

Kristin Rypdal og Bente Tornsjø

Utslipp til luft fra norsk luftfart

Rapport

Kristin Rypdal og Bente Tornsjø

Utslipp til luft fra norsk luftfart

Rapporter

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

Reports

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

© Statistisk sentralbyrå, oktober 1997

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

ISBN 82-537-4449-8

ISSN 0806-2056

Emnegruppe

01.04 Forurensninger

Emneord

Fly

Flyplasser

Helikoptre

Luftforurensning

Design: Enzo Finger Design

Trykk: Statistisk sentralbyrå

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Tall kan ikke offentliggjøres	Not for publication	: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

Sammendrag

Kristin Rypdal og Bente Tornsjø

Utslipp til luft fra norsk luftfart

Rapporter 97/20 • Statistisk sentralbyrå 1997

Utslippene til luft fra norsk luftfart er beregnet pr. flyplass. For rute-, charter- og småfly er beregningene basert på en beregningsmodell utviklet av Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) for Luftfartsverket. Luftfartsverket har samlet inn data om antall landinger og avganger pr. flytype pr. flyplass. Utslippene lokalt (under 100 meter over bakken) og regionalt (under 1 000 m over bakken) er beregnet ut fra disse dataene. Utslippene over 1 000 m er i denne rapporten beregnet ut fra totalforbruket av drivstoff basert på salgsdata og innrapporterte data. Dette er den internasjonalt aksepterte metoden for å beregne utslipp fra luftfart i forbindelse med miljøavtaler.

Utslipp fra helikoptre er beregnet på tilsvarende måte som for rute- og charterfly og inkluderer flyginger til oljeinstallasjonene. Utslippene fra Forsvarets fly er beregnet ut fra opplysninger om flytimer oppgitt av Forsvaret. Utslippene fra Forsvarets fly er små i forhold til utslippene fra sivile fly.

Over halvparten av utslippene fra luftfart er knyttet til innenriksfart. Nesten alt (ca. 95 prosent av CO₂ og NO_x) er knyttet til rute-/chartertrafikk. Ca. 1/3 av utslippene skjer ved landing og avgang (under 1 000 meter over bakken), og omtrent halvparten av dette lokalt (under 100 m).

Utslippene har økt fra 1990 til 1995 som følge av økt trafikk, og dermed økt forbruk av drivstoff. Antall landinger og avganger har gått ned, men gjennomsnittstørrelsen på flyene har økt bl.a. fordi det er færre flyginger med småfly og flere med store rutefly. De gjennomsnittlige utslippsfaktorene for CO og NMVOC har gått ned som følge av endringene i flyparken, mens NO_x bare har sunket litt.

Mer enn halvparten av utslippene nær bakken i Norge skjer på flyplassene med mest trafikk, dvs. Fornebu, Flesland og Sola. Utslippene fra Fornebu bidrar til 10 prosent av de totale NO_x-utslippene i Bærum kommune.

Beregningen til NILU og Luftfartsverket er, med unntak av landinger og avganger, fordelt på flytype, basert på utslippsdata som ble samlet inn for 1989. Mange av disse opplysningene kan være endret på disse årene, enten pga. reelle endringer eller som følge av bedre tilgjengelig informasjon. Utslippsfaktorene for småfly, cruisefasen og nye flytyper samt flygesyklusene burde derfor ideelt sett ha vært vurdert på nytt.

Beregninger av utslipp fra luftfart med den internasjonalt anbefalte IPCC-metoden gir høyere utslipp. Dette skyldes hovedsakelig at denne metoden er basert på en antagelse om bruk av andre flytyper enn de som brukes i Norge.

Emneord: Fly, flyplasser, helikoptre, luftforurensning.

Prosjektstøtte: Miljøverndepartementet

Abstract

The emissions to air from all Norwegian air traffic are estimated in this report. The emissions from civil air traffic (scheduled, charter, helicopter and small aircraft) are estimated from the number of LTOs (landings and takeoffs) per aircraft type per airport. The LTOs were collected for three representative weeks, but adjusted to the total LTO statistics for 1995. Fuel consumption per LTO and emissions of CO, NO_x and NMVOC per LTO were taken from Knudsen and Strømsøe (1991), which mostly is based on ICAO (1995). The time spent in each flight phase for various aircraft types was taken from Knudsen and Strømsøe (1991) and not ICAO. Emissions from the cruise phase of the flight (above 1000 metres (or about 3000 feet)) were calculated according to international accepted methodologies (IPCC 1997; EMEP/Corinair 1996); the fuel use during LTO is subtracted from the total fuel use for domestic and international traffic, respectively, and emissions from the cruise phase are calculated by the use of emission factors for domestic and international cruise. The total fuel use is determined based on a combination of sales figures and reports from the airline companies.

Emissions from helicopters are estimated as for other civil aircraft and includes offshore flights (which are quite important in Norway due to the oil and gas production activities). Emission factors were determined based on a few sources.

Emissions from military aircraft are estimated from the total hours of operation, the fuel use per hour and emission factors per unit fuel for various categories of aircraft (fighters, transport planes, helicopters and other military aircraft). The emissions from military aircraft are very small compared to those from the civil aircraft.

More than half of the emissions are from domestic flights. Almost all emissions (about 95 per cent of CO₂ and NO_x) are from scheduled and charter flights. About one third of the emissions takes place during LTO (under 1000 metres above the ground) and about half of this locally (under 100 metres).

The emissions have increased from 1990 to 1995 due to increased fuel consumption. The number of landings/take-offs has decreased, but the average aircraft size has increased. The specific emissions of CO and NMVOC have decreased due to changes in the aircraft fleet, while NO_x have decreased only very little.

More than half of the emissions from airports in Norway take place at the three most trafficated airports. At the largest airport, Fornebu, the NO_x emissions contribute to 10 per cent of the total municipal emissions.

The IPCC default aggregated emission factors are compared to the ones used here. They give quite different results. The reason is that the Norwegian civil aircraft fleet is different from the world average, with many LTOs with small aircraft and helicopters.

Innhold

1. Innledning	7
2. Metode og avgrensinger	8
2.1. Avgrensinger og flytyper.....	8
2.2. Flygesykluser	8
2.3. Beregningsmetode	9
3. Datakilder	12
3.1. Drivstoff	12
3.2. Avganger, landinger, flybevegelser og flytid	13
3.3. Utslippsfaktorer	15
4. Resultater	18
4.1. Sivil luftfart.....	18
4.2. Forsvaret	24
4.3. Aggregerte utslippsfaktorer for luftfart.....	25
4.4. Sammenligning med IPCC-metoden	26
Referanser	29
Tidligere utgitt på emneområdet	30
De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter	31

1. Innledning¹

Utslipp til luft fra flytrafikk utgjør bare en mindre andel av totale utslipp til luft i Norge (0-3 prosent) (Statistisk sentralbyrå 1997). Utslippene er imidlertid økende, og i forhold til transportytelsene er de relativt høye (Holtskog og Rypdal 1997). Det er derfor viktig å ha en god oversikt over disse utslippene. Nivået på utslippene, hvor de skjer og hvilke typer fly som bidrar, er av interesse. Lignende vurderinger er tidligere gjort for veitrafikk (Bang et. al 1993) og skip (Flugsrud og Rypdal 1996).

Kartlegging av utslipp til luft fra luftfart er av interesse for å kunne vurdere både luftkvalitet rundt flyplasser, langtransporterte forurensninger og globale effekter.

Alt dette er dekket i dette arbeidet. Det har også vært fokus på betydningen av utslipp av vanndamp og nitrogenoksider i store høyder, men dette er ikke dekket fordi det finnes lite data. Dette arbeidet omfatter bare avgassutslipp. Andre utslippskilder knyttet til luftfart er lakkering av flyskrog, bruk av avisingskjemikalier og slitasje av dekk, bremses og asfalt i forbindelse med landing på flyplassene. Fordampning av drivstoff ved fylling av flyene er vurdert til å være neglisjerbart ut fra fyllingsmåte og flyktighet av drivstoffet. En annen mulig utslippskilde er dumping av drivstoff før landing. Dette vil kun være aktuelt for langdistansefly, og Norge har få slike flyginger. Ifølge Luftfartsverket (LV) og SAS skjer dette derfor sjelden i Norge (SAS 1996).

¹ Sonia F. T. Gjesdal og Tone C. Mykkelbost har stått for innsamling av en del av dataene i denne rapporten. Cees Bronger og Alice Gaustad i Luftfartsverket har samlet inn data om flybevegelser på norske flyplasser og beregnet flyplassutslippene fra sivile rute- og charterfly, og har velvillig hjulpet oss med spørsmål og problemer som har oppstått underveis.

2. Metode og avgrensinger

2.1. Avgrensinger og flytyper

I luftforurensningssammenheng er det forskjellige deler av luftfarten som er relevant. I forbindelse med vurdering av lokale luftforurensningsproblemer er det alle utslipp under 100 meter over bakken som er av særlig interesse. Når det gjelder utslipp av SO₂, NO_x og NMVOC, er det miljøavtaler for å begrense regionale luftforurensninger. Disse protokollene omfatter alle utslipp under 1 000 meter over bakken (eller 3 000 fot), uavhengig av flyets nasjonalitet (EMEP/Corinair 1996). I forbindelse med globale problemer skal statistikken ifølge retningslinjene omfatte alle utslipp i innenriksflyginger, uavhengig av høyde (IPCC 1997). Utenriksflyginger skal ikke inkluderes. Utslipp i store høyder er ikke nevnt spesielt.

En innenriksflyging er i denne sammenheng definert som en flyging mellom to nasjonale lufthavner². Denne definisjonen er uavhengig av flyselskapets nasjonalitet, hvilken rute flyet flyr eller sluttdestinasjonen på ruten (UNECE 1996). Dersom et norsk eller utenlandsk fly f.eks. flyr fra Kirkenes til Roma via Oslo, er turen fra Kirkenes til Oslo en innenriksflyging, mens turen fra Oslo til Roma blir en utenriksflyging.

Tabell 1. Inndeling av utslipp fra luftfart og bidrag til ulike luftforurensningsproblemer

	Innenriks	Utenriks ¹
< 100 meter	L,R,G	L,R(G)
100-1 000 meter	R,G	R(G)
>1 000 meter	G	(G)

L= Lokalt R= Regionalt G= Globalt

¹ Utslippene fra utenriks luftfart har selvfølgelig en effekt globalt, men disse utslippene blir ikke allokert til et land som skal være ansvarlig for dem.

I dette arbeidet er det definert følgende kategorier sivile fly:

- Rute-/charterfly
- Helikopter/ambulansse
- Småfly

² Installasjoner på norsk kontinentalsokkel er i denne sammenhengen å regne som en norsk lufthavn.

For Forsvarets fly er inndelingen:

- Helikopter
- Jagerfly
- Transportfly
- Andre flytyper

2.2. Flygesykluser

Et fly som lander og tar av fra en flyplass, gjennomgår flere faser (figur 1). En landing og avgang, med tilhørende tomgang og taksing på flyplassen, kalles en «Landing Take Off»-(LTO-)syklus. Alle bevegelser under 1 000 m. (ca. 3 000 fot) regnes med til LTO.

