskip, ferger og andre rutebåter. Hurtigruten er 10 båter som er blitt identifisert i NO_x-fond-databasen. Rapporterte tall fra Fergefaktautvalget er brukt for ferger. Fordelingen mellom cruiseskip og "andre rutebåter" i NO_x-fondtallene er gjort etter størrelse.

På grunn av at bøyelastere og oljetankere er plassert i en felles kategori i NO_x-databasen, skipstype "Oil tankers" er de også slått dem sammen til én kategori "Bøyelastere/oljetankere" i bottom-up-analysen. En bøyelaster er en råoljetanker spesialdesignet for å transportere olje fra et offshore oljefelt.

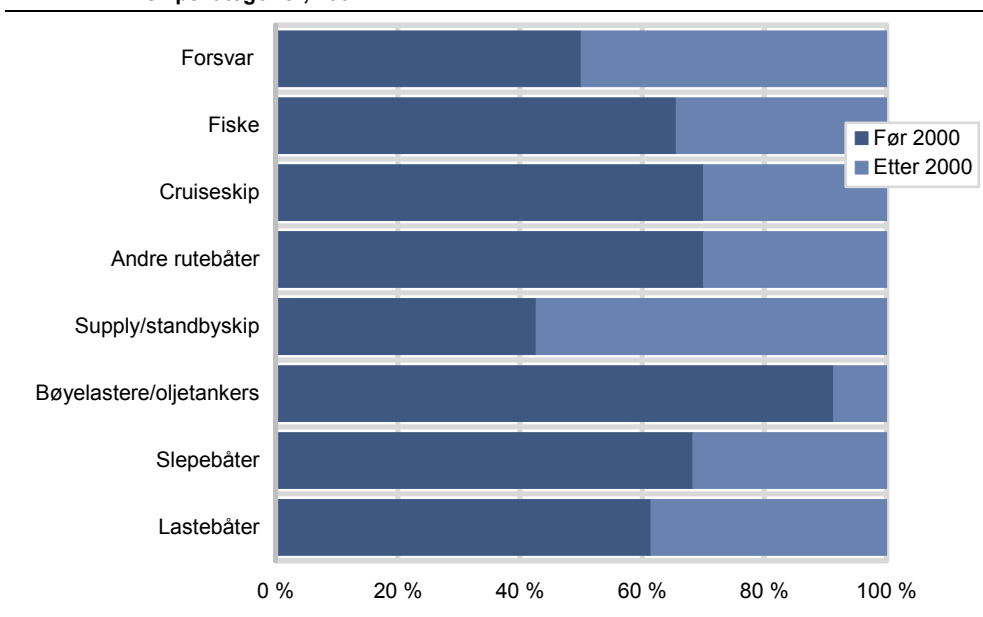
Vekting etter alder og motorstørrelse

Alder

Utslippsfaktoren for NO_x er forutsatt å være avhengig av alderen på motoren. I NO_x-fondet er det ikke innrapportert motoralder, bare skipsalder. I mangel på mer eksakte data er motoralder satt til skipsalder i denne analysen.

Til forskjell fra i tidligere bottom-up-analyser er fordeling av motorene etter alder nytt i denne analysen. Det benyttes nå basisfaktorer fra Marintek som er forskjellige for motorer bygget før og etter år 2000, da nye utslippskrav ble innført (IMO). I utslippsberegningene er det antatt at det kun blir brukt pre-IMO motorer til og med år 2000. En fordeling på nye og gamle motorer innen hver skipstype for 2007 er gitt fra Marintek (vedlegg A). Dette er data fra NO_x-fondets tall for målte skip etter alder (hvor skipsalder er satt lik motoralder i mangel på mer eksakte data). Disse dataene er benyttet for å anslå aldersfordeling for skipstypene som helhet. For forsvaret antar vi i denne rapporten at 50 prosent av skipene har IMO-motorer i 2007. For cruiseskip og andre rutebåter er det antatt 30 prosent IMO-motorer i 2007. For årene mellom 2000 og 2007 er det antatt innfasing av IMO-motorer som en lineær økning i andel fram til 2007. Det er trolig at utviklingen i båtbyggingen vil påvirkes av finanskrisen, men det er vurdert som rimelig å forutsette den samme trenden et par år til.

Figur 4.1. Andel av pre-IMO- og IMO-motorer for skipsflåten innen forskjellige skipskategorier, 2007



Gods- og standbyfartøy

For 2007 er faktorer beregnet per skipstype og fordelt etter motortype og aldersandeler. Fordeling på motorstørrelse og alder innen skipskategoriene er gjort av Marintek 2009 for gods- og standbyfartøy basert på NO_x-fond data (vedlegg A) (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009). Fordeling etter alder er gjort ved å hente ut en fordeling på nye og gamle motorer innen hver skipskategori basert på Marinteks fordeling. For 1993 og 1998 er det antatt at ingen IMO-motorer var i bruk, og basisfaktorene fra (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) for år < 2000 er blitt brukt for de ulike skipskategoriene i bottom-up-beregningene.

Ferger og andre passasjerfartøy

For ferger er de direkterapporterte dataene for utslipp og forbruk fra Fergefaktautvalget blitt brukt for å beregne faktor for 1999-2007. For årene før 1999 er et gjennomsnitt av rapporterte tall fra Fergefaktautvalget for 1999-2001 (Norddal 2008) brukt som faktor. For år 2007 er utslippstallet fra Fergefaktautvalget blitt korrigert for utslipp av NO_x fra gassferger ifølge NO_x-fondet. Utslippsfaktoren beregnet ved hjelp av Fergefaktautvalgets data blir 50,6 tonn NO_x/ tonn drivstoff for år 2007. Ved bruk av NO_x-fond-databasens tall for ferger får man en utslippsfaktor på 40,6 tonn NO_x/ tonn drivstoff. I NO_x-fond-databasen er bare 84 ferger inkludert til forskjell fra 197 ferger i Fergefaktautvalgets data. Det er en rimelig antakelse at Fergefaktautvalgets utslippsfaktor basert på fulltelling er mer korrekt og at det er trolig at ferger med lavt relativt utslipp som ønsker å få tilgoderegnet utslippsreduksjoner er overrepresentert i NO_x-fond-databasen.

Data for forbruk og utslipp for alle Hurtigruten-skip i 2007 er inkludert i NO_x-fond-databasen. Utslippsfaktoren for 2007 er brukt for alle basisår (1993, 1998, 2004 og 2007).

For kategoriene cruiseskip og andre rutebåter er to respektive utslippsfaktorer beregnet basert på data fra NO_x-fondets database for 2007. Faktorene er blitt beregnet på resterende data for forbruk og utslipp for fondkategorien "passenger vessels" når data for ferger og Hurtigruten var trukket fra. Cruiseskipene er blitt skilt ut ved hjelp av en fordeling etter størrelse. Når det gjelder aldersfordeling og innfasing av IMO-motorer antas i denne rapporten at 30 prosent av alle cruiseskip er nyere enn år 2000 og at skip med IMO-motorer har 4 prosent lavere utslipp. For andre rutebåter er tilsvarende antagelse at 30 prosent er nyere enn år 2000 og at skip med IMO-motorer har 9 prosent lavere utslipp.

Forsvar

Nye anslag for alders- og motortypefordeling av fartøy brukt av forsvaret som kan brukes til å beregne aktuell utslippsfaktor har ikke vært tilgjengelig. For å dele inn forsvarets fartøy brukes en vurdering av fordeling mellom motortyper fra (Buhaug 2006) i beregningene. Det antas at 50 prosent av militære fartøy er nyere enn år 2000 i år 2007. Aldersfordelingen (andel IMO-motorer) i 2004 er vektet ved lineær interpolering basert på faktorene for 1998 og 2007. I beregningene brukes også forbrukstall for 1993 for vektning (siste tilgjengelige detaljerte forbrukstall for forsvar) for å få fordeling på motortype.

Fiske

En utvalgsdatabase fra Fiskeridirektoratet (Ølmheim, pers. medd.⁴) er benyttet. Denne gir fordeling av forbruk på skipsstørrelse og alder i 2007. I Fiskeridirektoratets tall er inndelingen etter skipsstørrelse, ikke etter motorstørrelse. Drivstoff-dataene fra Fiskeridirektoratet er av usikker kvalitet. For skip hvor ikke forbruk er rapportert, er det brukt et gjennomsnitt for den respektive størrelses- og aldersklassen (<15m, 15-27.5, og <27,5m og IMO/pre-IMO). Manglende data er estimert på grunnlag av gjennomsnittlig volum drivstoff per NOK for den størrelsesklassen i de tilfellene hvor bare kostnader for drivstoff er oppgitt (ca 19 prosent).

Deretter er forbrukstallene også vektet av SSB for å korrigere for at databasen er et utvalg. Justeringsfaktorer for å korrigere for skjevfordeling i utvalget i databasen er beregnet ved hjelp av oppgitte tall for antall skip i hver fartøygruppe i databasen, og totalt antall i aktuell fartøygruppe oppgitt i Lønnsomhetsundersøkelsen for fiskeflåten 2007 (Fiskeridirektoratet 2008).

Når det gjelder fordeling av motortyper på forskjellige størrelsesklasser av fiskebåter er det etter en sammenligning av estimatene for motortypefordeling for

⁴ Ølmheim, O. (2009). Personlig meddelelse, e-post oktober 2009. Fiskeridirektoratet.

fiskebåtene i Marinteks rapporter fra 2009 og 2006 valgt å bruke andeler fra 2009-rapporten (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) for den større klassen (>27,5 m) og beholde andelene fra 2006-rapporten (Buhaug 2006) for de mindre klassene. Det vil si at antagelsen fortsatt blir gjort at det er 20 prosent middels- og 80 prosent hurtiggående motorer for fiskebåter som er 15-27,5 m, og 100 prosent hurtiggående motorer for fiskebåter som er mindre enn 15 m (vedlegg B). Dette valget er gjort fordi det antas at mindre fiskebåter er underrepresentert i NO_x-fondets database.

For fiske er det på lik linje med for forsvar gjort en lineær interpolering basert på faktorene for 1998 og 2007 for å få vektet for aldersfordelingen (andel IMO-motorer) i 2004.

Flyttbare installasjoner

Utslippsfaktoren brukt for flyttbare installasjoner utenom boring er en konstant faktor på 70 kg NO_x/ tonn drivstoff (marin gassolje og tungolje). Faktoren er foreslått av OLF (Tornsjø 2001) og er benyttet også i tidligere undersøkelser. De senere årene er faktorberegningene delvis erstattet med rapporterte utslipp fra flyttbare installasjoner i utslippsberegningene.

Datakilder for forbruk per skipskategori

Drivstoffforbruket i bottom-up-beregningene må fordeles på forskjellige skips-kategorier. For beregningsår 2004 er det bare gjort en ufullstendig bottom-up-analyse på grunn av mangel på gode forbruksdata for skipskategoriene innen gods- og standbyfartøy. For basisårene 1993, 1998 og 2007 hvor det er blitt gjort fullstendige bottom-up-analyser av NO_x-utslippene, gjøres fordelingen av drivstoffforbruket på følgende måte:

- Grupper der det blir gitt data for samlet forbruk fra energistatistikken (fiske, forsvar og flyttbare oljeinstallasjoner) blir skilt ut.
- Forbruket for ferger hvor det finnes egne direkterapporterte data fra Fergefaktautvalget blir trukket ut (Norrdal 2008). Det rapporterte forbruket for ferger trekkes fra det totale forbruket for kategorien "Passenger vessels" i NO_x-fondets forbrukstall.
- Forbruk rapportert for Hurtigruten trekkes også ut av NO_x-fondets forbrukstall for 2007.
- Cruiseskip trekkes ut og forbruket tilbakeregnes basert på anløpsstatistikk (Cruise Norway 2009) hvor det er antatt at forbruket følger samme utvikling som antall anløp av cruiseskip til norske havner.
- For resten av forbruket brukes en fordeling av forbruket basert på bottom-up-beregninger. For 2007 er dette i hovedsak data fra NO_x-fondet (forbruk i avgiftsområdet). For 1993 og 1998 er det data fra tidligere SSB-rapporter (Tornsjø 2001).

