



**Vestlandsforskning**

Boks 163, 6851 Sogndal

Tlf. 57 67 61 50

Internett: [www.vestforsk.no](http://www.vestforsk.no)

**VF-rapport 6/2001**

# Klimagassutslepp i Sogn og Fjordane

Historiske utsleppstal, framskrivingar og  
framlegg til tiltak

Kyrre Groven

# VF Prosjektrapport

<b>Rapporttittel</b> KLIMAGASSUTSLEPP I SOGN OG FJORDANE Historiske utsleppstal, framskrivingar og framlegg til tiltak	<b>Rapportnr.</b> 6/01
	<b>Dato</b> 20. februar 2001
	<b>Gradering</b> Open
<b>Prosjekttittel</b> Fylkesdelplan for klima og energi – Sogn og Fjordane	<b>Tal sider</b> 69 + vedlegg
	<b>Prosjektnr</b> 2185
<b>Forskarar</b> Kyrre Groven, Vestlandsforskning	<b>Prosjektansvarleg</b> Kyrre Groven
<b>Oppdragsgjevar</b> Sogn og Fjordane fylkeskommune	<b>Emneord</b> Klimagassar, drivhuseffekt framskriving, tiltak
<b>Samandrag</b> <p>I samband med utarbeiding av fylkesdelplan for klima og energi har Sogn og Fjordane fylkeskommune gitt Vestlandsforskning i oppdrag å utgreie utsleppssituasjonen for klimagassar i fylket og foreslå tiltak for utsleppsreduksjonar. Prosjektet er finansiert gjennom tilskot frå Statens forureiningstilsyn.</p> <p>Strukturen i rapporten er slik: Kapittel 1 inneheld ein presentasjon av viktige omgrep knytt til drivhuseffekten. Kapittel 2 er ein gjennomgang av klimagassutsleppa i Sogn og Fjordane i 1991 og 1997, fordelt på ulike samfunnssektorar. I kapittel 3 drøftar vi prinsipp for fastsetjing av klimamål og presenterer ei framskriving av utsleppa til 2010 basert på nasjonale utviklingstendensar. Kapittel 4 inneheld framlegg til tiltak for reduksjon av klimagassutslepp frå ulike utsleppskjelder i fylket.</p> <p>Dei samla klimagassutsleppa i Sogn og Fjordane (eksklusiv petroleumsverksemd) var på om lag to millionar tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i 1997, og sto for 4,2 prosent av dei samla norske utsleppa. Same året sto prosessindustrien for 59 prosent av klimagassutsleppa i fylket. Fordi det lokale og regionale nivået manglar verkemiddel overfor prosessindustrien, har rapporten fokus på andre utsleppskjelder. Av desse er det fire sektorar som er dei største bidragsytarane til drivhuseffekten: landbruk, vegtrafikk, skip/fiskefarty og avfallsdeponi. Vegtrafikk er i ei særstilling med kraftig utsleppsauke (24 prosent frå 1991 til 1997).</p> <p>Utan nye klimatiltak er det venta ein utsleppsauke i Sogn og Fjordane på vel 10% frå 1991 til 2010. Dersom Sogn og Fjordane vel eit klimamål som harmonerer med dei nasjonale forpliktelsene i Kyotoavtalen (maks. ein prosent auke i tidsrommet 1990-2010), må fylket setje i verk nye tiltak fram mot 2010 som reduserer det årlege utsleppet med 74.000 tonn CO<sub>2</sub>.</p> <p>Lista med framlegg til klimatiltak kan tene som utgangspunkt for dialog med andre offentlege organ, næringsliv og frivillige organisasjonar om utarbeiding av klima- og energiplan for Sogn og Fjordane.</p>	
<b>ISBN</b> 82-428-0199-1	<b>Pris</b> kr 150,-

## Innhald

<b>Innhald</b> .....	<b>3</b>
<b>Samandrag</b> .....	<b>5</b>
Hovudtrekk i utsleppssituasjonen .....	5
Klimamål .....	6
Framskriving til 2010 .....	6
Tiltak .....	8
<b>1. Innleiing</b> .....	<b>11</b>
Drivhuseffekten .....	11
Klimagassar .....	11
Karbondioksid .....	12
Metan .....	12
Lystgass .....	13
Fluorhaldige klimagassar.....	13
Oppvarmingspotensial .....	14
<b>2. Historiske klimagassutslepp</b> .....	<b>15</b>
Tidsavgrensing.....	15
Hovudtrekk i utsleppssituasjonen .....	16
Samanlikning med landsgjennomsnittet .....	18
Utslepp frå stasjonære kjelder .....	20
Industri.....	20
Privat og offentleg tenesteyting.....	20
Hushald .....	20
Utslepp frå prosessar .....	21
Prosessindustri .....	21
Avfallsdeponi.....	23
Landbruk.....	24
Andre prosessutslepp .....	25
Utslepp frå mobile kjelder .....	26
Vegtrafikk .....	26
Skip og fiskefarty.....	27
Luftfart.....	29
Andre mobile kjelder .....	30
<b>3. Klimamål og framskriving av klimagassutslepp til 2010</b> .....	<b>32</b>
Utsleppskvotar som utgangspunkt.....	32
Nasjonale klimamål som utgangspunkt .....	32
Evaluering av måloppnåing .....	34
Framskriving .....	34
Stasjonær forbrenning.....	35
Prosessutslepp.....	36
Mobile kjelder.....	36
Prosessindustri .....	37
Gasskraftverk .....	39
Petroleumsverksemd.....	39
Konklusjon.....	39

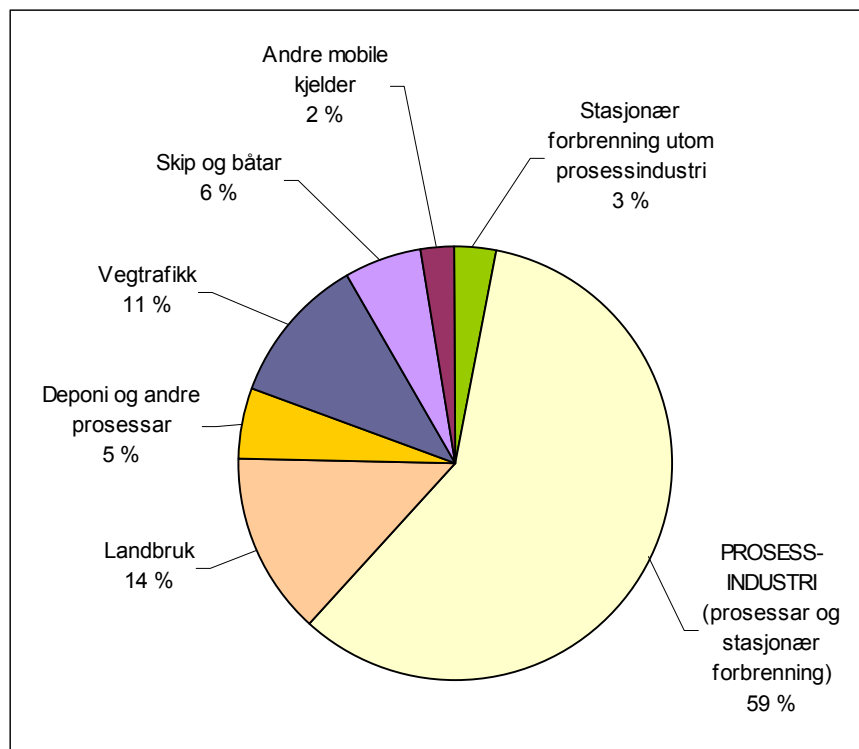
<b>4. Tiltak for reduksjon av klimagassutslepp .....</b>	<b>40</b>
Verkemiddel og tiltak .....	40
Kriterier for val av tiltak .....	41
<b>UTSLEPP FRÅ STASJONÆR FORBRENNING .....</b>	<b>43</b>
Konvertering av brensel i aluminiumsstøyper .....	43
Tiltak – stasjonær forbrenning i industrien .....	44
<b>PROSESSUTSLEPP .....</b>	<b>44</b>
Aluminiumsindustrien .....	44
Avtale om reduksjon av utslepp av klimagassar .....	44
Ferrolegeringsindustrien .....	44
Avfallsdeponi .....	45
Oksidasjon av metangass frå avfallsfyllingar .....	46
Uttak av metangass frå avfallsfyllingar .....	46
Kompostering av våtorganisk avfall .....	47
Forbrenning av avfall .....	47
Kvoteplikt .....	47
Landbruk .....	48
Tiltak mot metanutslepp frå gjødsellager .....	48
Tiltak mot lystgassutslepp frå gjødselspreiing og jordsmonn .....	49
Skogbruk .....	52
Kjølemedium .....	53
<b>UTSLEPP FRÅ MOBILE KJELDER .....</b>	<b>54</b>
Vegtrafikk .....	54
Vegprising .....	54
Lokalisering av arbeidsplassar, bustader og servicefunksjonar .....	54
Parkeringsregulering .....	56
Bruk av sykkel .....	56
Vegkapasitet .....	56
Energieffektiv lastebiltransport .....	57
Styrke overgangen til sjø- og jernbanetransport .....	58
Kollektivtransport .....	59
Alternative drivstoff .....	60
Skip og fiskefartøy .....	61
Ferjer .....	61
Snøggbåt .....	62
Fiskeflåten .....	63
Fly .....	64
<b>Litteratur .....</b>	<b>65</b>
<b>Notar .....</b>	<b>67</b>

## Samandrag

### Hovudtrekk i utsleppssituasjonen

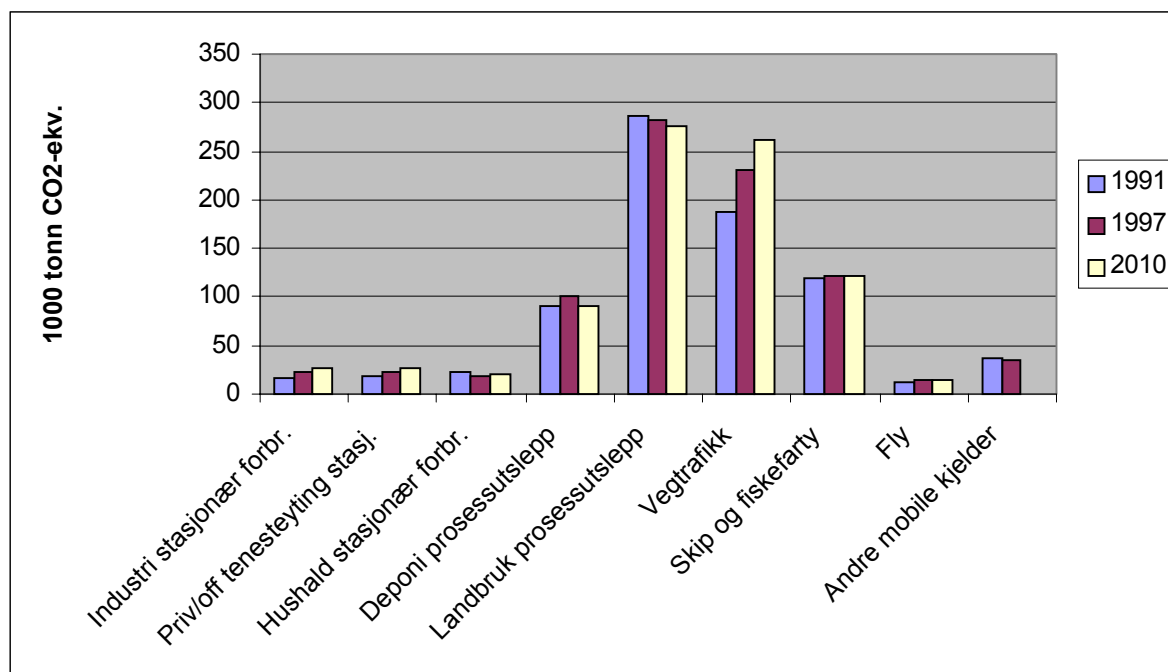
Dei samla klimagassutsleppa i fylket (eksklusiv petroleumsvirksemd) var på om lag to millionar tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i 1997, og sto for 4,2 prosent av dei samla norske utsleppa. Utsleppa vaks med berre ein prosent frå 1991 til 1997, sjølv om både stasjonær forbrenning og mobile kjelder hadde sterk auke i dette tidsrommet på høvesvis 22 og 13 prosent. Når veksten i dei samla utsleppa likevel ikkje var større kjem det av dei sterke reduksjonane i utslepp av fluorhaldige klimagassar (PFK) frå aluminiumsindustrien. Dersom vi ser bort frå prosessindustrien var auken i samla klimagassutslepp frå Sogn og Fjordane på sju prosent i det aktuelle tidsrommet.

Dei tre prosessindustri-verksemdene i fylket (Elkem Bremanger Smelteverk og Hydro Aluminium Årdal og Høyanger) spelar ei heilt dominerande rolle når det gjeld klimagassutslepp i Sogn og Fjordane. Det går fram av figuren nedanfor. Det lokale og regionale nivået rår ikkje over verkemiddel andsynes prosessindustrien. Ved utforming av ein klimahandlingsplan for Sogn og Fjordane er det difor mest aktuelt å konsentrere seg om dei andre utsleppa, som ikkje er av utprega nasjonal karakter.



**Figur 0.1 Klimagassutslepp i Sogn og Fjordane 1997, fordeling mellom utsleppskategoriar (prosent). Eksklusiv olje- og gassverksemd.**

Når vi ser på det vi kan omtale som ”ordinære” utsleppskjelder i fylket, er det fire sektorar som peikar seg ut som dei klart viktigaste (prosenttal viser andel av samla klimagassutslepp *utom* prosessindustri i 1997, til skilnad frå diagrammet ovanfor): Prosessutslepp frå landbruket (33 %), mobile utslepp frå vegtrafikk (27 %) og skip/fiskefarty (14 %) og prosessutslepp frå avfallsdeponi (12 %). Utviklinga av klimagassutslepp frå dei ulike sektorane går fram av figuren nedanfor.



**Figur 0.2 Historiske utslepp av klimagassar frå Sogn og Fjordane, 1991 og 1997, og framskriving av utslepp til 2010. Etter utsleppskjelder. Utslepp av nasjonal karakter (olje- og gassverksemd og prosessindustri) er ikkje med. 1000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Framskrivning er ikkje gjort for "andre mobile kjelder".**

Klimagassutsleppa per innbyggjar er om lag like store i Sogn og Fjordane som i resten av landet (høvesvis 7,9 og 7,6 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per innbyggjar). Tar vi med prosessindustrien vert skilnaden stor, med 60 % høgare utslepp per innbyggjar i Sogn og Fjordane enn i resten av landet.

### Klimamål

Noreg har forplikta seg gjennom Kyotoprotokollen til ikkje å auke dei nasjonale utsleppa med meir enn 1 prosent i tidsrommet 1990 – 2010. Det er rimeleg at Sogn og Fjordane opererer med eit klimamål som harmonerer med det nasjonale klimamålet. Vidare legg vi til grunn at klimamålet for Sogn og Fjordane tar utgangspunkt i utsleppskjelder av lokal og regional karakter. Ser vi bort frå oljeverksemd og prosessindustri kan Noreg auke utsleppa med maksimalt 271.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar frå 1990 til 2010. Fordeler vi denne "kvoten" på alle norske innbyggjarar i 2010, vert det i Sogn og Fjordane rom for ein auke på vel **6.400 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar** frå 1990 til 2010. Dersom ein nyttar dette som utgangspunkt for fastsetjing av klimamål for Sogn og Fjordane, kan ikkje utsleppa i 2010 vere større enn om lag **807.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar**.

### Framskrivning til 2010

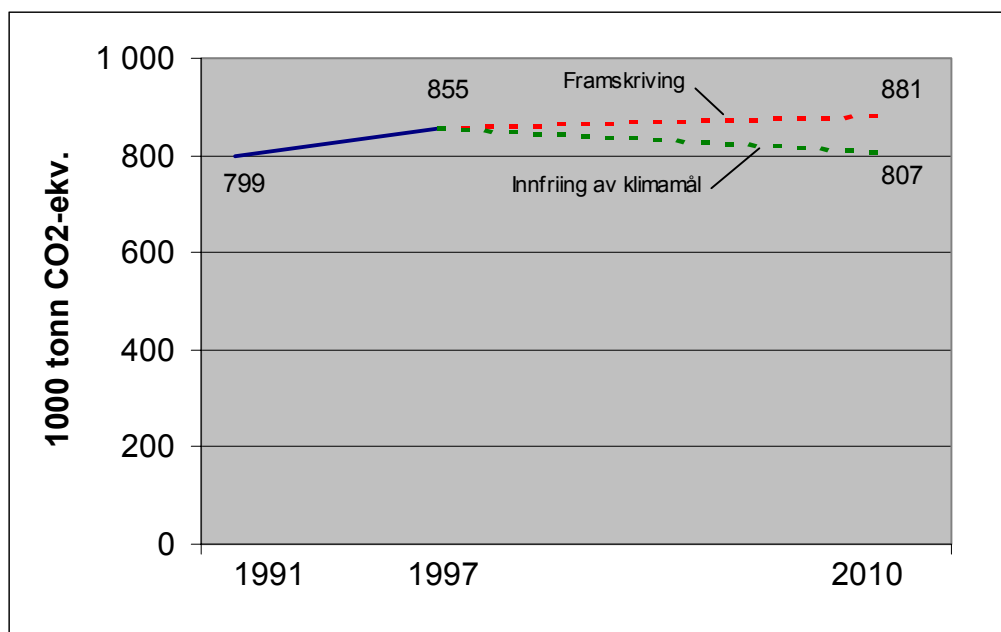
Med *framskriving* (evt. referansebane) meiner vi her ei skildring av venta utvikling i utslipp av klimagassar under den føresetnaden at det ikkje vert sett i verk andre tiltak enn dei som alt er vedtatt for å endre denne utviklinga. Framskrivninga fortel oss med andre ord korleis det vil gå dersom vi ikkje gjennomfører nye tiltak. Regjeringa har utarbeidd ein referansebane for norske klimagassutslepp som byggjer på økonomiske prognosar om vekst i BNP, realrentenivå, oljepris med meir. Denne framskrivinga viser at dersom utviklinga av

klimagassutslepp held fram som no utan nye tiltak, vil dei norske klimagassutsleppa i 2010 vere 24 prosent høgare enn i 1990.

Ei tilsvarande framskriving for Sogn og Fjordane, eksklusiv prosessindustri, viser ei meir moderat utvikling: Dersom det ikkje vert sett inn nye klimatiltak er det venta ein utsleppsauke på vel **10 prosent** frå 1991 til 2010 (frå 799.000 til 881.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar, jf. figuren nedanfor). Framskrivinga fordelt på utsleppskjelder er vist i figur 0.2. Framskrivinga for Sogn og Fjordane byggjer på dei nasjonale prognosane for utsleppsutvikling i ulike sektorar, med to unntak:

- Framskriving av nasjonale utslepp frå stasjonær forbrenning i industrien legg til grunn ein auke på 18 prosent frå 1997 til 2010. Her har vi gjort unntak for prosessindustrien, fordi Hydro Aluminium og Elkem signaliserer nullvekst i sine verksemdar i Sogn og Fjordane innanfor dette tidsrommet.
- For skip og fiskefarty operer den nasjonale framskrivinga med ein vekst på to prosent i klimagassutslepp frå 1997 til 2010 dersom ingen nye tiltak vert sett i verk. Ut frå den fallande tendensen i utslepp frå fiskefarty i Sogn og Fjordane og den uvisse situasjonen til snøggåten mellom Bergen og Sogn, førest vi uendra utslepp frå 1997 til 2010 for denne kjelda.

Lågare vekstrate enn på nasjonalt nivå heng for ein stor del saman med at Sogn og Fjordane-framskrivinga ikkje omfattar olje- og gassverksemd.



**Figur 0.3** Framskriving av klimagassutslepp i Sogn og Fjordane 2010, ekskl. oljeverksemd og prosessindustri. Til samanlikning er det vist ei utvikling som gir innfriing av klimamål relatert til Kyotoavtalen. 1000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

Figuren over viser at det er eit gap på **74.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar** mellom framskrivinga og det skisserte klimamålet i 2010. Dette gapet må tettast igjen med utsleppsreducerande tiltak i åra fram til 2010 dersom Sogn og Fjordane skal nå eit klimamål som harmonerer med det

Noreg har forplikta seg til i Kyotoprotokollen. Dette er ei fullt overkommeleg oppgåve, men det vil krevje målretta innsats frå mange aktørar. Utsleppsreduksjonen svarer til litt meir enn dei samla klimagassutsleppa frå lastebilar og bussar i Sogn og Fjordane, eller ¾ av alle metangassutslepp på avfallsdeponia i fylket.

Dersom ein vel å etablere eit klimamål som inkluderer prosessindustrien, vil dette kunne føre til at ein ikkje treng å innføre klimatiltak i det heile for å få klimarekneskapen til å gå opp. Det kjem av at Hydro Aluminium reduserte sine utslepp av fluorhaldige klimagassar med nærare 40 prosent frå 1990 til 1991. Dette aleine fører til at eit klimamål for Sogn og Fjordane som tar utgangspunkt i norske klimaforpliktelser, og som inkluderer prosessindustrien, gir eit tak på klimagassutsleppa for 2010 som ligg 13 prosent over framskrivinga. Dette understrekar at prosessindustrien er ei *nasjonal* utsleppskjelde som vanskeleg kan plasserast i ein regional klimarekneskap. Ein konsekvens av å leggje prosessindustrien til grunn for utforming av klimamål, vil vere å innlemme andre nasjonale utsleppskjelder i klimarekneskapen til Sogn og Fjordane, som olje- og gassverksemd og eventuelle gasskraftverk.