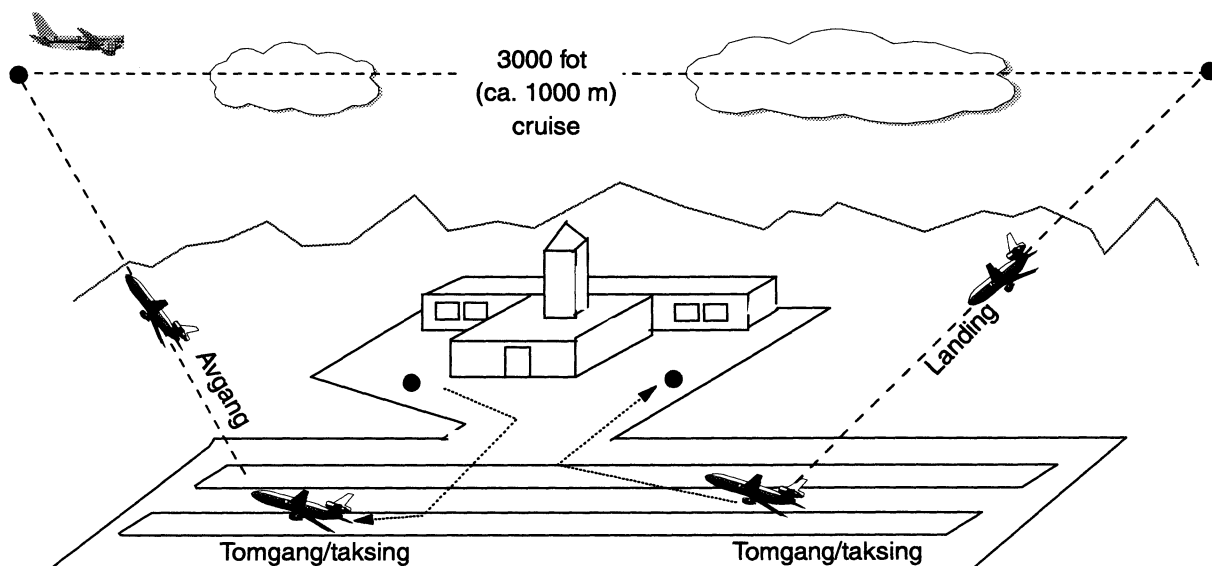
En *innenlandsflyging* omfatter en LTO-syklus og en flygestrekning med følgende faser (Knudsen og Strømsøe 1990):

1. Oppstart, tomgangskjøring og bevegelser på bakken (taxi/idle: 5-15 minutter avhengig av type flyplass)
2. Start på flygingen på rullebanen (takeoff: 0,7 min)
3. Stigning fra flyplassen opp til 3 000 fot (climb I: 2,2 min)
4. Stigning fra 3 000 fot til cruisehøyde (climb II: 10-15 min). Regnes her med til cruisefasen.
5. Cruise (avhengig av lengden på flyturen)
6. Glideflyging på tomgang ned til 3 000 fot (descent: 10-15 min). Regnes her med til cruisefasen.
7. Flyging fra 3 000 fot ned til flyplass (approach: 4 min)
8. Tomgangskjøring og bevegelse på bakken (inkludert i punkt 1)

En *utenlandsflyging* omfatter en LTO-syklus og to flyginger i norsk luftrom.

I denne rapporten omfatter én LTO en landing og en avgang. I statistikken fra Statistisk sentralbyrå (SSB) og Luftfartsverket (NOS Samferdselsstatistikk) er antall flybevegelser gitt som summen av antall landinger og avganger (dvs. antall LTO er ca. halvparten av summen av antall landinger og avganger).

Figur 1. Skjematisk framstilling av en standard flygesyklus



Kilde: Etter Knudsen og Strømsøe (1990).

Tabell 2. Flygesykluser for noen flytyper mye brukt i Norge. Minutter

Type	Takeoff	Climb1	Climb2	Cruise	Descent	Approach	Idle
Boeing 737/MD80/DC9	0,7	2,2	10	32,1	10	4	15
Dash 7/Twin Otter	0,5	2,5		52,1		4,5	10
Småfly	0,3	5	0	33	0	6	4
ICAO standard syklus	0,7	2,2				4	26

Kilde: Knudsen og Strømsøe (1990). ICAO (1995)

Tiden i hver fase av flygingen ble anslått av NILU for hver flytype for 1989 (tabell 2). LV har vurdert disse som uendret i 1995. Ulike typer flyplasser og ulik trafikkavvikling innebærer at tiden som blir brukt til taksing og nedstigning, kan variere fra flyplass til flyplass og kanskje også fra år til år. Slike variasjoner er det ikke tatt hensyn til i beregningene fordi det ikke finnes statistikk på dette. For de større flyene er tidene identiske med ICAO standard flygesyklus (ICAO 1995), bortsett fra en kortere tid på tomgang «idle».

Et sivilt helikopter bruker ca. 28 minutter på en LTO-syklus³.

1. Oppstart til avgang: 10 min
2. Avgang til cruise-høyde (ca. 2-3 000 fot): 5 min
3. Fra cruise til landing: 5 min
4. Deck tid (tid på bakken, plattform o.l.): 8 min

En LTO offshore vil være mye kortere, ca. 7 minutter på hele syklusen.

I beregningen av drivstofforbruk i LTO-fasen er det tatt hensyn til tomgangskjøring.

2.3. Beregningsmetode

Utslippene blir beregnet i fire trinn:

1. Drivstofforbruket ved LTO bestemmes ved å multiplisere forbruket pr. LTO med antall LTO. Forbruket pr. LTO finnes ved å multiplisere forbruket pr. minutt med antall minutter i hver LTO-fase. Det må skilles mellom LTO for fly i innenriks- og utenriksfart. Dette må gjøres for hver flytype. For Forsvarets fly finnes forbruket for LTO pr. flyplass ut fra totalforbruket, totalt antall LTO, antall LTO på spesifikk flyplass og prosent flytid i LTO-fase.
2. Utslippene i LTO-fasen bestemmes ut fra drivstofforbruket i LTO eller antall LTO, avhengig av på hvilken form utslippsfaktorene foreligger, multiplisert med utslippsfaktorer for de aktuelle flyene.
3. Drivstofforbruket i cruisefasen bestemmes ved å trekke forbruket i LTO fra totalforbruket.
4. Utslippene i cruisefasen finnes ved å multiplisere drivstofforbruket i denne fasen med utslippsfaktorer (utslipp pr. enhet drivstoff).

De ulike elementene i beregningene er illustrert i figur 2.

³ Meddelelse fra D. Holte, Helikopter Service, 1997.

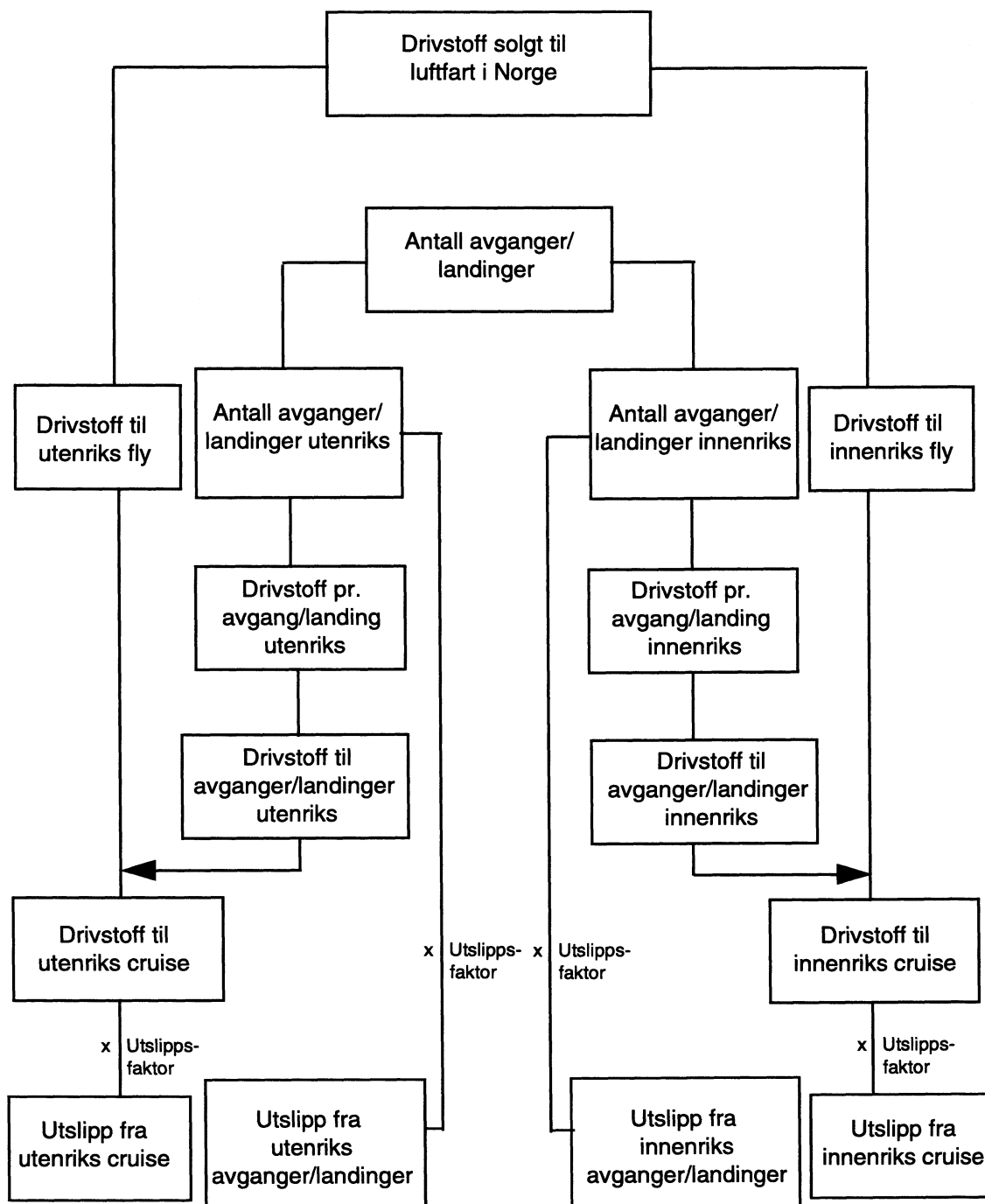
For mange typer fly mangler utslippsfaktorer. I disse tilfellene er det brukt utslippsfaktorer for fly med tilsvarende tekniske spesifikasjoner. Utslippsfaktorene er i enkelte tilfeller også generalisert til andre forhold enn de strengt tatt er gyldige for.

Metoden som er skissert ovenfor er den som er anbefalt internasjonalt (UNECE 1996; IPCC 1997). I Knudsen og Strømsøe (1990), dvs. den metoden som Luftfartsverket (LV) bruker, er beregningene gjort litt annerledes for cruisefasen. For det første droppes det av og til å beregne utslipp i cruisefasen fordi utslippsfaktorer mangler. Vi anvender gjennomsnittsfaktorer, basert på flyene det finnes data for, på disse flyene. NILU og LV antar standard flygelengder i cruisefasen, avhengig av type flyging. Denne metoden innebærer at beregnet drivstofforbruk ikke nødvendigvis stemmer med det faktiske innsamlede forbruket av drivstoff. Metoden som SSB har brukt innebærer at utslippene i cruisefasen blir restbestemt ut fra totalt drivstofforbruk. I miljøavtalesammenheng skal utslipp fra innenriks- og utenriksfart rapporteres separat. Dette er i dag ikke lagt inn i metoden til NILU/LV. LV har imidlertid anslått for oss hvilke avganger (basert på flytype og flyplass) som kan kategoriseres som utenriks, og vi har modifisert metoden basert på dette.

I NILU/LV-beregningen er ikke utslipp fra helikoptre eller fra Forsvaret fullstendig inkludert. SSB har i dette arbeidet også beregnet utslipp fra helikoptre og Forsvarets fly. Utslipp fra Forsvaret er beregnet ut fra antall flytimer med ulike flytyper.

NILU og LV har også beregnet utslipp fra overflygninger. Alle overflygninger vil være internasjonal trafikk som i liten grad påvirker miljøsituasjonen lokalt i Norge. Disse er derfor ikke relevante for dette arbeidet og er ikke inkludert.

Figur 2. Skjematisk oversikt over metode for beregning av utslipp fra flytrafikk



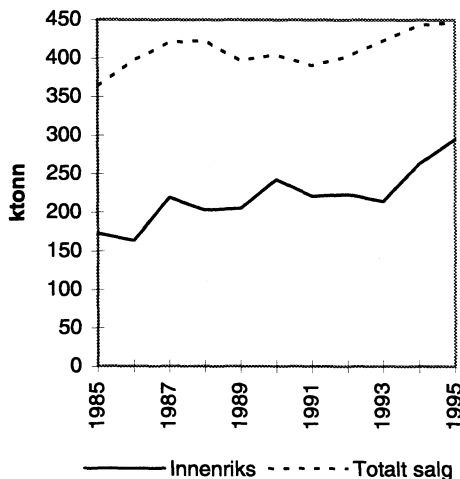
3. Datakilder

3.1. Drivstoff

Rute-/charterfly og helikopter

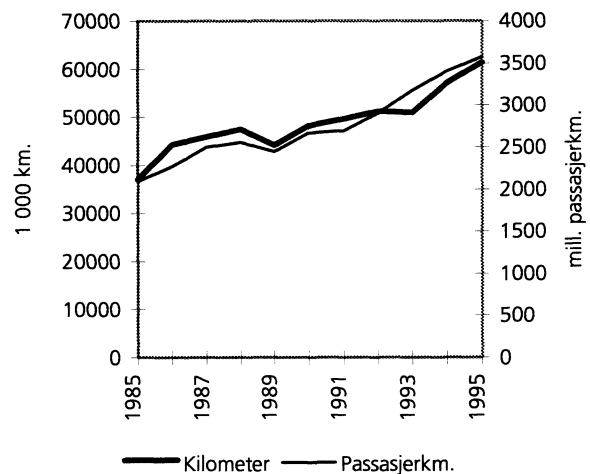
Alle store og små flyselskaper blir årlig bedt om å rapportere forbruket (innkjøpet) av drivstoff til SSB og Luftfartsverket (tabell 3). Noen selskaper unnlater å rapportere dette. Fra 1997 vil SSB samle inn disse dataene med hjemmel i statistikkloven. Salgsstatistikken, som utarbeides av SSB på oppdrag fra Norsk Petroleumsinstitutt, gir salget av drivstoff til luftfart (flybensin og jetparafin), men skiller ikke mellom innen- og utenriks slik vi ønsker. I rapporteringen fra flyselskapene skiller det imidlertid mellom kjøp i Norge og utlandet. I tillegg har vi fra de største selskapene bedt om forbruket i innenriksfart.

