

*Anne Finstad, Ketil Flugsrud  
og Kristin Rypdal*

## **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, mars 2002

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

ISBN 82-537-5047-1

ISSN 0806-2056

## Emnegruppe

01.04.10

Design: Enzo Finger Design

Trykk: Statistisk sentralbyrå/270

<b>Standardtegn i tabeller</b>	<b>Symbols in tables</b>	<b>Symbol</b>
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Tall kan ikke offentliggjøres	Not for publication	: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
Foreløpig 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	
Desimalskilletegn	Decimal punctuation mark	,(,)

# Sammendrag

*Anne Finstad, Ketil Flugsrud og Kristin Rypdal*

## **Utslipp til luft fra norsk luftfart**

### **Rapporter 2002/8 • Statistisk sentralbyrå 2002**

Dette arbeidet dokumenterer luftfartens bidrag til utslipp til luft i Norge for 1989, 1995 og 2000. Utslippstallene omfatter innenriksfart i alle faser av flygningene og utenriksfart ved landing og avgang. Det er tatt i bruk en ny internasjonalt anbefalt metode som skiller mellom utslipp fra ulike flytyper og fra ulike faser av flygningene. Det er gitt egne utslippsfaktorer både for jetfly og turbopropfly. Luftfartsverket har samlet inn data på antall landinger og avganger per flytype per flyplass og gjennomsnittlige flygedistanser mellom norske lufthavner i år 2000. Utslipp fra småfly og helikoptre er også inkludert, men beregningsmetoden for disse er enklere. Forsvarets fly er ikke inkludert.

Nær 70 prosent av utslippene fra luftfart ved landing og avgang er knyttet til flygninger på innenriksruter, men andelen varierer med utslippskomponent. Nesten alt utslipp fra innenriks luftfart stammer fra rute- og chartertrafikk. Ca. 1/3 av utslippene innenriks skjer ved flyplassen (under 1000 meter over bakken), og omtrent 60 prosent av dette skjer under 100 meter avhengig av utslippskomponent. For metan foregår tilnærmet alt utslipp under 100 meter. Rundt 70 prosent av utslippene nær bakken i Norge skjer på de tre flyplassene med mest trafikk, dvs. Gardermoen, Flesland og Sola.

Nær alle typer utslipp har økt fra 1989 til 2000 som følge av økt trafikk og dermed økt forbruk av drivstoff. Økningen i utslippene er størst for rute- og chartertrafikk. Dette skyldes at antall flygninger har økt i dette tidsrommet, samt at flygninger med større fly har gått betraktelig opp. For småfly ses en reduksjon i utslippene. Dette skyldes at det i dag foregår mindre flygninger med småfly.

NO<sub>x</sub>-utslippene er 30 prosent høyere enn tidligere beregnet. Dette skyldes i hovedsak en økt utslippsfaktor for NO<sub>x</sub> i cruisefasen for rute- og chartertrafikk. For CO og NMVOC er imidlertid utslippene lavere enn tidligere beregnet.

**Prosjektstøtte:** Delfinansiering fra SFT.



---

# Innhold

---

<b>1. Oppsummering</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Innledning</b> .....	<b>9</b>
<b>3. Metode og avgrensing</b> .....	<b>10</b>
3.1. Avgrensinger og flytyper .....	10
3.2. Flygesykluser .....	10
3.3. Beregningsmetode .....	11
<b>4. Datakilder</b> .....	<b>13</b>
4.1. Drivstoff .....	13
4.2. Avganger, landinger, flybevegelser og flytid .....	14
4.3. Utslippsfaktorer.....	16
<b>5. Resultater</b> .....	<b>19</b>
5.1. Drivstoff .....	19
5.2. Utslipp.....	19
5.3. Aggregerte utslippsfaktorer for luftfart.....	28
<b>Referanser</b> .....	<b>30</b>
<b>Tidligere utgitt på emneområdet</b> .....	<b>31</b>
<b>De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter</b> .....	<b>32</b>

---

# Figurregister

## 3. Metode og avgrensning

3.1. Skjematisk framstilling av en standard flygesyklus.....	11
--	----

## 4. Datakilder

4.1. Forbruket av drivstoff til luftfart utenom Forsvaret. Totalt salg og forbruk innenriks. 1990-2000 .....	13
4.2. Antall kilometer og passasjerkilometer fløyet i innenriksfart.....	14
4.3. Salg av drivstoff til Forsvaret .....	14
4.4. Antall flybevegelser etter type flygning. 1990, 1995 og 2000.....	15

## 5. Resultater

5.1. NO <sub>x</sub> -utslipp (<100 m) fra sivil luftfart fordelt på kommune. 2000. Tonn.....	22
5.2. Utslipp av NO <sub>x</sub> fra innenriks cruise. 2000 .....	23
5.3. Utslipp av CO <sub>2</sub> og NO <sub>x</sub> fra innenriks sivil luftfart 1989-2000. CO <sub>2</sub> i ktonn. NO <sub>x</sub> i tonn .....	27

# Tabellregister

## 1. Oppsummering

1.1. Utslipp til luft fra norsk innenriks luftfart. 2000. Tonn. CO <sub>2</sub> i ktonn.....	8
1.2. Utslipp ved LTO fra sivile fly i Norge. 2000. Tonn. CO <sub>2</sub> i ktonn .....	8

## 3. Metode og avgrensning

3.1. Inndeling av utslipp fra luftfart og bidrag til ulike luftforurensningsproblemer .....	10
3.2. Gruppering av flytyper i bruk i Norge (innenriks og utenriks) til standard flytype.....	12

## 4. Datakilder

4.1. Rapportert forbruk av jetparafin i Norge i 2000. ktonn .....	13
4.2. Drivstoffregnskap for sivil luftfart. 2000. ktonn jetparafin.....	13
4.3. Antall avganger og landinger (LTO) etter flytype. Innenriks og utenriks for 1989, 1995 og 2000 .....	15
4.4. Antall kontinentalsokkelflygninger og helikopterflygninger i 2000.....	16
4.5. Utslippsfaktorer for SO <sub>2</sub> og CO <sub>2</sub> . 2000 .....	16
4.6. Utslippsfaktorer og spesifikt forbruk av drivstoff for jetfly gitt som representative flytyper. kg/LTO .....	17
4.7. Utslippsfaktorer og spesifikt forbruk av drivstoff for turbopropfly. kg/LTO .....	17
4.8. Utslippsfaktorer og spesifikt forbruk av drivstoff for småfly. kg/LTO.....	17
4.9. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for helikoptre. kg/tonn drivstoff i LTO-fasen .....	18
4.10. Gjennomsnittlige distanser og utslippsfaktorer (g/kg drivstoff) for cruise i innenriks luftfart.....	18
4.11. Antatte distanser og utslippsfaktorer (g/kg drivstoff) for cruise i utenriks luftfart.....	18
4.12. Anslåtte utslippsfaktorer for småfly i cruisefasen. kg/tonn drivstoff .....	18
4.13. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for cruise for alle typer helikoptre. kg/tonn drivstoff .....	18

## 5. Resultater

5.1. Utslipp ved LTO fra sivile fly i Norge og forbruk av drivstoff. 2000. Tonn, CO <sub>2</sub> og drivstoff i 1000 tonn .....	20
5.2. Utslipp fra norsk innenriks luftfart og forbruk av drivstoff. 2000. Tonn, CO <sub>2</sub> og drivstoff i 1000 tonn .....	20
5.3. Utslipp fra LTO ved offshoreflygninger. 2000. Tonn, CO <sub>2</sub> i ktonn.....	20
5.4. Utslipp av utvalgte komponenter på flyplasser i Norge. 2000. Tonn.....	21
5.5. Utslipp ved bakken (LTO) etter flytype i Norge. 2000. Tonn. CO <sub>2</sub> og drivstoff i ktonn.....	24
5.6. Utslipp fra norsk innenriks luftfart fordelt på flytype. 2000. Tonn. CO <sub>2</sub> og drivstoff i ktonn .....	26
5.7. Utslipp fra innenriks luftfart i 1989, 1995 og 2000. Tonn. ktonn drivstoff .....	27
5.8. Utslipp fra luftfart i 1995. Sammenligning med tidligere beregninger .....	27
5.9. Aggregerte utslippsfaktorer til bruk i den nasjonale utslippsmodellen for 2000. kg/tonn drivstoff.....	28
5.10. Aggregerte utslippsfaktorer som tidligere lå inne i utslippsmodellen. kg/tonn drivstoff.....	28
5.11. Nye aggregerte utslippsfaktorer for 1989 og 1995. kg/tonn drivstoff.....	29

# 1. Oppsummering

Utslipp til luft fra luftfart gir et viktig bidrag til nasjonale utslipp av CO<sub>2</sub> (3 prosent) og NO<sub>x</sub> (1 prosent). Utslippene har økt på 90-tallet, og i forhold til transportytelsene er de relativt høye. En gradvis utskiftning av flyparken vil også bidra til at de spesifikke utslippene endres over tid. Statistikken bør derfor omfatte nivået på utslippene, hvor de skjer og hvilke flytyper som bidrar.

Utslipp til luft fra luftfart er avhengig av type fly som brukes, hvordan de flyr (flysesykluser) og flygedistanse. Det er en rekke ulike flytyper i bruk, og mange av disse har forskjellige motorer. Utslippsberegningene tar derfor utgangspunkt i *representative flytyper*. Flyene som er i bruk i Norge blir gruppert i henhold til disse. For disse flyene er det benyttet internasjonalt anbefalte utslippsfaktorer som er avhengig av antall LTO (avgang og landing) og flygedistanse. Faktorene er basert på arbeid i ANCAT (Abatement of Nuisance Caused by Air Transport) og EU. Gjennomsnittlig flygedistanse er samlet inn av Luftfartsverket for hver flytype. Når det gjelder utslipp fra helikopter og småfly, benyttes en enklere beregningsmetode. Utslipp er beregnet for 1989, 1995 og 2000.

Utslippstallene presentert i denne rapporten omfatter innenriksfart i alle faser av flygningene og alle landinger og avganger innenriks og utenriks. Beregningene skiller mellom innen- og utenriksflygninger. Bare utslippene innenriks inngår i nasjonale utslipps-tall, men utslipp fra utenriksfly på norske flyplasser er av interesse, bl.a. fordi de påvirker luftkvaliteten rundt flyplassene.

## Drivstoff

Forbruket av drivstoff har økt med 71 prosent fra 1989 til 2000. I den samme perioden økte antall kilometer og passasjerkilometer fløyet med hhv. 63 og 77 prosent. Fra 1999 til 2000 har det imidlertid vært en nedgang i drivstofforbruket på nær 9 prosent og i antall kilometer og passasjerkilometer på hhv. 3 og 10 prosent. I 2000 ble mer enn 90 prosent av flydrivstoffet brukt av rute- og charterfly.

## Utslipp

Utslipp til luft fra norsk innenriks luftfart er vist i tabell 1.1. Rute- og charterflygningene er viktigst med hensyn på utslippene av NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> og partikler. Helikoptertrafikk bidrar imidlertid med over 70 prosent av det totale NMVOC-utslippet fra innenriksfart, mens utslipp fra småfly står for nær halvparten av CO-utslippet.

Tabell 1.2 viser utslipp ved bakken (under 1000 meter) fra sivile fly i Norge. Omtrent 1/3 av utslippene innenriks skjer ved flyplassen (under 1 000 meter over bakken), og omtrent 60 prosent av dette skjer under 100 meter avhengig av utslippskomponent. Rundt 70 prosent av utslippene nær bakken i Norge skjer på de tre flyplassene med mest trafikk, dvs. Gardermoen, Flesland og Sola. For cruise innenriks står strekningene Oslo-Bergen, Oslo-Stavanger, Oslo-Trondheim og Stavanger-Bergen for 30 prosent av samlet utslipp av NO<sub>x</sub>.

Mellom 80 og 90 prosent av utslippene knyttet til rute- og chartertrafikk stammer fra jetfly, hovedsakelig fly som inngår under standard flytype MD 81-88 samt Boeing 737 400. For NMVOC bidrar imidlertid bruken av turbopropfly med 40 prosent av utslippet. Utslipp fra Fokker 50 og Widerøes Dash 8 står for mesteparten av dette.

## Endringer

Utslippene har økt kraftig i løpet av de siste 10 årene. For NO<sub>x</sub> har det vært en økning på over 90 prosent fra 1990 til i dag. For NMVOC og CO har det vært en økning på henholdsvis 55 og 7 prosent. Økningen har vært størst innen rute- og chartertrafikk. Dette skyldes i hovedsak økt antall flygninger samt at flere flygninger nå foregår med større fly. For småfly ses en reduksjon i utslippene. Dette skyldes at det i dag foregår mindre flygninger med småfly.

**Tabell 1.1. Utslipp til luft fra norsk innenriks luftfart. 2000. Tonn. CO<sub>2</sub> i ktonn**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO	Partikler
<b>Innenriksfart i alt</b>	<b>1 056</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>121</b>	<b>3 615</b>	<b>1 041</b>	<b>5 011</b>	<b>4</b>
Rute/Charter	972	13	31	111	3 446	233	1 921	4
Helikopter	76	13	2	9	162	763	887	0
Småfly	7,5	1	0	1	7	45	2 203	0

**Tabell 1.2. Utslipp ved LTO fra sivile fly i Norge. 2000. Tonn. CO<sub>2</sub> i ktonn**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO	Partikler
<b>LTO i alt</b>	<b>529</b>	<b>40</b>	<b>17</b>	<b>60</b>	<b>1 661</b>	<b>363</b>	<b>2 524</b>	<b>4</b>
Innenriks	366	27	12	42	1 091	244	1 893	3
Utenriks	163	13	5	19	570	119	631	1
<i>Herav</i>								
Rute/Charter	515	26	16	59	1 633	240	1 945	4
Helikopter	13	13	0,5	1	27	115	147	0
Småfly	1	1	0	0	1	8	432	0

### Tilbakeregninger

Ifølge nye beregninger er NO<sub>x</sub>-utslippene 30 prosent høyere enn tidligere publisert. Dette skyldes i hovedsak utslipp fra cruise innenfor rute- og chartertrafikk hvor utslippsfaktoren for cruise er høyere enn tidligere antatt. For CO og NMVOC er det imidlertid en nedgang i utslippene sammenlignet med tidligere beregninger.



## 2. Innledning

Utslipp til luft fra luftfart i Norge utgjør nesten 3 prosent av de totale CO<sub>2</sub>-utslippene og 1 prosent av NO<sub>x</sub>-utslippene (Statistisk sentralbyrå 2001). Utslippene har imidlertid økt på 90-tallet, og i forhold til transportytelsene er de relativt høye (Holtskog 2001). Kartlegging av utslipp til luft fra luftfart er av interesse for å kunne vurdere både luftkvalitet rundt flyplasser, langtransporterte forurensninger og globale effekter. Avgassene fra luftfart slippes til dels mye ut i de høyere delene av atmosfæren hvor skadevirkningene kan være større enn på bakkenivå (IPCC 1999).