### Tiltak

Det er utarbeidd ei liste over moglege utsleppsreducerande tiltak som kan bidra til å nå eit gitt klimamål for Sogn og Fjordane. Lista er ikkje uttømande. Vi skal her gjere greie for *kriterier for val av tiltak*. Dei kan organiserast rundt fire punkt:

1. Direkte tiltak (ikkje indirekte tiltak eller karbonlager)
  2. Fokus på utslepp av lokal/regional karakter
  3. Fokus på dei største utsleppskjeldene (landbruk, avfall, transport)
  4. Avgrensing mot Energiråd sitt rapportbidrag
- 
1. Tiltak mot klimagassutslepp kan delast inn i tre kategoriar: *Direkte tiltak* (retta mot sjølve utsleppskjelda), *indirekte tiltak* (med fokus på forbruksmønster og haldningar) og *karbonlager* (med sikte på å forlenge opphaldstida for karbon i delar av karbonkretsløpet). SFT sine framlegg til tiltak er utelukkande av den første kategorien, og det er også direkte tiltak som står i fokus i lista over framlegg til klimagassreducerande tiltak (tabell 0.1).
  2. I tråd med konklusjonane i kapittel 3 har tiltakslista fokus på utslepp som ikkje er av nasjonal karakter. Vi har såleis sett bort frå tiltak i olje- og gassverksemd. For prosessindustri har vi gitt ein kort omtale av aktuelle klimatiltak. Dette er tiltak verksemdene sjølv arbeider med i samarbeid med Miljøverndepartementet og SFT.
  3. Det er lagt mest arbeid i å utgreie tiltak retta mot dei fire største utsleppskjeldene (jf. figur 0.2), det vil seie *landbruk, avfallsdeponi, vegtrafikk* og *skip/fiskefarty*.
  4. Tiltak i høve til energiforsyning (bioenergi/fjernvarme/fornybar energi) og ENØK innanfor stasjonær energibruk er i liten grad omtalt i denne rapporten, i og med at desse emna er dekt av Energiråd sin rapport. Tiltak som er omtalt der, mellom anna bioenergi og annan fornybar energi, og enøk innanfor stasjonær energibruk, vil også kunne ha utsleppsreducerande effekt på klimagassar.

For storparten av dei foreslåtte tiltaka er det ikkje gjort ei kvantifisering av reduksjonspotensialet. Dette er mellom anna ein konsekvens av at vi har prioritert utgreiing av tiltak for utsleppskjeldene landbruk, avfallsdeponi og transport. Landbruk og transport er



utsleppskjelder som i utprega grad er dominert av diffuse kjelder (mange og spreidde utslepp, til skilnad frå større punktutslepp). Når det gjeld landbruk er det dessutan stor uvisse knytt til dei faktiske klimagassutsleppa og effektane av dei potensielle tiltaka. Også for avfallsdeponi er det måleproblem knytt til uvisse kring den faktiske nedbrytingsfarten i avfallsmassane og framfor alt svært dårleg oversikt over utsleppspotensialet på grunn av mangelfulle data i kommunane om avfallsmengder og -sammansetting.

Vurderingar av tiltakskostnader per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalent er med i den grad slike opplysningar forelegg frå SFT si side. Framlegga til tiltak er systematisert etter utsleppskjelde i tabellen nedanfor.

**Tabell 0.1 Oversikt over foreslåtte tiltak ordna etter utsleppskjelde.**

Utsleppskjelde	Tiltak
Stasjonær forbr.	Overgang frå olje og gass til bioenergi
Stasjonær forbrenning i industrien	Konvertering frå lettolje til propan som hovudbrensel i aluminiumsstøyperiet til Hydro Aluminium Høyanger Metallverk.
	Bruk av spillvarme frå prosessindustrien til oppvarming (fjernvarme)
Prosessutslepp, industri	Skifte ut søderberg-celler med prebake-celler ved aluminiumsverka
	Nytte biokarbon (trekol) i staden for fossilt kol som reduksjonsmiddel i ferrolegeringsproduksjon
Avfallsdeponi	Uttak av metangass frå fyllingar i drift – snarleg oppfølging av pålegg
	Uttak av metangass frå nokre større, nedlagde deponi
	Bruk av toppdekke for metanoksidering ved nedlagde deponi og som supplement til uttak av metangass ved deponi som er i drift
	Tilrettelegging for etablering av avfallsforbrenning i kombinasjon med utnytting av varmeenergi
Landbruk	Leggje til rette for redusert gjødslingsintensitet og optimal gjødselutnytting
	Informasjon og økonomisk tilrettelegging (BU-tilskot) for bruk av gjødselhandteringssystem som førebyggjer metanutslipp, fører til redusert nitrogentap og gir minst mogleg jordpakking.
	Spreie informasjon om verdien ved å unngå jordpakking. Oppmuntre til bruk av lette landbruksmaskinar og til å unngå køyring på mark med høgt vassinnhald
	Spreie informasjon om og yte økonomisk støtte til grøfting og kanalisering
	Leggje til rette for overgang til økologisk driftsform
Andre prosessutslepp	Hindre at hydrofluorkarbonar (HFK) vert teken i bruk som kjølemedium i fiskeindustri, daglegvarehandel og godstransport
Vegtrafikk generelt	Arealplanlegging med sikte på å redusere transportbehovet mellom arbeidsplassar, bustader og servicefunksjonar i byar og tettstader, ma. gjennom: fortetting; samordna lokalisering av handel og servicefunksjonar; lokalisering av arbeidsplassar og servicetilbod til knutepunkt i kollektivtransporten; tilrettelegging for lokale nærmiljøsentar.
	Parkeringsregulering nytta i kombinasjon med andre verkemiddel (betra kollektivtransport, tilrettelegging for syklistar og fotgjengarar)
	Føre dialog med bensindistributørar om å utvide distribusjonsnett for biodiesel / etanol-oppblanda drivstoff til Sogn og Fjordane.
Vegtrafikk, godstransport	Tiltak for redusert drivstoff-forbruk i lastebiltransport: Motivasjon og kursing av sjåførar om køyremønster, vedlikehald og utrusting av bil.
	Koordinering av transportar gjennom samarbeid mellom transportørar og kundar med sikte på å oppnå betre kapasitetsutnytting av godsbilar.
	Bruk av elektroniske logistikkssystem i lastebiltransport.
	Leggje til rette for overgang av godstransport frå veg til sjø og bane gjennom fylkesdelplan for transport, plan for regionhamn og fylkesdelplan for arealbruk. Vekt på utvikling av knutepunkt for intermodal transport.
	Betre koordinering offentlege aktørar imellom og mellom offentlege og private aktørar for å styrke sjøtransport / intermodal transport. Koordineringstiltak langs heile transportkjeda.

Vegtrafikk, persontransport	Vurdere svenske røynsler med gratis kollektivtransport-tilbod
	Oppbygging av ekspressbuss-nettverk som også kan tene lokale persontransport-behov.
	Overgang til biodiesel på delar av bussparken i fylket.
Sjøtransport, ferjer	Dimensjonere motoreffekt på nye ferjer med tanke på optimal driftsøkonomi. Dialog med Vegdirektoratet om dette.
	Tiltak for optimalisert fart i høve til rutetidene på ferjer gjennom: Haldningsskapande arbeid blant navigatørane; Installering av satellitt-basert navigasjonsutstyr i alle ferjer.
Sjøtransport, passasjerbåtar	Vurdere tiltak for energiøkonomisering i samband med ny ekspressbåtplan for Fylkesbaatane. Vurdere nye ekspressbåtruter opp mot alternative kollektivtransporttilbod.
Fiskefarty	Kursing og motivering overfor fiskarar (fiskebåtreiarar, skipparar) med sikte på meir energiøknomisk drift av fiskebåtar: Korleis finne optimalt driftspunkt; unngå full motorbelastning; driftsplanlegging; installering av økometer; godt vedlikehald av skrog og framdriftsanlegg.
Luftfart	Rutinar for tenestereiser ved offentlege etatar med sikte på å avgrense unødig bruk av fly.

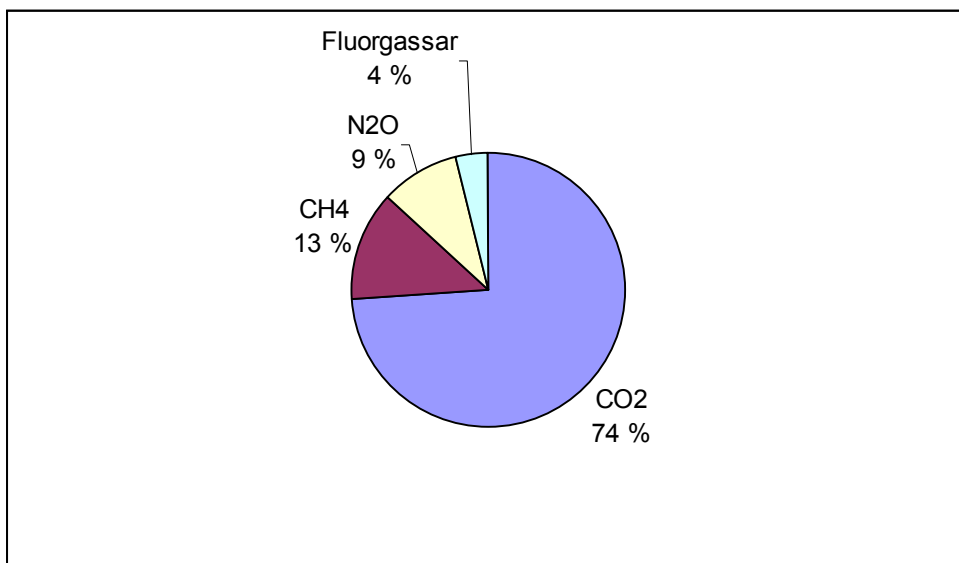
# 1. Innleiing

## Drivhuseffekten

Rein, tørr luft består av 99 volumprosent oksygen og nitrogen. I tillegg inneheld atmosfæren edelgassar og små mengder av såkalla *drivhusgassar* eller *klimagassar*. Sjølv om klimagassane utgjer berre ein liten del av atmosfæren spelar dei ei viktig rolle fordi dei slepper gjennom det meste av energien i dei kortbølga solstrålane, samstundes som dei bremsar tilbakestrålinga frå jorda i form av infraraud, langbølga varmestråling. Denne mekanismen omtaler vi som *drivhuseffekten*. Den naturlege drivhuseffekten er eit vilkår for liv på jorda slik vi kjenner det: Utan drivhuseffekten ville gjennomsnittstemperaturen på jorda vore minus 18°C og verdshava ville vore dekt av is. Problemet oppstår når ein får auka konsentrasjonar av drivhusgassar ut over det normale nivået. Dette fører til høgare temperatur i den nedre delen av atmosfæren (troposfæren). Det er denne *menneskeskapte forsterka* drivhuseffekten som ein fryktar vil skape problem i form av framtidige klimaendringar.

## Klimagassar

Somme drivhusgassar, som vassdamp, karbondioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O), har sine naturlege kretsløp. Menneskeskapte utslepp bidrar til at konsentrasjonen av desse gassane aukar. I tillegg kjem klimagassar, først og fremst fluorhaldige gassar, som ikkje finst frå naturen si side, men som berre er industrielt framstilt.



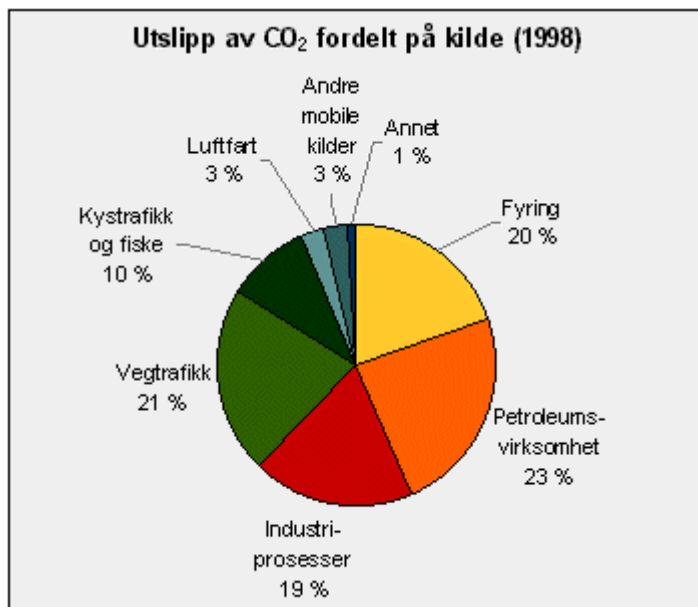
**Figur 1.1 Utslepp av klimagassar i Noreg vurdert etter klimaeffekt, 1998. Prosent**

Figuren ovanfor syner fordelinga mellom utslepp av ulike typar klimagassar i Noreg i 1998. Karbondioksid er den klart viktigaste klimagassen, og står for om lag  $\frac{3}{4}$  av dei samla utsleppa. Så følgjer metan og lystgass, med høvesvis 13 og ni prosent av utsleppa. Dei syntetiske fluorhaldige klimagassane står for fire prosent av dei nasjonale utsleppa. Nedanfor vil vi gå nærare inn på kvar enkelt av dei viktigaste klimagassane, med omsyn til kjelder, utvikling av utsleppsnivå og atmosfærisk konsentrasjon.

## Karbondioksid

Karbondioksid (CO<sub>2</sub>) er den viktigaste drivhusgassen, og står for om lag ¾ av klimagassutsleppa i Noreg. Fram til 1750 var CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i atmosfæren relativt stabil, men etter 1750 har konsentrasjonen auka med 35 prosent, mest truleg som resultat av menneskeleg aktivitet. Dei auka CO<sub>2</sub>-utsleppa kjem først og fremst av forbrenning av fossilt brensel som kol, olje og gass. Avskoging har også vore med på å auke CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i atmosfæren. Ein ventar at konsentrasjonen vil verte dobla i høve til førindustrielt nivå i løpet av 30-40 år, og tredobla innan år 2100 dersom dagens utsleppstrend held fram. CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen er allereie høgare enn nokon gong i løpet av dei siste 160.000 åra, det vil seie så langt forskarne har klart å rekne seg attende. Innanfor tidsperspektivet til Kyotoprotokollen reknar ein med at dei norske CO<sub>2</sub>-utsleppa vil auke med 40 prosent frå 1990 til 2010 dersom ein ikkje set i verk tiltak ut over dei som er vedtekne i dag. Dersom dei tre planlagte gasskraftverka vert realisert, vil utsleppa i 2010 stige med 50 prosent frå 1990-nivå.

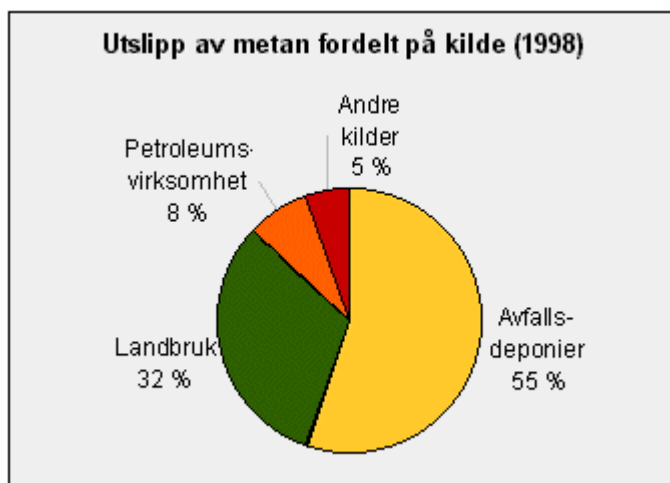
Figur 1.2 syner korleis norske karbondioksid-utslepp er fordelt på kjelder. Petroleumsvirksomheit, stasjonær forbrenning (fyring), industriprosesser og vegtrafikk er nokså jamstore utsleppskjelder. I samband med regionale og lokale ser vi bort frå utslepp knytt til olje- og gassutvinning.



Figur 1.2 Utslepp av karbondioksid fordelt på utsleppskjelder, Noreg 1998.

## Metan

Metan (CH<sub>4</sub>) vert danna naturleg under rottingsprosesser som skjer utan lufttilgang. Avfallsdeponi, landbruk og olje/gassutvinning er viktige utsleppskjelder. Konsentrasjonen av metan i atmosfæren er meir enn dobla frå 1750 til 1995. Iskjerneboringar syner relativt klart samanfall mellom folketalet på jorda og metankonsentrasjonane i atmosfæren. Difor er det all grunn til å tru at også den auka metankonsentrasjonen kjem av menneskeleg aktivitet.

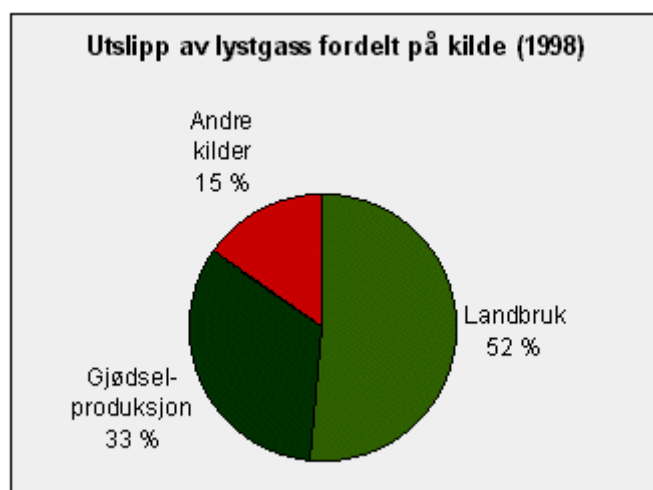


**Figur 1.3** Utslepp av metan fordelt på utsleppskjelder, Noreg 1998.

### Lystgass

Mikrobiologisk aktivitet i jordsmonnet er den viktigaste kjelda til utslepp av lystgass ( $N_2O$ ). Det er ikkje like nær samanheng mellom menneskeleg aktivitet og utsleppa av lystgass som tilfellet er for karbondioksid og metan. Konsentrasjonen av lystgass i atmosfæren har auka med i overkant av 10 prosent i løpet av dei siste 200 åra, men det er stor uvisse om nivået på totalutsleppa.

Vel halvparten av dei norske lystgassutsleppa kjem frå landbruket og om lag 1/3 frå kunstgjødselproduksjon. Utslepp av lystgass frå vegtrafikk aukar sterkt fordi gassen er eit biprodukt frå katalysatorar.



**Figur 1.4** Utslepp av lystgass fordelt på utsleppskjelder, Noreg 1998.

### Fluorholdige klimagassar

Det finst ei rekkje fluorholdige gassar som bidrar til drivhuseffekten. Her vil vi konsentrere oss om dei gassane som er regulert gjennom Kyotoprotokollen: HFK, PFK og  $SF_6$ .

Hydrofluorkarbon (HFK) er ei gruppe gassar som ikkje bryt ned ozonlaget, til skilnad frå gassar med liknande eigenskapar. Difor har HFK dei seinare åra vorte tatt i bruk som erstatningsstoff etter kvart som KFK, halonar og HKFK vert fasa ut i tråd med Montrealprotokollen. Bruksområda er mellom anna kjølemedium, brannsløkkingsmiddel og blåsemiddel i isolasjonsskum. Dersom det ikkje kjem lovforbod mot bruk av HFK, vil desse gassane etter kvart kunne gje store bidrag til drivhuseffekten ettersom dei er sterke drivhusgassar og har lang levetid i atmosfæren.

Dei fluorhaldige gassane svovelheksafluorid ( $\text{SF}_6$ ) og perfluorkarbonar eller PFK-gassar ( $\text{CF}_4$  og  $\text{C}_2\text{F}_6$ ) er mellom dei sterkaste kjente drivhusgassane. Dei vert ikkje brote ned av ultrafiolett stråling, og kan dermed halde seg i atmosfæren i fleire tusen år. Hovudkjeldene er produksjon av aluminium og magnesium.

## Oppvarmingspotensial

*Globalt oppvarmingspotensial* (GWP eller Global Warming Potential) er ei måleining som gjer det mogleg å samanlikne oppvarmingseffekten til dei ulike klimagassane. GWP-verdiane viser til akkumulert oppvarmingseffekt i høve til karbondioksid over eit valt tidsrom (som regel 20, 100 eller 500 år). Kyotoprotokollen nyttar eit tidsperspektiv på 100 år ved fastsetjing av GWP-verdiane til klimagassane, og det same gjer vi i denne rapporten.

Ved hjelp av verdiar for globalt oppvarmingspotensial reknar vi om utslepp av ulike klimagassar til *CO<sub>2</sub>-ekvivalentar*, dvs. den mengda  $\text{CO}_2$  (i vekteinangar) som ville hatt same klimaeffekt som det aktuelle utsleppet. Til dømes vil utslepp av 1 tonn metan verte omtalt som 21 tonn  $\text{CO}_2$ -ekvivalentar, fordi metan har 21 gongar sterkare klimaeffekt enn  $\text{CO}_2$ . Relativt små utslepp av ein klimagass med sterk oppvarmingseffekt (høg GWP-verdi) kan altså gjere større skade enn store utslepp av ein klimagass med mindre oppvarmingseffekt. Tabellen nedanfor syner det innbyrdes ”styrkeforholdet” mellom klimagassane. Sjølv om  $\text{CO}_2$  er den svakaste klimagassen som er lista opp, er han like fullt den viktigaste pga. dei store mengdene karbondioksid som vert sleppt ut i atmosfæren (jf. figur 1.1).

**Tabell 1.2. Globalt oppvarmingspotensial (GWP) for nokre drivhusgassar**

Drivhusgass	Levetid i atmosfæren i år	GWP over 100 år
$\text{CO}_2$	50-200	<b>1</b>
$\text{CH}_4$	12	<b>21</b>
$\text{N}_2\text{O}$	120	<b>310</b>
$\text{CF}_4$	50 000	<b>6 500</b>
$\text{C}_2\text{F}_6$	10 000	<b>9 200</b>
$\text{SF}_6$	3 200	<b>23 900</b>
HFK t.d.134a	15	<b>1 300</b>

Kjelde: SFT / IPCC 1996.