Figur 3. Forbruket av drivstoff til luftfart utenom Forsvaret. Totalt salg og anslått forbruk innenriks. 1985-1995



Kilde: SSB og Norsk Petroleumsinstitutt

Figur 4. Antall kilometer og passasjerkilometer* fløyet i innenriksfart. 1985-1995



* En passasjer fraktet én kilometer.
Kilde: SSBs samferdselsstatistikk

Beregnet forbruk av drivstoff i innenriksfart har økt med ca. 70 prosent fra 1985 til 1995. I samme periode økte antall kilometer og passasjerkilometer fløyet med henholdsvis 66 og 71 prosent (figur 4). Økningen har særlig vært stor de siste årene. Imidlertid er det usikkert om datagrunnlaget er godt nok til å beregne den eksakte økningen. Salget av drivstoff (til innenriksfly og utenriksfly) økte med 20 prosent fra 1985 til 1995, men med hele 40 prosent fra 1985 til 1996. Økningen i forbruket i innenriksfart er derfor trolig lavere enn 70 prosent.

Fordelingen av drivstoff mellom helikopter og charter-/rutefly er gjort ved å se på *hovedaktiviteten* til hvert selskap (tabell 3).

Tabell 3. Rapportert forbruk av jetparafin i Norge. 1995*. ktonn

	I alt	Kjøpt i Norge	Kjøpt i utlandet
Rute-/charterfly	194,6	167,3	27,3
Helikopter	18,7	18,7	0

* SAS er ikke inkludert

Kilde: SSB og Luftfartsverket

Tabell 4. Drivstoffregnskap for sivil luftfart. 1995. ktonn jetparafin

Totalt salg av drivstoff i Norge	450,4
- Salg til fly i innenriksfart	265,2
Salg til norske og utenlandske fly i utenriksfart fra Norge	185,2
- Salg til norske fly i utenriksfart fra Norge	Ukjent
Salg til utenlandske selskaper i utenriksfart fra Norge	Ukjent

Beregnet forbruk av drivstoff i innenriksfart er basert på oppgitt forbruk i småselskapene (forbruk innenriks = totalt forbruk - 2 * kjøp utenlands) og faktisk forbruk innenriks samlet inn ved direkte henvendelse til SAS og Braathens SAFE. Dette er basert på antagelsen at et fly vil bunkre like mye på vei ut som på hjemturen. Forskjeller i priser i innland og utland vil gjøre denne antagelsen ugyldig, men feilen blir allikevel ikke veldig stor. Salg til utenlandske selskaper i Norge er beregnet som totalt salg fratrukket oppgitt kjøp av norske selskaper i Norge. Regnskapet er vist i tabell 4. Forbruket av drivstoff til fly i innenriksfart er rundt 100 ktonn mindre enn beregnet verdi i modellen til NILU/LV. Avviket for utenriksfart går i motsatt retning. Totalfeilen er omtrent som i 1989, dvs. et beregnet forbruk som er for høyt i forhold til salgstallet/forbrukstallet. Dette avviket er kommentert i avsnitt 4.1.

Småfly

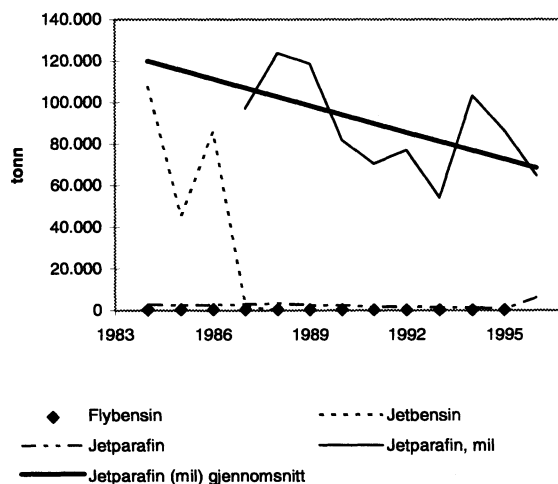
Forbruket (salget) av flybensin er lavt, og har avtatt fra 5-6 ktonn pr. år på begynnelsen av 80-tallet til 2,5 de senere årene. Vi antar at dette kvantumet kun brukes i småfly. Av dette brukes 320 tonn i selskaper som har rapportert forbruk til Luftfartsverket. Det reelle forbruket er trolig noe høyere siden en del mindre selskaper ikke har rapportert noe forbruk i det hele tatt. Resten brukes antagelig i private småfly. NILU og LV beregner et forbruk på 1,7 ktonn ut fra antall LTO, dvs. noe i underkant av salget. Dette kan forklares med at ikke alle LTO med småfly er registrert fordi bare flyplasser til allmenn bruk er inkludert i dataene. Det er også mulig at noe flybensin brukes til andre formål enn småfly.

Forsvaret

Totalt forbruk av drivstoff til Forsvaret blir bestemt ut fra salget av drivstoff i salgsstatistikken til SSB/Norsk Petroleumsinstitutt (figur 5). Forsvarets innkjøp kan imidlertid være ujevnt pga. lagring. Trenden viser et minkende forbruk de siste 10 årene som antagelig skyldes redusert aktivitet i Luftforsvaret. På midten av 80-tallet gikk Forsvaret over fra å bruke det som i statistikken kalles jetbensin til å bruke militær jetparafin. Forbruket av annet enn parafin er idag neglisjerbart.

Salgstallet for 1995 (94 ktonn) er mye høyere enn tallet som Forsvaret selv oppgir (61,6 ktonn), som er beregnet ut fra antall flytimer og forbruk pr. flytime.

Figur 5. Salg av drivstoff til Forsvaret. 1985-1995



Kilde: SSB og Norsk Petroleumsinstitutt

Dette kan skyldes lagring, at jetparafinen brukes til andre formål i Forsvaret eller at oppgavene fra Forsvaret ikke har vært fullstendige. Beregninger med andre faktorer⁴ gir et forbruk på 79 ktonn. I 1996 var salget lavere, ca. 73 ktonn, og i bedre samsvar med beregnet forbruk. Forbruket blir fordelt på kategorier fly ut fra oppgaver over flytimer med ulike flytyper og forbruk pr. flytime oppgitt av Forsvaret.

3.2. Avganger, landinger, flybevegelser og flytid

Antall landinger og avganger inngår i beregningen av utslipp på flyplassene. For Forsvarets fly brukes antall flytimer for å estimere totalt forbruk av drivstoff.

Charter-/rutetrafikk

Totalt antall avganger og landinger er gitt årlig i NOS Samferdselsstatistikk. Disse er fordelt på type flyging. Det blir ikke utarbeidet årlig statistikk over antall landinger og avganger fordelt på flytype slik det er ønskelig for utslippsberegningene. Luftfartsverket samlet derfor inn journaler med data om landinger og avganger etter flytype på hver flyplass i Norge for tre uker i 1995. Disse ukene er vurdert som representative for hele året. Oppblåst stemmer antall avganger og landinger godt med statistikken for hele året. Disse dataene inkluderer også helikoptre, småfly og militære fly i sivil trafikk i den utstrekning disse har beveget seg på de sivile flyplassene til allmenn bruk. Resultatene er gitt i tabell 5. Sammenlignet med en tilsvarende tabell for 1989 (Knudsen og Strømsøe 1990) er det en del endringer; Twin Otter er blitt erstattet med Dash 8 på korte flyginger, mens MD80 og Boeing 737 har økt på bekostning av DC9 på lengre strekninger. For øvrig er det noen flytyper vi ikke vet omfanget av i 1989.

⁴ Faktorer oppgitt av T.Cook, British Aerospace Airbus, 1997.

Summen av alle LTO-sykluser skulle vært ca. 425 000 i 1989, ikke 405 000 som vist. De manglende typene kan trolig tilbakeføres enten til andre småfly, helikoptre eller noen av de spesifiserte typene i 1995 som er ført opp med ukjent i 1989.

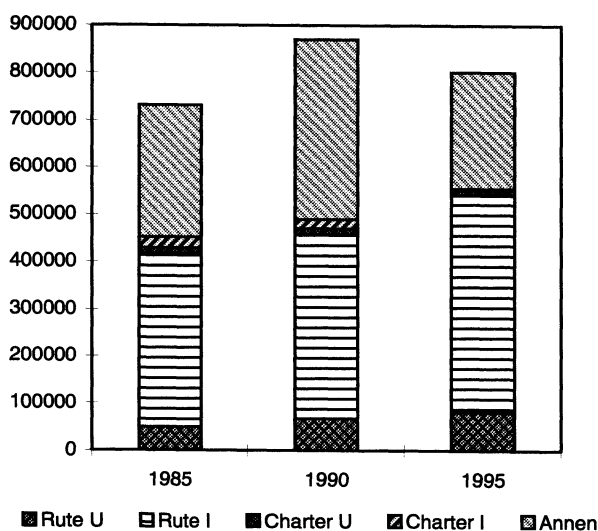
Tabell 5. Antall avganger og landinger (LTO) etter flytype. 1995 og 1989

	1995	1989
Twin Otter	13 682	83 000
Dash 7	9 521	40 000
Dash 8	54 672	0
Fokker 50	42 690	21 700
Beech 20	16 068	ukjent
Jetsteern 31	8 231	≈ 0
MD80	29 077	12 300
Boeing 737-400	11 106	≈ 0
Boeing 737-300	1 284	≈ 1 000
Boeing 737-500	21 253	≈ 0
Boeing 737 uspesifisert	44 126	57 800
DC9	24 519	40 000
Cessna 310	3 976	*
E120	8 179	≈ 10 000
Superpuma 332	6 249	ukjent
Sea King SK61	7 779	19 000
Andre rute- og charterfly	23 756	20 000
Andre helikoptre	11 662	ukjent
Andre småfly	65 053	100 000
I alt	402 883	405 000

Kilde: Data fra Luftfartsverket bearbeidet av SSB.

*Tilnærmet samme som i 1995.

Figur 6. Antall flybevegelser etter type flyging. 1985, 1990 og 1995



Kilde: NOS Samferdselsstatistikk.

Antall flybevegelser har økt fra 1985 til 1995, men har avtatt fra 1990 til 1995 (figur 6). Særlig «annen flytrafikk» og charter innenlands og utenlands avtok. Nedgangen har flere forklaringer; en del utenlands chartertrafikk er overført til rutefly, Forsvaret har overført transport fra charter til rutefly gjennom den militære-sivile samordningen, bruk av småfly (inkludert i «annen flytrafikk») har avtatt, og størrelsen på ruteflyene har generelt økt.

Sivile helikoptre

Helikoptre er stort sett inkludert i tabell 5 (25 700 avganger i 1995). Et unntak er flyginger fra oljeinstallasjonene. Antall helikopterflyginger er ikke spesifisert i Samferdselsstatistikken (inkludert i «annen sivil flyging»), men antall kontinentalsokkelflyginger er gitt. Disse har ligget stabilt på rundt 25 000 avganger og landinger. Heller ikke her er avganger fra oljeinstallasjonene inkludert.

Antall kontinentalsokkelflyginger vil være færre enn antall helikopterflyginger pga. annen helikoptertrafikk og en del testflyginger med helikoptre. Disse andre helikopterflygingene er spredd på mange flyplasser. Dette vil være helikoptre av noe variabel størrelse.