En utskiftning av flyparken vil bidra til at de spesifikke utslippene endres over tid. Det er derfor viktig å kjenne nivået på utslippene i ulike år, hvor de skjer og hvilke typer fly som bidrar. De siste årene har det også vært en aktivitet under EEA/EMEP Task Force on Emission Inventories med formål å foreslå utslippsfaktorer og metode for å beregne utslipp til luft fra fly. Disse er basert på et omfattende arbeid under ANCAT<sup>1</sup> (ANCAT 1998) og EUs MEET<sup>2</sup>-arbeid (MEET 1997). Denne metoden er også anbefalt for rapportering fra medlemsstater til de europeiske luftfartsmyndighetene. Datasettet, som omfatter utslippsfaktorer for ulike flytyper i ulike faser av flygningene koblet til en egen metodikk, vil bli benyttet i dette arbeidet.

Beregnete utslipp i denne rapporten omfatter bare avgassutslipp. Andre utslippskilder knyttet til luftfart er lakking 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 flygninger. Ifølge Luftfartsverket (LV) og SAS skjer dette derfor sjelden i Norge (SAS 1996).

Luftfartsverket har samlet inn data om flybevegelser på norske flyplasser og flygedistanser for innenriksfart, samt velvillig hjulpet oss med spørsmål og problemer som har oppstått underveis.

<sup>1</sup> Abatement of Nuisance Caused by Air Transport.

<sup>2</sup> Methodologies to Estimate Emissions from Transport.

## 3. Metode og avgrensning

### 3.1. Avgrensinger og flytyper

I luftforurensningssammenheng er det forskjellige deler av flygningen som er relevant. I forbindelse med vurdering av lokale luftforurensningsproblemer er alle utslipp under 100 meter over bakken (lokalt) av særlig interesse (tabell 3.1). For utslipp av SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 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 (EEA 2001)<sup>3</sup>. I forbindelse med globale problemer skal statistikken, ifølge retningslinjene, omfatte alle utslipp fra innenriksflygninger, uavhengig av høyde (IPCC 1996; IPCC 2000). Utenriksflygninger skal ikke inkluderes i totale utslipp, men utslippene fra disse flygningene, basert på drivstoff solgt i Norge, skal rapporteres som supplerende informasjon. Utslipp i store høyder er ikke nevnt spesielt.

En innenriksflygning er i denne sammenheng definert som en flygning mellom to nasjonale lufthavner<sup>4</sup>. Denne definisjonen er uavhengig av flyselskapets nasjonalitet, hvilken rute flyet flyr eller sluttdestinasjonen på ruten (IPCC 2000). Dersom et norsk eller utenlandsk fly f.eks. flyr fra Kirkenes til Roma via Oslo er turen fra Kirkenes til Oslo en innenriksflygning, mens turen fra Oslo til Roma blir en utenriksflygning.

**Tabell 3.1. Inndeling av utslipp fra luftfart og bidrag til ulike luftforurensningsproblemer**

	Innenriks	Utenriks <sup>1</sup>
< 100 meter	L,R,G	L,R, (G)
100-1000 meter	R,G	R, (G)
>1000 meter	G	(G)

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

L= Lokalt  
R= Regionalt  
G= Globalt

<sup>3</sup> Det er nå foreslått at denne protokollen skal basere seg på samme definisjon som for klimagasser, dvs. innenriks luftfart i alle faser av flygningene.

<sup>4</sup> Installasjoner på norsk kontinentalsokkel er i denne sammenheng å regne som en norsk lufthavn.

I dette arbeidet er det definert følgende kategorier sivile fly<sup>5</sup>:

- Jetfly
- Turbopropfly
- Helikopter (inkl. ambulanshelikopter)
- Småfly (Stempelmotor og bensindrevet)

### 3.2. Flygesykluser

Et fly som lander og tar av fra en flyplass gjennomgår flere faser (figur 3.1). En landing og avgang, med tilhørende tomgang og taksing på flyplassen, kalles en «Landing Take Off»-(LTO-)syklus. Alle bevegelser under 1000 m (ca. 3 000 fot) regnes med til LTO.

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

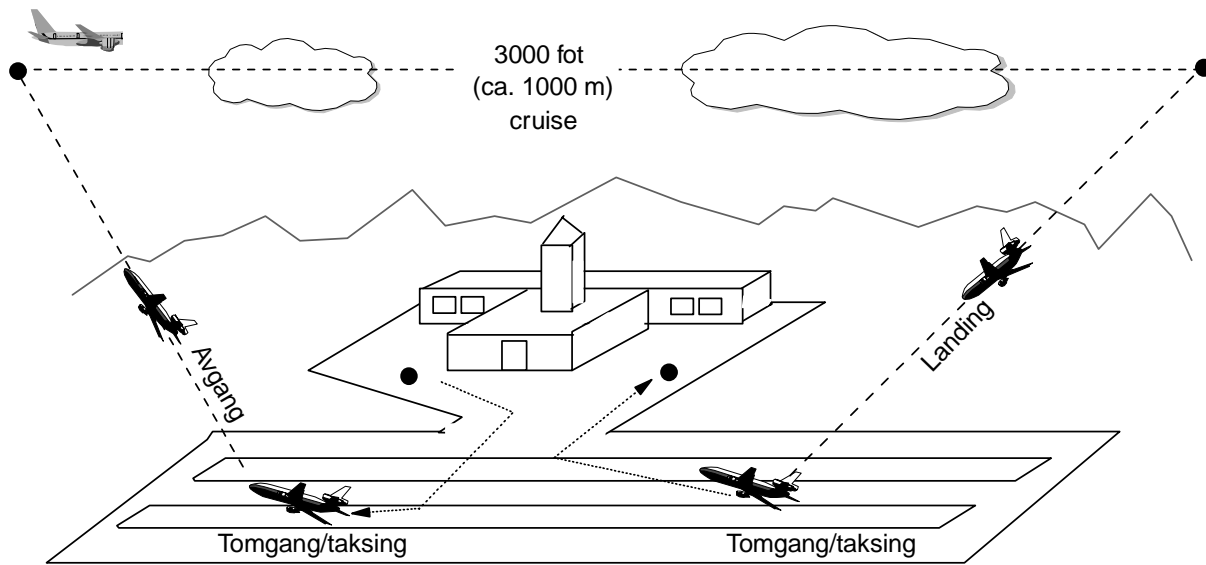
1. Oppstart, tomgangskjøring og bevegelser på bakken (taxi/idle: 5-15 minutter avhengig av type flyplass).
2. Start på flygningen på rullebanen (take-off: 0,7 min).
3. Stigning fra flyplassen opp til 1000 meter (climb I: 2,2 min).
4. Stigning fra 1000 meter til cruisehøyde (climb II: 10-15 min). Regnes her med til cruisefasen.
5. Cruise (avhengig av lengden på flyturen).
6. Glideflygning på tomgang ned til 1000 meter (descent: 10-15 min). Regnes her med til cruisefasen.
7. Flygning fra 1000 meter ned til flyplass (approach: 4 min).
8. Tomgangskjøring og bevegelse på bakken.

En *utenlandsflygning* omfatter en LTO-syklus og to flygninger i norsk luftrom.

I våre beregninger regnes punkt 1, 2 og 8 samt 20 prosent av "approach" (pkt.7) med til utslipp under 100 meter (lokale utslipp). "Climb I" (pkt. 3) og 80 prosent av "approach" (pkt. 7) regnes som utslipp mellom 100 og 1000 meter, mens "climb II" (pkt. 4) og "descent" (pkt. 6) regnes med i cruisefasen (utslipp over 1000 meter).

<sup>5</sup> Forsvarets fly er ikke inkludert i dette arbeidet.

Figur 3.1. Skjematisk framstilling av en standard flygesyklus



Kilde: Etter Knudsen og Strømsøe (1990).

I denne rapporten omfatter 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 halvparten av summen av antall landinger og avganger).

### 3.3. Beregningsmetode

European Emission Guidebook (EEA 2001) opererer med 3 ulike metoder for beregning av utslipp fra luftfart, avhengig av hvilke data som er tilgjengelige. I denne rapporten benyttes den mest detaljerte og nøyaktige beregningsmetoden. Metoden er anbefalt når det foreligger detaljerte opplysninger per flytype om antall LTO og cruise-distanser. Utslippene blir beregnet for alle ulike flytyper som er i bruk og som har blitt registrert med LTO-bevegelser ved nasjonale flyplasser.

EEA (2001) har oppgitt utslippsfaktorer for NO<sub>x</sub>, CO og HC<sup>6</sup>, samt forbruk av drivstoff, for jetfly og turbopropfly, som er gruppert i ca. 30 standard flytyper (tabell 4.6 og 4.7). Disse faktorene vil bli benyttet i dette arbeidet.

*Metode for jetfly og turbopropfly i innenlands flygning:*  
Utslippene beregnes etter ligningene 1-3.

- 1)  $Utslipp_i = Utslipp(LTO)_i + Utslipp(cruise)_i$
- 2)  $Utslipp(LTO)_i = \sum_j \text{Antall LTO}_j * Utslipp/LTO_{i,j}$
- 3)  $Utslipp(cruise)_i = \sum_j \text{Flygedistanse}_j * Utslipp_{i,j}/\text{flygedistanse}$

Hvor *i* er utslippskomponent og *j* er flytype

<sup>6</sup> HC = hydrokarboner.

1. Flyene grupperes i standard flytype (tabell 3.2).
2. For innenriksflygninger gjøres en "bottom up"-beregning av forbruk og utslipp. Faktorer for forbruk og utslipp av HC, CO og NO<sub>x</sub> for LTO og cruise knyttes til hver bevegelse ved hjelp av flytype og flygedistanse. Når det gjelder cruise er faktorene oppgitt for standarddistanser (125 nautiske mil<sup>7</sup> (nm), 250 nm osv.). Når en distanse for en rute ligger mellom standarddistansene, beregnes nye faktorer ved interpolering. For innenriks flygninger utenom rute er det ikke oppgitte distanser. For å beregne cruise i disse tilfellene, antas for hver flytype at distansen er lik midlere distanse for samme flytype i rutetraffikk
3. Utslippene skaleres så med forholdet mellom forbruk ifølge data rapportert fra selskapene og forbruk beregnet "bottom-up".

*Metode for jetfly og turbopropfly i utenriksflygninger:*  
Ligning 1-3 benyttes også her.

1. Flyene grupperes i standard flytype (tabell 3.2).
2. Faktorer og utslipp av HC, CO og NO<sub>x</sub> for LTO knyttes til hver bevegelse. Når det gjelder utenriksflygninger er distanse ikke kjent. Vi har derfor antatt en standard distanse på 1000 nm for alle flytyper unntatt for langdistanseflyene Boeing 767 og Boeing 747, for disse er det antatt en distanse på 3000 nm. Dette må gjøres med hensyn på valg av faktor for både LTO og cruise. For LTO har valget liten betydning, da faktorene for jetfly er antatt uavhengig av distanse og faktorene for turboprop varierer lite<sup>8</sup>. For cruise er variasjonen med distanse stor, men siden utslipp fra cruise i

<sup>7</sup> 1 nautisk mil (nm) = 1852 meter.

<sup>8</sup> Denne forskjellen ligger i datasettene. Intuitivt ville man tro at LTO-utslippene ikke varierer med flygedistanse. Imidlertid gjør ulik vekt ved avgang o.l. at det blir små forskjeller.

utenriksfart ikke rapporteres, spiller dette liten rolle.

3. Forbruket til cruise restbestemmes ved å trekke forbruket i LTO fra totalsalget oppgitt i salgstatistikken (korrigert for bruk innenriks).

*Metode for helikopter og småfly:*

For helikopter og småfly kommer ikke EEA (2001) med spesifikke utslippsfaktorer for ulike typer. På bakgrunn av dette har vi brukt gjennomsnittet av de utslippsfaktorene som er nevnt i EEA (2001). Det gjøres her en bottom-up beregning av forbruk og utslipp ved at faktorer for forbruk og utslipp av HC, CO og NO<sub>x</sub> ved LTO knyttes til hver bevegelse. Forbruk til cruise restbestemmes ved å trekke forbruket i LTO fra totalforbruket oppgitt fra salgstatistikken for petroleumprodukter for småfly (salg av flybensin), mens totalforbruket til helikopter er hentet fra egenrapporteringen fra selskapene.

For alle flytyper blir utslipp av andre komponenter (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, tungmetaller, partikler etc.) beregnet ut fra drivstofforbruket. Utslipp av metan og NMVOC beregnes som andeler av HC.

**Tabell 3.2. Gruppering av flytyper i bruk i Norge (innenriks og utenriks) til standard flytype**

Flytype i bruk	Standard flytype
Airbus 310	A310
Airbus 319	A320
Airbus 320	A320
Airbus 330	A330
Avro RJ85/100	Bae146
Bae146	Bae146
Bae 111(Fokker 28-4000)	BAC1-11
ATR 42-320	ATR 42-320
ATR 43	ATR 42-320
Bae 31	Bae31
Bae 41	Bae41
Beech200	Beech200
Beech1900	Beech1900
Boeing 727	B727
Boeing 737 (uspesifisert)	B737 100
Boeing 737-300	B737 400
Boeing 737-400	B737 400
Boeing 737-500	B737 400
Boeing 737-600, 700, 800 (SAS)	B737-600-800 SAS <sup>1</sup>
Boeing 737-700 og 800 (andre)	B737-400
Boeing 747-100	B747 100-300
Boeing 747-400	B747 400
Boeing 757	B757
Boeing 767	B767
CL60	F28
CRJ	B737 400
Dash 6 (Twin Otter)	L2T (SF 340B)
Dash 7	DH7
Dash 8- 103/300	F50
DHC-8-400	Dash 8 Q400
DC8	DC8 (B737 100 x 2)
DC9	DC9
DC 10	DC10-30
Dornier 228	Bae31
Falcon900	B727
Falcon2000	F28
Fokker 27	F27
Fokker 28	F28
Fokker 50	F50
Fokker 100	F100
MD80	MD81-88
MD82	MD81-88
MD90	MD81-88
Saab 2000	Saab 2000
Andre rute- og charterfly	B737 400
Helikopter og småfly	
Cessna 310	L2P
Super Puma 332	H2T
Sea King SK61	H2T
Andre helikoptre	H2T

<sup>1</sup> Med redusert NO<sub>x</sub>.

## 4. Datakilder

### 4.1. Drivstoff

#### 4.1.1. Rute-/charterfly og helikopter

Alle store og små flyselskaper blir årlig bedt om å rapportere forbruk og innkjøp av drivstoff til SSB (tabell 4.1). Forbruk innenriks og kjøp i Norge og utlandet rapporteres separat. Fra 1997 har SSB samlet inn disse dataene med hjemmel i statistikkloven. Noen selskaper unnlater likevel å rapportere, men dette er små selskaper med lavt forbruk. SAS er blitt kontaktet direkte for å få gode data på bruk innenriks i Norge. Salgsstatistikken over petroleumsprodukter, 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.

Fordelingen av drivstoff mellom helikoptre og charter-/rutefly i tabell 4.1 er gjort ved å se på *hovedaktiviteten* til hvert selskap. For å finne forbruket til norske og utenlandske fly i utenriksfart fra Norge (tabell 4.2), trekkes forbruk i innenriksfart fra det totale salget oppgitt fra Petroleumsstatistikken.