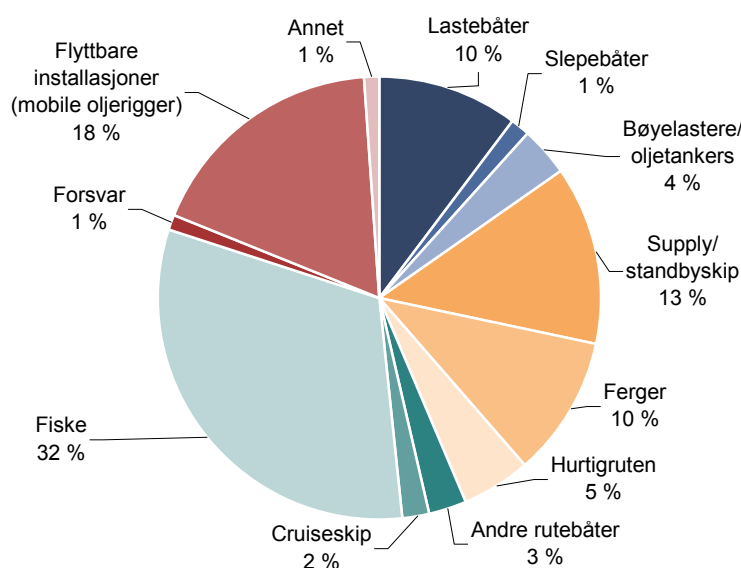
Dette betyr i praksis at det er antatt at det forbruket som ikke er dekket av bottom-up-beregningene har samme kategorifordeling som de skip som er dekket. Dette fungerer så lenge resten er forholdsvis liten og det ikke er grunn til å anta at det er stor forskjell i dekningsgrad mellom ulike skipskategorier.

Tabell 4.6 viser datakilder brukt for utslippsåret 2007 i bottom-up-analysen og i beregningene til Norges utslippsregnskap. I Figur 4.2 vises fordelingen av drivstoffforbruk i prosent mellom forskjellige skipskategorier i 2007.

Tabell 4.6. Datakilder til forbrukstall brukt i analysen 2009 (for utslippår 2007)

| 2009 rapport | Kilde bottom-up-analyse | Kilde utslippsregnskapet |
|--|---|---|
| Lastebåter | NO _x -fondet | SSBs Energiregnskap |
| Slepebåter | NO _x -fondet | SSBs Energiregnskap |
| Bøyelastere/oljetankere | NO _x -fondet | SSBs Energiregnskap |
| Supply/standbyskip | NO _x -fondet | SSBs Energiregnskap |
| Ferger | Fergefaktautvalget | SSBs Energiregnskap |
| Hurtigruten | NO _x -fondet | SSBs Energiregnskap |
| Andre rutebåter | NO _x -fondet | SSBs Energiregnskap |
| Cruiseskip | NO _x -fondet | SSBs Energiregnskap |
| Fiske | Salgsstatistikken for petroleumsprodukter | Salgsstatistikken for petroleumsprodukter |
| Forsvar | SSBs Energiregnskap | SSBs Energiregnskap |
| Flyttbare installasjoner (mobile oljerigger) | SSBs Energiregnskap | SSBs Energiregnskap |
| Andre (rest) | SSBs Energiregnskap | SSBs Energiregnskap |

Figur 4.2. Fordeling av drivstofforbruk på skipstyper i 2007



Næringslivets NO_x-fond

SSB har fått tilgang til data fra Næringslivets NO_x-fond i arbeidet med denne rapporten (database versjon 14.04.2009) (Bergsbak, pers. medd.⁵). En beskrivelse av NO_x-fondet og de vurderinger som er blitt gjort i arbeidet med å opprette databasen over rapporterte data er gitt i (DNV 2009b).

I bottom-up-analysen for år 2007 blir forbrukstall for skipskategoriene Lastebåter, Slepebåter, Bøyelastere/oljetankere, Supply/standbyskip, Hurtigruten, Andre rutebåter og Cruiseskip fra NO_x-fondets database brukt. Forbrukstallene fra databasen brukes til å få en fordeling av forbruket mellom skipstyper når nye gjennomsnittsfaktorer som skal brukes til å beregne utslipp fra næringene i det årlige utslippsregnskapet blir tatt fram.

Forbrukstallet som blir brukt i beregningene fra databasen, er forbruk av tungolje og marin gassolje i avgiftspliktig fart i 2007 for de forskjellige skipskategoriene. Avgrensingen av hvilken aktivitet som er avgiftspliktig er fart innenfor 250 nautiske mil, og mellom to norske havner eller mellom norsk installasjon og havn.

Forbruket registrert i NO_x-fondet for fiskenæringen er omtrent 1/3 av det som framkommer i salgsstatistikken for petroleumsprodukter. For andre skip er det ca 80 prosent av forbrukstallene brukt av SSB i det årlige utslippsregnskapet (ekskl. forsvar og flyttbare oljerigger). Definisjonen av innenriks sjøfart i SSBs årlige utslippsregnskap er sjøtransport mellom to norske havner utenom fiskebåter. For

⁵Bergsbak, H. (2009). Personlig meddelelse, e-post 27.05.2009. Det Norske Veritas.

fiske brukes definisjonen alt drivstoff solgt til fiske i Norge, uansett hvor det er brukt. NO_x-fondet baserer forbrukstallene på skipenes egenrapporterte forbruk, ikke på mengde solgt drivstoff. Forbruksdata mangler i databasen for de skip som ikke har rapportert dette (gjelder omtrent 8 prosent av skipene). En annen grunn til forskjeller i Statistisk sentralbyrås og NO_x-fondets forbrukstall er at mange skip tanker utenlands, og seiler innenlands med den bunkersen (og omvendt). Transport mellom to installasjoner er ikke inkludert i NO_x-fondets forbrukstall til forskjell fra i forbrukstallene brukt i Statistisk sentralbyrås utslippberegninger. Utenlandske skip i innenriksfart som har registrert seg i NO_x-fondet er med i databasen.

Det er vanskelig å si noe presist om kvalitet og fullstendighet i tallene, men DNV mener at størsteparten av transport i norske farvann er fanget opp av databasen. Anslagsvis er over 90 prosent av skipsfart innen avgiftspliktig område tilsluttet fondet, men hvordan dekningen er i de ulike skipskategoriene kan variere (Høiby, pers. medd.⁶).

For å framskaffe et bedre datagrunnlag til de nasjonale utslippberegningene fra skip, ble alle rederier tilsluttet miljøavtalen bedt om å rapportere forbruk av drivstoff og utslipp av NO_x for 2007 for hvert fartøy. Forbruksdata kommer ikke inn for alle år framover til NO_x-fondet. Databasen vil ikke bli oppdatert for alle skip hvert år, men det vil foreligge oppdaterte lister over den skrittvis forbedringen som gjøres mhp NO_x-reduksjon. Disse vil basere seg på de skipene som søker og gjennomfører tiltak. Slike lister over NO_x-reduksjon lages både ut fra forventet NO_x-reduksjon før tiltakene igangsettes, og etter tiltakene iverksettes. Disse gradvise forbedringene kan også sammenliknes med databasen for 2007, men dette vil ikke gi et fullstendig bilde over den samlede oppnådde NO_x-reduksjonen da det er kommet båter inn i NO_x-fondet etter at databasen for 2007 ble avsluttet.

Andre datakilder

Ferger

Fergefaktautvalget gir drivstofforbruk for ferger i Norge i år 2000-2007 og også utslipp av NO_x for grupper av ferger. For 2007 er det rapportert miljødata (drivstofforbruk og utslipp) for alle 197 ferger som var i drift i norsk innenriks trafikk i 2007.

AS Nesodden-Bundefjorden DS sine båter inngår i materialet. Disse fartøyene er ikke ferger etter definisjonen siden de bare frakter passasjerer og ikke kjøretøy. De har imidlertid et driftsmønster som er relativt likt det mesteparten av fergene har. For ferger er tall for hele populasjonen tilgjengelig.

Utslipp til luft av NO_x er beregnet av Fergefaktautvalget på basis av utslippsmengder per tonn drivstoff. Utslippverdier for respektive rensemetoder i tabell 4.7 er benyttet fra 2005. For perioden 2000-2004 ble en annen beregningsmetode benyttet. Sum for hele landet ble beregnet omtrent likt med de to metodene, men på enkeltferger kunne det være klare forskjeller.

⁶ Høiby, G. (2009). Personlig meddelelse, e-post 03.07.2009. Næringslivets NO_x-fond.

Tabell 4.7. Utslippsverdier for ulike rensemetoder, tonn NO_x/ tonn drivstoff

| Rensemetode | Utslipp (tonn NO _x /tonn drivstoff) | |
|---|--|--------------|
| | Saktegående og middels hurtiggående | Hurtiggående |
| Ingen rensing | 0,06 | 0,05 |
| Tilfredsstiller IMO kurven ¹ | 0,06 | 0,05 |
| 15 % under IMO kurven | 0,05 | 0,04 |
| 25 % under IMO kurven | 0,05 | 0,03 |
| 50 % under IMO kurven | 0,03 | 0,02 |
| 90 % under IMO kurven | 0,02 | 0,01 |

¹ IMO kurven: Oppgir tillatte grenseverdier for utslipp av NO_x fra dieselmotorer som er installert på skip etter 1 januar 2000 (IMO 2008).

Kilde: (Norrdal 2008)

Beregningen av utslipp i forhold til krav stilt av IMO er basert på målinger og anbefalinger fra Marintek (Norrdal 2008).

Fiskebåter

Vi har tre kilder for fiskebåters drivstofforbruk i 2007 (tabell 4.8).

Tabell 4.8. Drivstofforbruk norske fiskebåter 2007

| Drivstofforbruk (ktonn) | Datakilde |
|-------------------------|---|
| 277 | Fiskeridirektoratet (etter korrigering og vektning SSB) |
| 111 | NO _x -fondet |
| 354 | SSBs energiregnskap |

Det som blir brukt som forbruksdata i både bottom-up- og top-down-beregningene er tall fra salgsstatistikken for petroleumprodukter. Dekningen av Norges fiskebåtsbestand i NO_x-fondets database er mangelfull. En utvalgsdatabase fra Fiskeridirektoratet (Budsjettnemnda for fiske) har forbrukstall for norske fiskebåter (Ølmheim, pers. medd.⁷). Siden forbrukstallene fra Fiskeridirektoratet er så usikre er de ikke vurdert å være av god nok kvalitet til å brukes direkte i bottom-up-beregningene. De blir imidlertid brukt i vektingen for å beregne utslippsfaktoren for fiske siden forbruksdata i Fiskeridirektoratets database er fordelt på skipsstørrelse, motoralder og motortype og er mer fullstendig en NO_x-fond-databasens tall for fiskebåter.

4.4. Gjennomsnittsfaktorer brukt i de årlige utslippsberegningene

Basert på beregnet utslipp og drivstofforbruk fra bottom-up-analysene er det laget gjennomsnittsfaktorer for NO_x til bruk for innenriks sjøfart og fiske i den nasjonale utslippsmodellen til SSB og Klif. Samme faktorer brukes for drivstofftypene marin gassolje, tungdestillat og tungolje.