Det er kun sett på kontinentalsokkelflyginger fra Sola, Flestrand, Florø og Kvernberget (Kristiansund), da slik flyging er klart størst fra disse flyplassene (se tabell 6). Noe slik trafikk forekommer også fra Bodø, men siden det er lite og ikke oppgitt i Samferdselsstatistikken 1995, vil det ikke kommenteres videre. Omfanget (antall avganger fra disse flyplassene til ulike felt) er estimert ut fra rutetabellene til det viktigste helikopter-selskapet.

Data fra dette selskapet gir et høyere antall LTO for helikoptre enn data fra LV for flyplassene Sola, Flestrand og Kvernberget. Dataene er fra 1997, men ifølge selskapet skulle dataene være representative for 1995 også, siden det ikke er betydelige endringer i kontinentalsokkelflyginger i perioden. Årsaken til at antall LTO ikke stemmer overens med LV, skyldes bl.a. at det er mye kanselleringer av slike flyginger. I beregningen av utslipp fra kontinentalsokkelflyging er det benyttet LTOer som er skalert ut fra det totale antall LTO oppgitt i Samferdselsstatistikken som kontinentalsokkelflyginger i 1995. Dvs. at vi har antatt at et representativt utvalg av flygingene er kansellert.

Ved beregning av utslipp ved landing og avgang fra plattformene, er det anslått at en slik syklus tar rundt 7 minutter⁵.

⁵ Meddelelse fra D. Holte, Helikopter Service, 1997

Tabell 6. Antall kontinentalsokkelflyginger og helikopterflyginger i 1995

	Sola	Flesland	Kvernberget	Florø	Andre	I alt
Kontinentalsokkel*	4 785	5 902	1 315	650	92	12 744
- Ekofisk**	2 992	0	0	0
- Sleipner**	1 795	0	0	0
- Statfjord, Gullfaks og Snorre**	0	5 902	0	650
- Draugen**	0	0	1 300	0
Helikopter***	4 987	6 828	1 300	796	11 779	25 690

Kilde: * NOS Samferdselsstatistikk, ** Helikopter Service, *** Luftfartsverket

Småfly

Småfly er i prinsippet inkludert i dataene i tabell 5. Imidlertid blir ikke landinger og avganger på flyplasser som ikke er for allmenn bruk registrert. I 1995 var det registrert 62 000 LTO. Bruken av småfly har avtatt siden 1985. Selv om antall landinger og avganger med småfly er relativt høyt, har disse liten betydning for utslippene.

Forsvaret

For Forsvaret ble det samlet inn data både på flytid (tabell 7) og LTO-bevegelser. Flytiden er til hjelp for å estimere forbruket av drivstoff fordelt på flytype. Statistikken over antall LTO er ufullstendig fordi det ikke lot seg gjøre å skaffe data for Finnmark, Sogn og Fjordane, Aust-Agder og Hedmark.

Tabell 7. Utført flytid i timer for de ulike flytypene i Forsvaret

Flytype	Utført flytid	
Jagerfly	F-16	13 030
	F-5	2 327
Transportfly	C-130	3 469
	DHC-6	1 285
Helikopter	Bell 412	4 749
	Lynx	2 125
	Sea King	3 877
Andre flytyper	MFI-15	1 472
	P-3	2 992
	DA-20	1 566

Kilde: Forsvaret

3.3. Utslippsfaktorer

Forskjellige faser av flyginger kan gi forskjellige spesifikke utslipp. Det er også forskjellige utslipp for ulike fly- og motortyper. Det siste innebærer at de gjennomsnittlige utslippsfaktorene endres over tid. Siden flymotorer alltid er godt vedlikeholdt, betyr aldri av motoren lite for utslippene.

CO₂, SO₂, N₂O, CH₄ og svevestøv

Utslipp av CO₂ og SO₂ beregnes ut fra drivstoffets kjemiske sammensetning oppgitt fra Norsk Petroleumsinstitutt (tabell 8). Faktorene for SO₂ kan variere litt fra år til år. Disse utslippsfaktorene er gyldige for alle flytyper.

Tabell 8. Utslippsfaktorer for SO₂ og CO₂, 1995

	SO ₂ (kg/tonn drivstoff)	CO ₂ (tonn/tonn drivstoff)
Jetparafin	0,46	3,15
Flybensin	0,40	3,13

Kilde: SSB og Norsk Petroleumsinstitutt

Tabell 9. Utslippsfaktorer for metan og lystgass, kg/tonn drivstoff

	CH ₄		N ₂ O
	Innenriks	Utenriks	Innenriks og utenriks
Jetparafin, LTO	0,35	0,6	0,1
Flybensin, LTO	1,4*	1,4*	0,1
Cruise	0	0	0,1

*Anslått ut fra HC-faktor.

Kilde: IPCC

Det finnes lite data for utslipp av CH₄ og N₂O. Utslippsfaktorene som er brukt er meget usikre (tabell 9). I mangel av data for utslipp av metan fra flybensin er det anslått en faktor ut fra utslippsfaktor for HC. Det finnes også lite data om utslipp av partikler eller svevestøv fra luftfart. Av den grunn er faktoren 0,4 kg/tonn drivstoff (EPA, 1980) benyttet for alle unntatt militære fly. For militære fly er det benyttet en faktor på 0,3 kg/tonn drivstoff (EPA, 1992).

NO_x, HC og CO - LTO-fasen

Rute-/charterfly

Utslippsfaktorene er bestemt av Luftfartsverket basert på Knudsen og Strømsøe (1990). For de viktigste flytypene er dette identisk med data oppgitt i ICAO (1995), som er opplysninger som følger sertifiseringen av flyene. Som før nevnt er utslippsfaktorene som beregnes også avhengig av antagelser om tiden flyet tilbringer i hver fase av flygingen.

Faktorene til NILU er basert på en inndeling av flyene i grupper fly. De viktigste faktorene er vist i tabell 10.

Tabell 10. Utslippsfaktorer og spesifikt forbruk av drivstoff for rute- og charterfly. kg/LTO

	Regional < 1000 m				Lokal < 100 m			
	NO _x	HC*	CO	Drivstoff	NO _x	HC*	CO	Drivstoff
MD80	9,83	1,27	4,24	826,4	4,37	0,90	3,23	404,7
DC9	6,07	2,99	11,25	757,5	2,86	2,69	9,48	396,2
Boeing 737-300	4,29	0,52	11,44	556,8	1,97	0,46	9,99	292,5
Boeing 737-400	15,5	0,74	6,98	1 155,2	6,8	0,56	6,06	577,7
Boeing 737-500	7,80	0,34	6,80	733,0	3,45	0,32	6,14	361,0
Dash 7	1,08	3,61	5,86	203,8	0,34	3,49	4,59	94,1
Dash 8	0,49	0,18	0,50	106,0	0,15	0,18	0,41	31,9

Kilde: Knudsen og Strømsøe 1991. Luftfartsverket.

* HC regnes i denne rapporten som VOC, og NMVOC beregnes som HC fratrukket metanandelen.

Småfly

Vi har benyttet samme utslippsfaktorer som Knudsen og Strømsøe 1990. Samme faktorer er brukt for alle en-motors propellfly (som står for mesteparten av flybevegelsene med småfly) (tabell 11). Faktorene brukt her er relativt gamle (1980). De er imidlertid i rimelig overensstemmelse med andre tilgjengelige data.

Tabell 11. Utslippsfaktorer og spesifikt forbruk av drivstoff for småfly. kg/LTO

	< 1000 m	< 100 m
HC	0,05	0,02
CO	4,06	0,76
NO _x	0,02	0,00
CH ₄ (kg/tonn drivstoff)	1,4*	**
Drivstoff	4,50	0,88

Kilde: Knudsen og Strømsøe 1990.

* Anslått ut fra verdier for HC.

** Lokalt utslipp er antatt å være 20 prosent av regionalt.

Helikopter

For Forsvarets helikoptre er utslippsfaktorene i tabell 12 benyttet. For sivile helikoptre av typen Bell 412, Lynx og Sea King brukes de samme utslippsfaktorene som for Forsvaret. En gjennomsnittsfaktor av utslippsdata for Bell og Lynx ble laget og benyttet for andre typer helikoptre. Dette fordi det kan virke som om det er liten spredning i data mellom de ulike helikoptertypene⁶.

Tabell 12. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for helikoptre. kg/tonn drivstoff i LTO-fasen

Type	NO _x	HC	CO
Bell 412	6,18	34,01	33,4
Lynx	7,85	28,99	38,2
Sea King	4,65	76,85	75,1
Andre typer	7	32	36

Kilde: Forsvaret.

Forsvaret

Det finnes få opplysninger om utslipp fra militære fly. Det finnes ingen opplysninger om flygesyklusene, som dessuten vil være mer varierte enn for andre

Tabell 13. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for ulike militære flytyper i bruk i Norge. kg/tonn drivstoff i LTO-fasen

Type	NO _x	HC	CO
F-16	18,6	0,7	19,8
F-5	3,7	6,8	65,8
C-130	7,7	3,9	6,0
DHC-6	5,2	17,9	29,1

Kilde: EPA (1992): LTO-data for F-16, F-5 og C-130. Faktorer for DHC-6 er antatt å være lik de for sivil Twin Otter, DH6.

flytyper. Utslippsfaktorene for MFI-15 og P-3 er anslått å være lik de for C-130, mens DA-20 er anslått å være lik DHC-6 (tabell 13).

Utslippsfaktorer NO_x, HC og CO - Cruise

Det finnes generelt få data på utslipp i cruise-fasen av flygingene sammenlignet med LTO. Usikkerheten blir derfor mye større.

Rute-/charterfly

Som tidligere nevnt bestemte NILU utslippene og forbruket i cruise-fasen basert på en standard flygelengde, mens vi ønsker å knytte utslippene til forbruket av drivstoff restbestemt. Utslippsfaktorene er beregnet ut fra NILUs modell. Faktorene i tabell 14 er beregnet for henholdsvis innenriks- og utenriksfart. Faktorene for HC, CO og NO_x er beregnet ut fra følgende ligning:

$$UF_{\text{cruise}} = (\text{Utslipp}_{\text{tot}} - \text{Utslipp}_{\text{reg}}) / (\text{Drivstoff}_{\text{tot}} - \text{Drivstoff}_{\text{reg}})$$

Utslipp_{tot} og Drivstoff_{tot} er henholdsvis utslipp av den aktuelle komponenten og drivstofforbruket for hele flygesyklusen og

Utslipp_{reg} og Drivstoff_{reg} er henholdsvis utslipp og forbruk av drivstoff under LTO i modellen til Luftfartsverket/NILU.

Dette innebærer at utslippet fra cruise i modellen til NILU/LV blir skalert til drivstofforbruket som brukes for cruise i dette arbeidet.

Tabell 14. Beregnede utslippsfaktorer for rute- og charterfly i cruise. kg/tonn drivstoff

Cruise	NO _x	HC	CO
Innenriks	8,1	0,74	5,1
Utenriks	9,5	0,8	4,3

⁶ Meddelelse fra Helikopter Service, 1997

Småfly

Vi har ikke funnet utslippsfaktorer for småfly i cruisefasen. I mangel av bedre data er faktorene for LTO regnet om til utslipp pr. kg drivstoff og også benyttet for cruise (tabell 15). Det er ikke laget egne faktorer for utslipp fra småfly i utenlandsfart siden det totale drivstoffbruket fra disse ble beregnet å være 1 tonn, noe som gir ubetydelige utslipp.

Tabell 15. Anslåtte utslippsfaktorer for småfly i cruisefasen. kg/tonn drivstoff

NO _x	HC	CO
4,4	11,1	902

Helikopter

For helikoptre i cruisefasen er gjennomsnittet av utslippsfaktorer for Bell og Lynx i LTO-fasen brukt. Disse utslippsfaktorene er ikke særlig forskjellige fra cruisefaktorer for andre helikoptertyper oppgitt av Helikopter Service. Tabell 16 viser gjennomsnittlige utslippsfaktorer for helikoptre i cruisefasen. Disse er også brukt for Forsvarets helikoptre.

Tabell 16. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for cruise for alle typer helikoptre. kg/tonn drivstoff

Type	NO _x	HC	CO
Alle helikoptre	7	32	36

Kilde: Forsvaret.

Forsvaret

Det finnes få utslippsdata for militære fly. Kun data for NO_x er publisert. Faktorene for MFI-15 og P-3 er anslått lik C-130, og DA-20 er anslått lik DHC-6 (tabell 17). Siden data for CO og HC mangler, er faktorene for LTO brukt også for cruisefasen.