Forbruk av drivstoff i innenriksfart har økt med 71 prosent fra 1989 til 2000 (figur 4.1). I den samme perioden økte antall kilometer og passasjerkilometer fløyet med henholdsvis 63 og 77 prosent (figur 4.2). Fra 1999 til 2000 har det imidlertid vært en nedgang i drivstofforbruket på nær 9 prosent og i antall kilometer og passasjerkilometer på henholdsvis 3 og 10 prosent. Årsaken til dette var bl.a. nedleggelse av flyselskapet Color Air.

Salget av drivstoff (til innenriks- og utenriksfly) økte med 55 prosent fra 1989 til 2000. Økningen har vært særlig stor de siste årene. Fra 1995 til 1999 økte salget med 45 prosent, mens det fra 1999 til 2000 var en nedgang på 6 prosent.

Tabell 4.1. Rapportert forbruk av jetparafin i Norge i 2000. ktonn

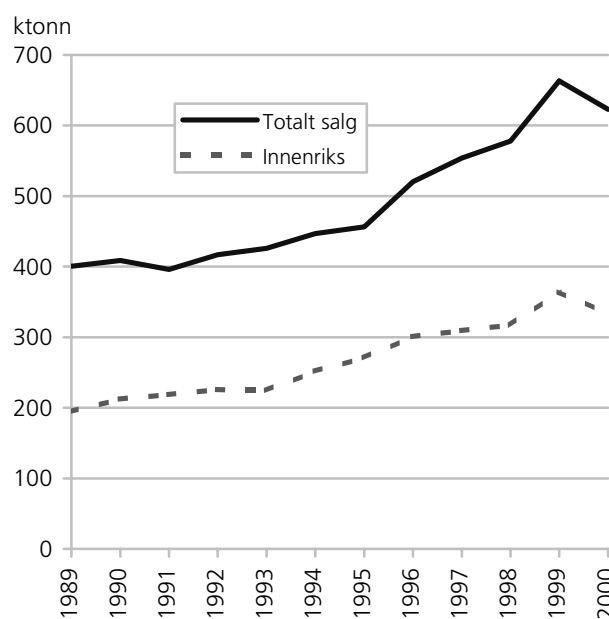
	I alt	Kjøpt i Norge	Kjøpt i utlandet	Forbruk innenriks
Rute-/charterfly	552,6	427,8	124,9	308,6
Helikopter	24,2	24,2	0	24,2

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

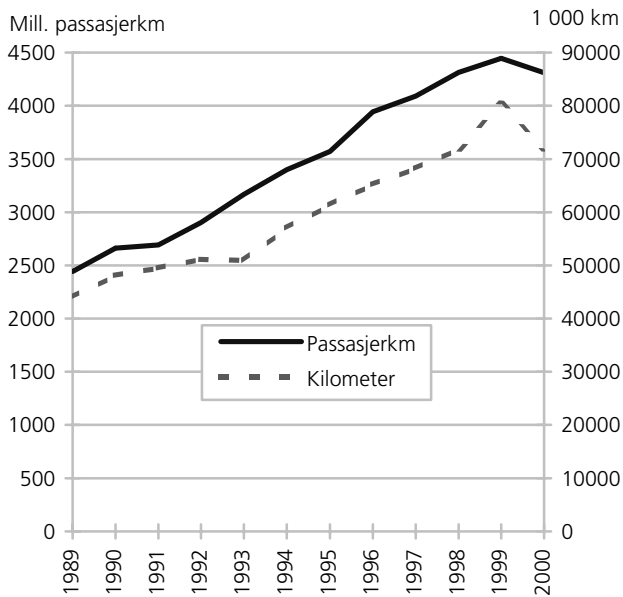
Tabell 4.2. Drivstoffregnskap for sivil luftfart. 2000. ktonn jetparafin

Totalt salg av drivstoff i Norge	622,6
- Salg til fly i innenriksfart	332,8
Salg til norske og utenlandske fly i utenriksfart fra Norge	289,8
- Salg til norske fly i utenriksfart fra Norge	122,0
Salg til utenlandske selskaper i utenriksfart fra Norge	167,8

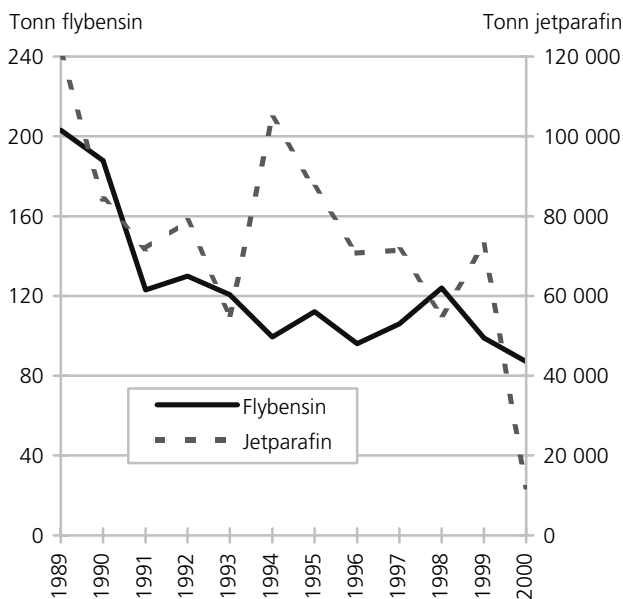
Figur 4.1. Forbruket av drivstoff til luftfart utenom Forsvaret. Totalt salg og forbruk innenriks. 1990-2000



Kilde: SSB og Norsk Petroleumsinstitutt.

**Figur 4.2. Antall kilometer og passasjerkilometer fløyet i innenriksfart**


Kilde: SSBs samferdselsstatistikk og Luftfartsverket.

**Figur 4.3. Salg av drivstoff til Forsvaret**


#### 4.1.2. Småfly (L1P & L2P)

Forbruket (salget) av flybensin til småfly er lavt. I dag ligger forbruket på rundt 2400 tonn. Dette er en økning fra midten av 90-tallet, da forbruket lå på rundt 2100 tonn. Vi antar at dette kvantumet kun brukes i små propellfly. Av dette brukes 170 tonn i selskaper som rapporterer forbruk til SSB til undersøkelsen for transport og kommunikasjon. Det reelle forbruket er trolig noe høyere siden en del mindre selskaper ikke har rapportert noe forbruk i det hele tatt. Resten brukes antageligvis i private småfly.

#### 4.1.3. Forsvaret

Utslipp fra Forsvarets fly er ikke inkludert i dette arbeidet, men vi viser til rapporten fra Tornsjø og Rypdal (1997). Utviklingen i salg av drivstoff til Forsvaret er allikevel presentert. Totalt forbruk av drivstoff til Forsvaret blir bestemt ut fra salget av drivstoff i salgsstatistikken til SSB/Norsk Petroleumsinstitutt (figur 4.3). Forsvarets innkjøp kan imidlertid være ujevnt pga. lagring. Trenden viser et minkende forbruk de siste 10 årene, noe som antakelig skyldes redusert aktivitet i Luftforsvaret. Forbruket av annet enn jetparafin er i dag neglisjerbart.

#### 4.2. Avganger, landinger, flybevegelser og flytid

Antall landinger og avganger inngår i beregningen av utslipp på flyplassene.

##### 4.2.1. Rute-, charter- og transportflygning

Totalt antall avganger og landinger er gitt årlig i NOS Samferdselsstatistikk. Disse er fordelt på type flygning. Det blir ikke utarbeidet årlig statistikk over antall landinger og avganger fordelt på flytype slik det er ønskelig for utslippsberegningene. Luftfartsverket har derfor samlet inn data om antall planlagte avganger i 2000, fordelt på flyplass, flyselskap, rute og flytype og sjekket disse mot de faktisk gjennomførte avgangene. Tallene er deretter justert opp med basis i flyplassens samlede rutetraffic på innland. Dette gir antall LTO som utslippsberegningene har tatt utgangspunkt i. I og med at disse flygningene utgjør nærmere 65 prosent av det totale antallet LTO i Norge på flyplasser til allmenn bruk, bør tallene etter denne metodikken gi mer korrekte tall enn tallene etter metodikken som ble lagt til grunn for beregningene i 1989 og 1995. Da ble det samlet inn data fra 3 representative uker for de ulike årstidene som ble blåst opp for hele året. Dataene fra Luftfartsverket inkluderer også helikoptre og småfly i den utstrekning disse har beveget seg på de sivile flyplassene til allmenn bruk. Resultatene er angitt i tabell 4.3. Sammenlignet med 1995 ser vi blant annet at bruken av Twin Otter og Dash 7 har tilnærmet blitt borte og erstattet med Dash 8 på kortere flygninger. Boeing 737 har økt på bekostning av DC9. Dette er de samme trendene som man så fra 1989 til 1995.

I de siste årene er det tatt i bruk B737-600, -700 og -800 med lavere NO<sub>x</sub>-utslipp på grunn av såkalt DAC-teknologi (Dual Annual Combuster) med doble brennkamre (SAS 2000). Dette gjelder kun SAS sine B737, og ikke Braathens. Vi har derfor skilt disse ut i tabellen (tabell 4.3).

Antall flybevegelser fra NOS Samferdselsstatistikk og Luftfartsverket (figur 4.4) stemmer ikke helt med antall LTO for de tilsvarende årene i tabell 4.3. Årsaken til dette er innsamlingen av materialet samt fordeling av LTO for ulike flytyper. Ifølge NOS Samferdselsstatistikk har antall flybevegelser gått ned med

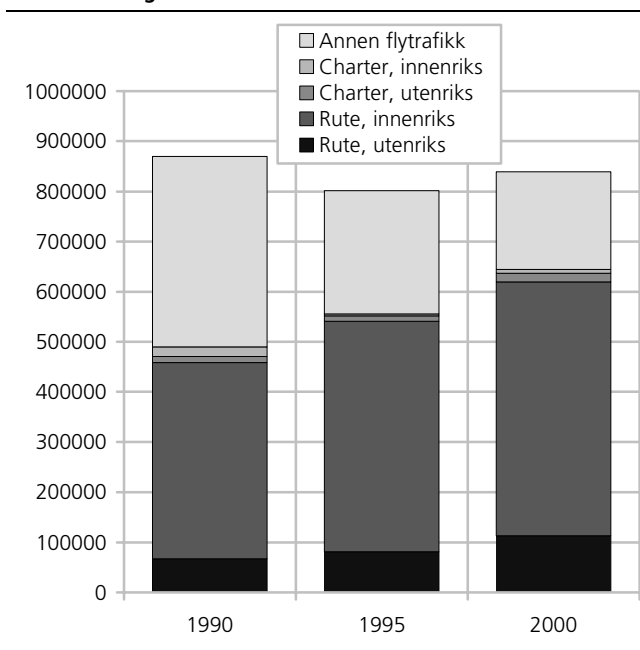
**Tabell 4.3. Antall avganger og landinger (LTO) etter flytype. Innenriks og utenriks for 1989, 1995 og 2000**

	1989	1995	2000
<b>I alt</b>	<b>405 000</b>	<b>402 883</b>	<b>443 857</b>
<i>Jetfly</i>			
Boeing 737 uspesifisert	57 800	33	699
Boeing 737 300	≈ 1 000	1 284	4 809
Boeing 737 400	≈ 0	11 609	14 575
Boeing 737 500	≈ 0	21 253	47 911
Boeing 737 600-800 (med NO <sub>x</sub> -rens)	0	0	32 828
Boeing 737 600-800 (uten NO <sub>x</sub> -rens)	0	44 126	18 761
DC9	40 000	25 222	9 462
MD 81-88	12 300	37 375	34 507
Andre rute- og charterfly	20 000	14 409	15 871
<i>Turbopropfly</i>			
Twin Otter (Dash 6)	83 000	13 682	568
Dash 7	40 000	9 597	0
Dash 8	0	36 524	85 674
Fokker 50	21 700	54 672	35 590
Beech 200	ukjent	18 910	13 917
BAe Jetstream 31	≈ 0	6 431	5 712
Andre turbopropfly	≈ 10 000	13 037	28 085
Småfly <sup>1</sup>	104 000	69 029	65 436
<i>Helikopter</i>			
Super Puma 332	Ukjent	6 249	14 023
Sea King SK61	19 000	7 779	3 940
Andre helikopter	Ukjent	11 662	11 489

<sup>1</sup> I tallene vi fikk fra LV for småfly (39 674 LTO) manglet bla. skoleflygning, noe som ga svært reduserte tall for visse flyplasser. Vi har derfor anslått antall LTO i 2000 ved å ta LTO for småfly ifølge flytypefordelte tall fra LV og skalere dem ifølge endringen i samlet antall LTO for småfly ifølge LVs årsstatistikk. Beregningene er gjort for hver flyplass. Resultatet er at samlet antall LTO øker fra 40 546 til 65 436.

Kilde: Data fra Luftfartsverket bearbeidet av SSB.

**Figur 4.4. Antall flybevegelser etter type flygning. 1990, 1995 og 2000**



Kilde: NOS Samferdselsstatistikk og Luftfartsverket.

3 prosent fra 1990 til 2000. Fra 1990 til 1995 var det en nedgang på 8 prosent, mens det i perioden fra 1995 til 2000 var en økning på nær 5 prosent. Ser man på de ulike flygningene for seg, har det vært en betraktelig nedgang i innenlands chartertrafikk samt en nedgang i "annen flytrafikk". Ordinære ruteflygninger har økt. Dette kan blant annet forklares ved at Forsvaret har overført transport fra charter- til rutefly gjennom den militære-sivile ordningen. Men det har også vært en markant økning i flytrafikken med større fly. Antall LTO med jetfly har økt med 37 prosent fra 1990 til 2000 og med 16 prosent fra 1995 til 2000. Dette henger sammen med liberaliseringen på stamrutenettet innenlands fra 1994.

#### 4.2.2. Sivile helikoptre

Helikoptre er stort sett inkludert i tabell 4.3 (29 452 avganger i 2000). Et unntak er flygninger fra oljeinstallasjonene. Her har vi antatt at antall flygninger fra er lik antall flygninger til.

I 1995 var det registrert nærmere 13 000 flygninger til kontinentalsokkelen, mens tallet i 2000 ligger på nærmere 17 700. Dette er en økning på nesten 40 prosent. Antall helikopterflygninger totalt har økt med 15 prosent.

Når det gjelder helikoptertype, ser vi en økning i bruken av Super Puma 332, mens det er en nedgang i SK61. Bruken av andre helikoptre har holdt seg relativt stabil.

Antall kontinentalsokkelflygninger vil være færre enn totalt antall helikopterflygninger pga. annen helikoptertrafikk og en del testflygninger med helikoptre. Disse andre helikopterflygningene er spredd på mange flyplasser. Dette vil være helikoptre av noe variabel størrelse. I tabell 4.4 har vi valgt ut kontinentalsokkelflygninger fra Sola, Flesland, Florø, Brønnøysund og Kvernberget (Kristiansund), da slik flygning er klart størst fra disse flyplassene.