Gjennomsnittsfaktorer er beregnet for de forskjellige næringene i den nasjonale utslippsmodellen for basisårene (1993, 1998, til dels 2004 og 2007) hvor det er blitt utført bottom-up-analyser. En gjennomsnittsfaktor for alt forbruk utenom næringene forsvar, fiske, leting og utvinning blir beregnet og plassert på næringen "Annet" (gods-, standby- og passasjerfartøy). Gjennomsnittsfaktorene for basisårene er deretter lineært interpolert over tidsserien og brukt i de årlige utslippsberegningene. For 2004 brukes interpolering for alt unntatt ferger og Hurtigruta (hvor vi har gode forbrukstall) ved beregning av gjennomsnittsfaktor for næringen "Annet" i utslippsregnskapet pga mangel på gode forbruksdata for dette året. I den lineære interpoleringen over tidsserien er det tatt hensyn til at IMO-motorer ble innført først fra år 2000. Dette er gjort ved at andelen IMO-motorer er satt til 0 i år 2000 og en innfasing som en lineær økning i andel fram til år 2007 er antatt. Det er antatt at innfasingen fortsatt i samme tempo i 2008. Det er også tatt hensyn til endringer pga utviklingen i antall bøyelastere (1990-2007) (Statistisk sentralbyrå 2010) og tilgangen til rapporterte tall for utslipp og forbruk fra ferger

⁷ Ølmheim, O. (2009). Personlig meddelelse, e-post oktober 2009. Fiskeridirektoratet.

(1999-2007) (Norddal 2008). For 2006-2008 er det også gjort korrigeringer i utslippsfaktorene basert på data fra NO_x-fondet grunnet gjennomførte tiltak for utslippsreduksjoner (SCR etc.).

4.5. Reduksjonstiltak

En NO_x-avgift ble innført 1. Januar 2007. Samtidig som avgiften ble vedtatt innført, ble det besluttet at virksomheter som inngår miljøavtaler med staten om NO_x-reduserende tiltak kan få avgiftsfritak. I januar 2008 inngikk 14 sentrale næringsorganisasjoner en slik avtale med Miljøverndepartementet. Avtalen omfatter perioden 2008-2010 og innebærer en forpliktelse til å redusere NO_x-utslippene med 30 000 tonn. Virksomheter som slutter seg til avtalen må foreta innbetalinger til Næringslivets NO_x-fond, som gir tilskudd til gjennomføring av kostnadseffektive NO_x-tiltak. Forhandlingene om forlengelse av avtalen er i gang og ventes avsluttet innen utgangen av 2010.

I Marinteks basis-NO_x-faktorer (Bremnes Nielsen og Stenersen 2009) er effekter av tiltak ikke inkludert. Tiltak kan innvirke både på faktorens størrelse og på forbrukets størrelse. Noen tiltak kan øke drivstofforbruket i viss grad. Hvis tiltak reduserer NO_x-utslipp pga mer effektiv motor, dvs at også drivstofforbruket blir redusert, skal det ikke telles med. Gassdrift som tiltak fanges opp ved hjelp av endring i drivstofforbruk samt at utslipp fra gassdrift beregnes.

SSB bruker en liste gitt av NO_x-fondet (Mohn, *pers. medd.*⁸) over NO_x-reduksjon per skip (fra 1. desember 2009). Den utslippsreduksjonen som er registrert er et gjennomsnitt av tre års reduksjon hvor det finnes tall for flere år. Disse reduksjonene trekkes fra totalt utslipp beregnet som *totalt forbruk * faktor*. For å ta hensyn til hvor mye av tiltaksreduksjonen som skyldes lavere faktor har to alternative metoder blitt vurdert:

- Alt 1: De tiltakene som har effekt på faktor er framfor alt: SCR, lav-NO_x, EGR og vannemulsjon. En beskrivelse av forskjellige NO_x-reduserende tiltak er gitt i Vedlegg C. Det er valgt å sette at 100 prosent av reduksjonen innvirker på faktoren (og ikke forbruket) og å bare regne med disse tiltak.
- Alt 2: Bruke prosent av hver tiltakstype som påvirker utslippsfaktoren, gitt av DNV-liste.

Alternativ 1 er benyttet i beregningene.

Så lenge det er et begrenset antall skip med tiltak, vil Marinteks faktorer kunne brukes uendret for resten av flåten. Hvis det etter hvert blir en stor andel skip med direkte oppgitte utslipp må det vurderes om faktorene for resten skal justeres.

Virkninger av tiltak som reduserer utslippsfaktoren er for 2007 en reduksjon på 263 tonn NO_x og for 2008 1230 tonn NO_x. Andre tiltak som reduserer forbruket, som f. eks. overgang til gassdrift fanges opp via endringer i forbrukstall.

⁸ Mohn, H. (2009). Personlig meddelelse, e-post 01.12.2009. Det Norske Veritas.

5. Resultater

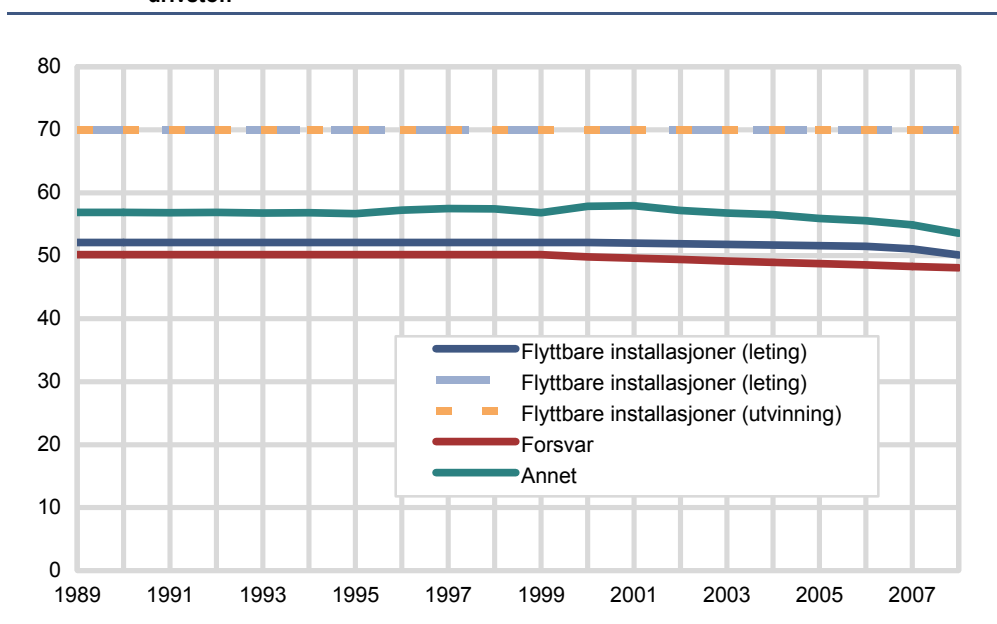
5.1. Oppdaterte gjennomsnittsfaktorer

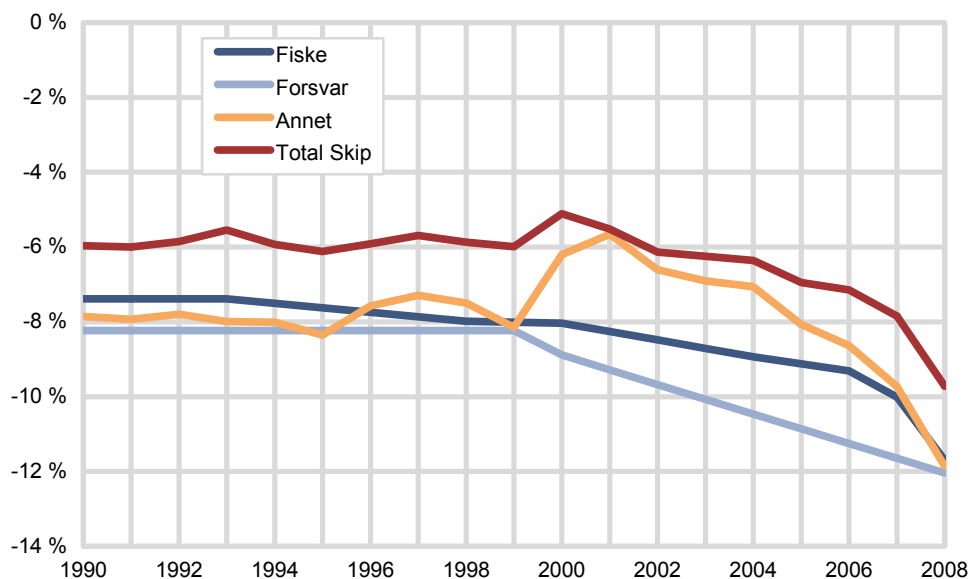
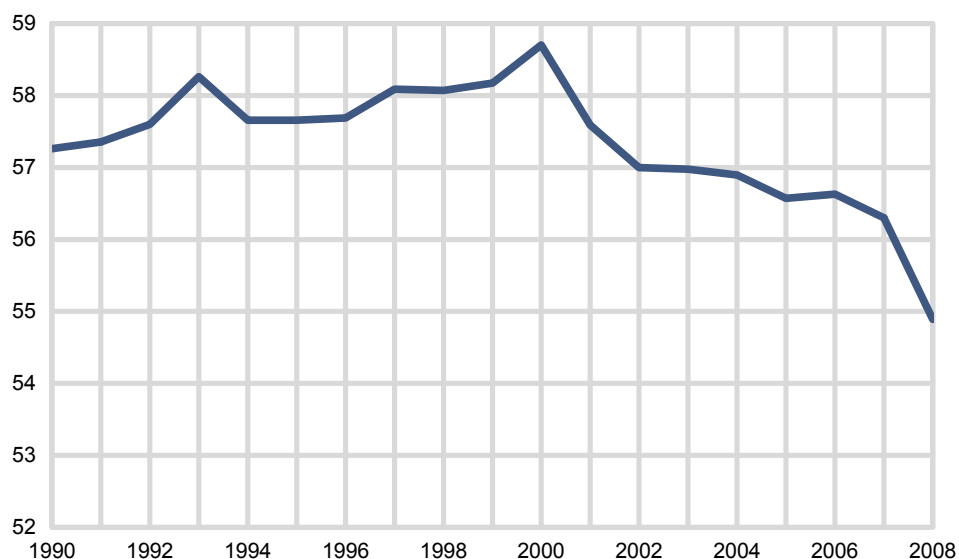
Gjennomsnittsfaktorer for NO_x-utslipp fra innenriks sjøfart og fiske i den nasjonale utslippsmodellen og endringene fra tidligere brukte faktorer er vist i tabell 5.1 og figur 5.1 og 5.2. Faktorene gjelder for drivstofftypene marin gassolje, tungdestillat og tungolje. Figur 5.3 viser den totale utviklingen i gjennomsnittsfaktor for innenriks sjøfart over tidsserien.