Tabell 17. Utslippsfaktorer for cruise for ulike flytyper i Forsvaret. kg/tonn drivstoff

Type	NO _x	HC ²	CO ²
F-16	15 ¹	0,7	19,8
F-5	3	6,8	65,8
C-130	7,7 ²	3,9	6,0
DHC-6	6	17,9	29,1

¹ Anslått ut fra utslippsfaktor under landing/avgang.

² Faktorer for LTO-fasen.

Kilde: Tim Cook, British Aerospace Airbus, 1997.

4. Resultater

4.1. Sivil luftfart

Drivstoff

Forbruket av drivstoff for de ulike flytypene og fasene av flygingene for 1995 er vist i tabell 18 og 19. 95 prosent av drivstoffet brukes av rute-/charterfly. 60 prosent av drivstoffet brukt av norske selskaper brukes i innenriksfart. Nesten 30 prosent av drivstoffet brukes mens flyene tar av og lander.

NILU og LVs metode gir for 1995 117 ktonn mer forbruk av drivstoff for rute-/charterfly i innenriksfart og 60 ktonn mindre for rute-/charterfly i utenriksfart enn hva salgstill og rapporterte forbrukstill som er oppgitt i tabell 19 viser. Tallene for utenriksfart er imidlertid ikke direkte sammenlignbare. Forskjellene kan skyldes at beregningene til NILU og LV er basert på gale antagelser om gjennomsnittlige flygelengder eller at faktorene for spesifikt drivstofforbruk er gale. Antagelig er den viktigste forklaringen at LV har brukt data for eldre, og mer energikrevende, flytyper der de har manglet data. For 1989 var totalavviket ca. 50 000 tonn, dvs. at det ikke er særlig endret. I beregningene av utslipp i cruisefasen i denne rapporten er salgstill/rapporterte tall brukt.

Utslipp

Utslippene i 1995 fordelt på type flyging og flygefase er vist i tabell 18 (utslipp i Norge) og 19 (utslipp fra norske selskaper). Over halvparten av utslippene er knyttet til innenriksfart, men andelen varierer med utslippskomponent. Nesten hele utslippet fra sivil luftfart (ca. 95 prosent av CO₂ og NO_x) stammer fra rute/chartertrafikk. Helikopter betyr mye for NMVOC og småfly mye for CO, men disse utgjør ellers kun en mindre andel av totale utslipp. Ca. 1/3 av utslippene skjer ved flyplassen (under 1000 meter over bakken), og omtrent halvparten av dette lokalt (under 100 m)⁷. Vi har ikke data for utenriks helikopterflyginger, men det er antatt at det er få, og utslipp vil da være

ubetydelige. Utslipp fra utenriks småfly er heller ikke med i tabellen da det er beregnet et totalt drivstoffforbruk på 1 tonn, noe som gir ubetydelige utslipp.

Ikke alle helikopteravganger er registrert i data fra LV. Vi har forsøkt å korrigere dette for kontinentalsokkelflyginger men ikke for andre helikopterflyginger. Det fører til at utslipp under cruise blir for høye for de helikoptrene som er registrert.

Utslipp fra norsk utenriksfart er ikke beregnet da vi ikke kjenner forbruket av drivstoff til norske fly i utenriksfart.

CO₂-utslippet fra drivstoff solgt til utenriksfart i Norge var i 1995 ca. 580 ktonn.

⁷ Det er anslått at det lokale utslippet av SO₂, CH₄ og N₂O er 20 prosent av utslippet i LTO for småfly og 50 prosent for rute-/charterfly (bortsett fra metan som er anslått å være nær 90 prosent av LTO-utslipp). Det er anslått at det lokale utslippet fra helikopter er 30 prosent av det regionale.

Tabell 18. Utslipp ved bakken fra sivile fly i Norge og forbruk av drivstoff. 1995. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Sveve- støv	Drivstoff
I alt									
LTO-utslipp (< 1000 m)*	403	53	13	60	1 284	379	1 898	51	130
- Innenriks	307	35	10	46	944	351	1 647	39	99
- Utenriks	96	18	3	14	340	28	250	12	31
-Herav lokale utslipp (< 100 m)*	190	46	6	28	560	230	1 121	24	61
-- Innenriks	143	31	5	22	408	208	910	18	46
-- Utenriks	46	15	2	7	152	22	211	6	15
Rute/charter									
LTO-utslipp (< 1000 m)*	391	51	13	58	1 261	194	1 192	50	126
- Innenriks	295	33	10	44	921	166	942	38	95
- Utenriks	96	18	3	14	340	28	250	12	31
-Herav lokale utslipp (< 100 m)*	186	45	7	28	554	177	1 018	24	60
-- Innenriks	140	30	5	21	402	153	807	18	45
-- Utenriks	46	15	2	7	152	24	211	6	15
Helikopter**									
LTO-utslipp (< 1000 m)*									
- Innenriks	11	1	0	2	21	179	186	1	4
-Herav lokale utslipp (< 100 m)*									
-- Innenriks	3	0	0	0	6	54	56	0	1
Småfly									
LTO-utslipp (< 1000 m)*									
- Innenriks	1	1	0	0	1	6	519	0	1
-Herav lokale utslipp (< 100 m)*									
-- Innenriks	0	0	2	0	0	2	97	0	0

* Utslipp på norsk område fra alle norske og utenlandske selskaper.

**Utslipp fra cruise og LTO på plattform er ikke inkludert.

Tabell 19. Forbruk av drivstoff* og utslipp fra norsk luftfart. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Sveve- støv	Drivstoff	Driv- stoff, LV
Innenriksfart i alt	837	35	27	124	2 288	966	4 543	107	267,4	
LTO-utslipp	307	35	10	46	944	351	1 647	39	99,0	
Cruise	530	0	17	78	1 344	615	2 896	67	168,5	
Rute/charter	772	33	25	114	2 151	278	1 720	99	246,5	363,6
LTO-utslipp	295	33	10	44	921	166	942	38	95,0	95,0
Cruise	477	0	15	70	1 230	112	778	61	151,6	268,6
Helikopter	59	1	2	9	127	663	730	7	18,7	18,7
LTO-utslipp	11	1	0	2	21	179	186	1	3,5	3,5
Cruise	48	0	2	7	106	483	544	6	15,2	15,2**
Småfly	6	1	0	1,2	9	25	2 093	1	2,2	1,7
LTO-utslipp	1	1	0	0,2	1	6	519	0	0,5	0,5
Cruise	5	0	0	1	8	19	1 574	1	1,7	1,2

*Det er antatt at småfly bare bruker bensin og rute/charter samt helikopter bare jetparafin.

** SSBs metode er brukt

Flyginger offshore

Offshoreflyginger er inkludert i tabell 18 og 19, men vi har valgt å også presentere disse separat (tabell 20). Utslipp i cruisefasen fra offshoreflyginger er beregnet ut fra gjennomsnittlige utslippsfaktorer gitt tidligere. Totalt utslipp fra offshoreflyginger regnes her som utslipp i LTO-fase på flyplass, i cruisefase og LTO-fase

på plattform. Det er antatt at alle helikoptre av typen Sea King på hver flyplass oppgitt av LV, er tilknyttet offshoreflyging. Disse flygingene betyr mye for utslipp av NMVOC og delvis CO⁸. Utslippene av NO_x er lavere

⁸ Vi har fått oppgitt en høy HC-utslippsfaktor for Sea King helikoptre.

Tabell 20. Utslipp fra offshoreflyginger. Tonn. CO₂, ktonn. LTO, cruise og utslipp offshore. 1995

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Svevestøv
I alt	32	0,8	1,1	4,7	67	389	421	4
Sola	12	0,2	0,4	2	26	129	143	2
Flesland	15	0,4	0,5	2	31	195	209	2
Kvernberget	3	0,1	0,1	0,5	7	42	44	0
Florø	2	0,1	0,1	0,2	3	23	24	0

og NMVOC-utslippet høyere enn det som fremgår av beregninger utført av Oljeindustriens Landsforening (OLF 1995) (henholdsvis 244 og 1 tonn). Her er imidlertid hverken utslippsfaktorer eller aktivitetsnivå oppgitt.

Det er ca. 1 000 flere avganger fra Flesland enn fra Sola, og nesten alle er med helikoptre av typen Sea King. Disse er store og har høyere utslippsfaktorer i LTO-fasen enn andre helikoptre. Avgangene fra Kvernberget (Kristiansund) er langt under halvparten av de fra Sola og Flesland.

Regionfordelte utslipp

Utslipp av NO_x lokalt (< 100 m) fra hver sivile flyplass er vist i tabell 21, og fordelt på kommune i figur 7. Antall flyginger til ulike plattformer og flyginger til skip som beveger seg fra dag til dag er registrert. Utslipp fra disse offshoreflygingene (< 100 m) er ikke med på kartet (figur 7) da disse er små, til sammen rundt 3 tonn NO_x.

Utslipp av NO_x (< 100 m) fra sivil luftfart er størst ved Fornebu (231 tonn). Flesland og Sola følger deretter med hhv. 80 og 56 tonn. Dette er også de flyplassene i Norge som har flest LTO. Utslippet er mindre enn ett tonn for over halvparten av flyplassene, og lavest i Rygge kommune.

Figur 8 viser hvor mye utslippet i figur 7 utgjør av det totale utslippet av NO_x i kommunen (< 100 m). I Giske kommune utgjør utslippet av NO_x fra Vigra flyplass nær 13 prosent av det totale NO_x-utslippet i kommunen, mens det i Bærum kommune utgjør 10 prosent, og i Stjørdal og Evenes 7 prosent. I 48 av de 55 kommunene utgjør NO_x-utslippet fra flyplass < 5 prosent av det totale utslippet.

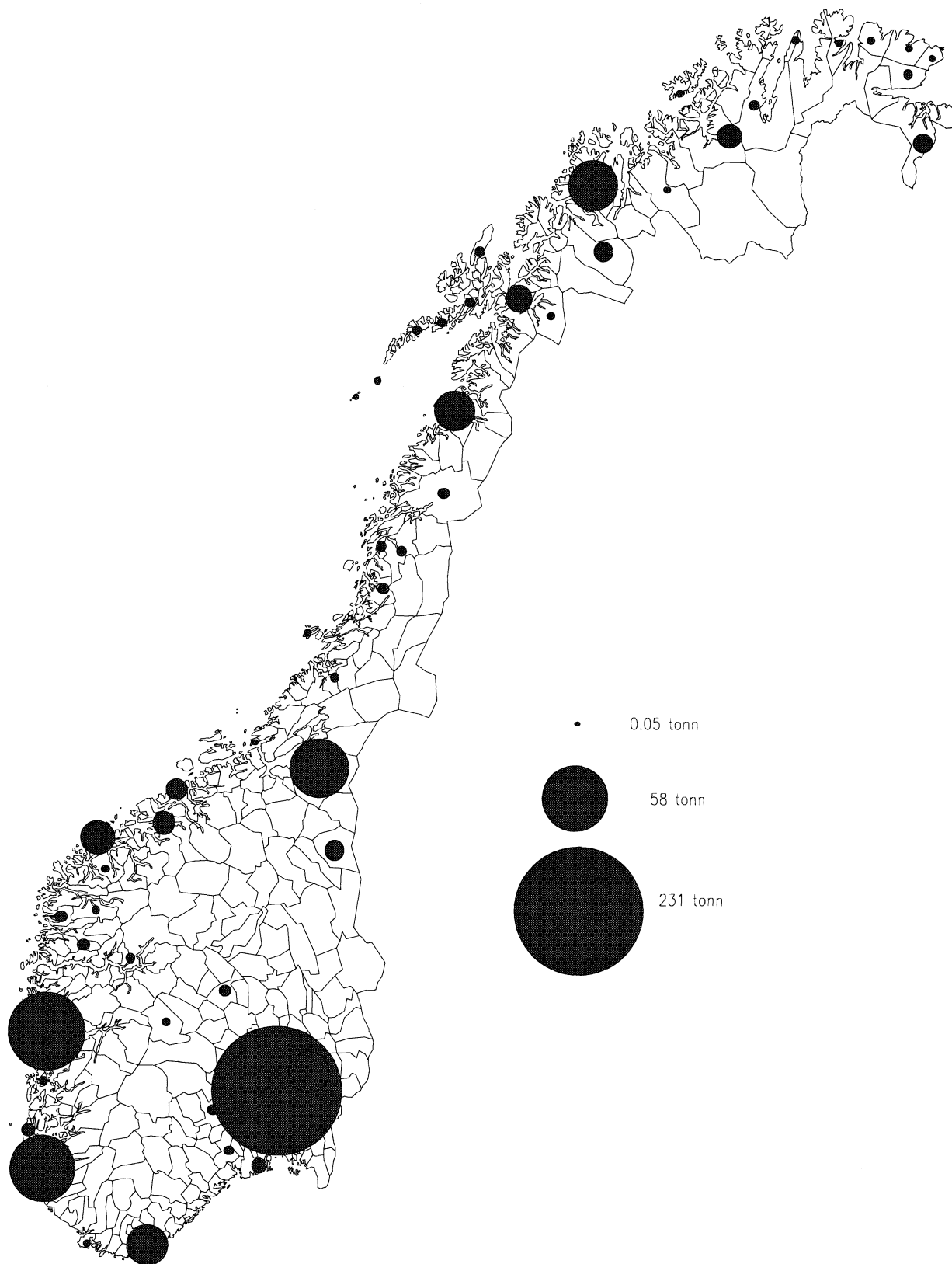
Tabell 21. Utslipp på sivile flyplasser i Norge*. Tonn. 1995