## 2. Historiske klimagassutslepp

Utsleppa i Sogn og Fjordane av klimagassane karbondioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), lystgass (N<sub>2</sub>O) og perfluorkarbonar (PFK) for 1997 går fram av tabellen nedanfor.<sup>1</sup> Vidare gir tabellen informasjon om den prosentvise endringa av utsleppa frå 1991 til 1997. Etter ei innleiande drøfting av hovudtrekka i tabellen og samanlikning med nasjonale utsleppstal, vil vi gå gjennom kvar utsleppskjelde og gjere greie for føresetnadene for dei presenterte tala. Tabellen tar utgangspunkt i, men er likevel ikkje identisk med, dei historiske utsleppstala som Statistisk sentralbyrå (SSB) og Statens forureiningstilsyn (SFT) presenterer. Tabell 2.1 skil seg frå SSB/SFT sine kommunefordelte utsleppstal ved at vi har inkludert utslepp av fluorhaldige klimagassar (PFK) frå prosessindustrien og gjennomført egne utrekningar av utslepp frå skip/fiskefarty og utslepp frå luftfart.<sup>2</sup>

**Tabell 2.1 Utslepp i Sogn og Fjordane av CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O og PFK i 1997, og endring frå 1991 til 1997. Eksklusiv olje- og gassverksemd. Tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar; prosent.**

	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		PFK		SUM	
	1997	91-97	1997	91-97	1997	91-97	1997	91-97	1997	91-97
<b>Stasjonær forbrenning</b>	<b>143 641</b>	<b>25 %</b>	<b>5 934</b>	<b>-22 %</b>	<b>1 575</b>	<b>-11 %</b>	<b>0</b>		<b>151 149</b>	<b>22 %</b>
Industri, stasjonær	109 373	36 %	79	52 %	346	48 %	0		109 798	37 %
Privat/off. tenesteyting	22 164	19 %	57	18 %	70	29 %	0		22 291	19 %
Hushald	11 695	-17 %	5 790	-22 %	1 158	-22 %	0		18 642	-19 %
Anna stasj. forbrenning	409	-76 %	8	-71 %	0		0		417	-76 %
<b>Prosessutslepp</b>	<b>729 111</b>	<b>6 %</b>	<b>252 600</b>	<b>4 %</b>	<b>123 113</b>	<b>-4 %</b>	<b>405 390</b>	<b>-18 %</b>	<b>1 510 214</b>	<b>-3 %</b>
Industri, prosessar	715 480	6 %	0		0		405 390	-18 %	1 120 870	-4 %
Deponi	1 103	13 %	99 575	10 %	0		0		100 678	10 %
Landbruk	8 941	7 %	153 025	1 %	120 416	-4 %	0		282 382	-1 %
Andre utslepp	3 587	-8 %	0		2 697	13 %	0		6 284	0 %
<b>Mobile kjelder</b>	<b>388 190</b>	<b>12 %</b>	<b>1 595</b>	<b>-4 %</b>	<b>11 784</b>	<b>77 %</b>	<b>0</b>		<b>401 569</b>	<b>13 %</b>
Vegtrafikk	222 749	21 %	1 182	-6 %	7 269	261 %	0		231 199	24 %
<i>Person- og varebilar</i>	151 447	14 %	1 048	-9 %	7 066	277 %	0		159 561	17 %
<i>Lastebilar og bussar</i>	70 027	43 %	88	18 %	196	47 %	0		70 311	43 %
<i>Moped og MC</i>	1 275	42 %	45	37 %	7	36 %	0		1 327	42 %
Skip og fiskefarty	119 865	2 %	183	2 %	937	2 %	0		120 986	2 %
Fly	13 300	10 %	59	10 %	130	10 %	0		13 489	10 %
Andre mobile kjelder	32 276	-4 %	172	-1 %	3 448	-4 %	0		35 895	-4 %
<b>Totale utslepp</b>	<b>1 260 941</b>	<b>10 %</b>	<b>260 129</b>	<b>3 %</b>	<b>136 472</b>	<b>0 %</b>	<b>405 390</b>	<b>-18 %</b>	<b>2 062 932</b>	<b>1 %</b>
<b>Utan prosessindustri<sup>3</sup></b>	<b>459 056</b>	<b>12 %</b>	<b>260 066</b>	<b>3 %</b>	<b>136 199</b>	<b>0 %</b>	<b>0</b>		<b>855 322</b>	<b>7 %</b>

For å kunne jamføre utsleppa av gassar med sær ulike klimaeigenskapar er det vanleg å talfeste utsleppa i *CO<sub>2</sub>-ekvivalentar*. Mengda av metan, lystgass og PFK er altså rekna om til karbondioksid-utslepp med tilsvarende klimaeffekt.<sup>4</sup>

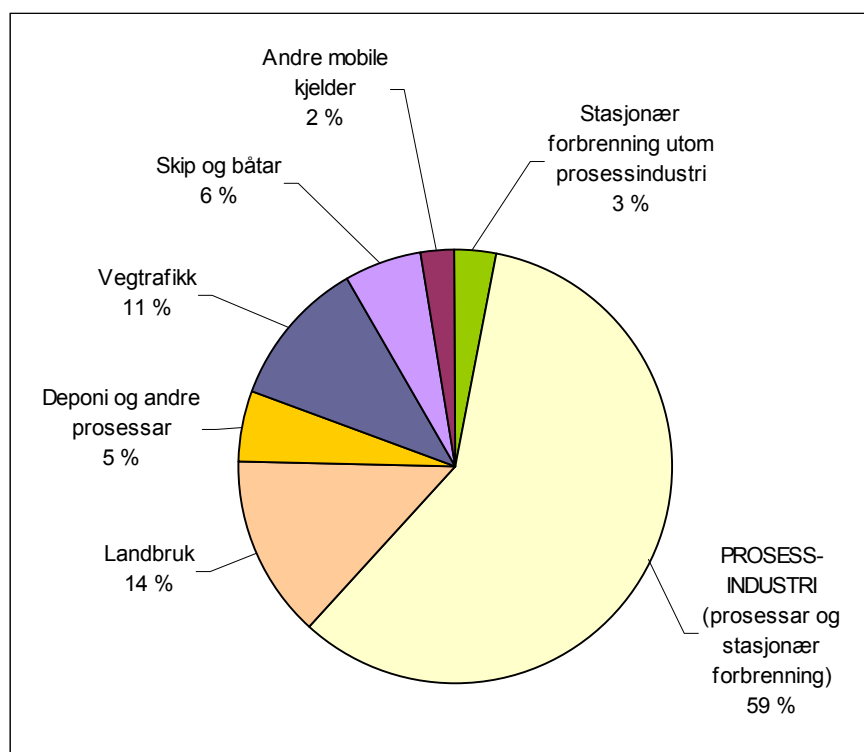
### Tidsavgrensing

Før vi går nærare inn på tolking av dette materialet, er det naudsynt å omtale tidsavgrensinga som er nytta i presentasjonen av historiske utsleppsdata. SFT tilrår at lokale og regionale klimahandlingsplanar skal ta utgangspunkt i åra 1991 og 1997. Dette har bakgrunn i at SSB relativt nylig har revidert kommunefordelinga av dei nasjonale utsleppstala for nettopp desse

åra. Dette er data som har kome fram dels gjennom identifisering av punktutslepp (særleg frå større industriverksemder), men for ein stor del gjennom fordeling av nasjonale utslepp etter ein modell som nyttar om lag 250 fordelingsnøklar bygd på ulike typar bakgrunnsstatistikk.<sup>5</sup> Tidlegare publisert utsleppsstatistikk som er brote ned på kommunenivå er ikkje konsistent med dei reviderte tala for 1991 og 1997. Fordi Kyotoprotokollen nyttar 1990 som basisår vil det vere ønskeleg å fastsette utsleppsnivået for dette året. SSB opplyser at reviderte kommunefordelte tal for 1990 tidlegast vil verte offentleggjort i 2002.<sup>6</sup> Innanfor ramma av dette prosjektet ville det ikkje vere mogleg å etablere fullverdige historiske klimautsleppstal for 1990 etter SSB sin metodikk.<sup>7</sup>

### Hovudtrekk i utsleppssituasjonen

Vi ser av tabell 2.1 at dei samla klimagassutsleppa i fylket (eksklusiv petroleumsverksemd) var på om lag to millionar tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i 1997, og at dette talet var ein prosent høgare enn i 1991. Både stasjonær forbrenning og mobile kjelder hadde sterk auke frå 1991 til 1997, på høvesvis 22 og 13 prosent. Når veksten i dei samla utsleppa likevel ikkje er større enn ein prosent kjem det av dei sterke reduksjonane i utslepp av fluorhaldige klimagassar (PFK) frå aluminiumsindustrien (i tillegg var det nedgang i oljefyring i hushalda og ein mindre reduksjon i utsleppa av lystgass frå landbruket). Dersom vi ser bort frå aluminiumsindustrien var auken i samla klimagassutslepp frå Sogn og Fjordane på sju prosent i det aktuelle tidsrommet.



**Figur 2.1 Klimagassutslepp i Sogn og Fjordane 1997, fordeling mellom utsleppskategoriar (prosent). Eksklusiv olje- og gassverksemd.**

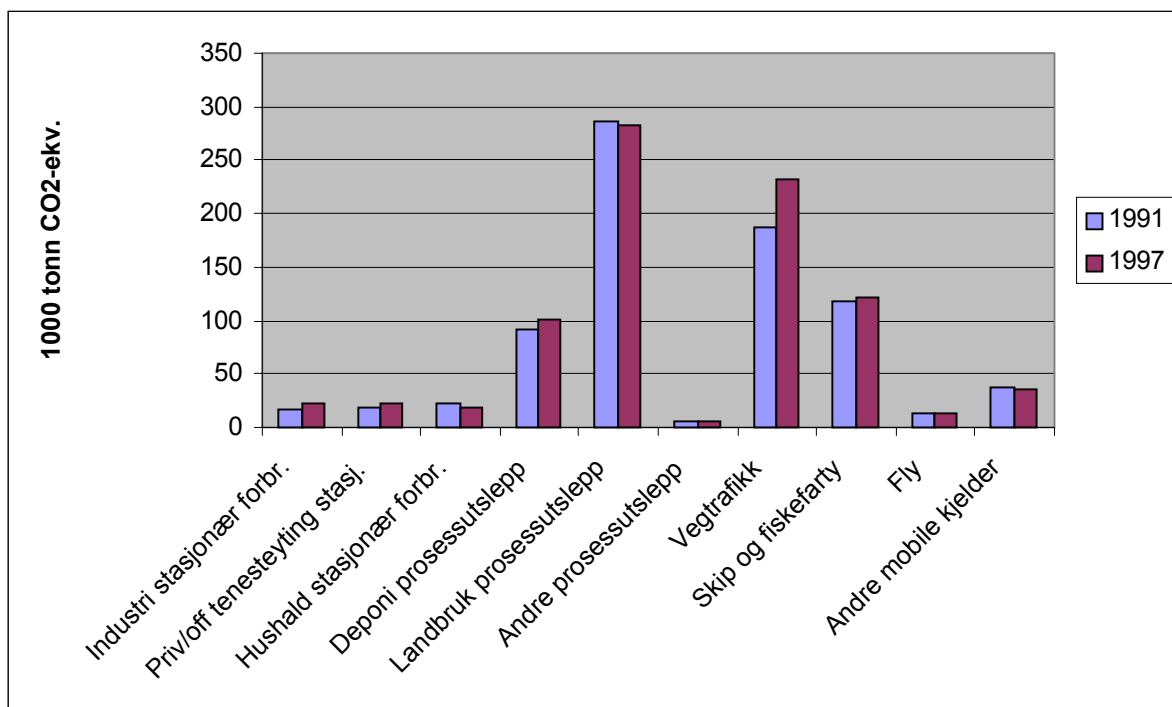
Diagrammet ovanfor illustrerer den totalt dominerande rolla *prosessindustrien* har som bidragsytar til klimagassutsleppa frå Sogn og Fjordane. I 1997 sto klimagassutsleppa frå prosessindustrien i Årdal, Høyanger og Svelgen for 59 prosent av dei samla utleppa i fylket. Utleppa frå *landbruket* var nest største bidragsytar med 14 prosent i 1997, medan *vegtrafikken* sto for 11 prosent av klimagassutsleppa i Sogn og Fjordane det året.



Det går fram av figur 2.2 at det er fire dominerande kjelder til klimagassutslepp i Sogn og Fjordane når vi ser bort frå prosessindustri og petroleumsverksemd. Det er prosessutslepp frå landbruket, mobile utslepp frå vegtrafikk og skip/fiskefarty og prosessutslepp frå avfallsdeponi. Desse ”fire store” sto i 1997 for 86 prosent av klimagassutsleppa frå det vi kan omtale som dei ordinære utsleppskjeldene.

Nest etter prosessindustrien er *landbruket* den største bidragsytaren til klimagassutslepp i Sogn og Fjordane (fordi mobile utslepp er splitta i ulike samferdslekategoriar). Omfanget på landbruksutsleppa er uvisst, men er estimert til vel 280.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. I tabell 2.1 er utsleppa splitta opp i dei ulike klimagassane, og der ser vi at metan og lystgass er dei langt viktigaste utsleppa frå landbruksnæringa. Husdyr, lagring og spreining av gjødsel og utslepp frå jord er opphavet til storparten av desse utsleppa. Det fann stad ein svak nedgang i landbruksutsleppa frå 1991 til 1997.

Dersom utsleppa frå alle mobile kjelder vert slått saman, er desse noko høgare enn dei samla utsleppa frå landbruket. I figuren nedanfor ser vi at *vegtrafikk* er den klart største mobile utsleppskjelda. I 1997 var desse utsleppa i overkant av 230.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar, og hadde vakse med heile 24 prosent sidan 1991. Utslepp frå skip/fiskebåtar og avfallsdeponi er i same storleiksorden, med høvesvis 120.000 og 100.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.



**Figur 2.2** Utslepp av klimagassane CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O frå Sogn og Fjordane i 1991 og 1997 fordelt på utsleppskjelder. Utslepp av nasjonal karakter (olje- og gassverksemd og prosessindustri) er halde utanfor. 1000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

#### *Rolla til prosessindustrien*

Dominansen til prosessutsleppa frå industrien reiser spørsmålet om korleis ein skal nærme seg klimaspørsmålet i dette fylket. Skal ein fokusere ekstra sterkt på utsleppa frå aluminiumsindustrien ettersom dei er så store, eller skal ein tvert om vende blikket først og

fremst mot dei andre utsleppskjeldene? Fleire moment taler for at vi i denne samanhengen vel den siste strategien:

- Det er dei sentrale miljøstyresmaktene (SFT) som fører kontroll med og gir utsleppsløyve til prosessindustrien. Ein fylkesdelplan for klima og energi bør primært rette seg mot utsleppskjelder der det lokale og regionale nivået kan ha innverknad.
- Prosessindustrien representerer få, men svært store punktutslepp som er ujamnt fordelt mellom landsdelane. Dette taler også for at prosessindustrien vert vurdert i ein nasjonal samanheng, på same måte som utvinning av olje og gass.
- Fokus på prosessutslepp frå industrien vil lett kunne føre til politisk handlingslamming: Dei utsleppsreduksjonane ein kan oppnå i høve til andre kjelder kan verke små og uvesentlege om ein skal halde dei opp mot dei store utsleppa i Årdal, Høyanger og Svelgen.

Som argument *for* å rette søkjelyset mot prosessindustrien, kan ein hevde at det vil vere feil å leggje skjul på at vi i Sogn og Fjordane har nokre av dei største enkelt-bidragstytarane til klimagassutslepp i Noreg. Sjølv om utviklinga av desse utsleppa i første rekkje avheng av kor mykje aluminium som vert produsert og kva utsleppskrav industrien møter frå sentrale styresmakter, er det viktig at også lokalsamfunn og det politiske miljøet i Sogn og Fjordane viser interesse for og over eit visst press på prosessindustrien i fylket.

I denne rapporten har vi valt å balansere desse omsyna på den måten at vi i dette kapittelet både presenterer historiske utsleppsdata som femner om alle klimagassutslepp i Sogn og Fjordane, og data der prosessutsleppa frå industrien er haldne utanfor. Desse tilnærmingane er representert med kvar sine oppsummeringsrader nedst i tabell 2.1. Når vi kjem til spørsmålet om fastsetting av klimamål for Sogn og Fjordane (kapittel 3) er det naturleg å konsentrere seg om dei utsleppskjeldene der det lokale og regionale nivået rår over verkemiddel. Det tyder å sjå vekk frå sektorar av opplagt nasjonal karakter, som olje- og gassutvinning og prosessindustri. Også ved vurdering av tiltak mot klimagassutslepp (kapittel 4) er det lagt relativt lite vekt på prosessindustrien, sjølv om vi omtaler tiltak industrien sjølv kan gjennomføre.

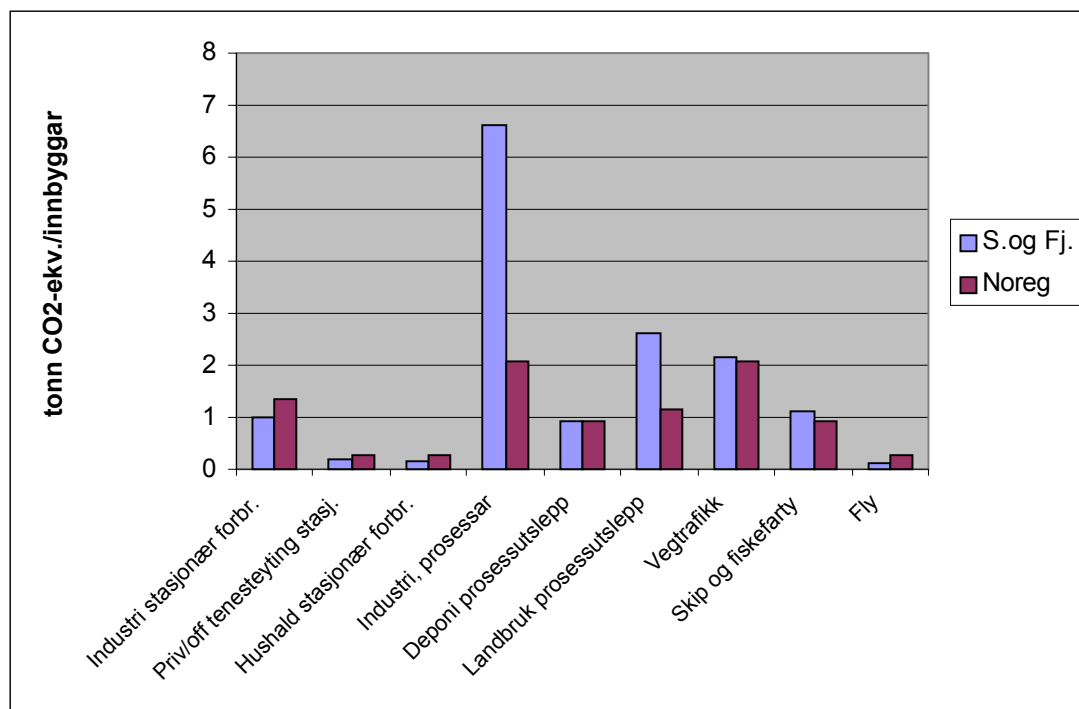
### **Samanlikning med landsgjennomsnittet**

Korleis er utsleppa av klimagassar i Sogn og Fjordane om vi samanliknar med resten av landet? Når vi held petroleumsvirksom og prosessindustri utanom, sto Sogn og Fjordane i 1997 for 2,5 prosent av dei nasjonale utsleppa av CO<sub>2</sub>, lystgass og metan.

Fordeler vi utsleppa (utanom dei to nemnte sektorane) på alle innbyggjarane, ser vi at utsleppet for kvar sogning og fjording ligg om lag fire prosent over landsgjennomsnittet, med 7,9 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per innbyggjar i Sogn og Fjordane mot 7,6 på landsbasis. Denne skilnaden kjem først og fremst av landbruksutsleppa er meir enn dobbelt så store per innbyggjar i dette fylket jamført med heile landet.

Dersom vi inkluderer utslepp av CO<sub>2</sub>, lystgass og metan frå prosessindustrien var Sogn og Fjordane sin del av dei norske klimagassutsleppa i 1997 på 4,2 prosent. Da får vi eit utslepp per person i Sogn og Fjordane på 15,4 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i 1997, mot 9,7 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per innbyggjar på landsbasis. Med ein slik måte å rekne på kan ein få inntrykk av at innbyggjarane i dette fylket er 60 prosent større bidragstytarar til drivhuseffekten som gjennomsnittsnordmannen.<sup>8</sup>

Figuren nedanfor syner utslepp av CO<sub>2</sub>, metan og lystgass frå ulike utsleppskjelder, målt i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per innbyggjar i Sogn og Fjordane og for heile landet. I tillegg til den sterke dominansen av utslepp frå prosessindustrien her i fylket, ser vi at Sogn og Fjordane har vesentleg høgare utslepp av klimagassar frå landbruket enn landsgjennomsnittet (2,6 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per innbyggjar i Sogn og Fjordane mot 1,2 på landsbasis). Også for vegtrafikk og skip/fiskefarty ligg fjordfylket noko over landsgjennomsnittet. For alle andre utsleppskjelder ligg Sogn og Fjordane likt med eller under dei nasjonale utsleppstala per innbyggjar.



**Figur 2.3** Utslepp av klimagassane CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O per innbyggjar i Sogn og Fjordane og Noreg i 1997, fordelt på utsleppskjelder. Tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per innbyggjar.

I det som følgjer skal vi gå gjennom kvar enkelt utsleppskjelde, med ein nærare omtale av kva type verksemd som er opphav til klimagassutsleppa, i tillegg til ei kvalitetsvurdering av datamaterialet. For visse sektorar vil vi supplere SSB/SFT sine tal med meir detaljert informasjon, medan vi presenterer eigne utrekningar for skip/fiskefarty og luftfart. For luftfart gjennomfører vi dessutan ei metodedrøfting av grunnlaget for den offisielle utsleppsstatistikken på kommune- og fylkesnivå (vedlegg).

## Utslepp frå stasjonære kjelder

Klimagassutslepp frå stasjonær forbrenning i Sogn og Fjordane fordelte seg i 1997 slik mellom utsleppskjeldene: 73 prosent frå industrien, 15 prosent frå privat og offentleg tenesteyting og 12 prosent frå hushald.