Tabell 5.1. Gjennomsnittsfaktorer til bruk i de årlige utslippsberegningene (fra publisering i februar 2010) og endring fra tidligere brukte faktorer for innenriks sjøfart og fiske

| | Nye faktorer (kg NO _x / tonn drivstoff) | | | | | Endring i faktorer (prosent) | | | | |
|------------|--|-----------------------------------|--------------------------------------|---------|-------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------|-------|
| | Fiske | Flyttbare installasjoner (leting) | Flyttbare installasjoner (utvinning) | Forsvar | Annet | Fiske | Flyttbare installasjoner (leting) | Flyttbare installasjoner (utvinning) | Forsvar | Annet |
| 1980 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -7 | 0 | 0 | -8 | -7 |
| 1987 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -7 | 0 | 0 | -8 | -8 |
| 1989 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -7 | 0 | 0 | -8 | -8 |
| 1990 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -7 | 0 | 0 | -8 | -8 |
| 1991 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -7 | 0 | 0 | -8 | -8 |
| 1992 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -7 | 0 | 0 | -8 | -8 |
| 1993 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -7 | 0 | 0 | -8 | -8 |
| 1994 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -8 | 0 | 0 | -8 | -8 |
| 1995 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -8 | 0 | 0 | -8 | -8 |
| 1996 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -8 | 0 | 0 | -8 | -8 |
| 1997 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -8 | 0 | 0 | -8 | -7 |
| 1998 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -8 | 0 | 0 | -8 | -7 |
| 1999 | 52 | 70 | 70 | 50 | 57 | -8 | 0 | 0 | -8 | -8 |
| 2000 | 52 | 70 | 70 | 50 | 58 | -8 | 0 | 0 | -9 | -6 |
| 2001 | 52 | 70 | 70 | 50 | 58 | -8 | 0 | 0 | -9 | -6 |
| 2002 | 52 | 70 | 70 | 49 | 57 | -8 | 0 | 0 | -10 | -7 |
| 2003 | 52 | 70 | 70 | 49 | 57 | -9 | 0 | 0 | -10 | -7 |
| 2004 | 52 | 70 | 70 | 49 | 57 | -9 | 0 | 0 | -10 | -7 |
| 2005 | 52 | 70 | 70 | 49 | 56 | -9 | 0 | 0 | -11 | -8 |
| 2006 | 51 | 70 | 70 | 49 | 56 | -9 | 0 | 0 | -11 | -9 |
| 2007 | 51 | 70 | 70 | 48 | 55 | -10 | 0 | 0 | -12 | -10 |
| 2008 | 50 | 70 | 70 | 48 | 54 | -12 | 0 | 0 | -12 | -12 |

Figur 5.1. Gjennomsnittsfaktorer brukt i de årlige utslippsberegningene, kg NO_x/ tonn drivstoff



Figur 5.2. Endring fra tidligere brukte gjennomsnittsfaktorer over tidsserien**Figur 5.3. Utviklingen i gjennomsnittsfaktor totalt for innenriks sjøfart og fiske over tidsserien, kg NO_x/ tonn drivstoff**

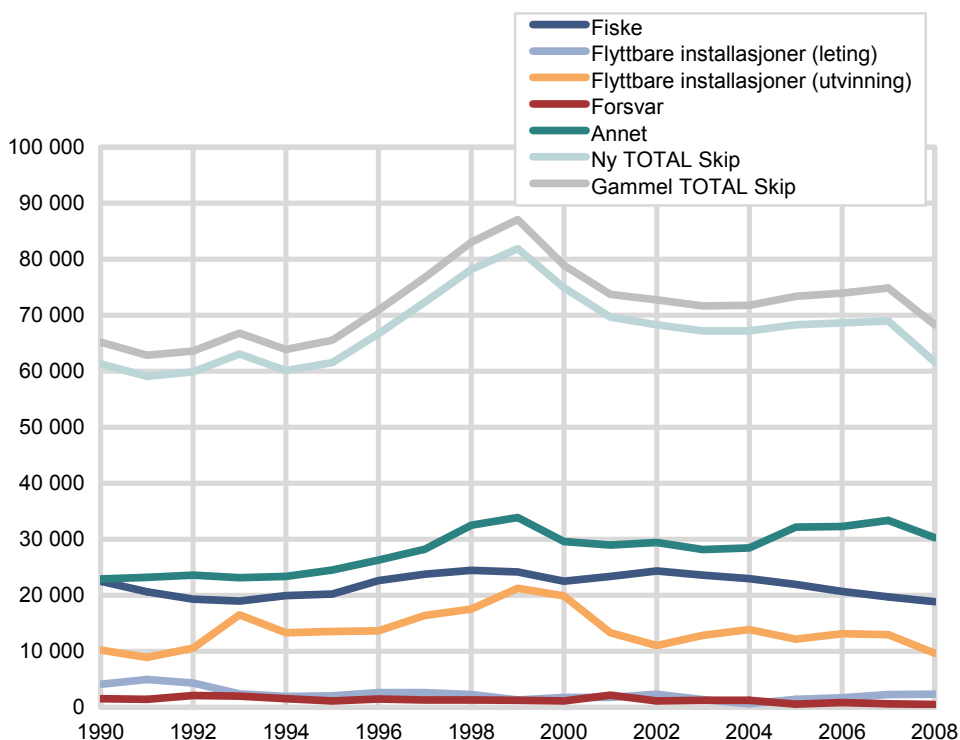
Utviklingen i gjennomsnittsfaktorene er avhengig av flere komponenter, blant annet endringer i den totale skipsflåten sammensetning, hvilket kan være én av forklaringene til nedgangen i gjennomsnittsfaktoren de senere årene. En annen forklaring er den gradvise utfasing av eldre motorer med høye utslipp etter år 2000. En forklaring til den høye faktoren 1993 er høyt drivstofforbruk dette året i forbindelse med olje- og gassutvinning, som har høy utslippsfaktor. Høy aktivitet innen olje- og gassutvinning rundt år 2000, og det høye forbruket av drivstoff til bøyelastere er årsaker til høyere gjennomsnittsfaktor dette år. Effekter av tiltaksreduksjoner har virket reduserende på faktoren fra og med år 2007.

5.2. Oppdaterte utslipp

NO_x-utslipp fra det nasjonale utslippsregnskapet

Figur 5.4 og tabell 5.2 viser de årlige utslippene fra de forskjellige næringene i utslippsregnskapet beregnet med nye faktorer og endringen i forhold til tidligere brukte faktorer. Revisjonen av utslippsfaktorene har gitt en reduksjon i de totale utslippene av NO_x i Norge på 2-4 prosent i perioden 1990-2008.

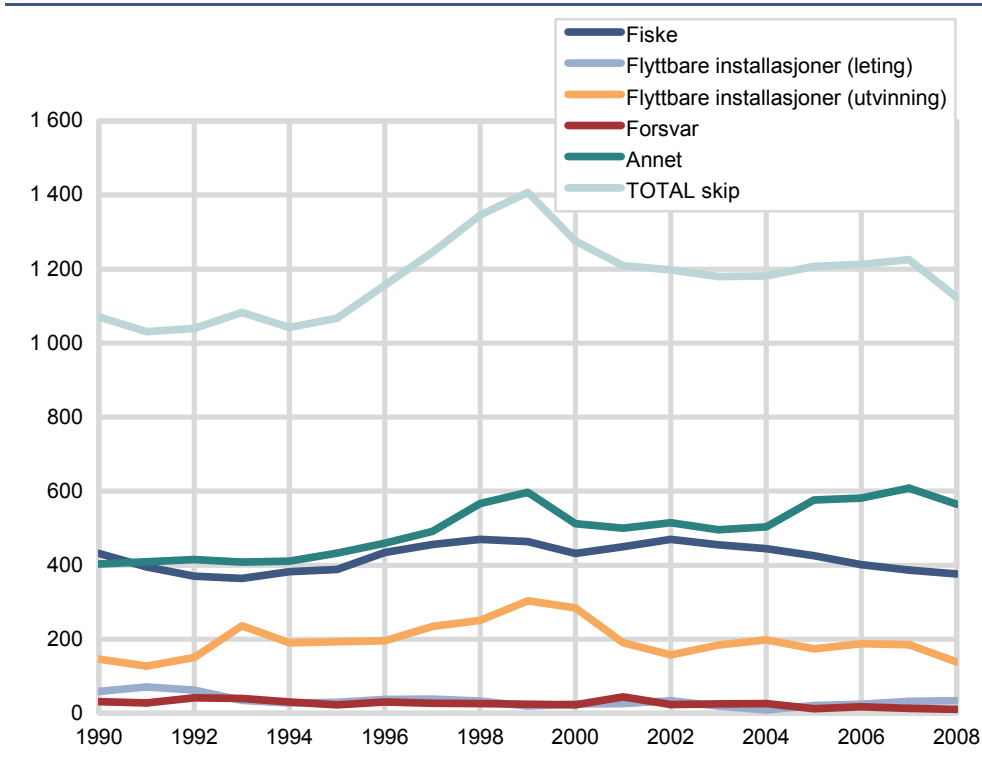
Figur 5.4. Utslipp av NO_x i de årlige utslippsberegningene. Tonn NO_x



Tabell 5.2. NO_x-utslipp i de årlige utslippsberegningene (fra publisering i februar 2010) og utslippet med tidligere brukte faktorer for innenriks sjøfart og fiske

| | Utslipp (tonn NO _x) | | | | | | Utslipp (Gamle faktorer) | Endring (prosent) |
|---------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------|--------|---------------|--------------------------|-------------------|
| | Fiske | Flyttbare installasjoner (leting) | Flyttbare installasjoner (utvinning) | Forsvar | Annet | TOTAL utslipp | | |
| 1990 .. | 22 509 | 4 127 | 10 221 | 1 560 | 22 905 | 61 322 | 65 210 | -6 |
| 1991 .. | 20 615 | 4 946 | 8 905 | 1 410 | 23 229 | 59 105 | 62 877 | -6 |
| 1992 .. | 19 306 | 4 344 | 10 551 | 2 086 | 23 595 | 59 883 | 63 604 | -6 |
| 1993 .. | 18 988 | 2 410 | 16 537 | 2 009 | 23 165 | 63 109 | 66 816 | -6 |
| 1994 .. | 19 940 | 1 946 | 13 325 | 1 518 | 23 363 | 60 093 | 63 882 | -6 |
| 1995 .. | 20 253 | 2 083 | 13 517 | 1 149 | 24 529 | 61 530 | 65 541 | -6 |
| 1996 .. | 22 638 | 2 612 | 13 658 | 1 512 | 26 281 | 66 700 | 70 891 | -6 |
| 1997 .. | 23 762 | 2 652 | 16 381 | 1 340 | 28 230 | 72 366 | 76 734 | -6 |
| 1998 .. | 24 480 | 2 309 | 17 532 | 1 313 | 32 510 | 78 144 | 83 019 | -6 |
| 1999 .. | 24 174 | 1 316 | 21 258 | 1 234 | 33 889 | 81 872 | 87 092 | -6 |
| 2000 .. | 22 496 | 1 761 | 19 914 | 1 126 | 29 601 | 74 898 | 78 933 | -5 |
| 2001 .. | 23 377 | 1 793 | 13 319 | 2 186 | 28 983 | 69 659 | 73 726 | -6 |
| 2002 .. | 24 369 | 2 331 | 11 029 | 1 161 | 29 405 | 68 295 | 72 759 | -6 |
| 2003 .. | 23 583 | 1 353 | 12 867 | 1 234 | 28 158 | 67 195 | 71 673 | -6 |
| 2004 .. | 22 988 | 611 | 13 880 | 1 265 | 28 466 | 67 210 | 71 774 | -6 |
| 2005 .. | 21 971 | 1 426 | 12 146 | 574 | 32 177 | 68 292 | 73 390 | -7 |
| 2006 .. | 20 673 | 1 714 | 13 119 | 830 | 32 311 | 68 647 | 73 927 | -7 |
| 2007 .. | 19 736 | 2 260 | 12 981 | 633 | 33 367 | 68 977 | 74 850 | -8 |
| 2008 .. | 18 837 | 2 349 | 9 684 | 504 | 30 279 | 61 653 | 68 293 | -10 |

Det er en topp i utslippene rundt år 1999. Forklaringer til utviklingen i perioden mellom 1996-2002 og toppen i 1999 kan man blant annet finne i energiregnskapstallene over forbruket. I energiregnskapstallene er det også en topp rundt år 2000. Se figur 5.5 for fordeling av forbruket mellom næringer og trendene for de forskjellige næringene.