Flyplass	Antall LTO	Regionalt (> 1000 m)			Lokalt (> 100 m)		
		NO _x	HC	CO	NO _x	HC	CO
I alt	402 880	12 84	433	1 898	560	278	1 121
Fornebu	80 539	516	86	495	231	71	389
Gardermoen	14 733	47	5	78	21	3	33
Rygge	3 086	0	1	14	0	0	3
Hamar**	2 771	0	1	11	0	1	2
Dagali	701	0	0	2	0	0	1
Leirin	2 592	1	2	7	1	1	3
Torp	10 097	4	9	34	1	6	11
Geiteryggen	6 451	1	3	24	0	3	7
Notodden	1 953	1	0	11	0	0	2
Kjevik	10 326	44	4	56	19	3	38
Lista	117	0	0	0	0	0	0
Sola	35 257	127	47	184	56	26	117
Karmøy	7 433	4	4	15	1	3	6
Sørstokken	2 512	1	2	5	0	2	3
Flesland	43 314	183	92	235	80	40	130
Haukåsen	2 571	1	1	2	0	1	1
Førde	4 444	2	4	7	1	2	2
Florø	5 358	3	12	14	1	4	2
Anda	1 729	1	0	1	0	0	1
Hovden	1 387	1	1	2	0	0	1
Vigra	6 425	29	5	32	13	3	23
Årø	5 631	12	1	18	5	1	11
Kvernberget	5 637	10	15	27	4	5	9
Røros	2 298	8	1	21	4	0	9
Værnes	26 567	99	16	136	44	14	97
Ørland	3 197	0	1	47	0	0	9
Ryum	1 052	1	1	2	0	1	1
Namsos	1 946	1	1	3	0	0	1
Brønnøysund	3 982	2	3	5	1	2	3
Stokka	3 837	2	1	3	1	1	2
Røssvoll	4 139	2	3	11	1	3	5
Kjærstad	3 436	2	2	4	1	1	2
Bodø	20 523	43	29	89	18	19	49
Røst	655	0	0	1	0	0	0
Værøy	615	1	9	9	0	3	0
Leknes	2 223	1	3	6	0	3	4
Helle	1 822	1	4	7	0	4	5
Skagen	2 417	1	3	6	0	3	4
Evenes	6 004	18	4	28	8	3	18
Framnes	2 430	1	1	6	0	1	2
Bardufoss	8 668	8	4	109	3	3	25
Andøya	1 759	1	2	4	0	2	3
Langnes	18 537	69	16	68	30	13	49
Alta	4 743	13	5	13	5	4	9
Banak	2 567	2	2	4	1	1	1
Høybukta	4 695	8	4	10	3	3	6
Hasvik	860	0	1	1	0	1	1
Sørkjosen	1 252	0	1	1	0	1	1
Hammerfest	4 749	2	5	10	1	5	7
Valan	1 719	1	1	2	0	1	2
Mehamn	1 632	1	1	2	0	1	1
Berlevåg	1 200	0	1	1	0	1	1
Båtsfjord	1 137	0	1	2	0	1	1
Vadsø	3 641	1	3	5	0	3	4
Svartnes	1 425	0	1	2	0	1	1
Longyearbyen	2 094	4	5	8	2	2	3

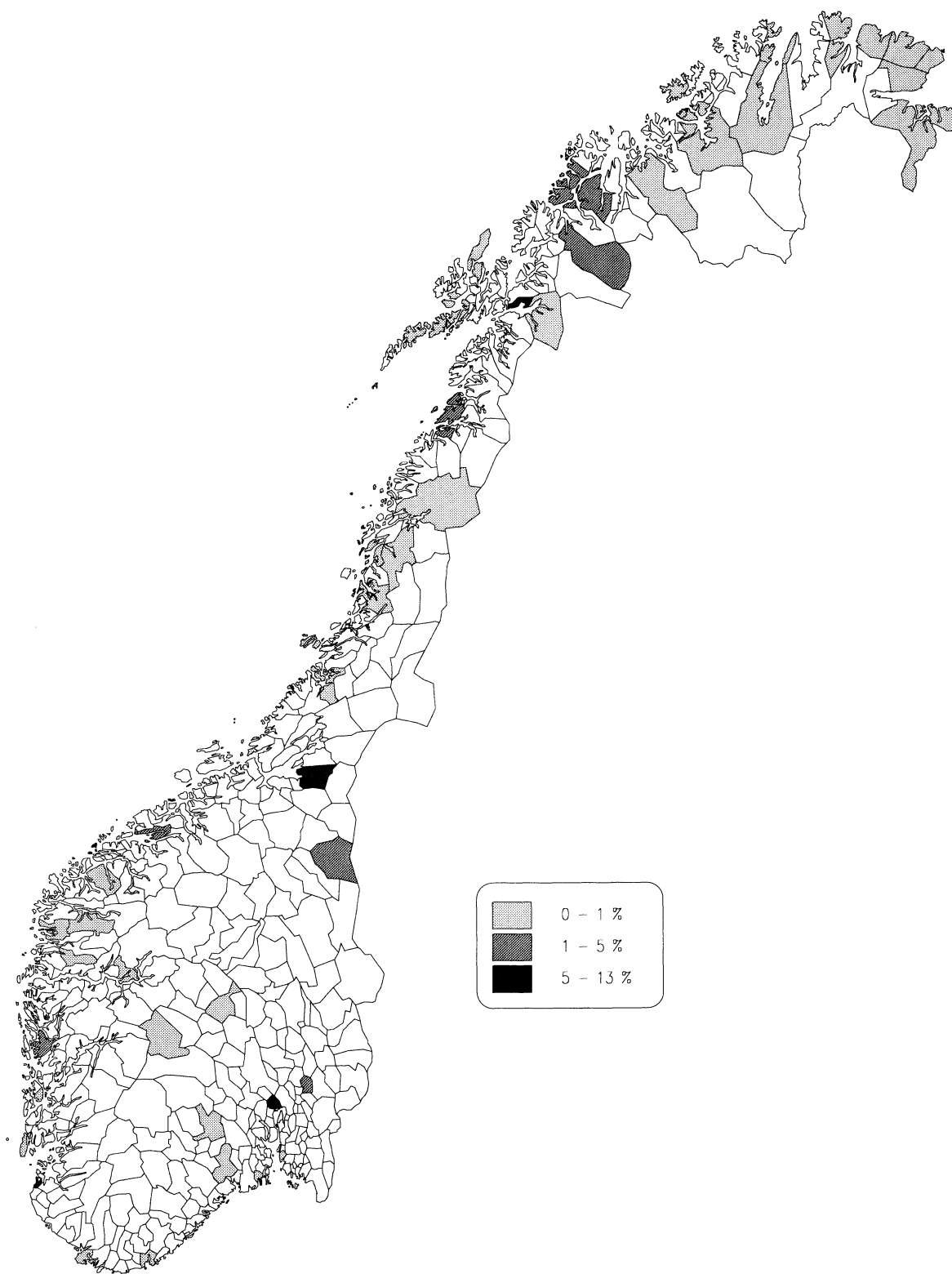
* Utslipp på plattformer er ikke inkludert.

** Antall flybevegelser i 1989 er brukt.

Figur 7. NO_x-utslipp (< 100 m) fra sivil luftfart fordelt på kommune. Tonn. 1995



Figur 8. Andel NO_x-utslipp fra flyplass av totalt NO_x-utslipp i kommunen (< 100 m) . 1995



Endringer i utslipp

Ifølge beregningene til LV/NILU er det regionale utslippet av CO₂ økt med ca. 60 ktonn siden 1989 (Knudsen og Strømsøe 1990), mens de regionale utslippene av HC og CO har avtatt med hhv. ca. 150 tonn og ca. 480 tonn. NO_x-utslippet har derimot økt med ca. 110 tonn. Disse sammenligningene gjelder utslipp fra rute-/charterfly og småfly, siden beregninger for helikoptre ikke ble gjort i 1989. Totale utslipp fra luftfart i Norge (innenriks og utenriks luftfart, ikke helikoptre) er gitt i tabell 22, hvor også utslippene fra 1989 er gitt. De totale utslippene viser samme trend som de regionale. I 1989 ble det laget en prognose for 1995. Den angir høyere utslipp enn hva de faktiske beregningene viser. Det kan skyldes at prognosen var basert på en generell årlig økning i flytrafikken på 4 prosent, samt en utskiftning av alle fly av typen DC9 med MD80 og av B737-200 med B737-500.

Tabell 22. Utslipp fra luftfart (utenom helikopter) i Norge i 1989 og 1995 beregnet ut fra LV/NILUs metode. Tonn. CO₂ ktonn

Utslipp	LTO/år	HC	CO	NO _x	CO ₂
1989	432900*	651	3615	4228	1422
1995	377191	527	3494	4343	1521
Prognose 1995	547800	715	4452	4634	1681

Kilde: Luftfartsverket og Knudsen og Strømsøe, 1990.

* Stemmer ikke med antall LTO i samferdselsstatistikken

Imidlertid har drivstofforbruket reelt økt mer siden 1989 enn beregningene til LV/NILU viser. Legger vi SSBs beregning av drivstoff til grunn, samt utslippsfaktorer for henholdsvis 1989 og 1995 i modellen til NILU/LV, har alle utslipp untatt HC økt fra 1989 til 1995, til tross for lavere spesifikke utslipp.

4.2. Forsvaret

Som diskutert i avsnitt 5.1, spriker dataene på forbruket av drivstoff i Forsvaret en del. Vi har valgt å basere oss på det oppgitte forbruket (61 600 tonn) og har sett bort fra salgstallet og det beregnede forbruket. Forbruket av drivstoff fordeles her på de fire flykategoriene nevnt tidligere (tabell 23).

Ved beregning av LTO-forbruket til hver flytype tas det hensyn til prosent flytid som skjer innenfor flyplassområdet (sirkel med radius 36 km fra rullebanen, høyde < 1 000 m). Det blir en tilsvarende forskjell i LTO-forbruket avhengig av hvilket totalforbruk som benyttes.

Tabell 23. Forbruk av drivstoff og antall LTO i Forsvarets luftfartøy i 1995

Flykategori	Totalt drivstofforbruk (tonn)	Antall LTO
I alt	61 633	6 381
Jagerfly	40 688	4 069
Transportfly	8 613	479
Helikoptre	3 995	678
Andre flytyper	8 337	1 156

Kilde: Forsvaret

Utslippene fra Forsvarets luftfartøy er vist i tabell 24. Jagerfly bidrar mest til utslipp av CO og NO_x, mens helikoptre gir mest NMVOC. Utslippene er små i forhold til sivil luftfart. Utslipp av NO_x i LTO-fase fordelt på fylke er vist i figur 9. Flydata fra fylkene Hedmark, Aust-Agder, Sogn og Fjordane og Finnmark er ikke mottatt, og figuren er derfor ufullstendig.