Dei utsleppstala som vert presentert her er identiske med dei kommunefordelte utsleppstala som SSB og SFT har lagt fram. På grunn av ulik metodisk tilnærming harmonerer ikkje dette materialet med forbrukstal for stasjonær energi som er lagt fram av Energiråd.

### Industri

Stasjonær forbrenning i industrien var i 1997 kjelde til utslepp av 110.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Denne kjelda hadde ein sterk auke på 36 prosent frå 1991 til 1997. Storparten av desse utsleppa (79 prosent i 1997) stammar frå bruk av fyringsolje og propan i prosessindustrien. Fordi det er tale om bruk av primærenergi til oppvarming vert dette ikkje rekna som prosessutslepp, sjølv om dei finn stad i prosessindustrien.

Utslepp frå stasjonær forbrenning i industrien vert fastsett med utgangspunkt i opplysningar SSB hentar inn frå alle industriverksemder med meir enn 20 tilsette. Utslepp frå mindre verksemder vert estimert. SSB vurderer dette som pålitelege tal som byggjer på gode kjelddata.

### Privat og offentleg tenesteyting

Denne kategorien vert også omtala som ”stasjonær forbrenning, anna næring”. Desse utsleppa kjem frå stasjonær forbrenning innafor privat tenesteyting, primærnæringar (t.d. gartneri) og offentleg forvaltning. I 1997 representerte dette knappe tre prosent av klimagassutsleppa i fylket når vi held prosessindustrien utanfor. Utsleppa auka med 19 prosent frå 1991 til 1997.

SSB foretar kommunefordelinga av dei nasjonale utsleppstala vha. sysselsettingstal, og opplyser at verken nivå eller utsleppstrend nødvendigvis er korrekt på dette nivået. Fordi det dreier seg om mange småkjelder vil det vere vanskeleg – eller i beste fall svært ressurskrevjande – å skaffe gode lokale/regionale utsleppstal med ei ”bottom-up-tilnærming”.

### Hushald

Klimagassutslepp frå stasjonær forbrenning i hushalda, dvs. oppvarming av bustader, stammar stort sett frå bruk av fyringsoljar. Desse utsleppa gjekk ned med 19 prosent frå 1991 til 1997, ein reduksjon som i første rekkje kom av overgang frå fyringsoljar til elektrisitet som oppvarmingskjelde. Utsleppa frå denne kjelda vert utrekna på bakgrunn av salsstatistikken for petroleumprodukt, som er inndelt på fylkesnivå. Dette gir eit godt bilete på dei samla CO<sub>2</sub>-utsleppa frå stasjonær forbrenning frå hushalda i fylket, og likeins ei rett framstilling av trenden frå 1991 til 1997. Fordelinga mellom dei ulike kommunane i Sogn og Fjordane er derimot meir problematisk, men det har ingenting å seie i høve til den samla presentasjonen av hushaldutsleppa på fylkesnivå.<sup>9</sup>

## Utslepp frå prosessar

### Prosessindustri

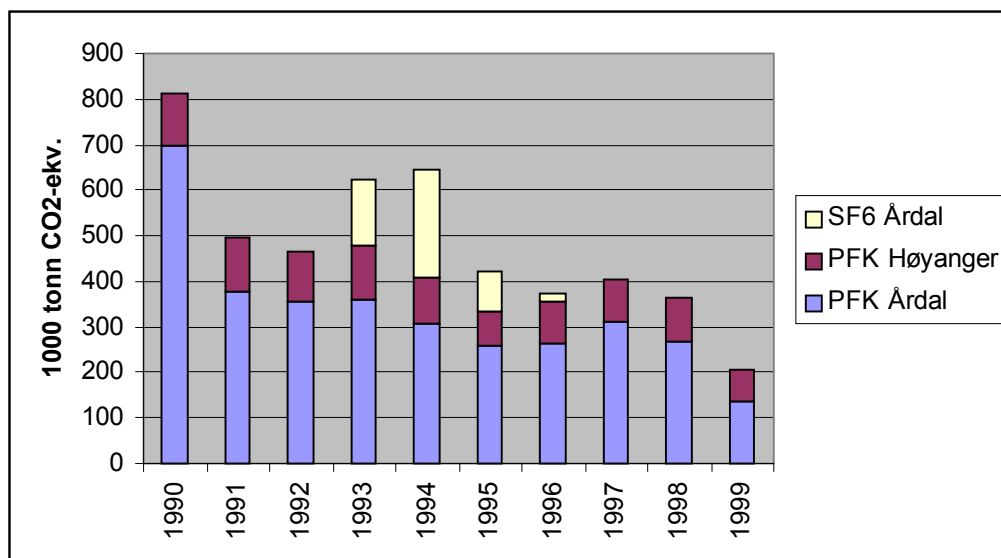
SFT/SSB sine oppgåver over prosessutslepp av klimagassar frå industrien er av høg kvalitet. Materialet tar utgangspunkt i opplysningar frå dei einstilte industriverksemdene. Det er likevel ein mangel at fluorhaldige klimagassar ikkje er inkludert i den tilgjengelege klimarekneskapen for Sogn og Fjordane. Dette gjeld mellom anna viktige klimagassutslepp frå aluminiumsindustrien (perfluorkarbonar). Dei historiske utsleppstala er difor supplert med innhenta statistikk over utlepp av perfluorkarbonar frå Hydro Aluminium Høyanger og Årdal.

Som det går fram av dei historiske utsleppstala frå SFT/SSB, er det ingen prosessutslepp av metan eller lystgass frå industrien i Sogn og Fjordane. Prosessutsleppa av karbondioksid auka med fem prosent frå om lag 676.300 tonn i 1991 til 715.500 tonn i 1997.

Sogn og Fjordane skil seg frå andre fylke ved at ein særleg stor del av samla klimagassutslepp kjem frå prosessindustrien. I 1997 sto prosessutslepp frå Hydro Aluminium og Elkem for vel 54 prosent av dei samla CO<sub>2</sub>-utsleppa i fylket (i tillegg kjem stasjonære CO<sub>2</sub>-utslepp frå bruk av primærenergi, som svarte til sju prosent av CO<sub>2</sub>-utsleppa i fylket). Dessutan veit vi at aluminiumsproduksjon står for vesentlege utslepp av fluorhaldige klimagassar. La oss sjå nærare på kva klimabidrag utsleppa av desse gassane representerer.

### Fluorhaldige klimagassar

Det finst ei rekkje fluorhaldige gassar med drivhuseffekt. Her ser vi på dei tre gassane som Kyotoavtalen femner om, nærare bestemt karbontetrafluorid (CF<sub>4</sub>), karbonheksafluorid (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) og svovelheksafluorid (SF<sub>6</sub>). Dei to første går under samlenemninga *perfluorkarbonar* (PFK), og vil her verte handsama under eitt. PFK vert danna i elektrolysecellene i samband med bluss.<sup>10</sup>



Figur 2.4 Utslepp av fluorhaldige klimagassar ved Årdal Metallverk og Høyanger Metallverk i 1990-1999. 1000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.<sup>11</sup>

Dei to aktuelle PFK-gassane er svært potente drivhusgassar, med 6.500 og 9.200 gongar kraftigare klimaeffekt enn karbondioksid. Utsleppet av PFK gjekk kraftig tilbake ved Hydro Årdal Metallverk frå 1990 til 1991, som resultat av at ein stor del av dei gamle Söderbergomnane vart skifta ut med ny prebake-teknologi.

I Høyanger har det ikkje skjedd ei tilsvarande utskifting av omnar. I 1990 starta Hydro Aluminium Høyanger Metallverk forsøk med ny matingsteknologi på Söderberg-omnar, og det resulterte i lågare blussfrekvens og tilsvarande reduserte PFK-utslepp. Høyanger Metallverk opplyser at dei hadde 36 prosent reduksjon i PFK-utsleppa frå 1. halvår 1999 til 1. halvår 2000 pga. modifisering av Söderberg-omnane i hall C.<sup>12</sup>

SF<sub>6</sub> vart tidlegare nytta i aluminiumsproduksjon, men sidan 1996 har det ikkje vorte rapportert utslepp av denne ekstremt kraftige drivhusgassen, som har 23.900 gongar sterkare klimaeffekt enn CO<sub>2</sub>. Det var utslepp av SF<sub>6</sub> frå Hydro Aluminium Årdal i perioden 1993-1996.

#### *Utsleppstal for 1990*

Prosessindustrien i Sogn og Fjordane hadde 21 prosent høgare utslepp av klimagassar i 1990 enn i 1991 (tabell 2.2). Det heng saman med at den omtalte reduksjonen av utsleppa av fluorholdige klimagassar starta for alvor i 1991. Dette kan ha viktige konsekvensar for fastsetjing av mål for reduksjon i klimagassutslepp frå Sogn og Fjordane. 1990 er basisåret for Kyotoprotokollen, som slår fast at dei totale norske klimagassutsleppa ikkje får vere meir enn ein prosent høgare i 2010 enn i 1990.

Dersom ein vel å leggje dei nasjonale utsleppsmåla til grunn for Fylkesdelplan for klima og energi i Sogn og Fjordane, vil det vere aktuelt å oppjustere klimarekneskapen med 1990-tal i staden for 1991-tal når SSB presenterer slike tal (truleg i 2002). Dersom klimamålet for Sogn og Fjordane inkluderer utslepp frå prosessindustrien, vil ein oppleve at reduksjonen i PFK-utslepp frå 1990 til 1991 ved metallverka i Årdal og Høyanger aleine kompensere for den generelle auken i klimagassutslepp frå andre kjelder i fylket. Jf. kapittel 3 om framskrivingar.

**Tabell 2.2 Utslepp av klimagassar frå prosessindustrien i Sogn og Fjordane i 1990 og 1991. Tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar<sup>13</sup>**

	1990	1991	Endring 90-91 (%)
CO <sub>2</sub>	696 860	692 520	-0,6 %
PFK	802 700	495 050	-38,3 %
<b>SUM</b>	<b>1 499 560</b>	<b>1 187 570</b>	<b>-20,8 %</b>

#### *Biokarbon som reduksjonsmiddel*

Ved Elkem Bremanger Smelteverk i Svelgen er det store utslepp av CO<sub>2</sub> som resultat av at det vert nytta kol som reduksjonsmiddel i framstillinga av ferrosilisium og silisium. Storparten av dette er steinkol, dvs. fossilt karbon, men noko flis og importert trekol har også vore nytta. Dette er såkalla *biokarbon*, dvs. ikkje-fossilt karbon som er ein del av det naturlege karbonkretsløpet. Bruk av slikt biokarbon som reduksjonsmiddel gir difor ikkje netto tilskot til mengda klimagassar i atmosfæren, og vert ikkje rekna med i klimarekneskapen for Sogn og Fjordane.

I 1997 sto utsleppa av ”klimanøytralt” CO<sub>2</sub> frå biokarbon for knappe sju prosent av CO<sub>2</sub>-utsleppa ved Elkem Bremanger Smelteverk (16.000 tonn av i alt 242.000 tonn CO<sub>2</sub>). Vi har lagt til grunn tilsvarande andel CO<sub>2</sub> frå biokarbon i 1991. I perioden 1993-95 hadde opptil 10 prosent av karbondioksid-utsleppa frå smelteverket opphav i biokarbon.<sup>14</sup>

### Avfallsdeponi

SSB slår fast at det er stor uvisse knytt til storleiken på dei nasjonale utsleppa av metan frå avfallsdeponi.<sup>15</sup> Ein reknar med at tidsseriane for utslepp frå kommunale deponi reflekterer reelle endringar. Størst uvisse er det knytt til industriavfall. Vidare ligg det ikkje inne vurderingar av kor gamle og djupe avfallsdeponia er, forhold som har mykje å seie for mengda metan som kjem ut i atmosfæren.

Når det gjeld private deponi for industriavfall, har ikkje SSB fått tilgang til SFT sine data over slike fyllingar (finst truleg i deponidatabanken til SFT). Kommunefordeling av utsleppstal frå industrideponi skjer vha. sysselsettingstal innanfor treforedling og trelastnæringa. Med bakgrunn i den relativt usikre kommunefordelinga av metanutslepp frå deponi, ville det vore av interesse å kvalitetssikre utsleppsstatistikken på dette punktet.

Gjennom litteraturstudier har vi fått kjennskap til 115 avfallsfyllingar i Sogn og Fjordane (både nedlagde og i drift). Av desse er om lag halvparten kommunale deponi, og knapt ein tredel er industrifyllingar. Ei kartlegging av noverande og nedlagde deponi i Sogn og Fjordane med tanke på å skaffe gode utsleppstal for denne klimagasskjelda, måtte ta utgangspunkt i kanskje eit dusin av dei største deponia i fylket. For å rekne ut metanutsleppa til kvart enkelt deponi, må ein ha opplysningar om:<sup>16</sup>

- Årleg mengd deponert hushaldsavfall gjennom levetida til deponiet
- Årleg mengd deponert næringsavfall gjennom levetida til deponiet
- Fordeling mellom avfallsfraksjonar når denne avvik markert frå normalen
- Opplysningar om djupn på deponi (over eller under 5 meter)
- Opplysningar om fyllinga i heile eller delar av driftstida har vore ”ukontrollert” (dvs. mangla både systematisk bruk av toppdekke og komprimering, evt. praktisert avfallsbrenning).

Kontakt med Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, miljøvernavdelinga, viser at ein sit med svært mangelfull kunnskap om samansetning og volum på dei ulike avfallsfyllingane i Sogn og Fjordane. Dei estimata ein kunne kome fram til ved å følgje ein framgangsmåte som den vi skisserer ovafor, ville neppe resultert i sikrere utsleppstal enn det SSB/SFT har presentert med utgangspunkt i kommunefordeling av nasjonale tal.<sup>17</sup>

Det er metanutsleppa som er av interesse når det gjeld klimaeffekten av avfallsdeponi – dei står for 99 prosent av klimagassutsleppa frå fyllingane, i tillegg er det snakk om mindre mengder karbondioksid. Metanutsleppa frå deponi i Sogn og Fjordane vaks frå 90.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i 1991 til 100.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i 1997, dvs. ein auke på ti prosent. Denne utviklinga heng saman med auka volum på avfallsfyllingane, men er først og fremst knytt til det avfallet som vart deponert på 1980-talet. Det kjem av at det tar ein del år frå deponering av organisk avfall og til den anaerobe omsetninga er på sitt høgste.

## Landbruk

Prosessutslepp av klimagassar frå landbruket gjeld først og fremst lystgass og metan. Drøvtyggarar skil ut store mengder metan som resultat av gjæring i mage og vom. Elles er ugunstig handtering av gjødsel ei viktig årsak til utslepp av begge desse gassane. Ein stor del av lystgassutsleppa oppstår i jorda, og avheng m.a. av faktorar som gjødslingstidspunkt og jordpakking.

Det er stor uvisse knytt til omfanget av klimagassutsleppa frå landbruket. Kommunefordelinga av prosessutslepp frå landbruket vert rekna som relativt påliteleg, sjølv om det altså rår tvil om storleiken på dei nasjonale utsleppa.

Storparten av metanutsleppa frå landbruket – om lag 85 prosent – stammar frå fordøyingsystemet til husdyra. Den utsleppskjelda er ikkje handsama vidare her. Om vi ser på utsleppa av lystgass frå det norske landbruket, har ureiningsstyresmaktene som utgangspunkt at klimagassbidraga er fordelt mellom utsleppskjeldene som vist i tabellen nedanfor.

**Tabell 2.3 Prosessutslepp av lystgass frå norsk landbruk i 1999 etter utsleppskjelde. 1000 tonn N<sub>2</sub>O; prosent<sup>18</sup>**

Utsleppskjelde	1000 tonn N <sub>2</sub> O	Prosent
Nitrogengjødsling	1,98	24 %
Husdyrgjødsel	1,61	19 %
Nitrogen i restavling	1,53	18 %
Kultivering (myr)	1,38	17 %
Lekkasje/avrenning frå kunst- og husdyrgj.	1,38	17 %
N <sub>2</sub> O frå nedfall frå kunst- og husdyrgj.	0,29	4 %
Nitrogen-fiksering	0,16	2 %

Ordinær gjødsling av dyrka mark er den viktigaste kjelda til lystgassutslepp frå landbruket. Nitrogengjødsling (kunstgjødsel) står for 1/4 og husdyrgjødsel for 1/5 av desse utsleppa. Planterestar som ligg att etter tidlegare avlingar fungerer også som nitrogengjødsel i denne samanhengen. Omfanget på danning av lystgass frå tilført nitrogen er m.a. avhengig av jordstruktur og fuktforhold i jorda.

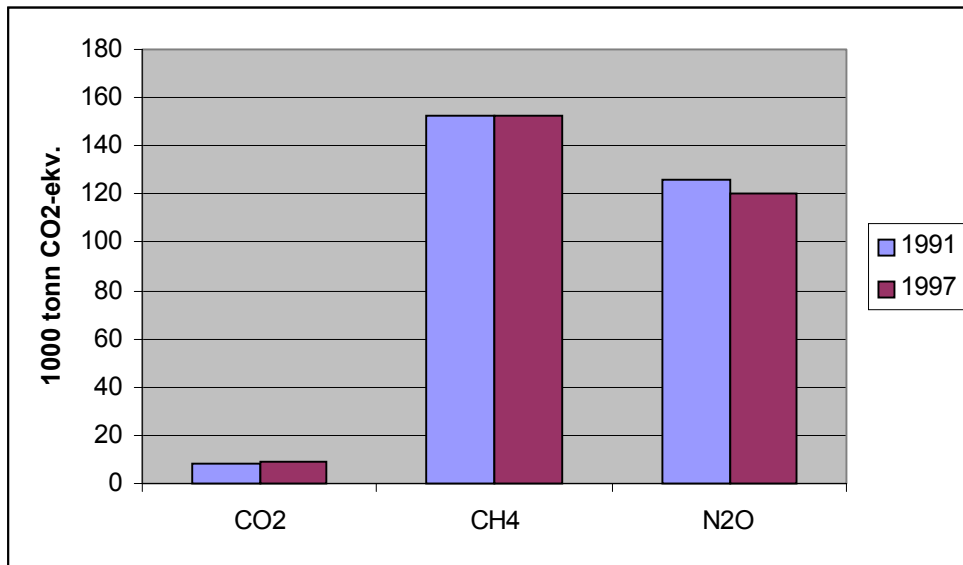
Kultivering av myr og anna våtmark med høgt organisk innhald fører til utslepp av lystgass i lang tid etter at oppdyrkinga har skjedd. I gjennomsnitt reknar ein med eit tap av lystgass-nitrogen på 5 kg per hektar og år. Slike utslepp står for 17 prosent av prosessutsleppa av lystgass på landsbasis.

Såkalla indirekte utslepp, dvs. utslepp frå lekkasje/avrenning frå gjødsel og lystgass som stammar frå nedfall nitrogen (etter amoniakkfordamping frå gjødsel), representerer til saman 1/5 av N<sub>2</sub>O-utsleppa frå landbruket.

Figuren nedanfor syner utviklinga i prosessutslepp frå landbruket i Sogn og Fjordane frå 1991 til 1997. På landsbasis står landbruket for noko større utslepp av lystgass enn metan (omrekna til CO<sub>2</sub>-ekvivalentar), men fordi husdyrbruket står sentralt på Vestlandet er dette forholdet motsett her. For metan var det mest inga endring i utsleppa frå 1991 til 1997, medan lystgass-utsleppa viste ein nedgang på fire prosent. Utsleppet av karbondioksid, som berre står for tre



prosent av prosessutsleppa av klimagassar frå landbruket i fylket, auka med sju prosent frå 1991 til 1997.



**Figur 2.5 Utslepp av karbondioksid, metan og lystgass frå landbruket i Sogn og Fjordane, 1991 og 1997. 1000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.**

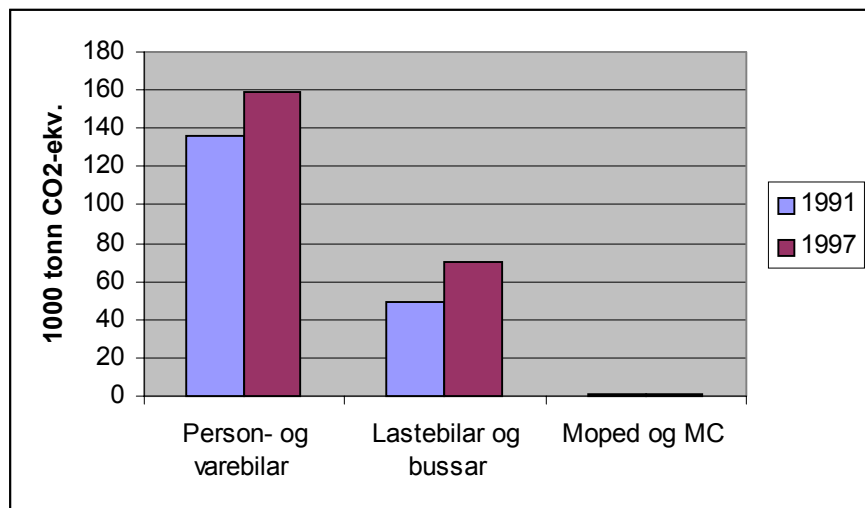
### Andre prosessutslepp

Denne kategorien omfattar m.a. kalking av industriavfall, utslepp frå avløp og biologiske reinseanlegg i tillegg til prosess- og fordampingsutslepp frå løysemiddelbruk, bensindistribusjon, kloakk og anestesi. Denne lite einsarta gruppa av utsleppskjelder sto i 1997 for 0,7 prosent av klimagassutsleppa i Sogn og Fjordane. Ein viss auke i utslepp av lystgass frå 1991 til 1997 vart balansert av ein tilsvarande reduksjon i CO<sub>2</sub>-utsleppa.

## Utslepp frå mobile kjelder

### Vegtrafikk

Vegtrafikken sto for 27 prosent av klimagassutsleppa i Sogn og Fjordane om vi held prosessindustrien utanfor. Utsleppa, som i det alt vesentlege var karbondioksid, auka med 24 prosent frå 1991 til 1997. Det svarer til ein auke på nesten 40.000 tonn CO<sub>2</sub>, og ein gjennomsnittleg auke på 3,5 prosent i året. Denne utviklinga heng direkte saman med ein sterk vekst i transportvolumet på vegane i fylket.