Figur 5.5. Trenden i forbruket av marin gassolje, tungolje og tungdestillat for innenlands sjøfart. 1000 tonn

"Annet"-kategorien for skip omfatter alle gods- og passasjerskip, inkludert bøyelastere og offshorefartøyer. En forklaring til oppgangen av forbruket rundt 1999 er endringer i forbruket til bøyelastere. Frakten med bøyelastere fra felt til Norge har svingt veldig siden 1990. Et grovt anslag for bøyelastere antyder at de står for 50 000 tonn av økningen på 200 000 tonn i siste halvdel av 90-tallet. Årsaken til at transporten har gått ned igjen ser ut til å være at skipene nå går direkte fra felt til utlandet.

I SSBs statistikk over investeringskostnader til olje- og gassutvinning (<http://www.ssb.no/oljeinv>) var det også en topp i 1998 i investeringskostnader til olje- og gassutvinning etterfulgt av en nedgangsperiode hvilket stemmer godt overens med utslippstrenden.

Som tidligere nevnt er det særlig for de siste årene en viss usikkerhet knyttet til fordelingen av marin gassolje mellom innen- og utenriks sjøfart på grunn av mangelfull rapportering til salgsstatistikken fra oljeselskapene. Dette gir også en usikkerhet i trenden i utslippstallene for de siste årene. Det er forventet at dette problemet vil bli mindre når SSB begynner å utarbeide salgsstatistikken for petroleumprodukter med hjemmel i Statistikkloven.

Detaljerte utslippstall per skipskategori for 2007

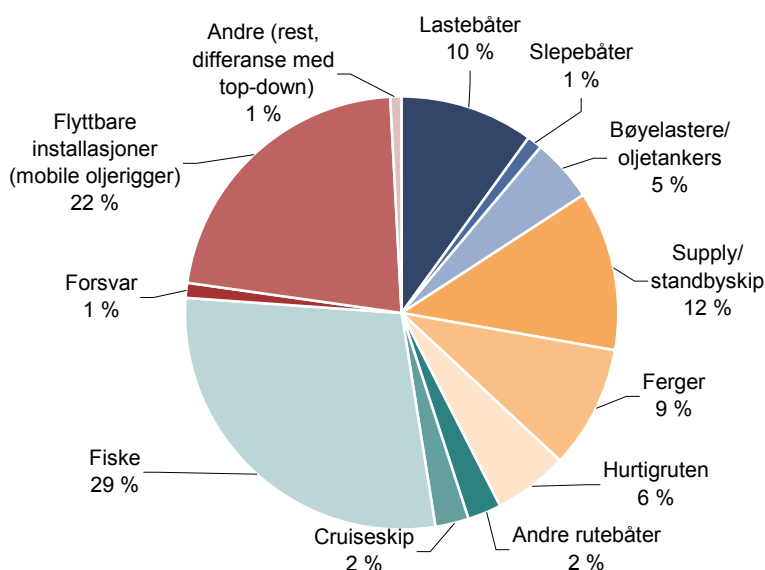
Tabell 5.3 og figur 5.6 viser utslippstallene per skipskategori for år 2007 fra bottom-up-analysen.

Differensen mellom det totale drivstofforbruket i top-down- og bottom-up-beregningene viser et avvik på 1 prosent for 2007. Dette kan forklares med at bottom-up-metoden ikke dekker alle skip, men det kan også være at fordelingen mellom innen- og utenriks sjøfart og fiske ikke er eksakt nok i salgsstatistikken for petroleumprodukter.

Tabell 5.3. Utslipp av NO_x fra skipskategoriene i bottom-up-analysen år 2007. tonn NO_x.

| Skipskategorier | 2007 |
|--|--------|
| Lastebåter | 6 915 |
| Slepebåter | 722 |
| Bøyelastere/oljetankere | 3 261 |
| Supply/standbyskip | 8 192 |
| Ferger | 6 425 |
| Hurtigruta | 3 891 |
| Andre rutebåter | 1 693 |
| Cruiseskip | 1 623 |
| Fiske | 19 849 |
| Forsvar | 633 |
| Flyttbare installasjoner (mobile oljerigger) | 15 241 |
| Rest (differanse med top-down) | 534 |
| Total | 68 977 |

Figur 5.6. Fordelingen av utslipp mellom skipskategorier i bottom-up-analysen. År 2007



5.3. Usikkerhet

Usikkerheten i aktivitetsdata i de årlige utslippsberegningene for innenriks sjøfart og fiske er estimert til å være ± 10 prosent i tidligere analyser (Rypdal og Zhang 2001). Det er antatt at dette fortsatt er et representativt estimat for usikkerheten i drivstofforbruket for de aktuelle næringene i utslippsregnskapet.

I (Rypdal og Zhang 2001) er usikkerheten i utslippsfaktorene brukt i det årlige utslippsregnskapet estimert til ± 15 prosent. Usikkerheten er antatt å være lavere nå enn i estimatet fra 2000 siden det er utført flere målinger i forbindelse med opprettelsen av NO_x-fondet. Usikkerheten i utslippsfaktorene er dels avhengig av usikkerheten i Marinteks standardfaktorer og dels i usikkerheten i den fordelingen SSB gjør av faktorene mellom skipstyper og år. Marintek har gitt et estimat på usikkerheten i basis NO_x-faktorene presentert i Bremnes Nielsen og Stenersen (2009) på ± 5 prosent (Stenersen, *pers. medd.*⁹).

En annen kilde til usikkerhet er avgrensningen av innenlands sjøtrafikk. De nasjonale utslippsestimaterne er generelt sikrere enn estimatene for de forskjellige skipskategoriene.

⁹Stenersen, D. (2009). Personlig meddelelse, e-post 13.11.2009. Marintek.

6. Forslag til framtidige forbedringer

Utslippsfaktorer brukt i de nasjonale beregningene av utslipp til luft oppdateres årlig. Det vil høyst sannsynlig være et stort fokus på denne utslippskilden også i årene som kommer og det er viktig å i størst mulig grad få tatt ny informasjon som blir tilgjengelig i bruk.

Utslippsreduksjoner grunnet tiltak må inkluderes i de kommende årlige beregningene. Dette forutsetter at SSB får en årlig dataleveranse fra NO_x-fondet eller annen rapporteringskanal for å ha en oversikt over størrelsen på disse utslippsreduksjoner. Det er viktig å ha en dialog med NO_x-fondet om hvilke data som er nødvendige for oss i årene som kommer.

På sikt kan en metode basert på AIS (Skipsbevegelsesmetode) innføres for å beregne utslippene av NO_x fra skip. AIS innebærer at all bevegelse av skip måles kontinuerlig og gir grunnlag for ganske nøyaktige estimater av drivstofforbruk og utslipp til luft.

I EMEP EEA Emission Inventory Guidebook (EEA 2009) er Tier 3 metoden for å beregne utslipp til luft av NO_x basert på tilgang til skipsbevegelsesinformasjon for enkeltskip beskrevet. DNV har i et prosjekt finansiert av Kystverket og Klif hatt i oppgave å prøve ut et system hvor aktuelle aktivitetsprofiler for alle skip kontinuerlig blir målt. Systemet skal registrere alle skipsaktiviteter i Norge (til havs og i havn). Dette vil gi datagrunnlag til mer detaljerte utslippsberegninger til luft. Prosjektet er beskrevet i (DNV 2009a). For at data skal kunne bli brukt, bør de forbedres med hensyn til avgrensning av innenriks sjøfart (inkluderer nå all trafikk i Norge). Beregningsmetoder for forbrukstall for skip med avvikende driftmønster (f. eks. offshore og fiske) må også forbedres før skipsbevegelsesmetoden kan bli tatt i bruk i de årlige utslippsberegningene.

Sjøfartsdirektoratet har etablert et system for utslippsregnskap for enkeltskip basert på frivillig innrapportering av alle utslipp til luft og vann fra skip. Systemet er nærmere beskrevet i Sjøfartsdirektoratet 2009 "Utslippsregnskap for enkeltskip - Forslag til system". Dette systemet kan eventuelt brukes til kvalitetssjekk av tall i det årlige utslippsregnskapet.

Marintek har fått i oppdrag av Klif å utvikle nye utslippsfaktorer for innenriks sjøfart og fiske som skal være ferdig høsten 2010. Det gjelder ny NO_x-faktor for fartøy som har gjennomført NO_x-reduserende tiltak og for gassdrevne skip, CH₄-faktor for konvensjonelle skip som opererer på marine bunkersoljer og gass og gjennomgang og vurdering av ny utslippsfaktor for partikler. Disse nye faktorene bør implementeres i det nasjonale utslippsregnskapet når de er ferdig utviklet.

Referanser

Bremnes Nielsen, J. and Stenersen, D. (2009): *Analysis of NO_x emission factor for ships, 2009*, MT22 F09-150, Marintek

Buhaug, Ø. (2006): *NO_x emission factors - 2006 estimate*, Report MT28 F06-033, Trondheim: Marintek

Cruise Norway (2009): *Cruise statistics* <http://www.cruise-norway.no/Statistics.aspx>

DNV (2009a): *Environmental accounting system for ships based on AIS skip movement tracking*, Report No. 2008-1853, Det Norske Veritas

DNV (2009b): *Næringslivets NO_x-fond. NO_x emission factors - 2008 estimates based on reported values*, Report No. 2009-0570, Det Norske Veritas AS

EEA (2009): *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2009*, Technical report No 6/2009 Copenhagen: European environment agency <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/>

Fiskeridirektoratet (2008): *Lønnsomhetsundersøkelse for fiskeflåten. År 2007*, Fiskeridirektoratet. <http://www.fiskeridir.no/statistikk/fiskeri/loennsomhetsundersokelse-for-fiskeflaaten/loennsomhetsundersokelse-for-fiskefartoy-publikasjoner>

Flugsrud, K. and Rypdal, K. (1996): *Utslipp til luft fra innenriks sjøfart, fiske og annen sjøtrafikk mellom norske havner*, Report 96/17, Statistics Norway http://www.ssb.no/emner/01/04/rapp_9617/rapp_9617.pdf

IMO (2008): *MARPOL Annex VI «Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships (with amendments)* http://www.imo.org/Conventions/contents.asp?doc_id=678&topic_id=258#11

IPCC (2000): "Good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories", I: (red. Penman, J, D Kruger, IE Galbally and T Hiraishi). Hayama, Japan: IPCC national greenhouse gas inventories programme, Technical support unit.