#### 4.2.3. Småfly

Småfly er i prinsippet inkludert i dataene i tabell 4.3. Imidlertid blir ikke landinger og avganger på flyplasser som ikke er for allmenn bruk registrert, slik at det reelle antall LTO i realiteten er høyere. I 2000 var det beregnet 65 436 LTO på flyplasser til allmenn bruk. Dette inkluderer én- og to-propellsfly. Bruken av småfly har gått ned med 5 prosent siden 1995, mens nedgangen fra 1989 er på hele 37 prosent. Selv om antall landinger og avganger med småfly er relativt høyt, har disse liten betydning for de totale utslippene, bortsett fra for CO. Årsaken er at utslippsfaktoren for CO er meget høy for småfly.

Tabell 4.4. Antall kontinentalsokkelflygninger og helikopterflygninger i 2000

	Sola	Flesland	Kvernberget	Florø	Brønnøysund	Andre	I alt
Kontinentalsokkel	5 026	7 578	3 192	1 026	675	193	17 690
- Ekofisk, Cod, Frigg m.m.	5 026	0	0	0	0	0	0
- Statfjord, Gullfaks m.m.	0	7 578	0	0	0	0	0
- Haltenbanken	0	0	3 192	0	0	0	0
- Gullfaks, Snorre	0	0	0	1 026	0	0	0
- Trænabanken	0	0	0	0	675	0	0
Helikopter i alt	6 476	9 599	3 392	1 136	801	8 048	29 452

Kilde: Luftfartsverket.

Tabell 4.5. Utslippsfaktorer for SO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>, 2000

	SO <sub>2</sub> (kg/tonn drivstoff)	CO <sub>2</sub> (tonn/tonn drivstoff)
Jetparafin	0,36	3,15
Flybensin	0,40	3,13

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

#### 4.2.4. Forsvaret

For Forsvaret ble det samlet inn data for 1995 både på flytid og LTO-bevegelser for å estimere forbruket av drivstoff fordelt på flytype. Det vil ikke bli gjort noe videre arbeid på dette i denne rapporten, da det ikke er nye flytyper. Vi henviser derfor til forrige rapport (Tornsjø og Rypdal 1997).

### 4.3. Utslippsfaktorer

Forskjellige faser av flygninger 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.

#### 4.3.1. CO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub>

Utslipp av CO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> beregnes ut fra drivstoffets kjemiske sammensetning oppgitt fra Norsk Petroleumsinstitutt (tabell 4.5). Faktorene for SO<sub>2</sub> kan variere litt fra år til år. Tidlig på nittitallet lå faktoren på rundt 0,3 kg/tonn. I 1996 hadde den økt til 0,5 kg/tonn. I dag ligger den på 0,36 kg/tonn drivstoff. Disse utslippsfaktorene er gyldige for alle flytyper.

#### 4.3.2. Partikler

Det finnes lite kunnskap om partikkelutslipp fra fly. I Petzol mfl (1999) og Döpelheuer mfl (1998) er det nylig publisert data for ulike flytyper. Petzol (1999) beskriver også partikkelstørrelsen. For nyere flytyper er det snakk om små partikler med tyngdepunkt på 0,025 og 0,15 µm. For eldre fly er partiklene noe større.

For nyere flytyper (sertifisert etter 1976), f.eks. A300, B737 og DC10 er utslippsfaktoren ca. 0,01 g/kg drivstoff. I Döpelheuer mfl (1998) gis det også data for ulike flygefaser for A300. Faktoren er noe høyere ved "takeoff" (0,05 g/kg) og noe lavere ved cruise (0,0067 g/kg), mens faktoren for "climb" og "descent" er ca. 0,01.

Ut fra dette velger vi å bruke en faktor på 0,025 g/kg for LTO (over og under 100 m) og 0,007 g/kg for

cruise for alle flytyper. Ingen av de eldre flytypene i de nevnte arbeidene er i bruk i Norge, så vi velger å de samme utslippsfaktorene over for alle flytyper.

#### 4.3.3. CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O

For lystgass (N<sub>2</sub>O) foreslår IPCC (2001) en faktor på 0,1 kg/tonn for flytypene benyttet i dette arbeidet. Denne faktoren gjelder alle faser av flygningene.

For metan (CH<sub>4</sub>), har EEA (2001) og IPCC (2001) foreslått faktor som blir oppgitt i Oliver (1991). CH<sub>4</sub>-faktoren skal være 10 prosent av total VOC (HC). Dette gjelder kun for LTO, da tidligere studier indikerer at det ikke blir sluppet ut signifikante mengder metan ved cruise (Wiesen et al. 1994), og alt utslipp i denne fasen regnes som HC.

#### 4.3.4. NO<sub>x</sub>, HC og CO - LTO-fasen

##### Utslippsfaktorer for jetfly

Utslippsfaktorene (tabell 4.6) er hentet fra Emission Inventory Guidebook (EEA 2001), basert på ANCAT (1998) og MEET (1997). De ulike jetflyene med registrerte LTO grupperes inn i en standard flytype (tabell 3.2). Flyenes utslipp i LTO-fasen blir beregnet ut fra utslippsfaktorer og drivstofforbruk knyttet til standard flytype (tabell 4.6). Alle flyene i bruk i Norge er i samråd med LV gruppert til de standardgruppene som ligner mest på flytypen. Dette gjelder for eksempel Falcon 2000 som er gruppert i "F28" og Falcon 900 som er gruppert i "B727". For flygninger utenom rute var noen fly kun gruppert som L2J (to-motors jetfly). For disse flyene har vi benyttet de samme faktorene som for B737-400. Vi har laget en ny gruppe som opprinnelig ikke var med i datasettet (B737 600-800 brukt av SAS). For denne gruppen har vi antatt en 40 prosent reduksjon i NO<sub>x</sub>-utslippet i LTO-fasen<sup>9</sup> i forhold til B737 400. Dette gjelder kun SAS sine fly. Braathens B737-500 har blitt gruppert i samme gruppe som B737-400. Når det gjelder Braathens B737-700, er det ikke dokumentert noen reduksjon i NO<sub>x</sub>-utslipp slik som for SAS-flyene. Denne har derfor blitt gruppert sammen med B737-400. For DC 8 har vi laget en ny gruppe, der utslippene regnes som dobbelt av en Boeing 737-type.

<sup>9</sup> I cruisefasen er det antatt at NO<sub>x</sub>-utslippene er som B737-400. Dette fordi en eventuell reduksjon ikke er dokumentert.



**Tabell 4.6. Utslippsfaktorer og spesifikt forbruk av drivstoff for jetfly gitt som representative flytyper. kg/LTO**

Flytype	Lokal <100 m				Regional < 1000 m			
	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Drivstoff	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Drivstoff
A320	4,31	0,84	12,54	454	10,83	1,92	17,59	802
BAC1-11	2,04	20,57	35,69	441	4,93	21,39	37,74	682
Boeing 727	5,49	67,71	23,89	858	12,57	7,20	26,37	1 413
Boeing 737 100	3,48	0,45	4,26	559	7,97	0,58	4,82	920
Boeing 737 400	3,41	0,65	11,23	483	8,25	0,67	11,83	825
Boeing 737 600-800 <sup>1</sup>	2,04	0,65	11,23	483	4,95	0,67	11,83	825
DC9	3,16	0,65	4,77	535	7,26	0,77	5,35	876
F100	2,19	1,26	12,67	463	5,79	1,42	13,68	744
MD 81-88	4,89	1,56	5,58	572	12,34	1,92	6,52	1 003

<sup>1</sup> SAS med NO<sub>x</sub>-rens.

Kilde: EEA (2001).

**Tabell 4.7. Utslippsfaktorer og spesifikt forbruk av drivstoff for turbopropfly. kg/LTO**

Flytype	Lokal <100 m				Regional < 1000 m			
	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Drivstoff	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Drivstoff
ATR 42-320	0,49	0,24	0,66	65	1,02	0,28	0,86	115
BAe Jetstream 31	0,15	0,04	0,41	24	0,37	0,04	0,51	45
Beech 200	0,10	0,13	0,60	26	0,24	0,13	0,76	52
Dash 7	0,41	0,16	1,18	75	0,74	0,19	1,47	138
Dash 8 Q400	1,03	0,39	0,84	112	2,33	0,47	1,11	206
Fokker 27	0,10	1,52	5,94	80	0,33	1,71	7,45	161
Fokker 50	0,60	0,26	0,56	72	1,24	0,31	0,72	124
Cessna 208 (L1T)	0,06	0,02	0,24	13	0,15	0,03	0,28	28
SF 340B (L2T) <sup>1</sup>	0,20	0,16	0,33	43	0,50	0,22	0,43	75

<sup>1</sup> Brukt for Twin Otter (Dash 6).

Kilde: Hasselrot (2000).

### Utslippsfaktorer for turbopropfly

Emission Inventory Guidebook (EEA 2001) inkluderer et sett med utslippsfaktorer for ulike turbopropfly basert på et svensk arbeide (Hasselrot 2001). Alle slike fly i bruk i Norge er i samråd med LV gruppert til de standardgruppene som er mest representativ for flytypen. Widerøes Dash 8 er gruppert sammen med Fokker 50, da det er større likhet med motorene til F50 enn Dash 8 Q400. Dornier 228 (D228) er gruppert sammen med BAe31. For fly utenom rute har noen av disse av LV blitt gruppert inn i to generelle grupper som L1T og L2T. For at disse skulle bli regnet med, måtte de plasseres inn i en standard flytype for turbopropfly. Ifølge LV var Cessna 208 mest representativ for L1T, og Saab 340B for L2T. Faktorene er vist i tabell 4.7.

I datasettet mangler HC-faktorer for ATR 42-320, Dash 8 Q400 og Fokker 50. For disse flyene har vi beregnet faktorer ved å beregne gjennomsnittsfaktor i g/kg for de andre flyene i tabell 3.2 (unntatt F27 som avvek mye) og korrigert for forbruket i LTO for hver flytype.

### Småfly

Det finnes ikke spesifikke utslippsfaktorer for ulike en- og to-motors propellfly. Utslippsfaktorene og drivstofforbruket er derfor bestemt fra faktorer oppgitt i Emission Inventory Guidebook (EEA 2001). Drivstofforbruket er der gitt for to typer fly (Cessna og Piper). Utslippsfaktorer og spesifikt drivstoff-forbruk er bestemt som gjennomsnittet fra disse to flytypene (tabell 4.8).

**Tabell 4.8. Utslippsfaktorer og spesifikt forbruk av drivstoff for småfly. kg/LTO**

	< 1000 m	< 100 m
<b>En-propellsfly-(L1P)</b>		
HC	0,12	0,04
CO	5,79	1,08
NO <sub>x</sub>	0,02	0,00
Drivstoff	6,25	1,2
<b>To-propellsfly-(L2P)</b>		
HC	0,24	0,09
CO	11,57	2,16
NO <sub>x</sub>	0,04	0,00
Drivstoff	12,5	2,41

Kilde: EEA (2001).

### Helikopter

I Tornsjø og Rypdal (1997) ble det oppgitt ulike utslippsfaktorer for Bell 412, Lynx og Sea King. For andre typer ble det benyttet en gjennomsnittsfaktor av utslippsdata for Bell og Lynx. Dataene vi nå opererer med skiller kun ut helikoptrene brukt offshore, samt ruten mellom Værøy og Bodø. Dette dreier seg om SK61 og Super Puma 332. For andre flygninger er typene ikke skilt ut, men også her forekommer disse to typene. Vi har valgt å benytte et gjennomsnitt av utslippsfaktorene oppgitt i EEA (2001) og velger derfor å benytte de samme faktorene for alle helikoptertypene (tabell 4.9). Siden det ikke foreligger noe informasjon om drivstofforbruk, har vi benyttet den samme faktoren (115 kg/LTO) som ble benyttet i den forrige rapporten for "andre typer" (Tornsjø og Rypdal 1997).

**Tabell 4.9. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for helikoptre. kg/tonn drivstoff i LTO-fasen**

	< 1000 m	< 100 m
HC	32	9,6
CO	36,6	11
NO <sub>x</sub>	6,67	2

Kilde: EEA (2001).

**Tabell 4.10. Gjennomsnittlige distanser og utslippsfaktorer (g/kg drivstoff) for cruise i innenriks luftfart**

Standard flytype	Distanse, nm	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Drivstoff (kg)
ATR 42-320	130	8,71	2,06	9,92	226
Boeing 737 400	210	10,97	0,18	2,84	1 230
Boeing 737 600-800 SAS <sup>1</sup>	220	10,89	0,17	2,83	1 283
BAe Jetstream 31	80	9,53	0,69	8,52	88
Beech 200	100	5,14	2,92	14,81	81
DC9	180	10,48	0,70	2,59	1 191
F50	110	13,89	1,99	6,30	273
F100	180	11,57	0,50	2,08	992
MD 81-88	350	14,54	0,53	1,57	2 689
SF 340B	140	10,07	2,52	5,04	205

<sup>1</sup> Med redusert NO<sub>x</sub>.

Kilde: EEA (2001) og våre beregninger.

**Tabell 4.11. Antatte distanser og utslippsfaktorer (g/kg drivstoff) for cruise i utenriks luftfart**

Standard flytype	Distanse, nm	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Drivstoff (kg)
A320	1 000	13,98	0,18	0,9	5 225
BAC1-11	1 000	10,56	0,17	1,1	4 598
BAe146	1 000	7,34	0,34	1,07	5 083
BAe41	250	9,83	0,52	6,54	336
Boeing 727	1 000	9,14	0,46	1,81	8 058
Boeing 737 100	1 000	8,34	0,68	1,54	5 271
Boeing 737 400	1 000	9,49	0,08	1,56	5 477
Boeing 737 600-800 SAS <sup>1</sup>	1 000	9,49	0,08	1,56	5 477
Boeing 747 100-300	3 000	17,35	0,3	0,92	63 148
Boeing 747 400	3 000	13,71	0,28	1,05	56 174
Boeing 767	3 000	12,8	0,49	1,14	28 292
Fokker 28	1 000	9,63	1,3	0,94	4 509
DC10	1 000	18,46	1,76	1,8	15 473

<sup>1</sup> Med redusert NO<sub>x</sub>.

Kilde: EEA (2001).

#### 4.3.5. Utslippsfaktorer NO<sub>x</sub>, HC og CO - Cruise

##### Jetfly og turbopropfly

For innenriks flygninger for jet- og turbopropfly i rute på stam- og regionale flyplasser har vi fått oppgitt distansen fløyet for den enkelte strekning. Tabell 4.10 og 4.11 viser de ulike flytypenes gjennomsnittlige flygedistanser i henholdsvis innenriks- og utenriksfart. Faktorer for forbruk og utslipp ved cruise bestemmes for hver bevegelse ved hjelp av standard flytype og flygedistanse. Faktorene for cruise er oppgitt for standarddistanser (125 nm, 250 nm osv.). Når distansen for en rute ligger mellom standarddistansene, har vi beregnet nye faktorer ved interpolering.

**Tabell 4.12. Anslåtte utslippsfaktorer for småfly i cruisefasen. kg/tonn drivstoff**

NO <sub>x</sub>	HC	CO
2,92	19,48	926

Kilde: EEA (2001).