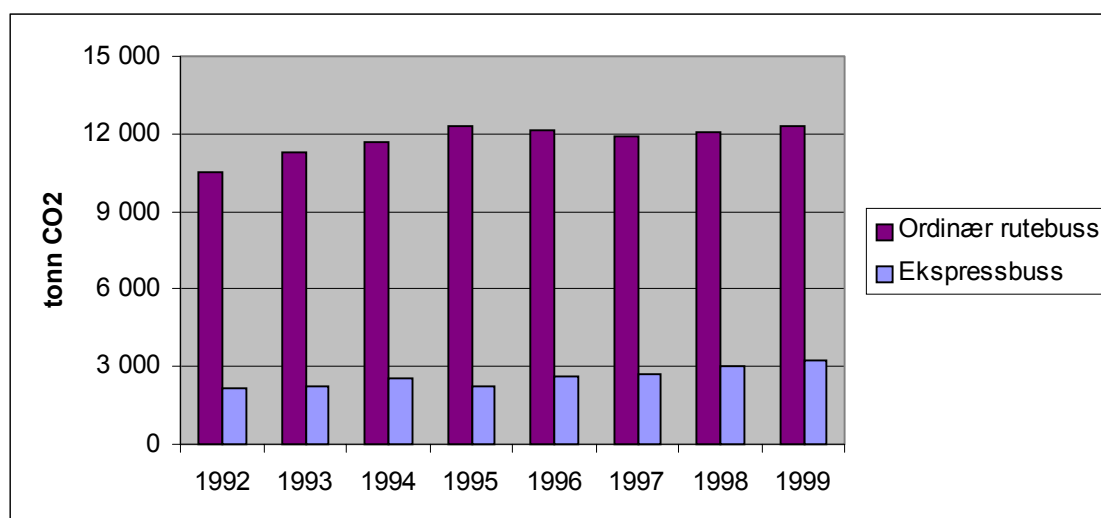
**Figur 2.6** Utslepp av klimagassar frå vegtrafikk i Sogn og Fjordane, 1991 og 1997. 1000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

Person- og varebilar står for om lag 70 prosent av klimagassutsleppa frå vegtrafikken i fylket, medan resten i praksis dreier seg om utslepp frå lastebilar og bussar. Det er desse tyngre køyretya som har hatt den prosentvis sterkaste auken på 90-talet: Klimagassutslepp frå lastebilar og bussar auka med 43 prosent frå 1991 til 1997, mot 17 prosent for person- og varebilar.

Fordi utsleppa frå kategorien lastebilar og bussar aukar raskare enn utsleppa frå annan vegtrafikk er det av interesse å sjå nærare på dette materialet. I tabellen og figuren nedanfor presenterer vi eigne utsleppstal for busstransporten i fylket.

**Tabell 2.4** CO<sub>2</sub>-utslepp frå busstransport i Sogn og Fjordane, 1992-99. Tonn CO<sub>2</sub><sup>19</sup>

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Ord. rutebuss	10 529	11 282	11 659	12 303	12 122	11 928	12 087	12 331
Ekspressbuss	2 133	2 249	2 571	2 280	2 614	2 687	3 004	3 279
Sum	12 662	13 530	14 230	14 583	14 736	14 615	15 091	15 611



**Figur 2.7 CO<sub>2</sub>-utslepp frå busstransport i Sogn og Fjordane, 1992-99. Tonn CO<sub>2</sub>**

Utviklinga av transportvolumet til busselskapa i fylket viser at desse har hatt ein auke i CO<sub>2</sub>-utsleppa på 15 prosent frå 1992 til 1997. Med tanke på den sterke utsleppsauken for lastebilar og bussar som er omtalt ovanfor, må vi gå ut frå at det er lastebiltransporten som har stått for den største veksten i klimagassutslepp. Dette biletet vert stadfesta av nasjonal statistikk over innanlands vegtransport av gods (målt i tonnkilometer), som viste ein auke på 43 prosent frå 1991 til 1997, medan tilsvarende auke i persontransport med rutebil (målt i passasjerkilometer) var på åtte prosent (Rideng 2000).

Den kommunefordelte utsleppsstatistikken for vegtrafikk byggjer på data frå Vegdatabanken (fylkes- og riksvegar) og TØI sine oppgåver for samla trafikkarbeid på heile vegnettet. Fordelingsnøklar for ulike køyretygrupper er tatt i bruk. Vår vurdering er at kommunetala for vegtrafikken er av tilfredsstillande kvalitet. Ideelt sett skulle materialet vore justert vha. lokale målingar av trafikkarbeidet på kommunevegane i Sogn og Fjordane, men det føreligg ikkje tilfredsstillande datamateriale som gjer ein slik gjennomgang mogleg.

### Skip og fiskefarty

Dei kommunefordelte utsleppstala som SSB presenterer seier at skip og fiskefartøy i Sogn og Fjordane var kjelde til utslepp av 38.000 tonn CO<sub>2</sub> i 1997. Dette er eit for lågt tal. Oppgåver over Fylkesbaatane i Sogn og Fjordane sitt forbruk av drivstoff innanfor fylkesgrensene viser at deira farty aleine sto for utslepp av nesten 57.600 tonn CO<sub>2</sub> i 1999. I tillegg kjem utslepp frå fiskefarty og annan båttrafikk. Av ressursomsyn har vi nøydd oss med å vurdere klimagassbidraget frå fiskeflåten og Fylkesbaatane i Sogn og Fjordane. Utslepp frå annan skipstrafikk og bruk av fritidsbåtar vert såleis ikkje med i klimarekneskapen vi presenterer.

#### *Fiskefarty*

MARINTEK gjennomførte i 1991 ei kartlegging<sup>20</sup> av avgassutslepp frå den norske fiskeflåten, der ein fekk fastsett gjennomsnitt drivstoff-forbruk for heilårsdrivne farty over 13 meter lengste lengd (delar av kystfiskeflåten fell utom denne kategorien). Desse større fiskefartya vert delt i ulike driftsgrupper etter storleik og kva fiskeri dei deltek i. Energiforbruket varierer sterkt driftsgruppene imellom. Vidare har vi fått opplysningar frå Fiskeridirektoratet om talet fiskefarty i Sogn og Fjordane og korleis dei fordeler seg mellom driftsgruppene. Ved hjelp av dette datamaterialet er vi i stand til å presentere utsleppstal for

fiskeflåten i Sogn og Fjordane i 1990 og 1999, jf. tabell 2.5. Vi gjer her ein føresetnad om at drivstoff-forbruket per fiskebåt i same driftsgruppe var likt i 1990 og 1999, men dette er neppe ei stor feilkjelde. Samansettinga av fiskeflåten vil ha langt større effekt på klimagassutsleppa.

I 1989 sto heilårsdrivne farty over 13 m.l.l. for 86 prosent av det totale drivstoff-forbruket til den norske fiskeflåten, sjølv om dei berre representerte 13 prosent av alle fartya. I tabellen nedanfor har vi lagt til grunn ei tilsvarande fordeling mellom farty i Sogn og Fjordane, både for 1990 og 1999, og såleis gjort eit overslag over CO<sub>2</sub>-utsleppa frå den samla fiskeflåten.<sup>21</sup>

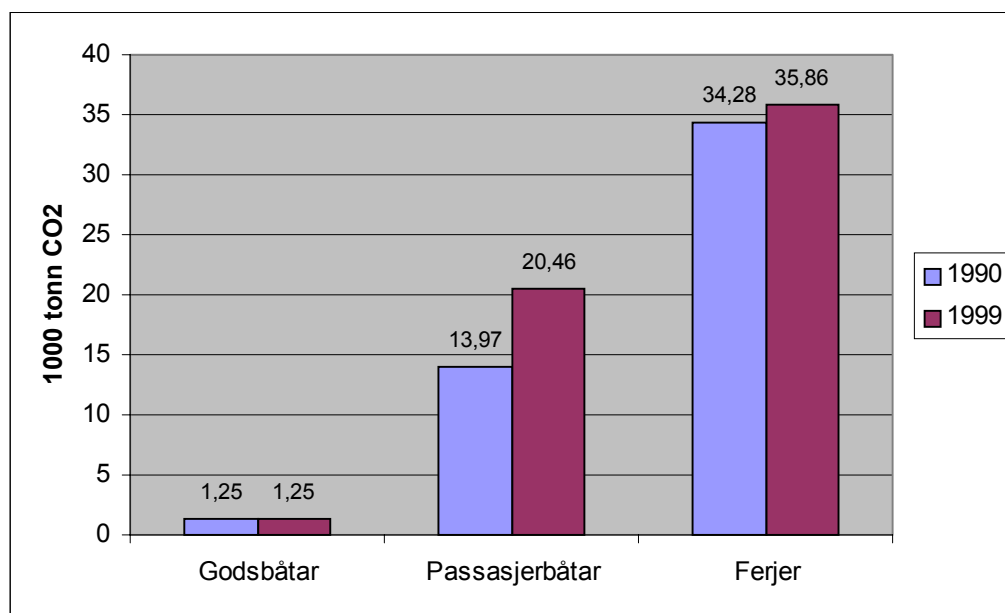
**Tabell 2.5 Utslepp av CO<sub>2</sub> frå fiskeflåten i Sogn og Fjordane, 1990 og 1999. Tonn CO<sub>2</sub>.**

	1990	1999
Tal heilårsdrivne fiskefarty > 13 m.l.l.	73	61
Samla forbruk av marin diesel (tonn)	17 429	17 210
Samla CO <sub>2</sub> -utslepp frå farty > 13 m.l.l. (tonn)	54 901	54 212
Estimert CO <sub>2</sub> -utslepp frå alle fiskefarty (tonn)	<b>67 779</b>	<b>63 037</b>

Sjølv om talet fiskefarty over 13 m.l.l. gjekk ned 16 prosent frå 73 til 61 farty i løpet av 90-talet, var nedgangen i CO<sub>2</sub>-utslepp ikkje på meir enn sju prosent. Det heng saman med endra samansetning av flåten, der farty som gjekk ut var blant dei minst energikrevjande. Samstundes vart det ein tilvekst i talet på relativt energikrevjande linebåtar, frå 19 til 24 farty.

#### *Fylkesbaatane i Sogn og Fjordane*

Forbrukstal for drivstoff i Fylkesbaatane for åra 1990 og 1999 er synt i figuren nedanfor.<sup>22</sup> Ferjene sto i 1999 for 62 prosent av utsleppa, passasjerbåtane (snøggbåtane) for 36 prosent og godsbåtane for 2 prosent. I løpet av 1990-talet hadde FSF ein auke i CO<sub>2</sub>-utsleppa innanfor fylkesgrensene på 16 prosent. Det var passasjerbåtane som sto for storparten av denne auken, med 46 prosent større utslepp i 1999 enn i 1990.



**Figur 2.8 Utslepp av CO<sub>2</sub> frå flåten til Fylkesbaatane i Sogn og Fjordane i 1990 og 1999. 1000 tonn CO<sub>2</sub>.**

Ei summering av CO<sub>2</sub>-utsleppa frå fiskeflåten og Fylkesbaatane gir eit samla utslepp i 1990 på om lag **117.300 tonn CO<sub>2</sub>** og for 1999 var utsleppet **120.600 tonn CO<sub>2</sub>**. Dette er meir enn tre gongar så store utslepp som det kommunefordelte talet SSB har presentert for skip og fiskefarty i Sogn og Fjordane i 1997. Gjennom separate intrapoleringar for dei to datasetta har vi kome fram til dei tala for 1991 og 1997 som er presenterte i klimagassrekneskapen i tabell 1.1. Utsleppsauken hos Fylkesbaatane var noko sterkare enn utsleppsreduksjonen i fiskeflåten, og det gav ein netto auke frå 1991 til 1997 på to prosent.

I ein del øysamfunn med små utslepp frå vegtrafikk og industri er klimagassutslepp frå båtar ei dominerande utsleppskjelde. I Sogn og Fjordane gjeld dette særleg Solund kommune, der utslepp frå skip og fiskefartøy sto for ein tredel av dei samla klimagassutsleppa i 1997 (dvs. like store utslepp som prosessutslepp frå landbruket i kommunen).

### Luffart

Dei kommunefordelte utsleppstala for luftfart som er presentert av SSB og SFT, er avgrensa til flyging under 100 meters høgd over bakken, som igjen svarer til flyrørsler i ein radius på berre éin km rundt flyplassane. Vidare er utsleppstala basert på gjennomsnittleg drivstoffforbruk for heile den norske flyparken, som har langt større utslepp per landing/takeoff enn kortbanefly som trafikkerer Sogn og Fjordane. Dette er sider ved den offisielle metoden for kommunefordeling av utslepp frå fly som slår kvar sin retning, men som begge er med på å gje eit misvisande bilete av luftfarten sitt klimagassbidrag i Sogn og Fjordane. Nedanfor presenterer vi utsleppstal for 1991 og 1997 basert på ein metode som det vert gjort greie for i eige vedlegg til denne rapporten.<sup>23</sup>

**Tabell 2.6 Utslepp av CO<sub>2</sub> frå ruteflyging relatert til Sogn og Fjordane, 1991 og 1997. Tonn CO<sub>2</sub>.**

Utrekningsgrunnlag	1991	1997
A. Ruteflytrafikk i Sogn og Fjordane under 100 m høgd	1.000	1.100
B. All ruteflytrafikk i Sogn og Fjordane	6.800	7.300
C. Innanlandske flyreiser utført av folk frå Sogn og Fj.	12.100	13.300

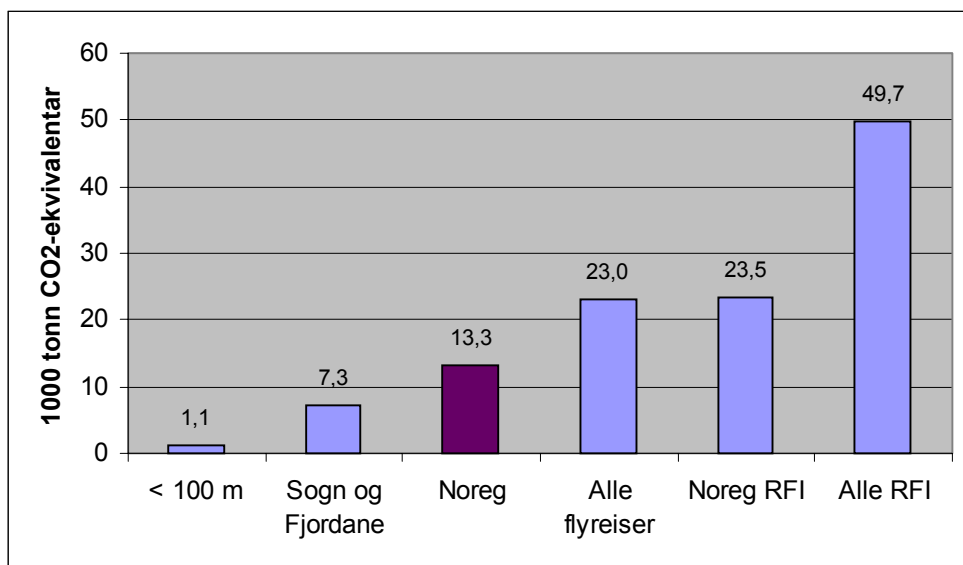
For dei fleste utsleppskjeldene har SSB følgd prinsippet om at kommunefordeling av klimagassutslepp skal gjenspegle det som skjer innanfor grensene til den aktuelle kommunen eller fylket (jf. alternativ B i tabell 2.6). Dette prinsippet er ikkje følgd når det gjeld luftfart, i og med at ein har valt å sjå berre på utsleppa i den næraste omkretsen rundt flyplassane (alternativ A). Vi meiner tvert om at det er grunnlag for å gå *ut over* fylkesgrensene i dette tilfellet. Luftfart er ei utsleppskjelde som opererer uavhengig av lokale administrative grenser ved at lange reiser nødvendigvis for ein stor del foregår utanfor heimstaden til den som reiser. Eit meir dekkjande bilete av luftfarten sitt bidrag i denne samanhengen får vi om vi ser på utslepp knytt til flyreiser utført av innbyggjarane i Sogn og Fjordane. Alternativ C i tabell 2.6 viser CO<sub>2</sub>-utsleppa som følgjer av dei *innanlands* flyreisene til folk frå dette fylket. Dette talet er om lag dobbelt så stort som utsleppa frå flytrafikken innanfor fylkesgrensene, og tolv gongar større enn utsleppa under 100 meters høgd på dei fire flyplassane i Sogn og Fjordane.

I klimagassrekneskapen (tabell 2.1) er det alternativ C som er nytta. Dette er likevel eit moderat anslag, av to grunnar:

- Ein kunne ha inkludert utslepp frå internasjonale flyreiser
- Ein kunne ha inkludert forsterka klimaeffekt av utslepp i høgare luftlag.

Dersom vi hadde inkludert flyreiser mellom Noreg og utlandet som vert utført av folk frå Sogn og Fjordane, ville utsleppet for 1997 auka frå 13.300 til 23.000 tonn CO<sub>2</sub>. Dette har vi ikkje gjort, m.a. fordi fordeling av nasjonane sitt ansvar for flyutslepp i internasjonalt luftrom er eit uavklara spørsmål i dei internasjonale klimaforhandlingane.

Vidare er det slik at fly har ein langt større klimaeffekt enn det CO<sub>2</sub>-utsleppa aleine skulle tilseie. Dette har samanheng med at flyutslepp av sot, vassdamp m.m. i høgare luftlag (stratosfæren) fører til endra strålingsbalanse i atmosfæren, med auka oppvarmingseffekt av solinnstrålinga som resultat. Effekten av dette er uvisst, men Det internasjonale klimapanelet opererer med eit beste estimat som går ut på at luftfarten har ein samla verknad på drivhuseffekten som er 2,7 gongar større enn det CO<sub>2</sub>-utsleppa aleine skulle tilseie. Om vi la dette til grunn for innanlands reiser med jettfly, ville klimaeffekten av alle innanlands flyreiser utført av folk frå Sogn og Fjordane svare til 23.500 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.<sup>24</sup> Tilsvarande kjem den totale klimaeffekten, om vi inkluderer utanlandsreiser, opp i 49.700 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Desse storleikane er illustrert i figuren nedanfor (Nemninga ”RFI” i figuren står for ”Radiative forcing index”, som er det faglege uttrykket for faktoren som her er nytta).



**Figur 2.9** Alternative utrekningsmodellar for klimaeffekten av utslepp frå luftfart relatert til Sogn og Fjordane i 1997 (den valde modellen er markert). 1000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

### Andre mobile kjelder

Denne kategorien omfattar bruk av motorreiskapar i m.a. skogbruk, jordbruk, forsvar og bygg og anlegg. Vidare er det inkludert utsleppstal for bruk av snøscootrar. Traktorar er truleg den viktigaste av desse utsleppskjeldene. Utsleppa frå ”andre mobile kjelder” sto for vel fire prosent av klimagassutsleppa i Sogn og Fjordane i 1997 når vi held prosessindustrien utanfor, og 11 prosent av dei samla mobile utsleppa. Denne utsleppskategorien hadde ein viss nedgang frå 1991 til 1997 (fire prosent).

Det er verdt å merke seg at bruk av traktorar og andre landbruksmaskinar kjem under denne kategorien, og ikkje under prosessutslepp i landbruket.

### **3. Klimamål og framskriving av klimagassutslepp til 2010**

Ein klimahandlingsplan må innebere val av målsetting. Nedanfor følgjer ein diskusjon av ulike prinsipp for etablering av klimamål på nasjonalt og regionalt nivå, før ei framskriving av klimagassutsleppa til 2010 vert presentert.

#### **Utsleppskvotar som utgangspunkt**

Ein framtidig marknad for utsleppskvotar i Noreg har vorte utgreidd.<sup>25</sup> SFT har foreslått at ein sannsynleg kvotepris på mellom 200 og 400 kr per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalent kan danne utgangspunkt for reduksjonsmål på lokalt og regionalt nivå. Tanken bak dette er at ein kan la reduksjonsmålet verte bestemt av kostnaden for tiltaka som kan gjennomførast. Dersom kostnadene per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalent for å gjennomføre eit tiltak er lågare enn denne tenkte kvoteprisen, så må ein arbeide for å få tiltaket sett ut i livet. Dette vil vere ei pragmatisk tilnærming til måldefineringa: Berre dei tiltaka som ein kan rekne med å ha økonomisk vinst av (om ein føreset eit system for kvotehandel) vert lagt til grunn for reduksjonsmålet.

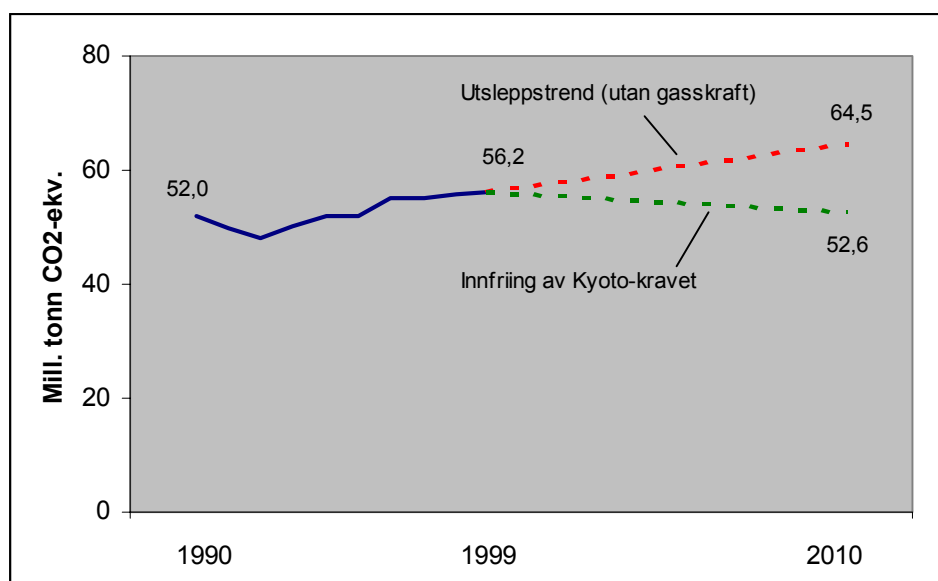
På nasjonalt nivå har SFT gjennomført ein tiltaksanalyse for 2010, som m.a. konkluderer med at det innanfor ei kostnadsramme for reduserte utslepp på 400 kr per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalent vil vere mogleg å realisere 90 prosent av dei reduksjonane som må til for at Noreg skal innfri krava i Kyoto-protokollen. Tiltak for å realisere dei resterande ti prosent av utsleppsreduksjonane vil koste mellom 400 og 1.000 kr per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalent.<sup>26</sup> Denne analysen er med som grunnlagsmateriale når vi i kapittel 4 skal vurdere aktuelle tiltak for reduksjon av klimagassar i Sogn og Fjordane. I samband med etablering av klimamål for Sogn og Fjordane vil vi ta utgangspunkt i dei nasjonale forpliktelsene i Kyoto-protokollen, og sjå kva det vil innebere å overføre eit tilsvarende ambisjonsnivå til den regionale klimapolitikken.