Norddal, T. (2008): *Miljørapport for innenriks ferjetrafikk 2007*, Sjøfartsdirektoratet, Statens vegvesen, Rederienes Landsforening,

Rypdal, K. and Zhang, L.-C. (2001): *Uncertainties in emissions of long-range air pollutants*, Report 2001/37, Statistics Norway. http://www.ssb.no/emner/01/04/10/rapp_200137/rapp_200137.pdf

Skjølsvik, K., Buhaug, Ø., Bergh, O.A., Haakonsen, G., Flugsrud, K. and Aasestad, K. (2004): *Forprosjekt, forbedring av nasjonal regnskap for utslipp av NO_x fra skip*, MT28 F04-032, Trondheim: MARINTEK

Statistisk sentralbyrå (2010): *Statistikkbanken: Innenlands godstransport, etter transportmåte* http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default_FR.asp?Productid=10.12&PXSid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/MenuSelP.asp&SubjectCode=10

Tornsjø, B. (2001): *Utslipp til luft fra innenriks sjøfart, fiske og annen sjøtrafikk mellom norske havner*, Report 2001/6, Oslo: Statistics Norway

Vedlegg A: Ship segment emission factors

In previous report the emission factors for ship segments was calculated base on an engine specific emission factors and engine type distribution data. The engine type distribution data has been evaluated based on available information in the databases used in this report. The following engine distribution among ship categories has been established. This distribution does only contain ships registered in the NO_x fund database:

Table 9.1 Distribution of engine types within ship groups and emission factor

| Bulk | 1980-1990 | 1990-2000 | 2000-2010 | |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|---|
| Total number of propulsion engines | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Slow speed | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Medium speed | 2 | 0 | 0 | 0 |
| High speed | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Number of auxiliary engines | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Medium speed | 0 | 0 | 0 | 0 |
| High speed | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Number of unknown engines | 2 | 4 | 0 | 0 |
| Number of propulsion engines measured | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Number of auxiliary engines measured | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Cement carriers | 1980-1990 | 1990-2000 | 2000-2010 | |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|----|
| Total number of propulsion engines | 0 | 1 | 2 | 2 |
| Slow speed | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Medium speed | 0 | 1 | 2 | 2 |
| High speed | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Number of auxiliary engines | 0 | 2 | 11 | 11 |
| Medium speed | 0 | 0 | 0 | 0 |
| High speed | 0 | 2 | 11 | 11 |
| Number of unknown engines | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Number of propulsion engines measured | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Number of auxiliary engines measured | 0 | 0 | 1 | 1 |

| Chemical and Product Tankers | 1980-1990 | 1990-2000 | 2000-2010 |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Total number of propulsion engines | 3 | 6 | 8 |
| Slow speed | 1 | 1 | 0 |
| Medium speed | 2 | 5 | 6 |
| High speed | 0 | 0 | 2 |
| Number of auxiliary engines | 8 | 11 | 16 |
| Medium speed | 0 | 5 | 3 |
| High speed | 8 | 6 | 13 |
| Number of unknown engines | 0 | 0 | 0 |
| Number of propulsion engines measured | 0 | 3 | 4 |
| Number of auxiliary engines measured | 0 | 3 | 12 |

| Container Vessels | 1980-1990 | 1990-2000 | 2000-2010 |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Total number of propulsion engines | 1 | 3 | 2 |
| Slow speed | 0 | 0 | 0 |
| Medium speed | 1 | 3 | 2 |
| High speed | 0 | 0 | 0 |
| Number of auxiliary engines | 2 | 3 | 1 |
| Medium speed | 0 | 0 | 0 |
| High speed | 2 | 3 | 1 |
| Number of unknown engines | 0 | 3 | 5 |
| Number of propulsion engines measured | 0 | 1 | 0 |
| Number of auxiliary engines measured | 0 | 3 | 0 |

| Fishing Vessels | 1980- 1990 | 1990- 2000 | 2000- 2010 |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Total number of propulsion engines | 18 | 50 | 48 |
| Slow speed | 1 | 2 | 0 |
| Medium speed | 15 | 37 | 44 |
| High speed | 2 | 11 | 4 |
| Number of auxiliary engines | 26 | 86 | 78 |
| Medium speed | 0 | 4 | 1 |
| High speed | 26 | 82 | 77 |
| Number of unknown engines | 19 | 9 | 10 |
| Number of propulsion engines measured | 11 | 30 | 31 |
| Number of auxiliary engines measured | 10 | 39 | 33 |

| General Cargo | 1980- 1990 | 1990- 2000 | 2000- 2010 |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Total number of propulsion engines | 25 | 58 | 35 |
| Slow speed | 2 | 9 | 0 |
| Medium speed | 21 | 49 | 21 |
| High speed | 2 | 0 | 14 |
| Number of auxiliary engines | 31 | 102 | 36 |
| Medium speed | 0 | 2 | 0 |
| High speed | 31 | 100 | 36 |
| Number of unknown engines | 18 | 19 | 3 |
| Number of propulsion engines measured | 9 | 11 | 10 |
| Number of auxiliary engines measured | 0 | 7 | 3 |

| Liquefied Gas Tankers (LGT) | 1980- 1990 | 1990- 2000 | 2000- 2010 |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Total number of propulsion engines | 0 | 1 | 1 |
| Slow speed | 0 | 1 | 1 |
| Medium speed | 0 | 0 | 0 |
| High speed | 0 | 0 | 0 |
| Number of auxiliary engines | 0 | 3 | 7 |
| Medium speed | 0 | 3 | 3 |
| High speed | 0 | 0 | 4 |
| Number of unknown engines | 0 | 0 | 0 |
| Number of propulsion engines measured | 0 | 0 | 1 |
| Number of auxiliary engines measured | 0 | 0 | 4 |

| Offshore Other Vessels | 1980-1990 | 1990-2000 | 2000-2010 |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Total number of propulsion engines | 22 | 25 | 68 |
| Slow speed | 3 | 3 | 2 |
| Medium speed | 13 | 22 | 55 |
| High speed | 6 | 0 | 11 |
| Number of auxiliary engines | 28 | 22 | 27 |
| Medium speed | 5 | 11 | 11 |
| High speed | 23 | 11 | 16 |
| Number of unknown engines | 1 | 3 | 3 |
| Number of propulsion engines measured | 9 | 8 | 35 |
| Number of auxiliary engines measured | 6 | 2 | 9 |

| Offshore Supply Vessels | 1980-1990 | 1990-2000 | 2000-2010 |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Total number of propulsion engines | 23 | 29 | 65 |
| Slow speed | 1 | 1 | 1 |
| Medium speed | 18 | 24 | 27 |
| High speed | 4 | 4 | 37 |
| Number of auxiliary engines | 22 | 31 | 63 |
| Medium speed | 0 | 0 | 3 |
| High speed | 22 | 31 | 60 |
| Number of unknown engines | 4 | 1 | 11 |
| Number of propulsion engines measured | 5 | 4 | 33 |
| Number of auxiliary engines measured | 1 | 6 | 29 |

| Oil Tankers | 1980-1990 | 1990-2000 | 2000-2010 |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Total number of propulsion engines | 1 | 3 | 2 |
| Slow speed | 0 | 0 | 0 |
| Medium speed | 1 | 3 | 2 |
| High speed | 0 | 0 | 0 |
| Number of auxiliary engines | 3 | 4 | 2 |
| Medium speed | 0 | 4 | 0 |
| High speed | 3 | 0 | 2 |
| Number of unknown engines | 0 | 0 | 0 |
| Number of propulsion engines measured | 0 | 1 | 2 |
| Number of auxiliary engines measured | 0 | 0 | 0 |

| Shuttle Tankers | 1980- 1990 | 1990- 2000 | 2000- 2010 |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Total number of propulsion engines | 0 | 38 | 2 |
| Slow speed | 0 | 26 | 2 |
| Medium speed | 0 | 12 | 0 |
| High speed | 0 | 0 | 0 |
| Number of auxiliary engines | 0 | 71 | 4 |
| Medium speed | 0 | 66 | 4 |
| High speed | 0 | 5 | 0 |
| Number of unknown engines | 0 | 4 | 0 |
| Number of propulsion engines measured | 0 | 26 | 2 |
| Number of auxiliary engines measured | 0 | 37 | 4 |

| Other Service Vessels | 1980- 1990 | 1990- 2000 | 2000- 2010 |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Total number of propulsion engines | 5 | 9 | 28 |
| Slow speed | 2 | 1 | 0 |
| Medium speed | 3 | 1 | 12 |
| High speed | 0 | 7 | 16 |
| Number of auxiliary engines | 9 | 5 | 26 |
| Medium speed | 0 | 0 | 0 |
| High speed | 9 | 5 | 26 |
| Number of unknown engines | 3 | 3 | 0 |
| Number of propulsion engines measured | 0 | 1 | 12 |
| Number of auxiliary engines measured | 0 | 0 | 9 |

| Passenger Vessels | 1980- 1990 | 1990- 2000 | 2000- 2010 |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Total number of propulsion engines | 65 | 108 | 143 |
| Slow speed | 1 | 14 | 6 |
| Medium speed | 30 | 32 | 19 |
| High speed | 34 | 62 | 118 |
| Number of auxiliary engines | 45 | 78 | 70 |
| Medium speed | 20 | 33 | 0 |
| High speed | 25 | 45 | 70 |
| Number of unknown engines | 5 | 3 | 9 |
| Number of propulsion engines measured | 26 | 12 | 25 |
| Number of auxiliary engines measured | 2 | 14 | 23 |

| Reefers | 1980-1990 | 1990-2000 | 2000-2010 | |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|---|
| Total number of propulsion engines | 0 | 3 | 5 | 5 |
| Slow speed | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Medium speed | 0 | 3 | 5 | 5 |
| High speed | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Number of auxiliary engines | 0 | 0 | 7 | 7 |
| Medium speed | 0 | 0 | 0 | 0 |
| High speed | 0 | 0 | 7 | 7 |
| Number of unknown engines | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Number of propulsion engines measured | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Number of auxiliary engines measured | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Ro-Ro Cargo | 1980-1990 | 1990-2000 | 2000-2010 | |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|---|
| Total number of propulsion engines | 5 | 6 | 0 | 0 |
| Slow speed | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Medium speed | 2 | 5 | 0 | 0 |
| High speed | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Number of auxiliary engines | 4 | 9 | 0 | 0 |
| Medium speed | 4 | 0 | 0 | 0 |
| High speed | 0 | 9 | 0 | 0 |
| Number of unknown engines | 5 | 3 | 0 | 0 |
| Number of propulsion engines measured | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Number of auxiliary engines measured | 3 | 0 | 0 | 0 |

| Tug | 1980-1990 | 1990-2000 | 2000-2010 | |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|----|
| Total number of propulsion engines | 33 | 38 | 33 | 33 |
| Slow speed | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Medium speed | 15 | 8 | 8 | 8 |
| High speed | 18 | 30 | 22 | 22 |
| Number of auxiliary engines | 19 | 18 | 20 | 20 |
| Medium speed | 0 | 0 | 0 | 0 |
| High speed | 19 | 18 | 20 | 20 |
| Number of unknown engines | 9 | 8 | 7 | 7 |
| Number of propulsion engines measured | 2 | 1 | 20 | 20 |
| Number of auxiliary engines measured | 0 | 0 | 18 | 18 |

Vedlegg B: Fordeling av motortype innen skipskategorier og utslippsfaktor (kg NO_x/ tonn drivstoff)

| | Slow Speed | Medium Speed | High Speed | Source | kg NO _x / ton fuel |
|----------------------------|------------|--------------|------------|--------|-------------------------------|
| Passasjer | | | | | |
| - Ferger | 0 | 0.74 | 0.26 | 1 | 57 |
| - Hurtigruta | 0 | 1 | 0 | 2 | 60 |
| - Lokalruter | 0 | 0 | 1 | 2 | 50 |
| - Cruise/sightseeing | 0.2 | 0.8 | 0 | 12 | 67 |
| Tank/Kombinert | | | | | |
| -25-100 | 0 | 0 | 1 | 3 | 50 |
| -101-500 | | 0.2 | 0.8 | 3 | 52 |
| -501-3000 | | 1 | 0 | 3 | 60 |
| ->3000 | 0.9 | 0.1 | 0 | 3 | 90 |
| Bøylastere | | | | | |
| ->3000 | 1 | 0 | 0 | 3 | 93 |
| Supply/Standby | | | | | |
| -25-100 | 0 | 0 | 1 | 4 | 50 |
| -101-500 | 0 | 0.2 | 0.8 | 4 | 52 |
| -501-3000 | 0 | 1 | 0 | 4 | 60 |
| ->3000 | 0 | 0.92 | 0.08 | 3 | 59 |
| Godsruter | | | | | |
| -25-100 | | | 1 | 3 | 50 |
| -101-500 | | 0.76 | 0.24 | 3 | 58 |
| -501-3000 | | 0.95 | 0.05 | 3 | 60 |
| ->3000 | 0.84 | 0.16 | | | 88 |
| Slepebåter | | | | | |
| - uten slep | 0 | 1 | 0 | 3 | 60 |
| - med slep | 0 | 1 | 0 | 3 | 60 |
| Forsvaret | | | | | |
| - Kystvakten | 0 | 0.57 | 0.43 | 5 | 56 |
| - Eskortefartøy | 0 | 1 | 0 | 6 | 60 |
| - MTB, minelegger | 0 | 0 | 1 | 7 | 50 |
| - Andre | 0 | 0 | 1 | 8 | 50 |
| Andre Statlige skip | | | | | |
| - Losbåter | 0 | 0 | 1 | 3 | 50 |
| - Fyrskip | | 0.36 | 0.64 | 9 | 54 |
| - Havneskip | | | 1 | 10 | 50 |
| Redningsfartøy | 0 | 0 | 1 | 9 | 50 |
| Fiske | | | | | |
| -> 27,5 m | | 0.8 | 0.2 | 11 | 58 |
| - 15 - 27,5 m | | 0.2 | 0.8 | 11 | 52 |
| - 10,67 - 15 m | 0 | 0 | 1 | 11 | 50 |
| - < 10 m | 0 | 0 | 1 | 11 | 50 |
| Andre | | | | | |
| Seismiske fartøy | 0 | 1 | 0 | 3 | 60 |