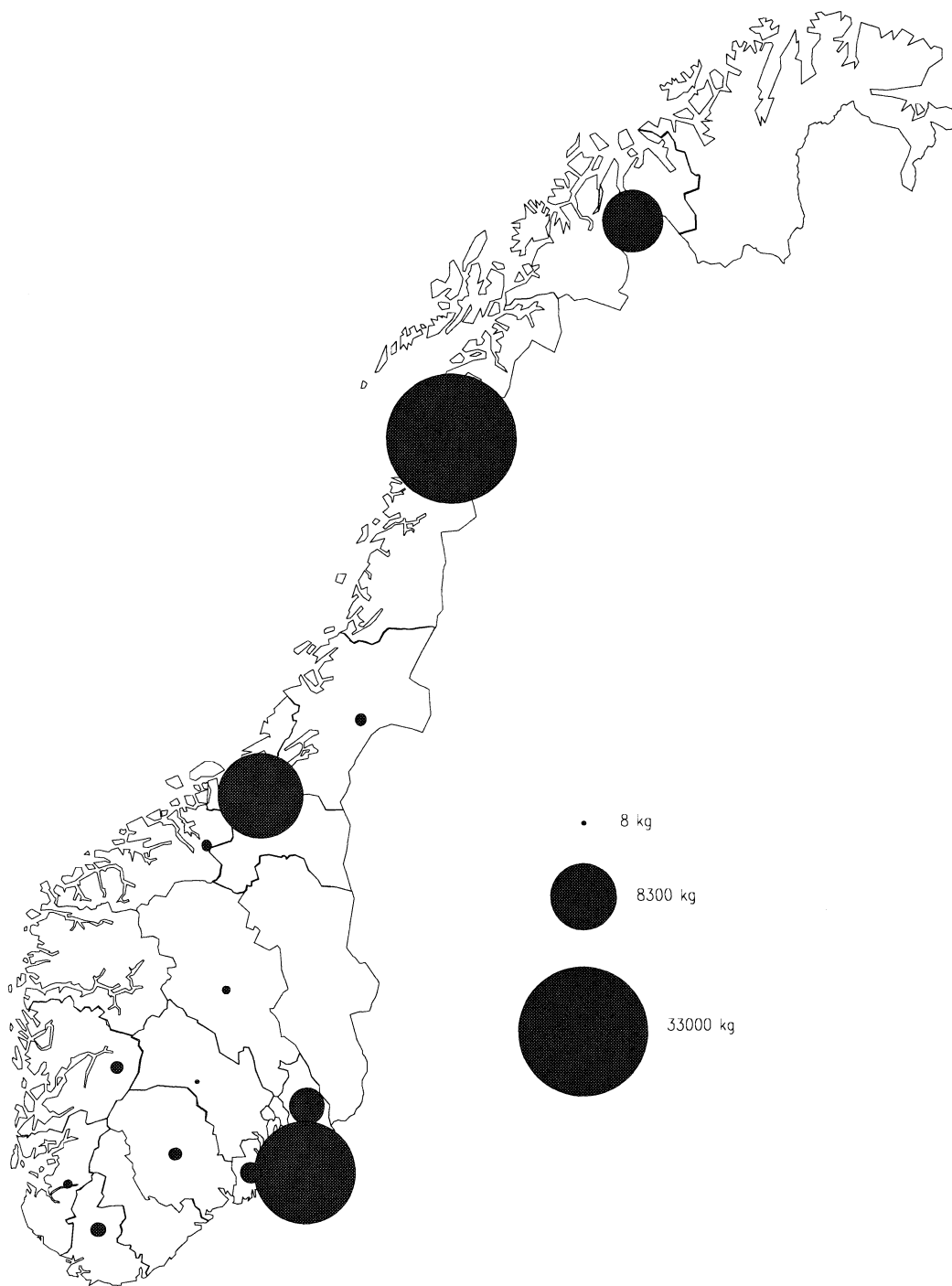
Omtrent halvparten av utslippene skjer i Troms og Nordland, der Luftforsvarets større stasjoner ligger. Utslippene stammer i hovedsak fra jagerfly og helikoptre. Vi har ikke data for Finnmark, men antar at det er betydelige utslipp der også, siden flere stasjoner ligger der. Rundt en tredjedel av utslippene skjer på Østlandet. Utslippene i Sør-Trøndelag vil i 1995 sannsynligvis være høyere enn gjennomsnittet for dette fylket, siden det i 1995 var en større øvelse hvor en del av flygingene var utenlandske. Disse er medregnet.

Det er vanskelig å si noe om utviklingen i utslipp fra Forsvarets luftfartøy siden vi ikke har hatt anledning til å vurdere flyparken for tidligere år. Salgstall indikerer en nedgang i utslippene på 16 prosent fra 1989 til 1995, forutsatt samme sammensetning av flyparken.

Tabell 24. Totalt og regionalt utslipp til luft fra Forsvarets luftfartøy, 1995. Tonn. CO₂ ktonn

Totalt	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Svevestøv
I alt	190	2,2	5,4	30	731	285	1 304	21
Jagerfly	128	1,4	4	19	576	56	1 009	13
Transportfly	27	0,2	1	4	66	38	59	3
Helikopter	13	0,2	0,2	2	27	140	154	2
Andre flytyper	22	0,4	0,2	5	62	52	82	3
Regionalt (< 1000 m)	CO₂	CH₄	N₂O	SO₂	NO_x	NMVOC	CO	Svevestøv
I alt	21	2	0,6	3	86	47	149	2,0
Jagerfly	13	1	0,4	2	69	4	101	1,3
Transportfly	2	0,2	0,1	0,2	4	3	4	0,2
Helikopter	2	0,2	0,1	0,3	4	35	35	0,2
Andre flytyper	4	0,4	0,1	0,5	9	5	9	0,3

Figur 9. NO_x-utslipp (< 1 000 m) fra Forsvarets luftfartøy fordelt på fylke. kg



4.3. Aggregerte utslippsfaktorer for luftfart

I SSBs utslippsmodell inngår kun aggregerte utslippsfaktorer (utslipp pr. enhet drivstoff). Utslippsfaktorer beregnet ut fra henholdsvis beregningene til LV/NILU for 1989 og oppdateringen for 1995 er vist i tabell 25. Faktorene er beregnet ved å dividere totale utslipp med total energibruk for

henholdsvis LTO og cruise. Det er ingen endring i utslippsfaktorene for CO₂, mens SO₂-faktorene varierer årlig med svovelinnholdet i drivstoffet. Vi viser de nye faktorene med og uten helikopter siden helikopter ikke var inkludert i de gamle utslippsfaktorene.

Tabell 25. Utslippsfaktorer for rute-/charterfly. Gamle og nye gjennomsnittsfaktorer. kg/tonn drivstoff

	CH ₄	N ₂ O	NO _x	NMVOC	CO	Svevestøv
LTO						
Gamle	0,1	0,2	10,8	3,9	20,6	0,4
Nye (uten helikopter)	0,4	0,1	10,0	1,6	13,6	0,4
Nye (med helikopter)	0,4	0,1	9,9	2,9	14,6	0,4
Cruise						
Gamle	0,1	0,2	8,6	0,64	3,9	0,4
Nye (uten helikopter)	0,0	0,1	8,5	0,75	4,9	0,4
Nye (med helikopter)	0,0	0,1	8,4	2,0	6,1	0,4

Tabell 26. Utslippsfaktorer til bruk i den nasjonale utslippsmodellen. kg/tonn drivstoff. Prosentandel av drivstoff i LTO

	CH ₄	N ₂ O	NO _x	NMVOC	CO	Svevestøv	Prosentandel drivstoff LTO
Charter-, rutefly og helikopter							
- LTO							
-- Innenriks	0,4	0,1	9,6	3,5	11,4	0,4	39
-- Utenriks	0,6	0,1	11,1	0,9	8,1	0,4	17
- Cruise							
-- Innenriks	0,0	0,1	8,1	2,4	6,8	0,4	-
-- Utenriks	0,0	0,1	9,5	0,8	4,3	0,4	-
Småfly							
- LTO							
- Cruise	0,4	0,1	2,9	13,7	1 107,1	0,4	21
- Cruise	0,0	0,1	4,4	11,1	902,0	0,4	-
Forsvaret							
- LTO							
- Cruise	0,4	0,1	13,4	7,3	23,3	0,3	10
- Cruise	0,0	0,1	11,7	4,3	20,9	0,3	-

Med unntak av CO er det ingen store endringer i utslippsfaktorene. Nedgangen for CO i LTO-fasen kan forklares med en nyere flypark. Økningen av CO-utslippene i cruisefasen er neppe reell, og kan forklares med at utslippsfaktorene er usikre. De andre utslippsfaktorene er endret lite, og endringene kan være tilfeldige. Generelt hevdes det at utslippene av NO_x pr. enhet drivstoff har økt de senere årene pga. bedre drivstoffeffektivitet, men dette vises ikke i disse beregningene. Faktorene for metan og lystgass er også endret, men dette skyldes ny kunnskap, ikke endringer i flyparken.

Når helikopter blir inkludert i gjennomsnittsfaktoren, endres CO og NMVOC en del, mens det blir mindre endringer i NO_x.

Vi vil foreslå at det i den nasjonale utslippsmodellen legges inn egne faktorer for småfly og militære fly, samt skilles mellom utslipp innenriks og utenriks for charter-/rutefly. Tidligere ble det samme datasettet benyttet for alle fly. Faktorene i tabell 26 blir input til den nasjonale utslippsmodellen.

Det at endringene i de spesifikke utslippene er så små, viser at det ikke vil være nødvendig med en detaljert årlig beregning av utslippene fra luftfart. En detaljert

beregning omtrent hvert femte år vil være tilstrekkelig. Deler av flyflåten i Norge blir nå skiftet ut med fly med betydelig lavere spesifikke NO_x-utslipp (MD90 og Boeing 737-600). Det kan også hende at ny hovedflyplass på Gardermoen kan bety noe (endret flygesyklus, endret flygedistanse, andre flytyper).

4.4. Sammenligning med IPCC-metoden

Internasjonalt har IPCC og EMEP/Corinair anbefalt metoder for å beregne utslipp til luft fra luftfart (IPCC 1997; EMEP/Corinair 1996). Disse metodene er harmonisert, og i neste versjon av retningslinjene til EMEP/Corinair vil faktorene som IPCC benytter, bli anbefalt.

Ulike metoder med ulikt ambisjonsnivå er anbefalt:

a) En beregning ut fra antall LTO, b) en beregning ut fra antall LTO pr. flytype og c) en beregning hvor en også ser på motortype. Småfly, helikopter og militære fly er ikke dekket av IPCC-metoden. Vi skal her sammenligne våre beregninger med metode a og b.

Beregning ut fra LTO

Utslippsfaktorene anbefalt for den enkleste metoden er vist i tabell 27.

Tabell 27. Gjennomsnittlige internasjonalt anbefalte utslippsfaktorer* for sivile fly. kg/LTO

Innenriks		Drivstoff	SO ₂	CO	CO ₂	NO _x	NMVOC	CH ₄	N ₂ O
LTO (kg/LTO) - Gjennomsnittlig flåte		850	0,8	8,1	2 680	10,2	2,6	0,3	0,1
LTO (kg/LTO) - Gammel flåte		1 000	1,0	17	3 150	9,0	3,7	0,4	0,1
Cruise (kg/tonn)			1,0	7	3 150	11	0,7	0	0,1
Utenriks		Drivstoff	SO ₂	CO	CO ₂	NO _x	NMVOC	CH ₄	N ₂ O
LTO (kg/LTO) - Gjennomsnittlig flåte		2 500	2,5	50	7 900	4,1	15	1,5	0,2
LTO (kg/LTO) - Gammel flåte		2 400	2,4	101	7 560	23,6	66	7	0,2
Cruise (kg/tonn)			1,0	5	3 150	17	2,7	0	0,1

*Utslippsfaktorene for innenriks fly er beregnet ut fra gjennomsnittet av «typiske fly». Disse er representert ved Airbus A320, Boeing 727, Boeing 737-400, McDonnell Douglas DC9 og MD 80. «Gammel flåte» er representert ved Boeing B737 og McDonnell Douglas DC9. For utenriks fly er gjennomsnittsflyen representert ved Airbus A300, Boeing 767, B747 og McDonnell Douglas DC10, mens gammel flåte er representert ved Boeing B707, Boeing 747 og McDonnell Douglas DC8. Svovelinnholdet er antatt å være 0,05 prosent S for både LTO- og cruiseaktivitetene. Kilde: IPCC (1997)

Vi har her brukt faktorene for «gjennomsnittlig flåte» som sammenligningsgrunnlag. Faktorene for innenriksfart, omregnet til utslipp/kg drivstoff, stemmer forholdsvis bra med faktorene i tabell 24. For utenriksfart er avvikene større. Dette kan skyldes at flytypene som representerer utenriksfart i liten grad er i bruk i Norge.