**Tabell 4.13. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for cruise for alle typer helikoptre. kg/tonn drivstoff**

	NO <sub>x</sub>	HC	CO
Alle helikoptre	6,67	32	36,6

Kilde: Forsvaret.

Når det gjelder innenriks flygninger utenom rute, har vi ikke oppgitt distanse. Da distansen er nødvendig for å beregne forbruk til cruise, har vi antatt for hver flytype at distansen er lik midlere distanse for samme flytype i rutetrafikk. For flytypene Beech 200 og Cessna 208C (L1T, ingen rutetrafikk) har vi antatt en distanse på 100 nm. Flygninger utenom rute utgjør med disse antagelsene knapt 20 % av drivstofforbruket til innenriks fly. For utenriks flygninger er det heller ikke oppgitt distanser. Vi har derfor valgt en standard distanse på 1000 nm for alle flytyper, med unntak av B767 og B747 hvor vi har antatt at distansen er 3000 nm. Utslippsfaktorene her varierer noe, men dette har liten betydning siden utslipp fra utenriks cruise inngår ikke i totale utslipp ved internasjonal rapportering.

Reduksjonen i NO<sub>x</sub>-utslipp som følge av ny teknologi for nyere B737 600 er bare dokumentert for LTO-fasen. Det kan ikke utelukkes at den også påvirker cruise-utslippene, men siden dette ikke er dokumentert, har vi antatt at disse er upåvirket.

For F50 og ATR42-320 er utslippsfaktoren for HC antatt gjennomsnittet av andre turbopropfly i bruk.

##### Småfly

Vi har ikke funnet utslippsfaktorer for småfly i cruise-fasen og benytter de samme utslippsfaktorene som i LTO (per enhet drivstoff) (tabell 4.12). Dette kan imidlertid føre til en overestimert utslippene, da utslippene oftest er størst ved landing og avgang.

##### Helikopter

For helikoptre i cruisefasen har vi benyttet de samme utslippsfaktorene som benyttet i LTO-fasen (per enhet drivstoff) (tabell 4.13).

## 5. Resultater

### 5.1. Drivstoff

Forbruket av drivstoff for de ulike flytypene og fasene av flygningene for 2000 er vist i tabell 5.1 og 5.2. 92 prosent av drivstoffet brukt innenriks, benyttes til rute/charterflygninger. Beregningene viser at 35 prosent av drivstoffet brukes mens flyene tar av og lander. 60 prosent av drivstoffet brukt av norske selskaper benyttes i innenriksfart.

Forbruket av drivstoff i år 2000 er også beregnet "bottom-up" basert på aktivitetsdata og forbruksfaktorer som beskrevet i kapittel 3. Dette kan bare gjøres for innenriks luftfart eksklusive helikoptre og småfly. Beregnet forbruk av drivstoff er 335 ktonn (tabell 5.2), mens rapportert forbruk var 309 ktonn (tabell 4.1). Beregnet forbruk ligger altså rundt 8 prosent over rapportert. Vi mener at dette avviket er akseptabelt. Den nye metoden må kjøres for flere år for å danne seg bilde av om avviket er systematisk. Flygedistansene er usikre og kan være overestimert. Det kan også være knyttet usikkerhet til forbruket av drivstoff innenriks rapportert fra selskapene, siden flere fly brukes både til innen- og utenriksfart.

Utslippene er beregnet ut fra det rapporterte forbruket, ikke det beregnede, siden beregnet drivstoff antakelig har større usikkerhet enn drivstoff rapportert fra selskapene.

### 5.2. Utslipp

#### 5.2.1. Totale utslipp

Utslippene i 2000 fordelt på type flygning og flygefase er vist i tabell 5.1 (utslipp ved bakken i Norge) og 5.2 (utslipp innenriks).

Rute- og charterflygningene er viktigst for  $\text{NO}_x$ -,  $\text{SO}_2$ -,  $\text{CO}_2$ - og partikkelutslippene fra innenriksfart. Når det gjelder NMVOC-utslipp bidrar helikopter med hele 73 prosent av utslippet i innenriksfart, medberegnet utslipp fra både cruise og LTO. Småfly slipper ut over 40 prosent av det totale  $\text{CO}$ -utslippet fra norsk innenriks luftfart. Av charter- og ruteflygningene betyr utslipp fra

jetfly mest, mens turbopropflyene utgjør ca. 15 prosent av  $\text{NO}_x$ -utslippene.

Ca. 1/3 av utslippene innenriks skjer ved flyplassen (under 1000 meter over bakken). For metan foregår tilnærmet alt utslipp under 1000 meter. Den største andelen av dette slippes ut lokalt (under 100 m), for  $\text{NO}_x$  og NMVOC slippes ca. halvparten ut lokalt.

Av LTO-utslippene utgjør utenriksflygninger ca. 1/3, lokalt er det omtrent det samme forholdet. For  $\text{CO}$  og NMVOC utgjør innenriks mer på grunn av det store bidraget fra henholdsvis helikoptre og småfly.

#### 5.2.2. Flygninger offshore

Offshoreflygninger er inkludert i tabell 5.1 og 5.2, men vi har valgt å også presentere disse separat (tabell 5.3). Utslipp fra offshoreflygninger er beregnet på samme måte som for andre helikoptre, men med en kortere LTO-syklus. Det har blitt benyttet samme utslippsfaktorer for LTO og cruise.

I tabellen er kun utslipp under 1000 meter tatt med og ikke utslipp fra cruise. Grunnen til dette er at det er umulig å vite hvor mye av drivstoffet solgt til helikoptertrafikk som benyttes til offshoreflygninger, samt at distansen fløyet for helikoptre offshore antageligvis er mye lenger enn for de som benyttes på land. Som vi ser av tabell 5.3, bidrar offshoreflygninger mye til det totale utslippet fra helikoptertrafikk. Over halvparten av helikopterutslippene under 1000 meter kommer fra offshoreflygninger.

#### 5.2.3. Regionfordelte utslipp

Utslipp av  $\text{NO}_x$ , NMVOC og  $\text{CO}$  lokalt (under 100 meter) og regionalt (under 1000 meter) fra hver flyplass er vist i tabell 5.4. Utslipp av  $\text{NO}_x$  (under 100 meter) fra sivil luftfart er størst ved Gardermoen (320 tonn). Flesland og Sola følger deretter med hhv. 73 og 59 tonn. Dette er også de flyplassene i Norge som har flest LTO. Omtrent halvparten av flyplassene har et utslipp under 1 tonn av  $\text{NO}_x$ .

**Tabell 5.1. Utslipp ved LTO fra sivile fly i Norge og forbruk av drivstoff. 2000. Tonn, CO<sub>2</sub> og drivstoff i 1000 tonn**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOG	CO	Partikler	Drivstoff
I alt LTO 0-1000 m	528,6	40,4	16,8	60,4	1 660,7	363,3	2 523,7	4,2	167,8
- Innenriks	365,9	27,2	11,6	41,8	1 090,4	244,6	1 892,9	2,9	116,2
- Utenriks	162,8	13,2	5,2	18,6	570,2	118,7	630,8	1,3	51,7
Herav lokal, LTO 0-100 m	302,7	27,9	9,6	34,6	682,8	251,4	1 909,6	2,4	96,1
- Innenriks	208,7	16,2	6,6	23,9	453,3	145,9	1 343,7	1,7	66,3
- Utenriks	94,0	11,7	3,0	10,7	229,6	105,5	565,9	0,7	29,9
Rute/charter									
LTO 0-1000 m	514,6	26,7	16,3	58,8	1 632,6	239,9	1 944,9	4,1	163,3
- Innenriks	351,8	13,5	11,2	40,2	1 062,4	121,1	1 314,0	2,8	111,7
- Utenriks	162,8	13,2	5,2	18,6	570,2	118,7	630,8	1,3	51,7
Herav lokal, LTO 0-100 m	298,7	23,8	9,5	34,1	674,8	213,9	1 784,8	2,4	94,8
- Innenriks	204,6	12,0	6,5	23,4	445,3	108,4	1 218,9	1,6	65,0
- Utenriks	94,0	11,7	3,0	10,7	229,6	105,5	565,9	0,7	29,9
Helikopter									
LTO 0-1000 m									
- Innenriks	12,6	12,8	0,4	1,4	26,7	115,3	146,5	0,1	4,0
Herav lokal, LTO 0-100 m									
- Innenriks	3,8	3,8	0,1	0,4	8,0	34,6	44,0	0,0	1,2
Småfly									
LTO 0-1000 m									
- Innenriks	1,5	0,9	0,0	0,2	1,4	8,2	432,3	0,0	0,5
Herav lokal, LTO 0-100 m									
- Innenriks	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	2,9	80,9	0,0	0,1

\*For CH<sub>4</sub> og NMVOG er det antatt at utslippsfaktorene for LTO er 10 og 90 prosent av total HC (IPCC 2000).

Det er ikke antatt utslipp av metan ved cruise.

**Tabell 5.2. Utslipp fra norsk innenriks luftfart og forbruk av drivstoff. 2000. Tonn, CO<sub>2</sub> og drivstoff i 1000 tonn**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOG	CO	Partikler	Drivstoff
Innenriksfart i alt	1 055,9	27,2	33,5	120,8	3 615,0	1 041,2	5 010,4	4,4	335,2
LTO	365,9	27,2	11,6	41,8	1 090,4	244,6	1 892,9	2,9	116,2
Cruise	690,0	-	21,9	78,9	2 524,6	796,6	3 117,5	1,5	219,1
Rute/charter									
LTO	972,1	13,5	30,9	111,1	3 446,4	233,3	1 920,6	4,2	308,6
LTO	351,8	13,5	11,2	40,2	1 062,4	121,1	1 314,0	2,8	111,7
Cruise	620,3	-	19,7	70,9	2 384,1	112,1	606,6	1,4	196,9
Helikopter									
LTO	76,3	12,8	2,4	8,7	161,6	762,5	886,8	0,2	24,2
LTO	12,6	12,8	0,4	1,4	26,7	115,3	146,5	0,1	4,0
Cruise	63,7	-	2,0	7,3	134,9	647,2	740,2	0,1	20,2
Småfly									
LTO	7,4	0,9	0,2	1,0	6,9	45,4	2 203,0	0,0	2,4
LTO	1,5	0,9	0,0	0,2	1,4	8,2	432,3	0,0	0,5
Cruise	6,0	-	0,2	0,8	5,6	37,2	1 770,7	0,0	1,9

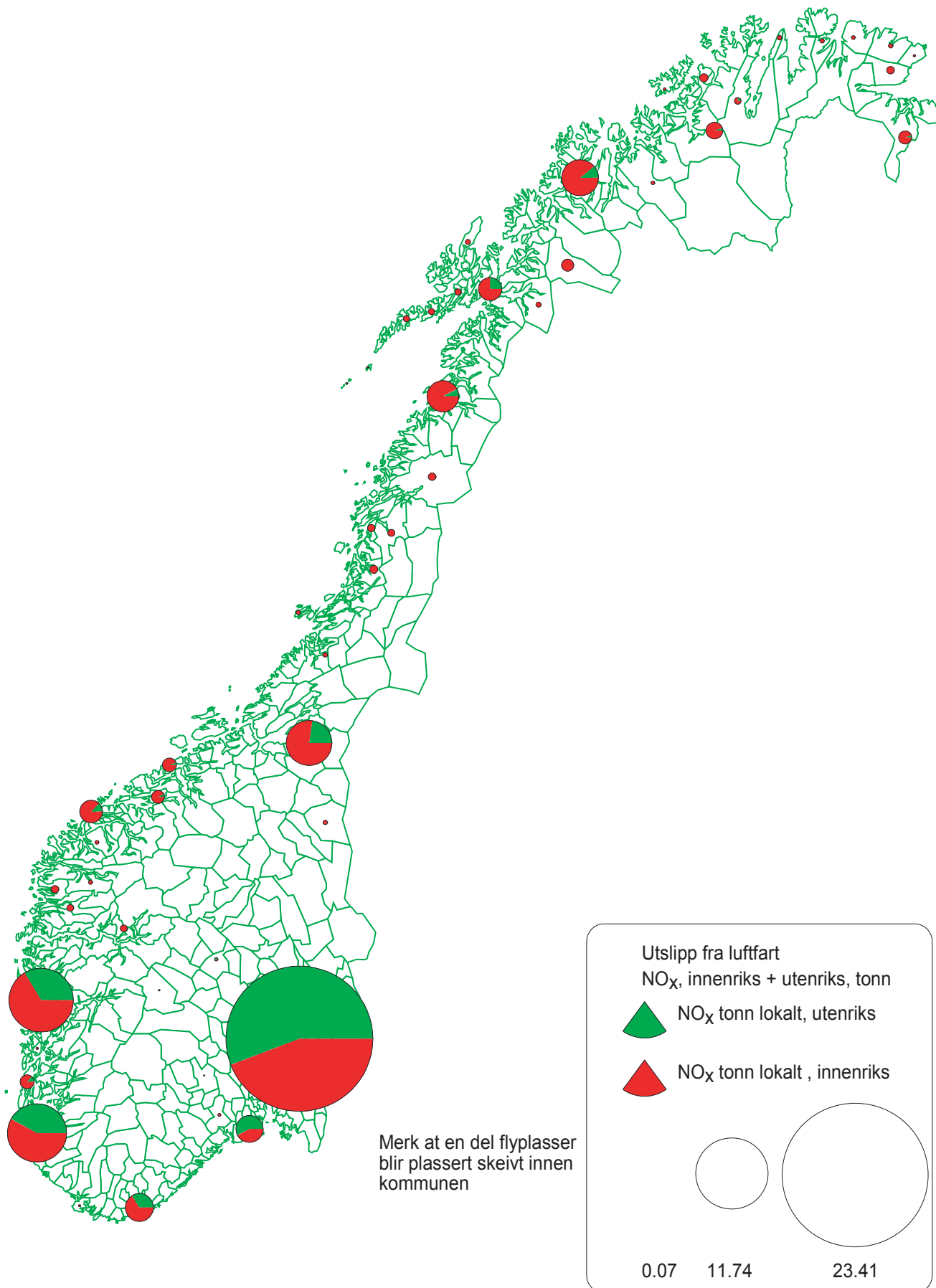
**Tabell 5.3. Utslipp fra LTO ved offshoreflygninger. 2000. Tonn, CO<sub>2</sub> i ktonn**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOG	CO	Partikler
<b>I alt</b>	<b>8,4</b>	<b>8,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,9</b>	<b>17,7</b>	<b>76</b>	<b>88</b>	<b>0,1</b>
Sola	2,4	2,4	0,1	0,2	5,0	22	25	0,0
Flesland	3,6	3,6	0,1	0,4	7,6	33	38	0,0
Kvernberget	1,5	1,5	0,0	0,2	3,2	14	16	0,0
Florø	0,5	0,5	0,0	0,1	1,0	4	5	0,0
Brønnøysund	0,3	0,3	0,0	0,0	0,7	3	3	0,0
Andre	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	1	1	0,0