Kilde: (Buhaug 2006)

Vedlegg C: Oversikt over NO_x-reduserende tiltak

NO_x-reduserende tiltak - Leverandører og anvendelse:

Utarbeidet for NO_x-Fondet av DNV. Sist oppdatert 26.10.2009

NO_x-REDUSERENDE TILTAK FOR SKIP:

| Type tiltak og leverandør: | Benevning: | Typisk anvendelse: | Kommentar: |
|---|--|--|---|
| SCR (Selective catalytic reduction): D.E.C Marine AB (ex Munters) | | Leverandør av maritime SCR systemer for nye og gamle motorer. | Leverandøren har mer enn 70 skip i referanselisten, og første SCR anlegg ble levert i 1992 |
| Frydenbø power AS | | For nye og gamle skipsmotorer av ulik størrelse. | Vår samarbeidspartner Proventia har levert ca 80 SCR systemer av denne typen, og første levert i 1996. |
| Grundfos NoNO _x A/S | Urea Dosing System for diesel motorer, som delleveranse til SCR anlegg | Leverandør av urea doseringssystem, "Air assisted" og "Airless", for landbaserte og marine applikasjoner | Løsningen er tilgjengelig i flere versjoner, og har vært i drift på UDS diesel motorer siden 2006 |
| H+H Umwelt- und Industrietechnik GmbH | | For nye og gamle skipsmotorer av ulik størrelse. Leverer ulike typer SCR-løsninger | Skal ha implementert SCR-anlegg til mer enn 110 skip. Har også levert SCR anlegg til landinstallasjoner. |
| Hug Engineering AG | | Hug Engineering AG utvikler, produserer og leverer eksos gas rensesystemer for alle typer motorer. Sveitsisk erfaring siden 1983. Sertifisert og dokumentert produksjon. Første leverandør av SCR anlegg med urea. Leverer både stasjonære og mobile installas | Hug Engineering Products har sertifisert testet og installert effektivt rensesystemer på mer enn 170 skipsmotorer. |
| Johnson Matthey Catalysts (Germany) GmbH | | Johnson Matthey har ekspertise og kompetanse innen katalysatorteknikk for reduksjon av NO _x , partikler, CO og uforbrent drivstoffutslipp fra faste og flyttbare motorinstallasjoner inkludert kjeler, motorer til stasjonære kraftverk, skipsmotorer. Rapportere | Johnson Matthey Catalysts Tyskland har lang erfaring med SCR installasjoner. Siden 1995 har mere enn 150 SCR systemer blitt installert på skip. |
| MAN Diesel SE | | For nye og gamle skipsmotorer av ulik størrelse | SCR reduserer NO _x utslipp med ca. 80% |
| Mecmar AS | | For nye og gamle skipsmotorer av ulik størrelse, særslikt erfaring med militære fartøy | Har versjoner for enten urea eller ammioniakk som reduksjonsmiddel. Leverandør anslår 80% NO _x -reduksjon med ammoniakk som reduksjonsmiddel |
| Pon Power AS (Caterpillar) | | For nye og gamle skipsmotorer av ulik størrelse | Implementert på 10 skip + på flere enn 20 nybygg. Leverandør anslår 70-80% NO _x -reduksjon |
| Wärtsilä | | For nye og gamle skipsmotorer av ulik størrelse | Leverandør anslår 80-90% NO _x -reduksjon. Første enhet skal være bestilt i 2006 |
| Yarwil AS | | For nye og gamle skipsmotorer av ulik størrelse | Leverandør anslår reduksjon ned til 0.15g/kWh. Yarwil er totalleverandør for både SCR-utstyr og urea. |
| MTO (Motortekniske ombygninger): | | | |
| MAN Diesel | Slide valves for drivstoff | Utskifting av konvensjonelle fuel valves til slide valves | Leverandør anslår over 20% reduksjon i NO _x utslipp |
| Motorconsult AS | Ombygning, modifikasjon | | Ombygning av motor og evt også tenningstidspunkt |
| Pon Power AS (Caterpillar) | | IMO conversion kit finnes for Cat. 3600 motorer eldre enn år 2000 | Leverandør anslår opp til 50% NO _x -reduksjon |
| Rolls Royce | Clean Design upgrade kit | For utvalgte motortyper | Leverandør anslår 20% reduksjon i NO _x utslipp |
| Wärtsilä | | Ombygging av utvalgte gamle motortyper til lav-NO _x utslipp | Har bygget om flere enn 65 motorer. Oppgraderingskit til flere motortyper er underveis. Leverandør anslår 25-30% NO _x -reduksjon |
| EGR (Exhaust gas recirculation): | | | |
| Motorconsult AS | EGR | | Hevder å redusere NO _x med over 40% |
| Pon Power AS (Caterpillar) | EGR | For nye og gamle utvalgte skipsmotorer | Pilotprosjekt med STT Emtec AB og AS Nymo. Leverandør anslår 40% NO _x -reduksjon |
| Vannemulsjon: | | | |
| Eco Energy | Lite white diesel | | Diesel/vannemulsjon for å redusere NO _x -utslipp |
| Frydenbø Power AS | | For alle typer skipsmotorer av ulik størrelse | Slashpol fra vår tyske leverandør lemag. Påvist opptil 30% reduksjon av NO _x |

| Type tiltak og leverandør: | Benevning: | Typisk anvendelse: | Kommentar: |
|---|------------------------------------|---|---|
| MAN Diesel SE Motorconsult AS S.I.T Schiffs- & Industrie Technik GmbH | CD92 WiDE System | For motor type 48/60 NO _x reduksjon ved fremstilling av en stabil HFO- og diesel/vann emulsjon med lang levetid. | utslipp NO _x reduksjon opp til 30% Hevdes å redusere NO _x med 20-30% 20 års erfaring med vannemulsjon, første leveranse til norsk kunde for 20 år siden. Mer enn 100 systemer installert over hele verden for 2- og 4 takt skipsmotorer og kraftverk på land. Leverer også for ultra-low sulfur fuel. LR og ABS godkjent. Leverandør anslår 20% NO _x reduksjon. |
| Wärtsilä EGR+Vannemulsjon kombinasjon: Miljøteknikk AS Motorconsult AS Vanninjeksjon: | Wetpac E Red-Sys Red-Sys | For 4-takter | Begge aktørene fremmer RedSys-systemet basert på vannemulsjon og EGR |
| GE Energy Wärtsilä Fukting av luft: | Wetpac DWI | Gassturbiner for offshore, evt større skip For 4-takter | Leverandør anslår ned til 25 ppm NO _x ved gassdrift og vanninjeksjon Leverandør anslår 40-50% reduksjons potential. Flere skipsinstallasjoner i bruk |
| GE Energy MAN MAN Rolls Royce | SAM HAM | Gassturbiner for offshore, evt større skip For 2-takter For 4-takter | Leverandør anslår ned til 15 ppm NO _x ved gassdrift og steaminjeksjon 40% reduksjon med SAM 2-takter. I bruk på minst ett skip 65% reduksjon med HAM 4-takter. Har vært i bruk i ca 7 år Leverandør anslår 30% reduksjonsmulighet. Teknikk under utvikling |
| Wärtsilä Nye "tørre" lav-NO_x motorer | Wetpac H | For 4-takter | Leverandør anslår 20-40% reduksjons potential. Noen skipsinstallasjoner i bruk |
| GE Energy MAN Diesel SE Pon Power AS (Caterpillar) Wärtsilä Membraner: | | Dry Low Emission turbiner Utvikling av nye lav NO _x motorer (Tier II eller bedre) Utvikling av nye lav-NO _x motorer (TIER II eller bedre) | Dry Low Emission turbiner. Leverandør anslår 90% reduksjon mulig ved lav-NO _x gassturbiner (Tørre teknikker, dual fuel) 25-40% NO _x reduksjons potensial Caterpillar ACERT emission technology 25-40% reduksjons potential for NO _x |
| ECOXY AS Gassdrift: | | | NO _x -reduserende NEA-membraner for uttynning av forbrenningsluft til konvensjonelle dieselmotorer |
| GE Energy MAN Diesel SE Rolls Royce Wärtsilä Hybrid fremdriftssystem: Rolls Royce Power Electric Systems Sanntids forbruksmåling: Frydenbø Power AS | Hybrid fremdriftssystem | Gassturbiner for store skip og offshore Dual fuel drift for 51/60DF motor Gassdrift av marine stempelmotorer Dual fuel drift for Wärtsilä 32DF og Wärtsilä 50DF Ombygging fra diesel-mekanisk til kombinert diesel-mekanisk/diesel-elektrisk fremdriftssystem For alle typer skip av ulik størrelse. | Ca 400 installasjoner i Skandinavia med ulike gassturbiner. Hevder å oppnå opp til 90% NO _x -reduksjon i gassmodus Tilbyr både LNG single fuel og Diesel/Gas kombinasjonsdrift. Hevder over 90% NO _x reduksjon i forhold til konvensjonell drift Særlig egnet for offshore- og fiskefartøy med behov for maks fremdriftseffekt i en liten del av total driftstid. Hevder å ha oppnådd 50% drivstoffreduksjon. Fuel Performance Management fra vår sveitsiske leverandør Aquametro. F.eks nåtidsinfo av forbruk pr tidsenhet og seilt distanse. Valgfri oppsett av interface. Analyser av historiske data. "Noon to noon" rapporter. |

| Type tiltak og leverandør: | Benevning: | Typisk anvendelse: | Kommentar: |
|---|---|---|---|
| Moltech Norge AS: FUSION Korrigerig av el-systemet om bord Origo Supply Ltd: El-Correct Øvrige tiltak: | Fusion sanntids målesystem | Reduksjon av forbruk ved sanntids måling av drivstofforbruk. Bedre enn 1% total nøyaktighet. | Fleet Manager software gir mulighet for inngående analyse av forbruk om bord eller på rederikontor |
| | Reduksjon av elektrisk interferens og forstyrrelser | Reduksjon av drivstofforbruk gjennom redusert el-kraft behov og varmeoppbygging i elektriske systemer | Systemet er produsert av HBT International. De fleste referanser er fra fabrikktrålere |
| Frydenbø Power AS | Optimalisering av trim | Større fartøy (+100m) med fart over 15 knop. | DTA (Dynamic Trim Assistance) fra vår finske leverandør Eniram. Nåtidsinformasjon om, og anbefalinger til optimalisering av dynamisk trim. Dokumentert 3-5% reduksjon i oljeforbruk ved aktiv bruk av systemet. |
| ULTRA TECHNOLOGY AS | Generell belysning | Erstatningskit for eksisterende lysrørarmaturer med ny teknologi >50% energi besparelse med samme lysterke. | Befaringer med målinger og dokumenterte besparinger. Referanser fra oppgraderinger for cruise og ferger. |

Vedlegg D: Teknisk bakgrunn

Teknisk bakgrunn om dannelse av NO_x-utslipp i skipsmotorer og motorteknologi er gitt av Marintek i (Skjølsvik *mfl.* 2004). Utvalgt informasjon fra denne rapport er gjengitt i deler av Vedlegg D.