IPCC-faktorene anvendt på antall LTO i Norge er vist i tabell 28. LTO med «andre flytyper», dvs. helikopter og småfly, er ikke med. Resultatene avviker en del fra resultatene i denne rapporten (tabell 19). Beregnet med IPCC-metoden blir både innenriks- og utenriksutslippene stort sett for høye (unntakene er NO_x utenriks og CO innenriks). Årsaken til disse avvikene er at flyparken i Norge er utypisk i europeisk sammenheng i den forstand at mange LTO er med mindre flytyper, dette gjelder både innenriks- og utenriksfart.

Tabell 28. Utslipp fra LTO i Norge beregnet med den enkleste IPCC-metoden. Rute- og charterfly. Tonn. CO₂ ktonn

	Antall LTO	CO ₂	NO _x	NMVOC	CO
Innenriks-LTO	231 669	621	2 363	602	1 877
Utenriks-LTO	46 082	364	189	691	2 304

Beregning ut fra LTO og flytype

Utslippsfaktorer pr. flytype anbefalt av IPCC er vist i tabell 29. Ikke alle disse flytypene er i bruk i Norge, og flere viktige norske flytyper er ikke med her.

Tabell 29. Internasjonalt anbefalte utslippsfaktorer for ulike typer sivile fly. kg/LTO

Type	CO ₂	CH ₄ ^{a)}	N ₂ O ^{b)}	NO _x	SO ₂ ^{c)}	NMVOC ^{a)}	CO	Drivstoff
A300	5470	1,0	0,2	27,21	1,7	9,3	34,4	1730
A310	4900	0,4	0,2	22,7	1,5	3,4	19,6	1550
A320	2560	0,04	0,1	11,0	0,8	0,4	5,3	810
BAC1-11	2150	6,8	0,1	4,9	0,7	61,6	67,8	680
BAe 146	1800	0,16	0,1	4,2	0,6	1,2	11,2	570
B707*	5880	9,8	0,2	10,8	1,9	87,8	92,4	1860
B727	4455	0,3	0,1	12,6	1,4	3,0	9,1	1410
B727*	3980	0,7	0,1	9,2	1,3	6,3	24,5	1260
B737-300	2905	0,2	0,1	8,0	0,9	2,0	6,2	920
B737*	2750	0,5	0,1	6,7	0,9	4,0	16,0	870
B737-400	2625	0,08	0,1	8,2	0,8	0,6	12,2	830
B747-200	10680	3,6	0,3	53,2	3,4	32,0	91,0	3380
B747*	10145	4,8	0,3	49,2	3,2	43,6	115	3210
B747-400	10710	1,2	0,3	56,5	3,4	10,8	45,0	3390
B757	4110	0,1	0,1	21,6	1,3	0,8	10,6	1300
B767	5405	0,4	0,2	26,7	1,7	3,2	20,3	1710
Caravelle*	2655	0,5	0,1	3,2	0,8	4,1	16,3	840
DC8	5890	5,8	0,2	14,8	1,9	52,2	65,2	1860
DC9	2780	0,8	0,1	7,2	0,9	7,4	7,3	880
DC10	7460	2,1	0,2	41,0	2,4	19,2	59,3	2360
F28	2115	5,5	0,1	5,3	0,7	49,3	54,8	670
F100	2340	0,2	0,1	5,7	0,7	1,2	13,0	740
L1011*	8025	7,3	0,3	29,7	2,5	65,4	112	2540
SAAB 340	945	1,4(E)	0,03(E)	0,3(E)	0,3(E)	12,7(E)	22,1(E)	300 (E)
Tupolev 154	6920	8,3	0,2	14,0	2,2	75,9	116,81	2190
Concorde	20290	10,7	0,6	35,2	6,4	96	385	6420
GAjet	2150	0,1	0,1	5,6	0,7	1,2	8,5	680

E = estimerte verdier. * Eldre typer med høyere utslipp

(a) For CH₄ og NMVOC er det antatt at utslippsfaktorene for LTO er henholdsvis 10 prosent og 90 prosent av total VOC (Olivier, 1991).

Undersøkelser antyder at metan ikke slippes ut under cruise (Wiesen et al., 1994).

(b) Estimert ut fra den enkle metoden.

(c) Svovelinnholdet er antatt å være 0,05 prosent.

Kilde: ICAO (1995)

Utslippsfaktorene for DC9 anbefalt av IPCC for LTO avviker noe fra utslippsfaktorene i tabell 10. Avviket er særlig stort for HC/NMVOC hvor IPCC ligger mye høyere. For Boeing 737-400 er CO høyere og NO_x og drivstoff lavere i IPCC-tabellen. MD80 er ikke inkludert i tabellen.

IPCC viser kun en oversikt over NO_x-utslipp pr. flytype for cruisefasen. Disse viser et spenn på 6,8-9,6 kg pr. tonn drivstoff for Boeing 737, 8,3-9,5 for MD80 og 7,6-8,1 for DC9. Våre gjennomsnittsfaktorer på hhv. 8,1 og 9,5 for innenriks- og utenriksfart virker rimelige i forhold til dette.

Referanser

Bang, J., E. Figenbaum, K. Flugsrud, S. Larssen, K. Rypdal og C. Torp (1993): *Utslipp fra veitrafikken i Norge - Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater*, Rapport 93/12, Statens forurensningstilsyn.

Cook T., British Aerospace Airbus, 1997. Fax.

EMEP/Corinair (1997): *The Atmospheric Emission Inventory Guidebook*, The European Environmental Agency. www.eea.dk

EPA (1980): *Compilation of air pollutant emission factors*. Third edition. Part A and B (Including supplements 1-7). US Environmental Protection Agency. Report no. Ap-42.

EPA (1992): *Procedures for Emission Inventory Preparation, Vol IV: Mobile Sources*. EPA-450/4/81/026d.

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

Holtskog, S. og K. Rypdal (1997): *Energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge*, Rapporter 97/7, Statistisk sentralbyrå.

ICAO (1995): *ICAO Engine Exhaust Emissions Data Bank*. First edition 1995. Doc. 9646-AN/943, International Civil Aviation Organization.

IPCC (1997), *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual.

Knudsen, S. og S. Strømsøe (1990): *Kartlegging av utslipp til luft fra norsk sivil luftfart*. Hovedrapport og vedleggsrapport, NILU-rapport OR 88-90, Norsk Institutt for Luftforskning.

Statistisk sentralbyrå (årlig): *NOS Samferdselsstatistikk*.

OLF (1995): *NO_x emissions from Norwegian Offshore Petroleum Industry. Phase 1*. Oljeindustriens landsforening.

Rypdal (1995): *Anthropogenic emissions of SO₂, NO_x, NMVOC and NH₃ in Norway*, Rapporter 95/12, Statistisk sentralbyrå.

SAS (1996): *Environmental report 1995*. Scandinavian Airlines.

Statistisk sentralbyrå (1997), *Naturressurser og miljø 1997*, Statistiske analyser 16.

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

- C 264 Samferdselsstatistikk 1994
- C 306 Utslipp til luft i norske kommuner 1993
- C 350 Samferdselsstatistikk 1995
- C 395 Utslipp til luft i norske kommuner 1994

Notater

- 94/16 Beregning av regionaliserte utslipp til luft

Rapporter (RAPP)

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

Statistiske analyser (SA)

- 6 Naturressurser og miljø 1995
- 7 Natural Resources and the Environment 1995
- 9 Naturressurser og miljø 1996
- 10 Natural Resources and the Environment 1996
- 16 Naturressurser og miljø 1997

De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter*Recent publications in the series Reports*

- 96/19 A. Bråten og L. Sandberg: Priser på jordbruksvarer: En analyse av statistiske kilder. 1996. 84s. 95 kr. ISBN 82-537-4325-4
- 96/20 E. Gulløy, S. Gåsemyr og A. Vedø: Forslag til et nytt system for norsk bostandsstatistikk. 1996. 50s. 95 kr. ISBN 82-537-4338-6
- 96/21 A. Thomassen og T. Tørstad: Prisstatistikk for næringsseidommer: Prøveundersøkelse for Oslo og Akershus. 1996. 31s. 80 kr. ISBN 82-537-4340-8
- 96/22 A.K. Essilfie: Investeringer, kostnader og gebyrer i den kommunale avløpssektoren: Resultater fra undersøkelsen i 1995. 1996. 44s. 80 kr. ISBN 82-537-4344-0
- 96/23 S. Glomsrød, A.C. Hansen og K.E. Rosendahl: Integrering av miljøkostnader i makroøkonomiske modeller. 1996. 46s. 95 kr. ISBN 82-537-4348-3
- 97/1 R. Jule: Produksjonsindeks for bygg og anlegg. 1997. 38s. 80 kr. ISBN 82-537-4355-6
- 97/2 T. Eika og K.-G. Lindquist: Konjunktur-impulser fra utlandet. 1997. 28s. 80 kr. ISBN 82-537-4357-2
- 97/3 T. Skjerpen and A.R. Swensen: Forecasting Manufacturing Investment Using Survey Information. 1997. 23s. 80 kr. ISBN 82-537-4374-2
- 97/4 E. Midtlyng: Arbeidsmiljø i skolen. 1997. 62s. 95 kr. ISBN 82-537-4390-4
- 97/5 B. Bjørlo og P. Schøning: Resultatkontroll jordbruk 1997: Gjennomføring av tiltak mot forurensninger. 1997. 85s. 95 kr. ISBN 82-537-4397-1
- 97/6 R.H. Kitterød: Leid hjelp til husarbeid? Bruk av privat rengjøringshjelp 1980-1995. 1997. 59s. 95 kr. ISBN 82-537-4399-8
- 97/7 S. Holtskog og K. Rypdal: Energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge. 1997. 47s. 80 kr. ISBN 82-537-4400-5
- 97/8 K.O. Oftedal: Arbeidstilbudet fra sykepleiere og leger ved endret studie- og arbeidsmønstre. 1997. 27s. 80 kr. ISBN 82-537-4401-3
- 97/9 A. Bråten og K. Olsen: Ulike metoder for beregning av en indikator for underliggende inflasjon. 1997. 36s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4405-6
- 97/10 J. Monsrud: Eie og bruk av personbil: Noen utviklingstrekk 1980-1995. 1997. 56s. 115 kr. ISBN 82-537-4411-0
- 97/11 S.E. Førre: Er store foretak mer forskningsintensive? En anvendelse av diagnostiske metoder. 1997. 33s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4413-7
- 97/12 O. Skogedal: Avfallsregnskap for Norge - prinsipper og metoder: Resultater for papir og glass. 1997. 115 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4424-2
- 97/13 J. Lyngstad og K.-M. Roalsø: Langtidsarbeidslediges inntekter og økonomiske levekår. 1997. 98s. 125 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4419-6
- 97/14 H.M. Teigum: Holdninger til og kunnskap om norsk u-hjelp 1996. 1997. 60s. 75 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4425-0
- 97/15 M. Lund, Ø. Landfald og S. Try: Register-basert evaluering av ordinære arbeids-markedstiltak: Dokumentasjon og analyse. 1997. 46s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4429-3
- 97/16 E. Holmøy og B. Strøm: Samfunnsøkonomiske kostnader av offentlig ressursbruk og ulike finansieringsformer - beregninger basert på en disaggregert generell likevektsmodell. 1997. 69s. 115 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4430-7
- 97/17 E. Sørensen og I. Seliussen (red.): Samledokumentasjon av konjunkturindikatorer i Statistisk sentralbyrå. 1997. 99s. 135 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4432-3
- 97/18 T. Fæhn and L.A. Grünfeld: Commercial Policy, Trade and Competition in the Norwegian Service Industries. 1997. 34s. 100 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4437-4
- 97/19 S.-E. Mamelund, H. Brunborg og T. Noack: Skilsmisser i Norge 1886-1995 for kalenderår og ekteskapskohorter. 1997. 115s. 135 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4440-4

B

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

Statistisk sentralbyrå

97/20

Utslipp til luft fra norsk luftfart

Publikasjonen kan bestilles fra:

Statistisk sentralbyrå
Salg- og abonnementservice
Postboks 8131 Dep.
N-0033 Oslo

Telefon: 22 00 44 80
Telefaks: 22 86 49 76

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

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

ISBN 82-537-4449-8
ISSN 0806-2056

Pris kr 100,00 inkl. mva.



Statistisk sentralbyrå
Statistics Norway