#### **Nasjonale klimamål som utgangspunkt**

Noreg har forplikta seg gjennom Kyotoprotokollen til ikkje å auke dei nasjonale utsleppa med meir enn 1 prosent i tidsrommet 1990 – 2010.<sup>27</sup> Industrilanda som gruppe har eit krav om å redusere utsleppa med 5 prosent i same tidsrom. Frå 2012 skal det internasjonale samfunnet på nytt forplikte seg til enda strengare utsleppsreduksjonar, og stortingsmeldinga om Noregs oppfølging av Kyotoprotokollen slår fast at innfriing av Kyotoavtalen er berre eit første steg på vegen mot ei løysing av klimaproblema.<sup>28</sup> Dersom utviklinga av klimagassutslepp held fram som no utan nye tiltak, vil dei norske klimagassutsleppa i 2010 vere 24 prosent høgare enn i 1990.<sup>29</sup> Det tyder ein auke frå 52 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i 1990 til om lag 64,5 mill. tonn i 2010, medan Kyoto-protokollen berre opnar for ein auke til vel 52,5 mill. tonn (utslepp frå utanriks sjøfart og luftfart er halde utanom). Kyoto-kravet til Noreg går altså ut på at vi skal redusere den venta utsleppsauken med 12 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Dette er illustrert i figuren nedanfor.

Det er naturleg at klimamålet for Sogn og Fjordane tar utgangspunkt i utslepp som stammar frå det vi kan omtale som dei ”ordinære” samfunnssektorane. I det legg vi at ein ser bort frå klimagassutslepp av utprega nasjonal karakter, som petroleumsverksemd og prosessindustri. Begge desse næringane er ujamnt fordelt i landet, medan heile folket dreg nytte av den verdiskapinga dei representerer. Slik sett er det rimeleg at klimautfordringane som til dømes aluminium- og ferrosilisiumproduksjonen fører med seg vert løfta opp på eit nasjonalt plan.





**Figur 3.1** Utvikling og framskriving av klimagassutslepp i Noreg 1990-1999-2010. Mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

Det heng logisk i hop med at dei offentlege verkemidla andsynes dei konsesjonspliktige industriverksemdene er eit statleg ansvar, på same vis som oljepolitikken vert utforma uavhengig av det lokale og regionale nivået. Vi foreslår difor at Sogn og Fjordane formulerer eit klimamål *uavhengig* av utviklinga i prosessindustrien og petroleumssektoren, utan at det vil vere til hinder for å arbeide politisk for å motivere desse næringane til å redusere sine utslepp mest mogleg.

Vidare legg vi til grunn at ein regional klimahandlingsplan må innehalde ei målsetting som gjenspeglar dei nasjonale forpliktelsene. Kyotoprotokollen tillet maksimalt ein prosent auke av dei norske klimagassutsleppa frå 1990 til 2010. Sjølv om fylka kan ha ulike føresetnader for å gjennomføre klimagassreduserande tiltak, vil det vere rimeleg som eit grunnleggande prinsipp at alle delar av landet opererer med klimamål som harmonerer med det nasjonale klimamålet.

Eit på mange måtar rettvist prinsipp kan gå ut på at kravet til norske utsleppsreduksjonar vert likt fordelt på alle innbyggjarane i landet. I 1990 var dei norske utsleppa av klimagassar, eksklusive oljesektoren og prosessindustrien, på 27,1 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.<sup>30</sup> Ein prosent auke i høve til dette talet svarer til 271.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Om vi fordeler denne "kvoten" på alle norske innbyggjarar i 2010, svarer det til 57,8 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per person. Med eit venta folketal i Sogn og Fjordane i 2010 på 111.308 innbyggjarar<sup>31</sup>, vert det rom for ein auke på vel **6.400 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar** i Sogn og Fjordane frå 1990 til 2010.

Alternativt kan vi ta utgangspunkt i klimagassutsleppa i Sogn og Fjordane i 1990 og la ein utsleppsauke på ein prosent i høve til dette talet representere klimamålet for 2010. Fordi det manglar kommunefordelte utsleppstal for basisåret 1990, må vi gå ut frå 1991-tal. I 1991 var utsleppa frå dei "ordinære" sektorane på 799.200 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar, når vi held utanfor alle utslepp frå prosessindustrien, både prosessutslepp og stasjonær forbrenning.<sup>32</sup> Ut frå denne metodikken vil ein utsleppsauke som svarer til dei norske forpliktelsene i Kyoto-protokollen svare til **8.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar**.

Vi ser at det vert marginale skilnader mellom resultatane som følgjer av dei to skisserte utrekningsmåtane. Samanlikna med dei samla utsleppa vert differensen på 1.600 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar ikkje vesentleg. Her legg vi det siste talet til grunn, og vil utgreie konsekvensar av at Sogn og Fjordane berre kan auke klimagassutsleppa frå 1990 til 2010 med 8.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

Med eit utgangspunkt på 799.200 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i 1991, vil eit klimamål som skissert ovanfor kome på **807.200 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar** i 2010. Fordi klimagassutsleppa frå dei omtalte kjeldene auka med sju prosent frå 1991 til 1997, trengst det store *reduksjonar* av utslepp for å innfri eit slikt mål. I 1997 var det aktuelle utsleppet på 855.300 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Frå dette nivået må utsleppa reduserast med 48.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Dette gapet er enda større om vi tar utgangspunkt i dagens klimagassutslepp, men her manglar vi oppdaterte data.

Ut frå dei skisserte føresetnadene har vi no etablert eit framlegg til klimamål for Sogn og Fjordane, eksklusive oljeverksemd og prosessindustri. Det neste spørsmålet vert kor store tiltak ein må setje inn fram mot 2010 for at ein skal kunne innfri eit slikt mål. Da er det ikkje nok å ta utgangspunkt i dagens utslepps nivå. Målsettinga må vurderast i høve til den utviklinga ein kan rekne med å få i Sogn og Fjordane dersom ingen klimatiltak vert sett i verk. Som hjelpemiddel til den analysen skal vi gjere ei *framskriving* av klimagassutsleppa i fylket.

### **Evaluering av måloppnåing**

Sjølv om ein opererer med eit kvantitativt klimamål for 2010 i høve til utslepps nivået i 1990, kan det vere trong for å evaluere måloppnåing også etter andre kriterier enn den faktiske utviklinga av klimagassutsleppa. Utslepp av klimagassar er avhengig av mange faktorar som regionale og lokale aktørar ikkje har verkemiddel i høve til. Dermed vert det viktig å fokusere på i kva grad ein har evna å setje i verk tiltak der ein faktisk har høve til å påverke utviklinga lokalt. Evaluering med tanke på gjennomføring av tiltaka i ein handlingsplan vil difor vere viktig.

### **Framskrivning**

Med *framskriving* meiner vi her ei skildring av venta utvikling i utslipp av klimagassar under den føresetnaden at det ikkje vert sett i verk andre tiltak enn dei som alt er vedtatt for å endre denne utviklinga. Framskrivninga fortel oss med andre ord korleis det vil gå dersom vi ikkje gjennomfører nye tiltak. Framskrivninga vert også omtalt som *referansebane* eller *business as usual-scenario*. Framskrivninga skal fungere som eit hjelpemiddel til å fastsetje realistiske mål for klimagassreduksjonar og til å vurdere trongen for tiltak.

Regjeringa har utarbeidd ein referansebane for norske klimagassutslepp, jf. utsleppstrenden i figur 3.1. Denne byggjer på økonomiske prognosar om vekst i BNP, realrentenivå, oljepris med meir. For CO<sub>2</sub>-utslepp er det berre desse modellane for venta økonomisk utvikling som er grunnlaget for framskrivinga. For andre klimagassar er det i tillegg gjort bruk av sektorstudiar (det gjeld m.a. for transport og petroleumsverksemda). Den nasjonale framskrivinga dannar utgangspunkt for framskrivinga for Sogn og Fjordane som vert presentert her. Framskrivninga til 2010 for dei ulike sektorane i Sogn og Fjordane er illustrert i figur 0.2 i samandragkapittelet (side 6) og i tabell 3.1 på neste side.

### Stasjonær forbrenning

I sin rapport om energibruken til stasjonære føremål i Sogn og Fjordane har Energiråd skissert ein energibruksprognose fram til 2010.<sup>33</sup> Denne viser at den sterke auken i forbruk av elektrisk kraft i hushalda er venta å halde fram. Frå eit nivå på 942 GWh i 1997 til ca 1100 GWh i 2010 (om lag 1/6 auke). Elles er det antyda ein viss auke i fobruk av el og olje til stasjonær forbrenning i industrien og ein mindre reduksjon av oljeforbruket i andre næringar (privat og offentleg tenesteyting). På grunn av ulikt metodisk utgangspunkt i etablering av historiske energibrukstal / utsleppstal i Energiråd og Vestlandsforskning sine arbeid, har vi valt å ikkje nytte den omtalte energibruksprognosen som grunnlag for å framskrive klimagassutslepp frå stasjonær forbrenning.

Den nasjonale framskrivinga av klimagassutslepp legg til grunn 19 prosent auke i utslepp av klimagassar frå stasjonær forbrenning i ikkje konsesjonspliktig industri frå 1997 til 2010. Dette er utan tvil ein for høg vekstrate for Sogn og Fjordane når vi taler om prosessindustrien, som har signalisert nullvekst fram mot 2010.<sup>34</sup> Aluminium- og ferrolegeringsindustrien sto i 1997 for 79 prosent av den stasjonære forbrenninga i industrien i fylket. For den øvrige industrien har vi gått ut frå den nasjonale framskrivinga på 19 prosent frå 1997 til 2010. Det betyr igjen ein auke på heile 62 prosent frå 1991 til 2010 dersom det ikkje vert sett i verk nye utsleppsreducerande tiltak i denne sektoren. Det kan vere grunn til å utgreie dette talet nærare. Vi gjer merksam på at dei presenterte tala for stasjonær forbrenning i industrien i tabell 3.1 *ikkje* femner om stasjonær forbrenning (fyringsolje) i prosessindustrien, slik tilfellet er for tabell 2.1.

Også i offentleg og privat tenesteyting reknar ein med sterk prosentvis auke i utsleppa frå stasjonær forbrenning, med 20 prosent vekst frå 1997 til 2010. For hushalda er nedgangen i fyringsutslepp frå 1991 til 1997 venta å snu til ein ny auke fram mot 2010. Det er likevel ikkje venta at ei utvikling utan nye klimatiltak ville ført oss tilbake til eit like stort fyringsoljeforbruk som tidleg på 1990-talet.

**Tabell 3.1 Utvikling av klimagassutslepp i Sogn og Fjordane 1991-1997, og framskriving av klimagassutslepp ("business-as-usual-scenario") til 2010. Eksklusiv prosessindustri og oljeverksemd. Tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar; prosent.**

	1991	1997	2010	Endring 1997-2010	Endring 1991-2010
<b>Stasjonær forbrenning</b>	<b>58 612</b>	<b>63 992</b>	<b>75 068</b>	<b>17 %</b>	<b>28 %</b>
Industri (u/ prosessind.)	16 890	23 058	27 439	19 %	62 %
Anna næring	18 760	22 291	26 750	20 %	43 %
Hushald	22 962	18 642	20 879	12 %	-9 %
<b>Prosessutslepp</b>	<b>377 513</b>	<b>383 060</b>	<b>366 338</b>	<b>-4 %</b>	<b>-3 %</b>
Deponi	91 193	100 678	89 603	-11 %	-2 %
Landbruk	286 321	282 382	276 735	-2 %	-3 %
<b>Mobile kjelder</b>	<b>317 693</b>	<b>365 674</b>	<b>396 944</b>	<b>9 %</b>	<b>25 %</b>
Vegtrafikk	186 681	231 199	261 255	13 %	40 %
Skip og båtar	118 740	120 986	120 986	0 %	2 %
Fly	12 272	13 489	14 703	9 %	20 %
Andre kjelder <sup>35</sup>	45 326	42 596	42 596		
<b>Ekskl. prosessindustri</b>	<b>799 145</b>	<b>855 322</b>	<b>880 946</b>	<b>3 %</b>	<b>10 %</b>

## Prosessutslepp

Kommunefordelinga av metangassutslepp frå *avfallsdeponi* er usikker. Difor har vi gjort forsøk på å skaffe til vege grunnlagsmateriale for talfesting av historiske utsleppstal og framskriving av utslepp for avfallsdeponia i Sogn og Fjordane. Dette har ikkje vore mogleg på grunn av mangelfullt datamateriale i kommunane i fylket. Kunnskapen om tilført mengd avfall til igangverande og særleg nedlagde deponi i Sogn og Fjordane er så liten at ei framskriving på dette grunnlaget neppe ville gitt betre presisjonsnivå enn det vi oppnår med å bruke nasjonal trend på dei kommunefordelte utsleppstala.

Ein reknar med at utsleppet av deponigass vil gå ned med 11 prosent frå 1997 til 2010, etter å ha auka med vel ti prosent frå 1991 til 1997. Denne utviklinga heng saman med innføring av allereie vedtekne tiltak for uttak av metangass frå dei deponia som er i drift i dag. Når nedgangen ikkje vert større, kjem det av at miljøvernstyresmaktene ikkje krev gassuttak frå nedlagde deponi. Desse fyllingane vil såleis lekke metan i fleire tiår enno.

Utslepp av klimagassar frå *landbruket* er venta å gå ned fram til 2010. Dette er eit framhald av utviklinga som har funne stad på 1990-talet, og heng saman med produksjonsnivået i næringa.

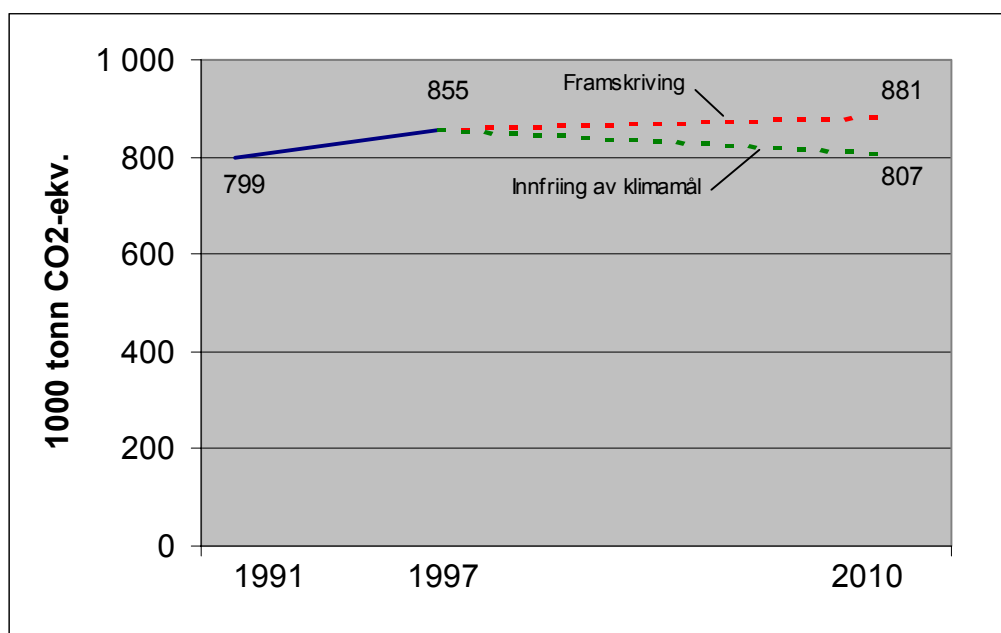
## Mobile kjelder

Også for *vegtrafikk* legg vi den nasjonale framskrivinga til grunn. Statens vegvesen i Sogn og Fjordane opplyser at ein ikkje har eigne trafikkprognosar for fylket som skil seg frå Nasjonal transportplan.<sup>36</sup> På den bakgrunnen har vi valt å nytte den nasjonale framskrivinga, som går ut frå ein auke i klimagassutsleppa frå vegtrafikken på 13 prosent frå 1997 til 2010.

For *skip og fiskefarty* operer den nasjonale framskrivinga med ein vekst på to prosent i klimagassutslepp frå 1997 til 2010 dersom ingen nye tiltak vert sett i verk. Ut frå den fallande tendensen i utslepp frå fiskefarty i Sogn og Fjordane (jf. kapittel 2) og den uvisse situasjonen til snøggbåten mellom Bergen og Sogn, finn vi det rimeleg å ikkje kalkulere med vekst i utsleppa frå skip og fiskefarty. Vi føreset difor uendra utslepp frå 1997 til 2010 for denne kjelda.

For utslepp frå *luftfart* går den nasjonale framskrivinga ut på ein auke på ni prosent frå 1997 til 2010. Sogn og Fjordane har i alle år lege godt under det nasjonale gjennomsnittet med omsyn til reisefrekvens med fly. Like fullt har reisefrekvenstala auka sterkare i dette fylket enn i landet som heilskap frå 1992 til 1998. Vidare melder reisebyråa i Sogn og Fjordane om sterk auke i utanlandsflyingar (som også fører med seg flyaktivitet i norsk luftrom). Desse trekka kan tale for ein sterkare prosentvis auke i flytrafikken i Sogn og Fjordane enn for landsgjennomsnittet.

Posisjonen som fylke utan flyplassar knytt til stamrutenettet (SAS og Braathens) er ei viktig forklaring på at flyreiseaktiviteten tradisjonelt har vore lågare her enn elles, og dette er ein faktor som ikkje vil endre seg. Tvert om er Luftfartsverket i gang med å vurdere nedlegging av ein eller to kortbaneflyplassar i Sogn og Fjordane. Dette gjer at vi ikkje ser eintydige trekk som taler for ein kraftigare auke i flyreisefrekvensen i dette fylket enn elles i landet. Difor nyttar vi nasjonale framskrivingstal også her.



**Figur 3.2 Framskrivning av klimagassutslepp i Sogn og Fjordane 2010, ekskl. oljeverksemd og prosessindustri. Til samanlikning er det vist ei utvikling som gir innfriing av klimamål relatert til Kyotoavtalen. 1000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.**

Figur 3.2 oppsummerer framskrivinga for klimagassutslepp i Sogn og Fjordane. Vi ser at spriket mellom framskrivinga (referansebanen) og det skisserte klimamålet er på **74.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar**. Det svarer til vel åtte prosent av dei utsleppa vi ventar å få i 2010 dersom ingen nye tiltak vert sett i verk. Til samanlikning er dette like mykje klimagassar som årleg vert generert av lastebil- og busstransport i fylket.

Framskrivinga for Sogn og Fjordane viser lågare vekstrate enn på nasjonalt nivå (ti prosent frå 1991 til 2010 i Sogn og Fjordane, mot 24 prosent frå 1990 til 2010 for heile landet, jf. figurane 3.1 og 3.2). Dette heng for ein stor del saman med at Sogn og Fjordane-framskrivinga ikkje omfattar olje- og gassverksemd, som er venta å ha ein utsleppsauke på 45-50 prosent frå 1990 til 2010.<sup>37</sup>

### Prosessindustri

Vi har ikkje fått tilgang til *prosessindustrien* sine eigne prognosar for vidare produksjonsutvikling ved verksemdene i Sogn og Fjordane. Hydro Aluminium opplyser at dei ikkje legg produksjonsplanar over så lange tidshorisonter<sup>38</sup>, medan Elkem gir uttrykk for at slike prognosar er opplysningar ein ikkje ønskjer å gå ut med.<sup>39</sup> I Hydro får vi opplyst at dei reknar med å drive som i dag med små variasjonar fram til 2007. SFT har sett fram krav om at Hydro Aluminium avviklar Søderberg-omnane i Høyanger og Årdal i 2007. Dette har Hydro akseptert for Høyanger sitt vedkommande, men konsernet har anka vedtaket med omsyn til Årdal. Hydro Aluminium avgjer sjølv korleis dei fordeler utsleppsreduksjonane internt i selskapet. Det er mest truleg at reduksjonar i klimagassutslepp i åra som kjem i første rekkje vil finne stad på verket i Sunndal, medan Høyanger Metallverk alt har gjennomført vesentlege reduksjonar i og med installering av punktmatningsteknologi.<sup>40</sup>

Både Hydro Aluminium og Elkem rår oss til å kalkulere med uendra klimagassutslepp fram mot 2010. Dette har vi gjort i rekneeksempla nedanfor. Vi understrekar at det dreier seg om usikre tal, ikkje minst i lys av den uavklarte situasjonen for Høyanger Metallverk.

Vi har tidlegare diskutert kva typar utsleppskjelder det er rimeleg å inkludere ved etablering av eit regionalt klimamål. Dersom ein vel å ta med prosessindustrien, vil den logiske konsekvensen vere å ta med også andre utsleppskjelder av nasjonal karakter. Det gjeld oljeverksemd og eventuelle gasskraftverk. Rekneeksemplet nedanfor inkluderer prosessindustrien, men tar også med følgjene for klimarekneskapen ved bygging av gasskraftverk.