Dannelse av NO_x

Luft består i hovedsak av oksygen og nitrogen. Dannelse av NO_x er en utilsiktet sideeffekt av forbrenningen i motoren som skyldes at temperaturen blir så høy at oksygen og nitrogen reagerer med hverandre. Størstedelen av NO_x-utslippet skyldes nitrogen fra luften, men tungoljer inneholder ofte små mengder nitrogen som også omdannes til nitrogenoksider.

Mengden NO_x som dannes er avhengig av forbrenningen i motoren. De viktigste parametrene er:

1. Tid for reaksjon
2. Temperaturer under forbrenningen

Disse forholdene påvirkes av motorens grunnleggende design. I saktegående motorer går forbrenningen sakte. Dette er en fordel med tanke på drivstofforbruket, men det innebærer også at tiden som er til rådighet for dannelse av nitrogenoksider blir relativt lang. Saktegående motorer har derfor høyere utslipp i forhold til effekten sammenliknet med motorer med høyere turtall.

Temperaturforløpet under forbrenningen påvirkes blant annet av innsprøytningsstidspunktet og detaljer i design. Dette forårsaker betydelig spredning i utslippet fra motorer med like 'hoveddimensjoner' som slagvolum, turtall og effekt. Også motorer av samme fabrikat og betegnelse kan ha ulik utslipp. Dette skyldes at motorbyggere kontinuerlig oppgraderer sine motorer uten at hovedbetegnelse endres.

Andre parametre som påvirker mengden NO_x som dannes er oksygenkonsentrasjonen (tilgjengelighet på oksygen i høytemperatursonene) og nitrogeninnhold i drivstoffet (bare aktuelt for tungoljer), men dette er av mindre betydning enn tid og temperatur. Hvordan man akselererer og hastighet på skipet er ikke av avgjørende betydning for utslippsfaktoren.

Motorteknologi

I analysen 2009 gjøres en fordeling etter motortyper og det blir dermed antatt at hver motor har samme forbruk innen hver skipskategori.

Verifisering og sertifisering av NO_x-motorer i Norge skjer etter IMO's MARPOL VI konvensjon (IMO 2008). Kravet i MARPOL er at alle dieselmotorer over 130 kW, som er installert på et fartøy eller har gjennomgått en større modifikasjon etter 1. januar 2000 skal ha måleresultater for NO_x i IAPPC-sertifikatet. Fartøyene som inneholder slike spesifikasjoner skal i følge MARPOL VI sertifisere sine dieselmotorer etter "NO_x Technical Code", og deretter inneha en godkjent "Technical File" ombord. NO_x-utslippene skal være dokumentert og i samsvar med utslippsgrensene for NO_x i henhold til MARPOL-regelverket.

Utslipp fra skipsmotorer er avhengig av motorens konstruksjon. Skipsmotorer deles inn i tre hovedtyper:

- saktegående motorer (slow speed engines)
- middels hurtiggående (medium speed engines)
- hurtiggående motorer (high speed engines)

Betegnelse refererer til motorens turtall. Data for typiske motorer i de ulike kategoriene er vist i tabell D.1.

Tabell D.1. Oversikt over motorkategorier

| Type | Turtall (o/min) | Effektområde (kW) | Sylindereffekt (kW/syl) | Effekt / masse (kW/tonn) |
|----------------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|
| Saktegående | 60-300 | 1600-80000 | 400-5700 | 50-32 |
| Middels hurtiggående | 300-1000 | 700-24000 | 130-2000 | 150-73 |
| Hurtiggående | 1000 - | - 8200 | 55-410 | 280 - 185 |

Kilde: (Skjøtsvik mfl. 2004)

De saktegående motorene er koblet direkte til skipets propell. Dette er en fordel fordi en unngår gir. Ulempen er at motoren er nødt til å levere høyt dreiemoment. Dette gjør at motoren må ha lang slaglengde, noe som fører til at motoren blir stor. Slike motorer kan være inntil 15 meter høye og kalles ofte 'katedralmotorer'. Vekten på de største eksemplarene av denne typen motor kan komme opp mot 2500 tonn.

Motorer kan gjøres mindre og lettere men likevel ha like stor effekt hvis turtallet økes. Dette innebærer at en må benytte gir for at propellen skal få gode arbeidsforhold. Ved siden av størrelsen er det mange forskjeller mellom saktegående og mer hurtiggående motorer. Dette skyldes at de saktegående motorene i hovedsak er 2-taktere mens de hurtig- og middels hurtiggående motorene med få unntak er 4-takts motorer.

Som det fremkommer i tabellen ses de største effektene i saktegående motorer. Denne sammenhengen skyldes at en må ha store slagvolum for å oppnå store effekter. Store slagvolum betyr store stempler og lange slaglengder som igjen medfører store massekrefter (krefter for å bremse og akselerere stemplene). For å begrense massekreftene må stempelstørrelsen ofte reduseres når turtallet økes.

En viktig fordel med lave turtall er at det gir lengre tid til forbrenning. Dette gjør at motoren kan benytte billige tungoljer som bruker lang tid på å tenne og som brenner sakte. Tungoljer benyttes i saktegående og middels hurtiggående motorer, mens hurtiggående motorer benytter destillater.

Normalt benyttes saktegående motorer på store skip, mens middels hurtiggående motorer benyttes i mindre skip eller når det er begrenset plass. Hurtiggående motorer benyttes sjelden til fremdrift med mindre det er særlige hensyn til vekt og plass slik som i hurtigbåter.

Fremdriftsmotoren kan ofte benyttes til strømproduksjon ved hjelp av akselgenerator (eng: shaft generator). I tillegg har skip hjelpemotorer (eng: auxillary engines) som driver generatorer. Hjelpemotorer er enten middels hurtiggående eller hurtiggående motorer. Typiske bruksområder for motortypene er vist i tabell D.2.

Tabell D.2. Typiske bruksområder for motorkategorier

| Saktegående | Middels hurtiggående | Hurtiggående |
|-----------------|-----------------------------|-------------------|
| Hovedmotor for: | Hovedmotor for: | Hovedmotor for: |
| - Tørrlast | - Cruiseskip | - Hurtigbåter |
| - Bulkskip | - Ro-ro skip | - Fiskebåter |
| - Tankskip | - Containerskip | - Ferger |
| - Containerskip | - Ferger | |
| | - Fiskebåter | Små hjelpemotorer |
| | - Offshore supply / service | |
| | Store hjelpemotorer | |

Kilde: (Skjøtsvik mfl. 2004)

Skip har ulike driftsmønstre. Lange ruter i åpent hav innebærer jevn belastning på motoren. I slik trafikk benyttes ofte store skip. På kortere ruter og i trangere farvann kan det bli mer operasjon med redusert fart. I slike ruter benyttes ofte mindre skip.

Vedlegg E: Forkortelser

| | |
|-------------------------|---|
| CLRTAP | Convention on Long-range Transboundary Air Pollution |
| DNV | Det Norske Veritas |
| EGR | Exhaust gas recirculation. En teknikk for NO _x -rensing av bensin- og dieselmotorer. |
| ER | Energiregnskap publisert årlig av Statistisk sentralbyrå |
| EEA | European Environment Agency. Det europeiske miljøbyrået for EU. |
| EMEP | European Monitoring and Evaluation. Program under Langtransportkonvensjonen. |
| EW | EnvironmentWeb. Internettbasert database for utslipp fra virksomheten på norsk sokkel, samarbeid mellom Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), Oljedirektoratet (OD) og Oljeindustriens Landsforening (OLF). |
| IMO | International Maritime Organization |
| Klif | Klima- og forurensningsdirektoratet |
| LNG | Liquefied Natural Gas. Nedkjølt naturgass. |
| Marintek | Norwegian Marine Technology Research Institute |
| NACE | Standard for næringsgruppering |
| NO _x -fondet | Næringslivets NO _x -fond har som formål å redusere NO _x -utslipp. 14 samarbeidende næringsorganisasjoner er stiftere av fondet. |
| PS | Petroleumsstatistikken. Salgsstatistikk for petroleumsprodukter publisert årlig av Statistisk sentralbyrå. |
| SCR | Selective Catalytic Reduction. Etterbehandling av eksos der NO _x reduseres til nitrogengass ved bruk av et reduksjonsmiddel (urea) |
| SSB | Statistisk sentralbyrå |
| TAD | Toll- og avgiftsdirektoratet |
| UNECE | United Nations Economic Commission for Europe |
| UNFCCC | United Nations Framework Convention on Climate Change |

Figurregister

| | |
|--|----|
| 4.1. Andel av pre-IMO- og IMO-motorer for skipsflåten innen forskjellige skipskategorier, 2007 | 18 |
| 4.2. Fordeling av drivstofforbruk på skipstyper i 2007 | 21 |
| 5.1. Gjennomsnittsfaktorer brukt i de årlige utslippsberegningene, kg NO _x / tonn drivstoff..... | 25 |
| 5.2. Endring fra tidligere brukte gjennomsnittsfaktorer over tidsserien | 26 |
| 5.3. Utviklingen i gjennomsnittsfaktor totalt for innenriks sjøfart og fiske over tidsserien, kg NO _x / tonn drivstoff | 26 |
| 5.4. Utslipp av NO _x i de årlige utslippsberegningene. Tonn NO _x | 27 |
| 5.5. Trenden i forbruket av marin gassolje, tungolje og tungdestillat for innenlands sjøfart. 1000 tonn | 28 |
| 5.6. Fordelingen av utslipp mellom skipskategorier i bottom-up-analysen. År 2007 | 29 |

Tabellregister

| | |
|--|----|
| 3.1. Næringer i energiregnskapet som inngår i kilden innenriks sjøfart og fiske og andel av energiforbruket 2007..... | 12 |
| 3.2. Fastsatte avgifter med avgiftspliktige mengdedata. 2007..... | 13 |
| 3.3. Virksomhetsområder i Strukturstatistikken | 13 |
| 4.1. Anbefalte utslippsfaktorer for NO _x for ulike motortyper, oppdatering fra 2009 og referanseverdier fra 2006 | 14 |
| 4.2. Skipskategorier med oppgitte data for motorfordeling og tilsvarende kategorier i 2009-analysen..... | 15 |
| 4.3. Kilder til utslippsfaktorer for skipskategoriene i basisårene | 16 |
| 4.4. Utslippsfaktorer for NO _x fra skipskategoriene i bottom-up-analysene. kg/tonn drivstoff..... | 16 |
| 4.5. Skipskategorier brukt i bottom-up-analyser og NO _x -fondet..... | 17 |
| 4.6. Datakilder til forbrukstall brukt i analysen 2009 (for utslippsår 2007) | 21 |
| 4.7. Utslippsverdier for ulike rensemetoder, tonn NO _x / tonn drivstoff..... | 23 |
| 4.8. Drivstofforbruk norske fiskebåter 2007 | 23 |
| 5.1. Gjennomsnittsfaktorer til bruk i de årlige utslippsberegningene (fra publisering i februar 2010) og endring fra tidligere brukte faktorer for innenriks sjøfart og fiske..... | 25 |
| 5.2. NO _x -utslipp i de årlige utslippsberegningene (fra publisering i februar 2010) og utslippet med tidligere brukte faktorer for innenriks sjøfart og fiske..... | 27 |
| 5.3. Utslipp av NO _x fra skipskategoriene i bottom-up-analysen år 2007. tonn NO _x | 29 |
| Vedlegg: | |
| D.1. Oversikt over motorkategorier | 43 |
| D.2. Typiske bruksområder for motorkategorier..... | 43 |