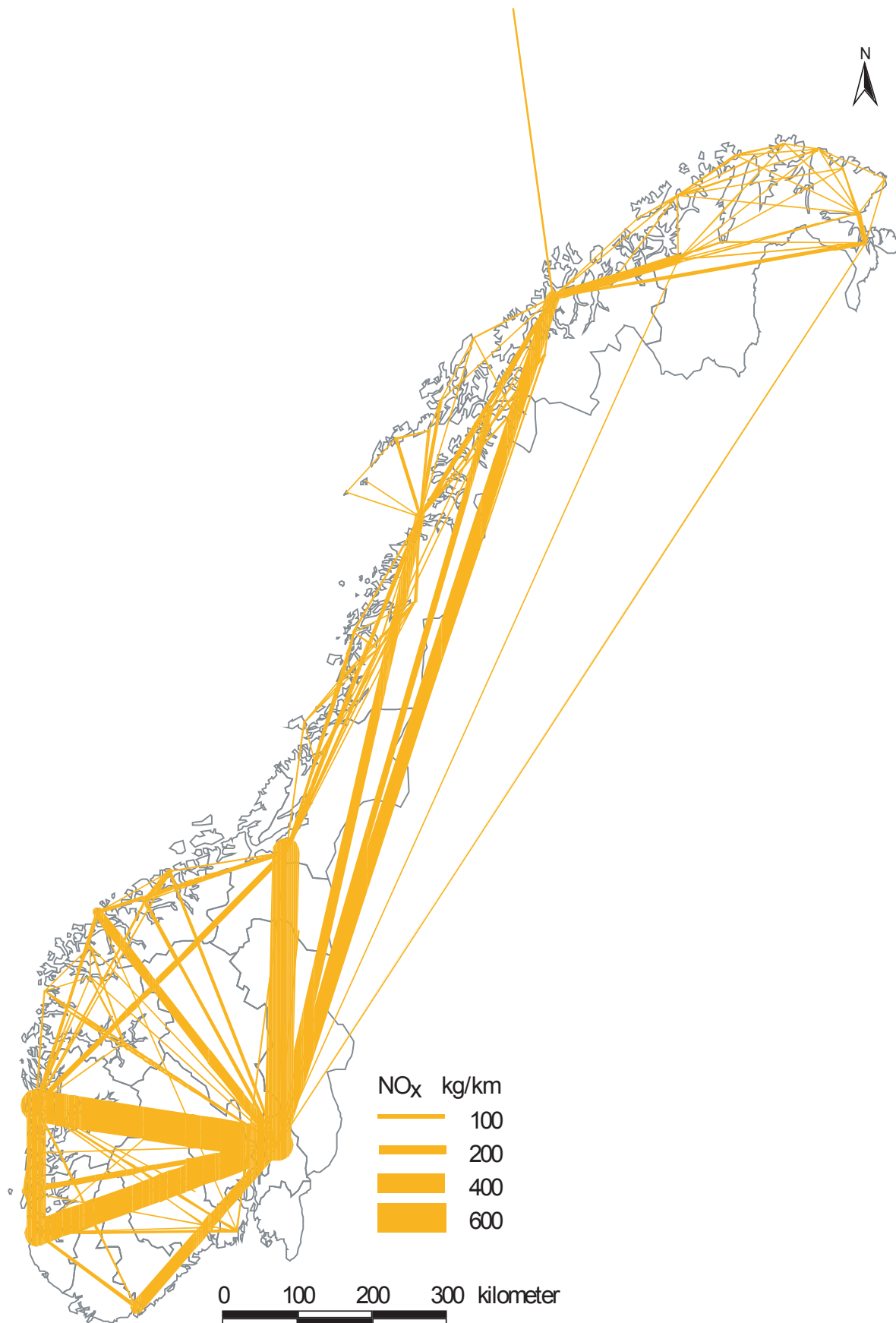
**Tabell 5.4. Utslipp av utvalgte komponenter på flyplasser i Norge. 2000. Tonn**

	Regionalt (<1000 m)			Lokalt (<100 m)		
	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO
<b>I alt</b>	<b>1 660,7</b>	<b>363,3</b>	<b>2 523,7</b>	<b>682,8</b>	<b>251,4</b>	<b>1 909,6</b>
Oslo/Gardermoen	791,9	125,2	925,5	320,3	110,6	844,3
Rygge	0,5	0,5	26,3	0,2	0,2	5,4
Dagali	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2
Fagernes/Leirin	0,6	0,3	5,2	0,2	0,1	1,4
Sandefjord/Torp	25,8	6,4	119,0	10,9	4,2	40,8
Skien/Geitryggen	0,7	0,5	2,1	0,3	0,3	0,9
Notodden	0,2	0,3	4,0	0,1	0,1	0,9
Kristiansand/Kjevik	40,8	4,4	74,4	17,1	3,8	59,0
Lista	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Stavanger/Sola	143,3	37,2	219,8	59,0	20,6	174,9
Haugesund/Karmøy	10,9	2,2	25,5	4,6	1,6	19,7
Stord	0,5	0,9	2,5	0,2	0,3	0,8
Bergen/Flesland	177,4	62,8	301,8	73,0	37,8	233,2
Sogndal/Haukåsen	3,1	0,8	2,0	1,5	0,6	1,4
Førde/Bringeland	3,3	5,1	13,5	1,4	1,8	4,0
Flora/Florø	4,0	4,5	7,2	1,8	1,8	3,2
Sandane/Anda	1,2	0,4	1,2	0,6	0,3	0,7
Ørsta-Volda/Hovden	1,2	0,5	3,6	0,6	0,3	1,1
Ålesund/Vigra	41,4	3,8	64,0	17,1	3,4	60,0
Molde/Årø	14,8	1,8	19,9	6,3	1,5	17,7
Kristiansund/Kvernberget	17,5	12,9	34,4	7,1	4,8	21,9
Ørland	0,3	0,4	17,7	0,1	0,2	3,6
Røros	2,8	0,8	24,8	1,1	0,4	7,6
Trondheim/Værnes	111,8	14,0	178,9	46,8	11,5	150,5
Namsos	1,5	0,4	1,2	0,7	0,3	0,8
Rørvik/Ryum	1,3	0,4	1,0	0,7	0,3	0,7
Brønnøysund/Brønnøy	4,5	3,6	6,4	2,0	1,6	3,2
Sandnessjøen/Stokka	3,5	0,9	4,4	1,7	0,7	2,2
Mosjøen/Kjærstad	3,4	1,9	5,7	1,6	1,0	2,3
Mo i Rana/Røssvoll	3,7	1,1	2,8	1,8	0,8	1,9
Bodø	63,9	11,1	81,0	27,2	8,0	68,5
Røst	0,3	0,1	0,4	0,2	0,1	0,3
Værøy (heliport)	0,4	1,8	2,2	0,1	0,5	0,7
Leknes	2,5	0,7	1,8	1,2	0,5	1,3
Svolvær/Helle	2,4	0,6	1,5	1,2	0,5	1,1
Stokmarknes/Skagen	2,5	0,6	2,0	1,2	0,5	1,4
Harstad-Narvik/Evenes	26,5	4,7	32,2	10,8	3,8	28,8
Narvik/Framnes	1,8	0,6	1,6	0,8	0,4	1,0
Andøya	1,8	0,4	1,2	0,9	0,3	0,8
Bardufoss	10,5	4,2	147,1	4,2	2,1	35,0
Tromsø	81,8	11,6	91,8	33,5	9,3	69,3
Sørkjosen	1,0	0,3	1,1	0,5	0,2	0,6
Alta	17,2	4,0	11,7	6,9	2,5	8,8
Banak/Lakselv	1,9	0,7	1,9	0,9	0,4	1,2
Hasvik	0,6	0,2	0,7	0,3	0,1	0,4
Hammerfest	4,2	1,7	4,5	2,0	1,0	2,6
Honningsvåg/Valan	1,5	0,4	1,2	0,7	0,3	0,8
Mehamn	1,3	0,3	0,9	0,7	0,3	0,7
Berlevåg	1,1	0,3	0,7	0,5	0,2	0,5
Båtsfjord	1,3	0,3	0,9	0,6	0,3	0,7
Vardø/Svartnes	0,6	0,1	0,6	0,3	0,1	0,5
Vadsø	3,6	0,8	2,3	1,7	0,7	1,7
Kirkenes/Høybuktnoen	10,3	2,0	6,9	4,3	1,5	5,4
Svalbard/Longyear	5,4	3,8	9,9	2,1	1,4	6,4
Hav syd for 62°N	3,2	13,7	17,4	1,0	4,1	5,2
Hav nord for 62°N	0,9	4,1	5,2	0,3	1,2	1,6

Figur 5.1. NO<sub>x</sub>-utslipp (<100 m) fra sivil luftfart fordelt på kommune. 2000. Tonn



Figur 5.2. Utslipp av NO<sub>x</sub> fra innenriks cruise. 2000



Av figur 5.1 ser vi hvordan NO<sub>x</sub>-utslippet fordeler seg med hensyn til utslipp fra utenriks og innenriks luftfart. For de to flyplassene Gardermoen og Torp bidrar utenriks luftfart til en større andel av det lokale NO<sub>x</sub>-utslippet enn innenriks luftfart, mens for de øvrige flyplassene er innenriks flygninger viktigst. For de fleste kommunene utgjør NO<sub>x</sub>-utslipp fra luftfart under 5 prosent av det totale NO<sub>x</sub>-utslippet, men for kommunene Giske og Evenes utgjør luftfart rundt 13 prosent av det totale NO<sub>x</sub>-utslippet i kommunen.

NO<sub>x</sub>-utslippene fra innenriks cruise er vist i figur 5.2. Strekningene Oslo-Bergen, Oslo-Stavanger, Oslo-Trondheim og Stavanger-Bergen har høyest utslipp per km og bidrar med 30 prosent av samlet NO<sub>x</sub>-utslipp fra innenriks cruise-flygninger. Strekningen Oslo-Tromsø har imidlertid høyest samlet utslipp, siden den er mye lenger enn andre ruter i Sør- og Midt-Norge.

#### 5.2.4. Utslipp etter flytype

I dette arbeidet, hvor vi har fått så detaljert informasjon om flytypene benyttet i innenriks og utenriks luftfart, kan vi presentere hvordan ulike flytyper bidrar

til utslipp av ulike komponenter. Av tabell 5.5 som viser utslipp ved bakken etter standard flytype, ser vi at nesten alt utslipp fra rute- og chartertrafikk stammer fra bruken av jetfly. Mellom 80 og 90 prosent av utslippene for de ulike komponentene stammer fra jetfly. Det er fly som inngår under standard flytypene MD 81-88 samt B 737 400 som bidrar mest. Rundt 70 prosent av utslippene knyttet til jetfly stammer fra disse to typene.

Når det gjelder utslipp kun fra innenriks luftfart, inkludert cruise og LTO, ser man det samme bildet her (tabell 5.6). Jetflyene står for rundt 80 prosent av utslippene, og også her det fly som inngår under standard flytypene MD 81-88 samt B737 400/600 som bidrar med det meste av utslippet. Utslipp av NMVOC skiller seg ut fra de andre utslippskomponentene. Her står utslipp fra turbopropfly for over 40 prosent av utslippet av det totale utslippet fra rute- og chartertrafikk og 84 prosent av dette utslippet skyldes utslipp fra flytyper som inngår under standardgruppe F 50. Dette omfatter i hovedsak Widerøes Dash 8 og Fokker 50.

Tabell 5.5. Utslipp ved bakken (LTO) etter flytype i Norge<sup>1</sup>. 2000. Tonn. CO<sub>2</sub> og drivstoff i ktonn

Standard flytype	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO	Partikler	Drivstoff
<b>Jetfly og turbopropfly i alt</b>	<b>514,6</b>	<b>26,7</b>	<b>16,3</b>	<b>58,8</b>	<b>1 632,6</b>	<b>239,9</b>	<b>1 944,9</b>	<b>4,1</b>	<b>163,3</b>
Innenriks	351,8	13,5	11,2	40,2	1 062,4	121,1	1 314,0	2,8	111,7
Utenriks	162,8	13,2	5,2	18,6	570,2	118,7	630,8	1,3	51,7
<b>Jetfly i alt</b>	<b>462,0</b>	<b>22,5</b>	<b>14,7</b>	<b>52,8</b>	<b>1 473,4</b>	<b>202,8</b>	<b>1 836,4</b>	<b>3,7</b>	<b>146,7</b>
Innenriks	304,0	9,7	9,7	34,7	918,2	87,5	1 217,0	2,4	96,5
Utenriks	158,0	12,8	5,0	18,1	555,2	115,3	619,4	1,3	50,2
<i>A310</i>	0,6	0,1	0,0	0,1	2,7	0,6	3,0	0,0	0,2
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	0,6	0,1	0,0	0,1	2,7	0,6	3,0	0,0	0,2
<i>A320</i>	11,5	0,9	0,4	1,3	49,4	7,9	80,2	0,1	3,7
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	11,5	0,9	0,4	1,3	49,4	7,9	80,2	0,1	3,7
<i>A330</i>	1,8	0,1	0,1	0,2	9,0	0,5	5,4	0,0	0,6
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	1,8	0,1	0,1	0,2	9,0	0,5	5,4	0,0	0,6
<i>B727</i>	1,8	0,3	0,1	0,2	5,0	2,6	10,5	0,0	0,6
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	1,8	0,3	0,1	0,2	5,0	2,6	10,5	0,0	0,6
<i>B737 100</i>	2,1	0,0	0,1	0,2	5,7	0,4	3,4	0,0	0,7
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	2,1	0,0	0,1	0,2	5,7	0,4	3,4	0,0	0,7
<i>B737 400</i>	213,7	5,5	6,8	24,4	678,4	49,3	972,4	1,7	67,8
Innenriks	174,7	4,5	5,5	20,0	554,7	40,3	795,0	1,4	55,5
Utenriks	39,0	1,0	1,2	4,5	123,8	9,0	177,4	0,3	12,4
<i>B737 600-800 SAS</i>	76,6	2,0	2,4	8,8	145,9	17,7	348,4	0,6	24,3
Innenriks	62,9	1,6	2,0	7,2	119,9	14,5	286,4	0,5	20,0
Utenriks	13,6	0,3	0,4	1,6	25,9	3,1	62,0	0,1	4,3
<i>B737 700 Utenriks</i>	1,9	0,0	0,1	0,2	3,9	0,4	8,8	0,0	0,6
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	1,9	0,0	0,1	0,2	3,9	0,4	8,8	0,0	0,6
<i>B747 100-300</i>	0,6	0,2	0,0	0,1	3,4	2,0	4,7	0,0	0,2
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	0,6	0,2	0,0	0,1	3,4	2,0	4,7	0,0	0,2