Framskrivninga for Sogn og Fjordane når vi inkluderer prosessindustrien viser at vi kan vente klimagassutslepp på **2.088.600 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar** i 2010 dersom ingen nye klimatiltak vert innført.

Om vi inkluderer prosessindustrien, men stadig held oljeverksemda utanfor, var dei norske klimagassutsleppa i 1990 på 44,2 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Med det utgangspunktet vil vi kunne auke utsleppa med 442.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar fram til 2010. Ut frå venta folketalsutvikling vil Sogn og Fjordane sin del av denne "kvoten" verte på **10.500 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar**.

Sjølv om vi ikkje har tilgang til kommunefordelte utsleppstal for Sogn og Fjordane i 1990, kjenner vi 1990-utsleppa til den viktigaste aktøren, prosessindustrien (sjå tabell 2.2). Som vi skal sjå fungerer denne utsleppskjelda som ein joker i klimarekneskapen. Vi føreset at 1990-utsleppa var like store som i 1991 for alle sektorar med unntak av prosessindustrien. Det var store reduksjonar i PFK-utsleppa ved aluminiumsverka i Årdal og Høyanger frå 1990 til 1991. Det førte til at samla klimagassutslepp frå prosessindustrien i fylket gjekk ned med 312.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar på dette året. Med dei førestnadene vi her har gjort får vi da eit samla klimagassutslepp for Sogn og Fjordane på 2.346.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i 1990. Når vi føyer til Sogn og Fjordane sin del av den nasjonale "utsleppskvoten" på 10.500 tonn, vil dette fylket ut frå ein slik metodikk ha eit tak for sine klimagassutslepp i 2010 på **2.356.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar**. Dette talet ligg 13 prosent *over* den framskrivinga for Sogn og Fjordane som inkluderer prosessindustri. Dette resultatet understrekar nokre viktige poeng:

- Prosessindustrien dominerer klimagassutsleppa i Sogn og Fjordane så sterkt at utviklinga ved desse tre verksemdene lett overskyggar det som elles skjer av utsleppsauke eller -reduksjonar i fylket.
- Den store reduksjonen i PFK-utslepp i Høyanger og Årdal fann stad på eit tidspunkt som gjer at Noreg vert kreditert for desse utsleppsreduksjonane i tråd med Kyoto-protokollen. Hadde reduksjonen funne stad eitt år tidlegare ville Noreg "gått glipp av" denne vinsten.
- Dersom ein vel å definere eit regionalt klimamål som inkluderer prosessindustrien etter den modellen vi her har vist, kan Sogn og Fjordane i prinsippet velje å ikkje setje i verk klimatiltak i andre sektorar. Dette bidreg til å understreke at prosessindustrien er ei *nasjonal* utsleppskjelde, som vanskeleg kan plasserast i ein lokal eller regional klimarekneskap.<sup>41</sup>

### **Gasskraftverk**

Eit klimamål som innlemmar prosessindustrien representerer ein logikk som i sin konsekvens vil føre til at vi også må innlemme eventuelle framtidige *gasskraftverk* i klimagassrekneskapen for Sogn og Fjordane. Det er i dag gitt konsesjon på tre gasskraftverk (Naturkraft sine planlagde gasskraftverk på Kårstø i Rogaland og Kollsnes i Hordaland, i tillegg til Industrikraft Midt-Norge sitt prosjekterte kraftverk i Skogn i Nord-Trøndelag). Desse gasskraftverka vil etter planen stå for eit årleg utslepp av til saman 4,3 mill. tonn CO<sub>2</sub>. Dette svarer til utsleppa frå meir enn 1 million privatbilar, og vil auke dei norske CO<sub>2</sub>-utsleppa med meir enn ti prosent. Dersom vi fordeler klimabidraget frå dei tre gasskraftverka etter same modell som utsleppa frå prosessindustrien, vil 101.900 tonn CO<sub>2</sub> måtte krediterast Sogn og Fjordane. Dersom dei tre gasskraftverka vert realisert, vil utsleppstaket for 2010 verte senka til **2.254.100 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar**.

### **Petroleumsverksemd**

Olje- og gassutvinning er ei anna nasjonal utsleppskjelde som det vert naturleg å trekkje inn i klimarekneskapen for Sogn og Fjordane dersom prosessindustrien skal inkluderast. Petroleumssektoren er venta å auke sine utslepp med 45-50 prosent frå 1990 til 2010. Ei innlemming av denne sektoren i klimarekneskapen for Sogn og Fjordane, gir fylket ein andel i den venta utsleppsauken på **87.800 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar**.<sup>42</sup>

Sjølv om ein inkluderer nasjonale utslepp frå olje- og gassutvinning og dei tre gasskraftverka det er gitt konsesjon for, vil Sogn og Fjordane ha god margin på om lag 80.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar ned til referansebanen for 2010.

### **Konklusjon**

Vi vel i denne rapporten å ta utgangspunkt i dei utsleppskjeldene som det lokale og regionale nivået faktisk har verkemiddel i høve til. Vi legg til grunn at Sogn og Fjordane ønskjer å ta sin del av dei nasjonale utsleppsreduksjonane som må til for at Noreg skal innfri forpliktelsene i Kyoto-protokollen. I så fall står ein overfor eit ambisiøst, men fullt ut overkommeleg mål: Å innføre klimatiltak fram til 2010 som svarer til ein årleg utsleppsreduksjon frå m.a. landbruk, deponi og transport på 74.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

Neste kapittel er ein gjennomgang av aktuelle tiltak for å redusere klimagassutsleppa i Sogn og Fjordane.

## 4. Tiltak for reduksjon av klimagassutslepp

Klimaproblema er resultatet av summen av alle klimagassutslepp, både små og store. Det er råd å identifisere nokre få, store punktutslepp knytt til store industriverksemder. Likevel er dette først og fremst eit ureiningsproblem som er kjenneteikna av dei mange *diffuse* kjeldene som summerer seg opp til store totale utslepp. Sjølv om styresmaktene har eit ansvar for å nytte sine verkemiddelapparat for å oppnå reduserte klimagassutslepp, er det i siste instans naudsynt med engasjement og handling på alle plan i samfunnet om vi skal klare å handtere dei store utfordringane klimaproblema stiller oss overfor. Dermed får den lokale og regionale klimapolitikken ein moralsk dimensjon: Kva ansvar er det rett å seie kviler på kvar einskild av oss i møte med eit globalt miljøproblem som ingen av oss har herredømme over? Vi lever i eit samfunn der fastlagte strukturar tvingar oss inn i handlemønster som bidreg til skadelege klimagassutslepp. Samstundes veit vi at våre personlege bidrag til drivhuseffekten heng nøye saman med livsstil og personleg forbruk.

Nedanfor vil vi gå gjennom ei rekkje tiltak som kan settast inn for å redusere den venta veksten i utslepp av klimagassar. I førre kapittelet såg vi at det er ein differens på 70.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar mellom det skisserte klimamålet for 2010 og framskrivinga som viser venta utvikling fram til 2010 dersom ingen nye tiltak vert gjennomført. Dette byggjer på ein føresetnad om at klimamålet harmonerer med dei nasjonale utsleppsforpliktelsene i Kyoto-protokollen, og at prosessindustrien ikkje vert inkludert i klimarekneskapen for Sogn og Fjordane.

Ved utarbeiding av ein klimahandlingsplan vil ein kunne gå til dei tiltaka som er omtalt her. Framlegga til tiltak er oppsummert i tabell 0.1 i samandragkapittelet.

### Verkemiddel og tiltak

Omgrepa *verkemiddel* og *tiltak* vil stå sentralt i dette kapittelet, og treng difor ei nærare definering. Ei offentleg utgreiing om miljøpolitiske verkemiddel definerer desse omgrepa slik.<sup>43</sup>

*Virkemidler* er de styringsverktøy myndighetene kan benytte for å påvirke menneskers handlemåte. Som en fellesbetegnelse for de handlinger som utløses av myndighetenes virkemiddelbruk, benyttes det i denne rapporten begrepet *tiltak*.

I Noreg er det vanleg å nytte omgrepet *verkemiddel* berre i samanhengar der ein omtaler *styresmaktene* sine handlingsalternativ. Dette er ei forståing vi også legg til grunn her. *Tiltak* er likevel eit omgrep vi meiner det ikkje er naturleg å reservere for det offentlege styringsverket. Næringsliv, frivillige organisasjonar og enkeltindivid kan alle setje klimagassreduserande tiltak ut i livet.

Om vi held oss til det offentlege verkemiddelapparatet ei stund, kan det vere nyttig å kategorisere dette:

- økonomiske verkemiddel
- juridiske verkemiddel
- fysiske verkemiddel
- samarbeid (inkludert avtalar)



- normative verkemiddel
- informasjon

Tiltaka er adressert både til styresmakter, næringsliv, organisasjonar og einskildmenneske. Ved utforming av tiltak for reduksjon av klimagassutslepp vil val av tilnærming vere avhengig av kva for aktørar som skal setje tiltaka ut i livet. Lovendringar er døme på tiltak som det regionale / lokale nivået ikkje har herredømme over. Handheving av lover og reglar ligg på ulike nivå i forvaltningsapparatet. Til dømes er det eit statleg ansvar å setje konsesjonskrav til prosessindustrien, medan Fylkesmannen har hand om Ureiningslova i høve til avfallshandtering og landbruksureiningar. Kommunane er viktige aktørar m.a. i kraft av det ansvaret dei er tildelt gjennom Plan- og bygningslova. Utforming av arealdelen i kommuneplanen legg viktige føringar også for aktivitetar som er opphav til klimagassutslepp. Også når det gjeld økonomiske verkemiddel, både i form av avgiftspolitik og tilskotsordningar, er ansvaret fordelt mellom dei ulike forvaltningsnivåa.

Tiltaksplanar mot klimagassutslepp vil også kunne verte påverka av at Miljøvern-departementet planlegg ei omfattande delegering av ansvar for miljøregelverket frå statleg nivå til kommunane. Etter kvart som innhaldet i denne reformen vert avklara, trengst det ei vurdering av kva konsekvensar han kan få for utforming av lokal og regional klimapolitikk.

### **Kriterier for val av tiltak**

Lista over moglege tiltak er ikkje uttømmende, og andre val kunne vore gjort. Vi skal her gjere greie for kva kriterier som ligg til grunn for val av tiltak. Utvalsprinsippa kan organiserast rundt fire punkt:

- Direkte tiltak (ikkje indirekte tiltak eller karbonlager)
- Fokus på utslepp av lokal/regional karakter
- Fokus på dei største utsleppskjeldene (landbruk, avfall, transport)
- Avgrensing mot Energiråd sitt rapportbidrag

#### *Direkte tiltak*

Tiltak mot klimagassutslepp kan delast inn i tre kategoriar:

1. Tiltak for direkte reduksjonar
2. Tiltak for indirekte reduksjonar
3. Tiltak for å auke karbonlager

Tiltak for *direkte* reduksjonar er tiltak som tar sikte på å redusere klimagassutsleppa gjennom direkte fokus på sjølve utsleppskjeldene. Døme på dette kan vere overgang til ny smelteomn-teknologi i aluminiumsverka, overgang til biobrensel i staden for oljefyring eller parkeringsrestriksjonar for å dempe biltrafikken. Alle framlegg til klimatiltak som SFT har presentert, både gjennom tiltaksanalysen<sup>44</sup> og klimaplanrettelearen<sup>45</sup>, sorterer under kategorien tiltak for direkte reduksjonar.

Tiltak for *indirekte* reduksjonar vil i større grad ta sikte på å redusere klimagassutsleppa gjennom endring av forbruksmønster, mentalitet og samfunnsstruktur. Dette kan til dømes skje gjennom informasjon og økonomiske verkemiddel med tanke på å dreie forbruket vekk frå produkt og tenester som fører til store klimautslepp. Eit livsløpsperspektiv må ligge til grunn for slike tiltak: Klimaeffekten av eit produkt vert vurdert ut frå dei samla utsleppa “frå

vogge til grav”, dvs. i produksjon, distribusjon, bruk og heilt fram til avfallsstadiet. Ein eventuell strategi for indirekte reduksjonar må vere langsiktig og gå parallelt med tiltak retta direkte mot utsleppskjeldene.

Med tiltak for å auke *karbonlager* meiner vi tiltak som tar sikte på å auke opphaldstida for karbon i delar av det naturlege karbonkretsløpet, for på den måten å forseinke CO<sub>2</sub>-utslepp til atmosfæren. Karbon sirkulerer i naturen ved at CO<sub>2</sub> vert bunde som organisk materiale i plantar gjennom fotosyntesen, og kjem ut i atmosfæren igjen når daude plantar og dyr rottnar eller brenn. Naturen er innstilt på ei likevekt mellom uorganisk karbon i atmosfæren og organisk karbon i biosfæren.<sup>46</sup> Den menneskeskapte drivhuseffekten har oppstått ved at denne likevekta har vorte skipla. Det har skjedd ved at store mengder organisk karbon som er “lagt til side” som reservoar av kol, olje og gass gjennom millionar av år, har vorte brukt opp i løpet av hundre år og kome ut i atmosfæren som CO<sub>2</sub>. Tiltak for å auke karbonlagra må vi sjå på som eit forsøk på å etablere ein motsett straum av karbon ved å binde meir karbon i biosfæren. Auka skogplanting er det mest omdiskuterte tiltaket i denne samanhengen.

I denne rapporten har vi valt å sjå på *direkte* tiltak. I så måte følgjer vi den malen SFT har lagt opp til. Denne avgrensinga er delvis gjort ut frå kapasitetsomsyn. For karbonbinding i skog er grunngevinga først og fremst den uavklarte posisjonen tiltaket har i dei internasjonale klimaforhandlingane.

#### *Fokus på utslepp av lokal/regional karakter*

I tråd med konklusjonane i kapittel 3 har tiltakslista fokus på utslepp som ikkje er av nasjonal karakter. Vi har såleis sett bort frå tiltak i olje- og gassverksemd. For prosessindustri har vi gitt ein kort omtale av aktuelle klimatiltak. Dette er tiltak verksemdene sjølv arbeider med i samarbeid med Miljøverndepartementet og SFT.

I ein regional klimahandlingsplan vil det vere fornuftig å konsentrere innsatsen om sektorar der det regionale og lokale apparatet rår over verkemiddel. Prosessindustrien er såleis ein sektor som står fram som mindre interessant i denne samanhengen enn andre utsleppskjelder. *Landbruket* er den sektoren nest etter prosessindustrien som bidreg med dei største klimagassutsleppa. Overfor denne næringa rår det offentlege over eit omfattande verkemiddelapparat, både i form av reguleringar, tilskotsordningar som vert styrt regionalt (BU-midlar) og i kraft av eit godt utbygd rettleiingsapparat. Vidare er landbruket ei utsleppskjelde som har fått relativt lita merksemd frå det sentrale styringsapparatet. Det kan såleis vere grunn til å fokusere særleg på klimagassiltak i landbruket i ein klimahandlingsplan for Sogn og Fjordane.

#### *Fokus på dei største utsleppskjeldene*

Figur 2.2 viser utsleppssituasjonen for klimagassar i Sogn og Fjordane (1991 og 1997). Ser vi bort frå prosessutslepp frå industrien, peikar fire kjelder seg ut som særleg viktige (prosenttal viser andel av samla klimagassutslepp utom prosessindustri og oljeverksemd i 1997):<sup>47</sup>

- Prosessutslepp frå landbruket (33 %)
- Mobile utslepp frå vegtrafikk (27 %)
- Mobile utslepp frå skip og fiskefarty (14 %)
- Prosessutslepp frå avfallsdeponi (12 %)

Dersom ein ønskjer å konsentrere innsatsen om visse næringar, bør desse veljast ut blant dei fire som her er nemnt. I omtalen av aktuelle tiltak er det lagt størst arbeid i tiltak retta mot dei fire utsleppskjeldene som er nemnt ovanfor.

#### *Avgrensing mot rapporten til Energiråd*

Tiltak i høve til energiforsyning (bioenergi/fjernvarme/fornybar energi) og ENØK innanfor stasjonær energibruk er i liten grad omtalt i denne rapporten, i og med at desse emna er dekt av Energiråd sin rapport. Det må i denne samanhengen understrekast at fleire av tiltaka her, når det gjeld mellom anna bioenergi og annan fornybar energi, og enøk innanfor stasjonær energibruk også vil kunne ha utsleppsreducerande effekt på klimagassar.

#### *Kvantifisering*

For storparten av dei foreslåtte tiltaka er det ikkje gjort ei kvantifisering av *reduksjonspotensialet*. Dette er mellom anna ein konsekvens av at vi har prioritert utgreiing av tiltak for utsleppskjeldene landbruk, avfallsdeponi og transport. Landbruk og transport er utsleppskjelder som i utprega grad er dominert av diffuse kjelder (mange og spreidde utslepp, til skilnad frå større punktutslepp). Når det gjeld landbruk er det dessutan stor uvisse knytt til dei faktiske klimagassutsleppa og effektane av dei potensielle tiltaka. Også for avfallsdeponi er det måleproblem knytt til uvisse kring den faktiske nedbrytingsfarten i avfallsmassane og framfor alt svært dårleg oversikt over utsleppspotensialet på grunn av mangelfulle data i kommunane om avfallsmengder og -samansetting.

Vurdering av kva tiltak som kan gje størst effekt med minst innsats, bør vere eit viktig kriterium ved utmeisling av ein klimahandlingsplan. Oppgåver over tiltakskostnader er presentert i denne rapporten i den grad tiltaka er omtalt i SFT sin tiltaksanalyse. Vidare bearbeiding av materialet med tanke på kvantifisering av reduksjonspotensial og tiltakskostnader hadde vore ønskeleg.

## **UTSLEPP FRÅ STASJONÆR FORBRENNING**

Tiltak for reduksjon av fossil stasjonær forbrenning er omtalt i Energiråd sin rapport. Her har vi berre med omtale av eit tiltak som er med i SFTs tiltaksanalyse, og som har særleg aktualitet for Sogn og Fjordane.<sup>48</sup>

### **Konvertering av brensel i aluminiumsstøyeri**

Målt per energieining har propan ca. 15 prosent lågare utslepp av CO<sub>2</sub> samanlikna med lettolje. Difor vil skifte av hovudbrensel frå lettolje til propan i støyeri og fyrhus ved aluminiumsverk føre til reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslepp. I tillegg vil ein slik overgang frå lettolje til propan i kjelar og prosessar auke virkningsgraden med 5 – 10 prosent fordi ein med gass kan drive anlegga med lågare oksygenkonsentrasjon i forbrenninga, lågare avgasstemperaturar og betre regulering av effekten i høve til behovet.

Dette tiltaket er lønnsamt når oljeforbruket kjem over eit visst nivå, og er alt gjennomført ved Hydro Aluminium Årdal Metallverk. Ved Høyanger Metallverk får vi opplyst at vurdering av tiltaket så langt har konkludert med at det ikkje er rekningsssvarande.<sup>49</sup> Oljeforbruket i aluminiumsstøyeriet i Høyanger var på 1.821 tonn i 2000. Dette svarer til eit utslepp på vel 5.700 tonn CO<sub>2</sub>. Viss vi legg til grunn ein reduksjon på 20-25 prosent ved konvertering til propan, vil reduksjonspotensialet ved dette tiltaket vere på **1.140 – 1.430 tonn CO<sub>2</sub>**.

### **Tiltak – stasjonær forbrenning i industrien**

Konverering frå lettolje til propan som brensel i aluminiumsstøyperiet i Høyanger.

## **PROSESSUTSLEPP**

### **Aluminiumsindustrien**

#### **Avtale om reduksjon av utslepp av klimagassar**

I juni 1997 skreiv aluminiumsindustrien<sup>50</sup> under ein frivillig avtale med Miljøverndepartementet om reduksjon av klimagassutslepp frå elektrolyseproduksjon av aluminium frå aluminiumsoksid og frå produksjon av anodar. Reduksjonsmålet er omtalt slik i avtalen:

Klimagassutslipp fra aluminiumsindustrien skal:

- Innen utløpet av 2000 være redusert med 50 % pr. tonn faktisk produsert primæraluminium målt i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i forhold til utslippsnivået i 1990.
- Innen utløpet av 2005 være redusert med 55 % pr. tonn faktisk produsert primæraluminium målt i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i forhold til utslippsnivået i 1990.
- Partene legger til grunn at utslipp av klimagasser i 1990 var 5,5 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. tonn faktisk produsert primæraluminium

Avtalen gjeld reduksjonar i utslepp av perfluorkarbonar (PFK), som oppstår i samband med bluss (anodeeffekt) i prosessen. Anodeutslepp av CO<sub>2</sub> er avhengig av produksjonen, og vert dermed ikkje omfatta av avtalen mellom aluminiumsindustrien og Miljøverndepartementet. Reduksjonane er først og fremst knytt til teknologiutskifting: Eldre søderberg-omnar vert skifta ut med prebake-omnar, og det fører til lågare blussfrekvens og kortare blusslengd. Blussfrekvensen vert også redusert på søderberg-celler gjennom installering av punktmatings-teknologi.

Uavhengig av den omtalte avtalen har SFT stilt krav overfor Hydro Aluminium om å avvikle søderberg-omnane på aluminiumsverka innan 2007. Hydro Aluminium har godtatt dette for Høyanger Metallverk sin del, men klaga på vedtaket når det gjeld Årdal Metallverk. ¼ av produksjonskapasiteten (50 årstonn-kapasitet) ved Årdal Metallverk er stadig knytt til søderberg-teknologien.

Lokale og regionale styresmakter har ingen innverknad på dei tiltaka for reduksjon av PFK-utslepp som er omtalt ovanfor.

#### *Bruk av spillvarme til oppvarming*

Aluminiumsproduksjon er opphav til store mengder spillvarme. Her kan fylkes- og kommune-nivået vere pådrivarar for å få lokalisert verksemd til Årdal og Høyanger som kan dra nytte av denne energikjelda.