Standard flytype	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOG	CO	Partikler	Drivstoff
<i>B747 400</i>	0,7	0,0	0,0	0,1	3,7	0,1	1,3	0,0	0,2
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	0,7	0,0	0,0	0,1	3,7	0,1	1,3	0,0	0,2
<i>B757</i>	7,4	0,2	0,2	0,8	37,0	2,1	23,6	0,1	2,4
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	7,4	0,2	0,2	0,8	37,0	2,1	23,6	0,1	2,4
<i>B767</i>	5,5	0,1	0,2	0,6	28,3	0,9	6,6	0,0	1,8
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	5,5	0,1	0,2	0,6	28,3	0,9	6,6	0,0	1,8
<i>BAC1-11</i>	1,8	1,8	0,1	0,2	4,2	16,4	32,2	0,0	0,6
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	1,8	1,8	0,1	0,2	4,2	16,4	32,2	0,0	0,6
<i>BAe146</i>	0,8	0,0	0,0	0,1	1,9	0,4	4,3	0,0	0,3
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	0,8	0,0	0,0	0,1	1,9	0,4	4,3	0,0	0,3
<i>DC10-30</i>	2,9	0,9	0,1	0,3	16,4	8,1	24,2	0,0	0,9
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	2,9	0,9	0,1	0,3	16,4	8,1	24,2	0,0	0,9
<i>DC9</i>	24,8	0,7	0,8	2,8	65,2	6,3	48,0	0,2	7,9
Innenriks	12,1	0,3	0,4	1,4	31,7	3,0	23,4	0,1	3,8
Utenriks	12,7	0,4	0,4	1,5	33,4	3,2	24,6	0,1	4,0
<i>F100</i>	2,4	0,1	0,1	0,3	6,0	1,3	14,1	0,0	0,8
Innenriks	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0
Utenriks	2,4	0,1	0,1	0,3	5,8	1,3	13,7	0,0	0,7
<i>F28</i>	2,1	3,3	0,1	0,2	5,2	29,8	32,9	0,0	0,7
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	2,1	3,3	0,1	0,2	5,2	29,8	32,9	0,0	0,7
<i>MD 81-88</i>	103,0	6,2	3,3	11,8	402,2	56,2	212,5	0,8	32,7
Innenriks	54,2	3,3	1,7	6,2	211,8	29,6	111,9	0,4	17,2
Utenriks	48,7	3,0	1,5	5,6	190,4	26,6	100,6	0,4	15,5
<b>Turbopropfly i alt</b>	52,6	4,1	1,7	6,0	159,2	37,1	108,5	0,4	16,7
Innenriks	47,8	3,7	1,5	5,5	144,1	33,6	97,0	0,4	15,2
Utenriks	4,8	0,4	0,2	0,5	15,1	3,4	11,5	0,0	1,5
<i>ATR 42-320</i>	1,4	0,1	0,0	0,2	3,9	1,0	3,3	0,0	0,4
Innenriks	1,4	0,1	0,0	0,2	3,8	0,9	3,2	0,0	0,4
Utenriks	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
<i>ATR 72-200</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,2	0,0	0,0
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,2	0,0	0,0
<i>BAe31</i>	1,2	0,0	0,0	0,1	3,1	0,3	4,3	0,0	0,4
Innenriks	0,9	0,0	0,0	0,1	2,2	0,2	3,1	0,0	0,3
Utenriks	0,3	0,0	0,0	0,0	0,9	0,1	1,2	0,0	0,1
<i>BAe41</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>Beech1900</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,3	0,0	0,0
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,3	0,0	0,0
<i>Beech200</i>	2,1	0,2	0,1	0,2	3,1	1,5	9,7	0,0	0,7
Innenriks	2,1	0,2	0,1	0,2	3,1	1,5	9,7	0,0	0,7
Utenriks	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cessna 208C</i>	0,4	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1	1,2	0,0	0,1
Innenriks	0,4	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1	1,2	0,0	0,1
Utenriks	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dash 8 Q400</i>	2,1	0,1	0,1	0,2	7,9	1,3	3,6	0,0	0,7
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	2,1	0,1	0,1	0,2	7,9	1,3	3,6	0,0	0,7
<i>F27</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,3	0,0	0,0
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,3	0,0	0,0

Standard flytype	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO	Partikler	Drivstoff
<i>F50</i>	41,6	3,3	1,3	4,8	132,7	29,4	77,2	0,3	13,2
Innenriks	40,3	3,2	1,3	4,6	128,3	28,5	74,7	0,3	12,8
Utenriks	1,3	0,1	0,0	0,2	4,3	0,9	2,4	0,0	0,4
<i>SF 340B</i>	3,2	0,3	0,1	0,4	6,7	2,7	5,7	0,0	1,0
Innenriks	2,8	0,3	0,1	0,3	6,0	2,4	5,1	0,0	0,9
Utenriks	0,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,3	0,6	0,0	0,1
<i>Shorts 330</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>Saab 2000</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
Innenriks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utenriks	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0

<sup>1</sup> Utslipp fra småfly og helikopter er ikke inkludert.

**Tabell 5.6 Utslipp fra norsk innenriks luftfart fordelt på flytype<sup>1</sup>. 2000. Tonn. CO<sub>2</sub> og drivstoff i ktonn**

Standard flytype	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO	Partikler	Drivstoff
<b>Innenriksfart i alt fordelt på flytype</b>	972,3	13,5	30,7	111,2	3 446,4	233,1	1 920,8	4	308,4
LTO	351,9	13,5	11,1	40,2	1 062,3	121	1 314,1	2,7	111,7
Cruise	620,4	0	19,6	71	2 384,1	112,1	606,7	1,3	196,7
<b>Jetfly i alt</b>	824,1	9,8	26	94,3	2 879,8	135	1 616,6	3,5	261,5
LTO	305,4	9,8	9,6	35	922,1	88,3	1 220,3	2,4	96,9
Cruise	518,7	0	16,4	59,3	1 957,7	46,7	396,3	1,1	164,6
<i>ATR 42-320</i>	4	0,1	0,1	0,5	11,1	2,6	11,5	0	1,3
LTO	1,4	0,1	0	0,2	3,8	0,9	3,2	0	0,4
Cruise	2,6	0	0,1	0,3	7,2	1,7	8,2	0	0,8
<i>B737 400</i>	437,3	4,5	13,9	50	1 476,70	54	1 018,50	2	138,8
LTO	174,7	4,5	5,5	20	554,7	40,3	795	1,4	55,5
Cruise	262,6	0	8,3	30	922	13,6	223,6	0,6	83,4
<i>B737 600-800 SAS</i>	161,5	1,6	5,1	18,5	463,3	19,6	370,4	0,7	51,3
LTO	62,9	1,6	2	7,2	119,9	14,5	286,4	0,5	20
Cruise	98,6	0	3,1	11,3	343,4	5,1	83,9	0,2	31,3
<i>DC9</i>	28,8	0,3	0,9	3,3	87,2	6,7	36,8	0,1	9,1
LTO	12,1	0,3	0,4	1,4	31,7	3	23,4	0,1	3,8
Cruise	16,7	0	0,5	1,9	55,4	3,7	13,5	0	5,3
<i>F100</i>	0,1	0	0	0	0,5	0	0,4	0	0
LTO	0,1	0	0	0	0,2	0	0,4	0	0
Cruise	0,1	0	0	0	0,3	0	0,1	0	0
<i>MD 81-88</i>	192,3	3,3	6,1	22	841,2	52,2	178,9	0,7	61
LTO	54,2	3,3	1,7	6,2	211,8	29,6	111,9	0,4	17,2
Cruise	138,1	0	4,4	15,8	629,4	22,6	67	0,3	43,8
<b>Turbopropfly i alt</b>	148,2	3,7	4,7	16,9	566,6	98,1	304,2	0,5	46,9
LTO	46,5	3,7	1,5	5,2	140,2	32,7	93,8	0,3	14,8
Cruise	101,7	0	3,2	11,7	426,4	65,4	210,4	0,2	32,1
<i>BAe31</i>	2,6	0	0,1	0,3	7,5	0,6	7,7	0	0,8
LTO	0,9	0	0	0,1	2,2	0,2	3,1	0	0,3
Cruise	1,7	0	0,1	0,2	5,2	0,4	4,6	0	0,5
<i>Beech200</i>	5,4	0,2	0,2	0,6	8,5	4,5	25,3	0	1,7
LTO	2,1	0,2	0,1	0,2	3,1	1,5	9,7	0	0,7
Cruise	3,3	0	0,1	0,4	5,4	3,1	15,6	0	1
<i>Cessna 208C</i>	1	0	0	0,1	1,9	0,1	2,1	0	0,3
LTO	0,4	0	0	0	0,6	0,1	1,2	0	0,1
Cruise	0,7	0	0	0,1	1,2	0	0,9	0	0,2
<i>F50</i>	128,6	3,2	4,1	14,7	518,2	84,2	251,6	0,5	40,8
LTO	40,3	3,2	1,3	4,6	128,3	28,5	74,7	0,3	12,8
Cruise	88,3	0	2,8	10,1	389,9	55,7	176,9	0,2	28
<i>SF 340B</i>	10,5	0,3	0,3	1,2	30,6	8,6	17,4	0	3,3
LTO	2,8	0,3	0,1	0,3	6	2,4	5,1	0	0,9
Cruise	7,7	0	0,2	0,9	24,7	6,2	12,4	0	2,4

<sup>1</sup> Utslipp fra småfly og helikopter er ikke inkludert.

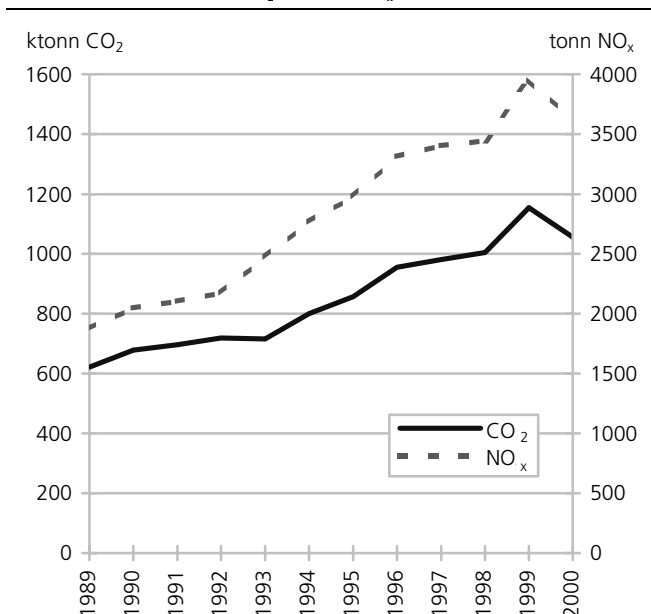
### 5.2.5. Endringer i utslipp fra 1989 og 1995

Utslipp fra luftfart fra 1989 og 1995 er beregnet på nytt med den nye metoden, men noe forenklet siden flygedistansene ikke var tilgjengelig. Det vil si at vi har antatt samme distanser som i 2000 for å beregne gjennomsnittlige utslippsfaktorer for cruisefasen. Vi har også måttet gjøre noen antagelser vedrørende hvilke fly som fløy innenriks og utenriks i 1989.

Resultatene i tabell 5.7 viser at NO<sub>x</sub>-utslippet innenriks økte med hele 93 prosent fra 1989 til 2000. Til sammenligning har forbruket av drivstoff økt med 70 prosent. I perioden fra 1995 til 2000 var økningen i NO<sub>x</sub> på rundt 20 prosent, og økningen i forbruket av drivstoff tilnærmet det samme. For CO har det imidlertid vært en liten økning på 17 prosent fra 1989 til 2000. For NMVOC har økningen vært på 55 prosent. Økningen har vært størst for rute- og chartertrafikk. Dette skyldes at antall flygninger har økt i dette tidsrommet, samt at flygninger med større fly har gått betraktelig opp. For småfly har det vært en reduksjon i utslippene. Dette skyldes mindre bruk av småfly nå enn tidligere.

Av figur 5.3 ser vi endringen i utslipp av CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> i perioden 1989 til 2000. CO<sub>2</sub>-utslippet har i denne perioden økt med nær 60 prosent. Den store økningen i utslipp av NO<sub>x</sub> på slutten av 90-tallet skyldes flere innenlandsflygninger med store fly, mens nedgang i år 2000 er blant annet et resultat av nedleggelsen av Color Air.

Figur 5.3. Utslipp av CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> fra innenriks sivil luftfart<sup>1</sup> 1989-2000. CO<sub>2</sub> i ktonn. NO<sub>x</sub> i tonn



<sup>1</sup> Utslipp fra Forsvarets fly er ikke inkludert.

Tabell 5.7. Utslipp fra innenriks luftfart i 1989, 1995 og 2000. Tonn. ktonn drivstoff

Innenriks	Drivstoff	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC
<b>I alt</b>				
1989	197,3	1 873,6	4 265,3	671,0
1995	272,9	2 979,4	4 242,3	831,7
2000	335,2	3 615,0	5 010,4	1041,2
<i>Rute/Charter</i>				
LTO-utslipp (1989)	65,7	549,2	457,3	59,9
LTO-utslipp (1995)	91,8	919,3	1 005,4	108,2
LTO-utslipp (2000)	111,7	1 062,4	1 314,0	121,1
Cruise-utslipp (1989)	114,7	1 223,2	395,8	117,3
Cruise-utslipp (1995)	159,6	1 924,6	521,4	105,3
Cruise-utslipp (2000)	196,9	2 384,1	606,6	112,1
<i>Helikopter</i>				
LTO-utslipp (1989)	2,2	14,6	80,0	62,9
LTO-utslipp (1995)	3,4	22,7	124,4	97,9
LTO-utslipp (2000)	4,0	26,7	146,5	115,3
Cruise-utslipp (1989)	11,6	77,4	424,6	371,2
Cruise-utslipp (1995)	16,0	106,5	584,5	511,0
Cruise-utslipp (2000)	20,2	134,9	740,2	647,2
<i>Småfly</i>				
LTO-utslipp (1989)	0,8	2,2	706,6	13,4
LTO-utslipp (1995)	0,5	1,5	490,1	9,3
LTO-utslipp (2000)	0,5	1,4	432,3	8,2
Cruise-utslipp (1989)	2,4	6,9	2 201,0	46,3
Cruise-utslipp (1995)	1,6	4,8	1 516,5	31,9
Cruise-utslipp (2000)	1,9	5,6	1 770,7	37,2

Tabell 5.8. Utslipp fra luftfart i 1995. Sammenligning med tidligere beregninger

Innenriks	Drivstoff	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC
<b>I alt</b>				
1995 (ny)	273	2 979	4 242	864
1995 (gammel)	273	2 287	4 543	965
<i>LTO-utslipp (ny)</i>				
LTO-utslipp (ny)	96	944	1 620	215
LTO-utslipp (gammel)	104	943	1 647	351
<i>Cruise-utslipp (ny)</i>				
Cruise-utslipp (ny)	177	2 036	2 622	648
Cruise-utslipp (gammel)	169	1 344	2 896	614
<i>Rute/Charter</i>				
LTO-utslipp (ny)	92	919	1 005	108
LTO-utslipp (gammel)	99	921	942	166
Cruise-utslipp (ny)	160	1 925	521	105
Cruise-utslipp (gammel)	152	1 230	778	112
<i>Helikopter</i>				
LTO-utslipp (ny)	3	23	124	98
LTO-utslipp (gammel)	4	21	186	179
Cruise-utslipp (ny)	16	107	585	511
Cruise-utslipp (gammel)	15	106	544	483
<i>Småfly</i>				
LTO-utslipp (ny)	1	2	490	9
LTO-utslipp (gammel)	1	1	519	6
Cruise-utslipp (ny)	2	5	1 517	32
Cruise-utslipp (gammel)	2	8	1 574	19

**5.2.6. Endringer i utslipp mellom ny og gammel metode**

Vi har gjort tilbakeregninger for utslipp for 1995 med den nye metoden brukt i dette arbeidet, og sammenlignet disse resultatene med beregningene gjort av Tornsjø og Rypdal i 1995. Resultatene (tabell 5.8) viser at de totale NO<sub>x</sub>-utslippene er ca. 30 prosent høyere enn tidligere beregninger har vist. Det er hovedsakelig NO<sub>x</sub>-utslipp fra cruisefasen innenfor rute- og chartertrafikk som bidrar til denne økningen. Utslippene av CO er nær 7 prosent lavere enn tidligere beregnet. Også her står rute- og chartertrafikk for det meste av reduksjonen, på grunn av en klar nedgang i CO-utslipp fra cruisefasen. Det har også vært en nedgang i beregnede utslipp av CO fra både småfly og helikopter.

Det totale utslippet av NMVOC er endret ned med -11 prosent med bruk av den nye metoden. Her har det vært en nedgang både fra helikoptertrafikk (8 prosent) og fra rute- og chartertrafikk (30 prosent). For småfly er det en endring på hele +64 prosent, noe som skyldes en klar økning i NMVOC-utslippet fra cruisefasen.

Disse endringene skyldes endringer i utslippsfaktorer og ikke endringer i aktivitetsdata.

**5.3. Aggregerte utslippsfaktorer for luftfart**

I SSBs utslippsmodell inngår kun aggregerte utslippsfaktorer (utslipp per enhet drivstoff). Faktorene er beregnet ved å dividere totale utslipp med energibruk for henholdsvis LTO og cruise. Det er ingen endring i CO<sub>2</sub>, mens SO<sub>2</sub>-faktorene varierer årlig med svovelinnholdet i drivstoffet. I tabell 5.9 og 5.10 ser vi endringene i utslippsfaktorene i utslippsmodellen. For metan har utslippsfaktorene gått ned med de nye beregningene, bortsett fra en økning i LTO-faktoren innenriks over 100 meter. Når det gjelder NMVOC har LTO-faktorene innenriks gått ned, mens LTO-faktorene utenriks har økt. Cruise-faktorene har gått ned for innenriks, men økt for utenriks.

NO<sub>x</sub>-faktorene har imidlertid økt både for innenriks og utenriksfart, med unntak av utslipp under 100 meter. Cruise-faktoren for CO i utenriksfart har blitt redusert, mens for innenriks er faktoren tilnærmet den samme. I LTO-fasen er det en økning i CO-faktoren under 100 meter, men en nedgang mellom 100 og 1000 meter.

**Tabell 5.9. Aggregerte utslippsfaktorer til bruk i den nasjonale utslippsmodellen for 2000. kg/tonn drivstoff**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO	Partikler
<b>Charter, rute, helikopter</b>								
<i>Innenriks</i>								
LTO (0-100 m)	3,15	0,24	0,1	0,36	6,85	2,16	19,09	0,025
LTO (100-1000 m)	3,15	0,21	0,1	0,36	12,84	1,88	3,99	0,025
Cruise	3,15	0	0,1	0,36	11,59	3,49	6,2	0,007
<i>Utenriks</i>								
LTO (0-100 m)	3,15	0,39	0,1	0,36	7,69	3,53	18,95	0,025
LTO (100-1000 m)	3,15	0,07	0,1	0,36	15,62	0,61	2,97	0,025
Cruise	3,15	0	0,1	0,36	11,33	0,5	1,7	0,007
<i>Småfly</i>								
LTO (0-100 m)	3,13	3,61	0,1	0,4	0	32,52	898,7	0,025
LTO (100-1000 m)	3,13	1,55	0,1	0,4	3,62	13,95	932,5	0,025
Cruise	3,13	0	0,1	0,4	2,92	19,48	926	0,007

**Tabell 5.10. Aggregerte utslippsfaktorer som tidligere lå inne i utslippsmodellen. kg/tonn drivstoff**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO	Partikler
<b>Charter, rute, helikopter</b>							
<i>Innenriks</i>							
LTO (0-100 m)	3,15	0,66	0,1	8,84	4,48	17,58	0,4
LTO (100-1000 m)	3,15	0,08	0,1	10,2	2,64	6,02	0,4
Cruise	3,15	0	0,1	8,1	2,4	6,8	0,4
<i>Utenriks</i>							
LTO (0-100 m)	3,15	1,11	0,1	10,12	1,47	14,09	0,4
LTO (100-1000 m)	3,15	0,12	0,1	11,94	0,39	2,45	0,4
Cruise	3,15	0	0,1	9,5	0,8	4,3	0,4
<i>Småfly</i>							
LTO (0-100 m)	3,13	1,45	0,1	0	24,66	1074,5	0,42
LTO (100-1000 m)	3,13	1,39	0,1	3,64	9,82	1114,9	0,4
Cruise	3,13	0	0,1	4,4	11,1	902	0,4

For småfly har de nye beregningene medført en nedgang i faktorene for NO<sub>x</sub> og CO, bortsett fra CO-faktoren i cruisefasen, som har økt. Faktorene for metan og NMVOC har økt.

Endringene i faktorer gjenspeiler, i tillegg til detaljerte nye faktorer for hver flytype, en endring i flyparken i løpet av de siste årene.

#### Endringer i utslippsfaktorer for tidligere år

Vi har som tidligere nevnt gjort tilbakeberegninger for årene 1989 og 1995 ved hjelp av den nye metoden som foreligger. Dette har medført at utslippsfaktorene også har blitt endret for disse årene (tabell 5.11). I vår utslippsmodell har vi derfor lagt inn nye utslippsfaktorer helt tilbake til 1989. For årene 1989-1992 benyttes utslippsfaktorer fått etter tilbakeberegning av 1989-data, mens det for 1993-1997 brukes faktorer funnet etter tilbakeregning av 1995-data. Sammenligner vi utslippsfaktorene for 1995 før og etter nye beregninger (tabell 5.10 og 5.11), ser man at metan-faktorene går betydelig ned med den nye metoden, bortsett fra en økning i LTO-faktoren over 100 meter innenriks. For NMVOC gir nye beregninger en nedgang i LTO-faktorene innenriks, men en økning utenriks. Cruise-faktoren har økt både for innen- og utenriksfart.

Nye beregninger oppjusterer også NO<sub>x</sub>-faktorene både for cruise og LTO. Det er imidlertid en liten nedgang for LTO under 100 meter. CO-faktorene har endret seg relativt lite for innenriksfart. For utenriksfart er det en økning i cruise-faktoren, samt for LTO under 100 meter.

Endringene som ses i utslippsfaktorene her, gjenspeiler kun bruken av nye data som benyttes i den nye metoden, og ikke en endring i flyparken. Dette viser at tidligere beregninger blant annet har underestimert utslipp av metan.

**Tabell 5.11. Nye aggregerte utslippsfaktorer for 1989 og 1995. kg/tonn drivstoff**

	CH <sub>4</sub>	NMVOC	NO <sub>x</sub>	CO
<b>1989</b>				
<i>Innenriks</i>				
LTO (0-100 m)	0,21	1,86	6,04	11,53
LTO (100-1000 m)	0,19	1,74	11,35	3,07
Cruise	0	3,87	10,29	6,49
<i>Utenriks</i>				
LTO (0-100 m)	0,16	1,41	6,73	11,56
LTO (100-1000 m)	0,03	1,25	11,56	1,25
Cruise	0	3,87	10,29	6,49
<b>1995</b>				
<i>Innenriks</i>				
LTO (0-100 m)	0,26	2,32	7,21	17,82
LTO (100-1000 m)	0,22	1,96	13,48	3,92
Cruise	0	3,51	11,57	6,29
<i>Utenriks</i>				
LTO (0-100 m)	0,34	3,03	8,12	17,21
LTO (100-1000 m)	0,05	0,48	15,9	1,73
Cruise	0	3,5	11,57	6,29

# Referanser

ANCAT (1998): ANCAT/EC2 Global Aircraft Emission Inventories for 1991/1992 and 2015. Report by the ECAC/ANCAT and EC working group. Ed. R Gardner. ISBN 92-828-2914-6, 1998.

Döpelheuer, A., and M. Lecht (1998): *Influence of engine performance on emission characteristics*. RTO AVT Symposium on "Gas Turbine Engine Combustion, Emissions and Alternative Fuels". NATO Research and Technology Organization. RTO Meeting Proceedings. 14.

EEA (2001): EMEP/Corinair Emission Inventory Guidebook 3<sup>rd</sup> Edition, Technical Report No 30, European Environmental Agency, Copenhagen.

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

Hasselrot, A. (2000): Database Model for Studying Emissions from Aircraft in Variable Flight Profile. The Aeronautical Research Institute of Sweden (FOI, Aerodynamic Division - FFA). FFA TN 2000-69.

Holtskog (2001): *Direkte energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge 1994 og 1998*. Rapporter 2001/16. Statistisk sentralbyrå.

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

IPCC (1996): Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 1, 2 and 3.

IPCC (1999): IPCC special report: *Aviation and the Global Atmosphere*. Summary for policymakers. IPCC-XV/Doc. 9a.

IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Inventories, 2000.

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.

MEET (1997): M.T. Kalivoda and M. Kudrna, *Methodologies for estimating emissions from air traffic*. MEET Deliverable No 18. The European Commission.

Olivier, J.G.J. (1991): Inventory of aircraft Emissions: A Review of Recent Literature. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Report no. 736 301 008, Bilthoven, The Netherlands.

Petzold, A., A. Döpelheuer, C.A. Brock and F. Schröder (1999): *In situ observations and model calculations of black carbon emissions by aircraft at cruise altitude*. Journal of Geophysical Research. Vol 104. No D18. 22,171-22,181.

Rypdal, K. og B. Tornsjø (1997) : *Utslipp til luft fra norsk luftfart*, Rapporter 97/20, Statistisk sentralbyrå.

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

SAS (2000): Environmental report 2000. Scandinavian Airlines.

Statistisk sentralbyrå (årlig): *NOS Samferdselsstatistikk*.

Statistisk sentralbyrå (2001): *Naturressurser og miljø 2001*, Statistiske analyser 46, Statistisk sentralbyrå

Wiesen, P., J. Kleffmann, R. Kortenbach and K.H. Becker (1994), *Nitrous Oxide and Methane Emissions from Aero Engines*, Geophys. Res. Lett. 21:18 2027-2030.

**Tidligere utgitt på emneområdet**

*Previously issued on the subject*

**Norges offisielle statistikk (NOS)**

C628: Samferdselsstatistikk 1999

**Notater**

2001/77: Beregninger av utslipp til luft av klimagasser.  
En gjennomgang av arbeidsprosess og dokumentasjon

**Rapporter (RAPP)**

97/20: Utslipp til luft fra norsk luftfart

2000/1: The Norwegian Emission Inventory.  
Documentation of methodology and data for estimating emissions of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants

2001/16: Direkte energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge 1994 og 1998

**Statistiske analyser (SA)**

46: Naturressurser og miljø 2001

47: Natural Resources and the Environment  
2001. Norway

## De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter

### *Recent publications in the series Reports*

- 2001/29 K.J. Einarsen: Utredning av alternative rapporteringsløsninger for kirkelig tjenestestatistikk. Sluttrapport fra utredningsgruppen for kirkelig tjenestestatistikk. 2001. 50s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4982-1
- 2001/30 T.P. Bø: Utenlandske leger og sykepleiere i Norge. 2001. 27s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4984-8
- 2001/31 F.R. Aune: Regional og nasjonal utvikling i elektrisitetsforbruket for 2010. 2001. 36s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4986-4
- 2001/32 T.O. Thoresen: Skatt på overføringer mellom generasjoner. 2001. 39s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4987-2
- 2001/33 T. Pedersen: Tilpasning på arbeidsmarkedet for personer som går ut av status som yrkeshemmet i SOFA-søkerregisteret - 1999 og 2000. 2001. 37s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4989-9
- 2001/34 T. Pedersen: Tilpasning på arbeidsmarkedet for deltakere på ordinære arbeidsmarkedstiltak i årene 1999-2000. 2001. 18s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4990-2
- 2001/35 A. Langørgen, R. Aaberge og R. Åserud: Gruppering av kommuner etter folke-mengde og økonomiske rammebetingelser 1998. 2001. 53s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4992-9
- 2001/36 G. Haakonsen og E. Kvingedal: Utslipp til luft fra vedfyring i Norge. Utslippsfaktorer, ildstedsbestand og fyringsvaner. 2001. 51s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4994-5
- 2001/37 K. Rypdal og L-C. Zhang: Uncertainties in Emissions of Long-Range Air Pollutants. 2001. 49s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5000-5
- 2001/38 B. Kupis Frøyen og Ø. Skullerud: Avfallsregnskap for Norge. Metoder og resultater for tekstilavfall. 2001. 41s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5005-6
- 2001/39 G.I. Gundersen og O. Rognstad: Lagring og bruk av husdyrgjødsel. 2001. 47s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5007-2
- 2001/40 I. Hauge Byberg, A. Hurlen Foss og T. Noack: Gjete kongens harer- rapport fra arbeidet med å få samboerne mer innpasset i statistikken. 2001. 60s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5008-0
- 2001/41 E. Engelién og P. Schønning: Friluftsliv og tilgjengelighet- metode for beregning av nøkkeltall. 2001. 23s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5012-9
- 2001/42 G.M. Pilskog, L. Solheim og K. Ødegård: Bruk av informasjons- og kommunikasjonsteknologi i næringslivet 2000. 2001. 56s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5013-7
- 2001/43 T. Smith og S.E. Stave: Ressursinnsats, utslipp og rensing i den kommunale avløpssektoren. 2001. 64s. ISBN 82-537-5014-5
- 2002/1 E. Rønning og S. T. Vikan: Lærernes arbeidsmiljø i 1990- årene. 2002. 60s. 180 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5016-1
- 2002/2 V.V. Holst Bloch: Arealstatistikk for tettstedsnære områder 1999-2000. 2002. 37s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-5375021-8
- 2002/3 J. Lyngstad og A. Støttrup Andersen: Utvikling i boforhold 1987-1997. Rapport til Boligutvalget. 2002. 40s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5031-5
- 2002/4 E. Røed Larsen: Boligutgiftene i Norge på 1990-tallet. Systematiske observasjoner av livsfase, geografi og husholdningstype. 2002. 25s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5024-2
- 2002/5 L. Østby: Demografi, flytting og boligbehov på 1990-tallet. 2002. 48s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5029-3
- 2002/6 L.S. Stambøl: Qualification, mobility and performance in a sample of Norwegian regional labour markets. 2002. 46s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5033-1
- 2002/7 A. Finstad, G. Haakonsen og K. Rypdal: Utslipp til luft av dioksiner i Norge - Dokumentasjon av metode og resultater. 2002. 33s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-5040-4