### **Ferrolegeringsindustrien**

Elkem ASA Bremanger Smelteverk hadde i 1997 eit utslepp av 226.000 tonn CO<sub>2</sub>. Dette var knytt til bruk av steinkol som reduksjonsmiddel under framstilling av ferrosilisium. I tillegg

kom utslepp av 16.000 tonn CO<sub>2</sub> frå bruk av *trekol* som reduksjonsmiddel. Ettersom trekol er framstilt frå tre gir dette såkalla klimanøytrale utslepp, fordi det er tale om utslepp av biokarbon i motsetning til fossilt karbon. Det betyr at nærare sju prosent av prosessutsleppa av CO<sub>2</sub> frå Bremanger Smelteverk i 1997 ikkje vert rekna som klimagassutslepp. Ein større andel biokarbon til reduksjonsmiddel i ferrolegeringsproduksjonen i framtida vil såleis vere eit effektivt tiltak for å få ned klimagassutsleppa i Sogn og Fjordane.

Elkem har utgreidd spørsmålet om auka bruk av biokarbon i ferrolegeringsproduksjonen.<sup>51</sup> Elkem Bremanger Smelteverk har tent som case-studie i denne samanhengen. Tanken har vore å utnytte trevirke frå kystnære område i Sogn og Fjordane / Møre og Romsdal, og nytte dette i eit pyrolyseverk for framstilling av trekol. Transporten er tenkt å foregå med ein kombinasjon av bil og lekter for å redusere transportkostnadene. Som rekneeksempel nytta ein meieriet i Førde som mogleg avtakar for varmeenergi frå denne produksjonen. Studien konkluderte med at kostnadene ved overgang til bruk av trekol som reduksjonsmiddel ikkje er forsvarleg økonomisk, og at ein må arbeide vidare med å få ned kostnadene for at dette skal verte eit aktuelt satsingsområde for Elkem.

## Avfallsdeponi

Avfallshandtering har to viktige tilknytningspunkt til klimapolitikken: Problemet med utslepp av metan frå avfallsdeponi og potensialet for energiutvinning frå avfallet. Det siste temaet er omtalt i kapittelet “Potensialet for utnytting av nye fornybare energikjelder” (Energiråd) og i prosjektrapporten “Biobrensel i Sogn og Fjordane”.<sup>52</sup>

Avfallshandtering bør både ta sikte på å utnytte avfallet som ressurs og ta omsyn til avfallet som utsleppskjelde for metan. Ei aktuell prioritering av tiltak kunne skje i denne rekkjefølgja:

1. Reduksjon av total avfallsmengd
2. Materialgjenvinning av utnyttbare fraksjonar
3. Utnytte energien i det avfallet som ikkje let seg gjenvinne
4. Deponere resten og samle opp / oksidere metangassen frå deponiet.

Frå ein klimapolitisk ståstad må det fremste målet vere å hindre at metangass (deponigass) slepp ut i atmosfæren. For det avfallet som vert lagt på deponi er det i praksis to måtar å hindre/reducere metanutslepp på:

- Uttak / fakling av metangass frå deponi
- Oksidering av metan vha. toppdekke

I tillegg er det eit alternativ å omgå problemet med deponigass ved ikkje å legge avfallet i deponi:

- Kompostering av våtorganisk avfall
- Avfallsforbrenning

Både gassuttak og avfallsforbrenning opnar for energiutvinning frå avfallet, medan oksidering i toppdekke (biofilter) går ut på å la mikroorganismar i jord omdanne metan til CO<sub>2</sub> før gassen når opp til overflata. Alle avfallsdeponia i Sogn og Fjordane som er i drift har fått pålegg om å installere uttak av metangass for fakling eller energigjenvinning, og miljøvernstyresmaktene vil ikkje opne for oksidering vha. toppdekke som eit alternativt tiltak. Vi vil likevel gje ein

omtale av toppdekke som mogleg tiltak av to grunnar: Det kan vere aktuelt som eit supplement til fakling og som tiltak mot metanutlekking frå nedlagde deponi.

### **Oksidasjon av metangass frå avfallsfyllingar**

I 1999 var det berre eitt avfallsdeponi i Noreg (Ås i Akershus) som hadde tilrettelagt toppdekke spesielt med tanke på å optimalisere forholda for oksidering av metan. Dette har skjedd som ledd i eit fou-prosjekt i regi av Jordforsk og K9-gruppen (Klimatek-prosjektet). Dette prosjektet omfatta ei tid også Hesjedalen avfallsplass i Førde og Kjevikdalen avfallsplass i Lindås kommune, som tar imot avfall frå Gulen og Solund kommunar. Nordhordaland og Gulen Interkommunale Renovasjonsselskap (NGIR) gjorde likevel vedtak om å ta i bruk den tradisjonelle metoden med fakling av metangassen ut frå kostnads-vurderingar.<sup>53</sup> Sunnfjord miljøverk (SUM) ønskjer å nytte toppdekke og har klaga på pålegget om teknisk oppsamling av metan. Leiinga ved SUM reknar likevel med at det vert installert anlegg for oppsamling og fakling av deponigass ved Hesjedalen avfallsplass.<sup>54</sup>

Jordforsk har gjennomført målingar av metangassutslepp frå Hesjedalen avfallsplass og gjort forsøk med å byggje toppdekke på deponiet ved hjelp av kompostert slam og morenemasse, og med flihsogd trevirke som strø.<sup>55</sup> Formålet har vore å finne måtar å utnytte avfallsfraksjonane septikkslam og trevirke. Prøvar frå ein avgrensa del av deponiet tydar på svært små utslepp av metan. Dette har truleg samband med tette massar (pga dagleg kompaktering) og høgt fuktinnhald. Det gir vilkår som kan vere med på å forlenge syrefasen i nedbrytingsprosessen. Det organiske karbonet i fyllinga vil før eller seinare verte nedbrote, sjølv om prosessen kan vere forseinka på grunn av konserverande tilhøve. Jordforsk konkluderer med at eit metanoksidasjons-sjikt vil kunne oksidere vesentleg større metanmengder enn det som vert danna i fyllinga i dag. Hyppig kompaktering og høgt vassinnhald gir lite gunstige vilkår for oppsamling av gass, slik at endra driftspraksis må til dersom dette tiltaket vert sett i verk.

### **Uttak av metangass frå avfallsfyllingar**

Alle kommunale/interkommunale avfallsanlegg som er i drift i Sogn og Fjordane har fått pålegg om å samle opp og brenne av deponigass, anten i open fakkel eller med energiutnytting. Hittil er det berre Ivahola avfallsplass i Gloppen som har installert gassoppsamling. Eigaren Nordfjord Miljøverk (NoMil) opplyser at gassen førebels berre vert brent i fakkel, men at ein i framtida også har ønske om å utnytte energien.<sup>56</sup>

Krav til gassuttak er berre sett til dei kommunale og interkommunale deponia som er i drift. Det er såleis ikkje planlagt tiltak ved ei rekkje større, nedlagde deponi, som vil halde fram med å lekke metangass i mange år etter at dei vart avslutta. Industrifyllingar / private deponi er heller ikkje omfatta av pålegga, men ved mange av desse der det ikkje vilkår for danning av metangass.

Det føreligg ingen offentlege krav til kor effektiv oppsamlinga av metan frå deponi skal vere. Vidare er det eit udekt kunnskapsbehov når det gjeld optimalisering av drifta ved avfallsplassane med tanke på størst mogleg uttak av metan.

Kapital- og driftskostnader ved etablerte anlegg for uttak av metangass ligg i området 50-80 kr/tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalent.<sup>57</sup>

### **Kompostering av våtorganisk avfall**

Ved kompostering av våtorganisk avfall vert organisk karbon omsett under aerobe tilhøve. Sluttoproduktet av denne prosessen er CO<sub>2</sub>, vatn og varmeenergi. Karbondioksid er ein svakare drivhusgass enn metan, og dermed kan kompostering fungere som førebygging av metanutslipp frå deponi. SFT reknar med at kostnaden ved reaktorkompostering ligg mellom 650 og 1.000 kr per tonn avfall. Etersom alternativet til kompostering i mange tilfelle vil vere deonering, kan ein trekkje frå den gjennomsnittlege komposteringskostnaden på 400 kr per tonn avfall (ekskl. slutthandsamingsavgift), slik at tiltakskostnaden vert liggande i intervallet 250-600 kr per tonn avfall. Det er vanskeleg å seie kor stort reduksjonspotensialet er ved dette tiltaket. SFT antydgar at det ligg rundt 2 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per tonn avfall som vert kompostert i staden for å hamne på deponi.

### **Forbrenning av avfall**

Forbrenning / energiutvinning er eit aktuelt tiltak for å hindre at organisk avfall vert liggande på deponi som potensiell metangasskjelde. Det er utvikla mindre avfallsforbrenningsanlegg som kan høve til dei moderate avfallsmengdene som vert generert i Sogn og Fjordane. Som ledd i arbeidet med fylkesdelplan for klima og energi i Sogn og Fjordane er det teke initiativ til samarbeid mellom kraftprodusentar og avfallsselskap om energiutvinning frå avfallsforbrenning. Alternativt kan avfallsforbrenning skje utan deltaking frå kraftselskap ved at ein samlokaliserer forbrenningsanlegget med store forbrukarar av termisk energi. Aktuelle verksemdar i Sogn og Fjordane er fiskeforprodusenten Ewos i Florø og fiskemjølfabrikane i Måløy. I den grad energien frå avfallsforbrenning går til å erstatte fossilt brennstoff som energikjelde, vil tiltaket kunne ha ein dobbelt positiv klimaeffekt.

Den kommunale avfallshandteringa har i stor grad fokusert på spørsmål om korleis ein skal handsame det våtorganiske avfallet. Dette har m.a. samanheng med at våtorganisk avfall representerer ei større utfordring når det gjeld hygiene og luktproblem. I ein klimagass-samanheng er det ikkje minst viktig å sjå på tørt organisk avfall. I det lange løp vil alt organisk karbon verte omsett, anten til CO<sub>2</sub> der det skjer aerob omsetning, eller til metan der det ikkje er lufttilgang.

SFT vurderer tiltakskostnadene ved avfallsforbrenning (som alternativ til deponering) til 200 kr per tonn avfall når kostnadene ved deponering er trekt frå. Det er vanskeleg å slå fast kor stort klimagassreducerande potensial tiltaket har, ettersom det avheng av utsleppa ved den alternative avfallsbehandlninga (kor effektivt metan vert samla opp på deponi) og kor godt energien ved forbrenninga vert utnytta.

### **Kvoteplikt**

I tillegg til CO<sub>2</sub>-avgift ser innføring av *kvoteplikt* ved utslepp av klimagassar ut til å bli det viktigaste nasjonale verkemiddelet for å redusere klimagassutsleppa. Innføring av eit nasjonalt kvotesystem er tidlegare utgreidd<sup>58</sup>, og våren 2001 vert det truleg lagt fram ei stortingsmelding om temaet. Planane går ut på at dei som vert omfatta av kvoteplikta, må kjøpe kvotar for å få sleppe ut klimagassar. Kommunane vil kunne bli omfatta av kvoteplikt på to område: Som kjøparar av energivarer og som eigarar av avfallsplassar. Det er ikkje opplagt at metanutslipp frå deponi vert kvotepliktig, m.a. fordi det er usikre utsleppstal når vi talar om enkeltfyllingar. Eit alternativ kan vere å tildele omsettelege utsleppskvotar til dei som kan dokumentere effektive tiltak for utsleppsreduksjonar på området, men ved ei slik ordning vil det ligge i botn eit minstekrav om at alle deponi som er i drift skal ha gjennomført pålegg om gassuttak.<sup>59</sup> Stortingsvedtak om oppretting av nasjonalt kvotesystem kan få mykje å seie for den vidare utviklinga av klimatiltaka i avfallssektoren. Det er likevel ikkje råd å

utleie tiltak på regionalt nivå i høve til dette spørsmålet, ettersom systemet ikkje er ferdig utforma og vedteke.

#### *Framlegg til tiltak – avfallshandtering*

- Alle pålegg om uttak av metangass frå avfallsdeponi som er i drift, må følgjast opp så snart som råd
- Fylkesmannen bør vurdere å gje pålegg om metangassuttak også ved nokre større, nedlagte deponi
- Vurdere bruk av toppdekke for metanoksidering ved nedlagde deponi
- Vurdere bruk av toppdekke for metanoksidering som supplement til gassuttak ved deponi som er i drift
- Tilrettelegging for etablering av avfallsforbrenning i kombinasjon med utnytting av varmeenergien

## **Landbruk**

Ein reknar med at 89 prosent av lystgassutsleppa og 59 prosent av metanutsleppa i Sogn og Fjordane kjem frå landbruket.<sup>60</sup> Desse klimagassane er viktige ikkje først og fremst på grunn av omfanget på utsleppa, men fordi dei har så mykje sterkare klimaeffekt enn karbondioksid. Metan er 21 gongar sterkare og lystgass heile 310 gongar sterkare enn CO<sub>2</sub> per vekteining.<sup>61</sup>

SFTs tiltaksanalyse for reduksjon av klimagassutslepp i Noreg inneheld ingen framlegg til tiltak retta mot prosessutslepp i landbruket. Det kjem av at ein manglar data for kvantifisering og prissetting av tiltaka. All den tid landbruket er den største utsleppskjelda i fylket, nest etter prosessindustrien, er det viktig å fokusere på tiltak som kan dreie utviklinga i rett lei, sjølv om ein ikkje har eksakt kunnskap om reduksjonspotensialet.

For lystgassutsleppa sin del vil dei viktigaste tiltaka vere retta mot betre jordstruktur og balansert gjødsling. Når det gjeld metanutslepp skal vi sjå nærare på tiltak mot metanlekkasje frå gjødsellager. Hovudkjelda for metanutslepp frå landbruket, vom- og tarmgass frå husdyra, er utslepp som avheng av talet på husdyr. Det er eit tema vi ikkje drøftar i denne samanhengen.<sup>62</sup>

### **Tiltak mot metanutslepp frå gjødsellager**

I blautgjødsel som vert lagra utan tilgang på luft vil det ved visse temperaturar skje ei anaerob omsetning. Dette er ein gjæringsprosess som fører til utslepp av klimagassen metan. Gjødselkjellarane på norske gardsbruk er likevel ikkje rekna som ei viktig kjelde til metanutslepp.<sup>63</sup> Dette kan ha samanheng med at gjødsellagra ikkje byr på dei vilkåra som skal til for vesentleg anaerob omsetning. Skal ein likevel gjennomføre tiltak for å sikre seg mot metanutslepp frå lagring av gjødsel, er det to vegar å gå: Ein kan la anaerob gjæring skje under kontrollerte forhold i tette tankar og brenne metangassen ( gjerne med energigjenvinning). Eventuelt kan ein legge særskilt til rette for aerob omsetning av gjødsla.



### *Kontrollert anaerob omsetning*

Oppsamling av metan krev tett gjødsellager. Det kan skje ved at gjødsla vert lagt i tette tankar (reaktorar) for gjæring under kontrollerte forhold. Dette er ein type tiltak som vil krevje omfattande investeringar og ein god del ekstraarbeid på det enkelte bruket. På kort sikt ser vi difor ikkje på kontrollert anaerob gjæring som eit aktuelt tiltak.

### *Aerob omsetning*

Dersom nedbrytingsprosessane skjer under aerobe tilhøve, dvs. med tilgang til luft, vil metanutsleppa verte erstatta av CO<sub>2</sub>-utslepp. Sjølv om ein dermed ikkje vert kvitt klimagass-utsleppa, vil klimaeffekten verte redusert med meir enn 95 prosent. Det kjem av at eit karbonatom som kjem ut i atmosfæren i sambinding med hydrogen (CH<sub>4</sub>) har 21 gongar sterkare klimaeffekt enn om det same karbonatomet vert bunde til oksygen (CO<sub>2</sub>). For å unngå anaerob omsetning av husdyrgjødsel under lagring kan ein sprøyte inn luft i blautgjødsla (våtkompostering) eller ha skild lagring av fast og flytande fraksjon for så å kompostere den faste møkka.

### *Våtkompostering*

I gjødsellager med felles lagring av urin og møkk kan ein leggje til rette for aerob omsetning ved å blåse luft inn i gjødselmassen. Dette kan ha positive effektar ut over det å førebyggje utslepp av metan: Ein får varmgang i gjødsla, og det kan bidra til å drepe ugrasfrø og smittestoff. Aerob omsetning vil redusere luktproblem i samband med spreining, og redusere tapet av nitrogen til luft i form av amoniakk-avdunsting. Vidare fører luftinnsprøyting til ein jamnare fordelt gjødselmasse som vert lettare å spreie. Metoden er også eigna i kombinasjon med nærvarmeanlegg, der ein trekkjer varme ut av gjødsla til bruk i bustadoppvarming. I den grad førebygging av metanutslepp på denne måten let seg kombinere med å erstatte fossile brennstoff eller elektrisk kraft med bioenergi, vil det gje ein dobbelt positiv klimavinst. Dei positive sidene ved våtkompostering, særleg i samband med reduserte luktproblem, gjorde at luftinnblåsing vart mykje omtalt og fekk eit visst omfang for om lag ti år sidan. I dag er det få gardbrukarar som praktiserer våtkompostering.<sup>64</sup> Utstyrs- og driftskostnadene ved dette tiltaket er relativt små.

### *Kompostering av tørr gjødsel*

Velfungerande kompostering av fast gjødsel i driftsbygningar med skilt lagring, vil også vere eit godt tiltak for å unngå metanutslepp. Her kan det vere aktuelt å tilsetje halm eller anna materiale som kan skape luftig struktur i den faste gjødsla. I denne samanhengen vil vi trekkje fram ein komposteringsteknikk som kan vere aktuell for mange gardbrukarar i Sogn og Fjordane: Sauebonde Anders Braanaas i Førde har lagt luftekanalar i golvet i sauefjøset, og bles luft inn for å få varmgang i tallen. Braanaas har gode røynsler med denne metoden.

## **Tiltak mot lystgassutslepp frå gjødselspreiing og jordsmonn**

### *Redusert nitrogengjødsling og optimal gjødselutnytting*

Utslepp av lystgass frå dyrka mark aukar med tilførsla av nitrogen, anten det skjer i form av husdyrgjødsel eller kunstgjødsel.<sup>65</sup> Det å ikkje gjødsla for mykje er difor første bod når ein skal redusere utsleppa av den kraftige drivhusgassen N<sub>2</sub>O frå dyrka mark. Det er ikkje nødvendigvis slik at økonomisk optimal gjødsling gir den rette nitrogenmengda med tanke på å unngå lystgassutslepp. Redusert nitrogengjødsling vil i svært mange tilfelle vere eit fornuftig tiltak i eit klimaperspektiv.

Elles er det slik at god gjødselutnytting fører til betre plantevekst og mindre nitrogentap til miljøet. Det oppnår ein m.a. med å gjødsle i rett mengd til rett tid for å sikre at plantene dreg nytte av næringsstoffet. Dette er eit prinsipp landbruksstyresmaktene har fokusert på i lengre tid, utan at klimaspørsmål har vore motivasjonen. Rettleiing i gjødselplanlegging og forbod mot gjødselspreiing utom vekstsesongen har vore viktige tiltak i så måte.

#### *God jordstruktur er viktig*

Lystgass (N<sub>2</sub>O), og andre nitrogensambindingar som NO og N<sub>2</sub>, vert danna i jordsmonn ved mikrobiologisk omdanning av mineralnitrogen. Omdanning av mineralnitrogen til lystgass i jordsmonnet er knytt til to viktige prosessar i nitrogensyklusen: *denitrifikasjon* (i fuktig jord) og *nitrifikasjon* (i middels fuktig jord). Høgt vassinnhald i jorda og finkorna og tett jordstruktur fører til dei største lystgassutsleppa. Dårlig drenert, leirhaldig jord i nedbørrike område er såleis særleg utsett for denitrifikasjon og danning av lystgass. I denne samanhengen er det svært viktig å unngå pakking av jordsmonnet med tunge landbruksmaskinar, særleg i periodar med høgt vassinnhald i jorda.<sup>66</sup> Vidare vil grøfting av vass-sjuk jord vere eit effektivt tiltak for å redusere klimagassutslepp frå jordsmonnet.

#### *Lette landbruksmaskinar*

Fordi jordpakking ser ut til å vere ein nøkkelfaktor med tanke på lystgassutslepp frå landbruket, er det viktig å leggje til rette for bruk av lette traktorar/utstyr og driftsformer som krev lite køyring. Det gjeld særleg i samband med køyring tidleg og seint i vekstsesongen, når vassinnhaldet i jorda som regel er høgt. Val av utstyr og metodar for spreiing av gjødsel bør også ta omsyn til dette, i tillegg til at dei skal gje minst mogleg tap av nitrogen til luft og vassdrag.

#### *Trykkinjeksjon av gjødsel*

Trykkinjeksjon av gjødsel i jordsmonnet (DGI eller Direkte Gjødsel Injisering) er ein teknologi for spreieing av blautgjødsel som gir mindre tap av næringsstoff til luft og vatn. Fordi innføring av denne teknologien vert omtalt som eit aktuelt tiltak i tiltakskatalogen under SFT sin klimaplanrettleiar, vil vi gje ei nærare vurdering av tiltaket. Tradisjonell spreieing av blautgjødsel gjennom luft fører til om lag 80 prosent tap av nitrogen som fordamping og avrenning, medan ein med DGI-spreieing får redusert dette tapet til 20 prosent. Det har bakgrunn i at 80 prosent av gjødsla vert liggande innkapsla i 5-10 cm djupe "lommer" i jorda.

Sjølv om DGI-teknologien er veileigna til å redusere nitrogentap til luft, vil metoden kunne ha negative effektar i høve til lystgassutslepp frå jorda. Det heng saman med at utstyret er tungt og krev tung traktor, med auka jordpakking som sannsynleg resultat. Smal arbeidsbreidd (3 meter) vil føre til mykje køyring på ei årstid som er kritisk med omsyn til pakkeskadar, medan utvida arbeidsbreidd (6 meter) vil auke vekta på utstyret. Høg pris (100.000 kr) i tillegg til det tradisjonelle spreieutstyret gjer at det vert selt få slike anlegg i Sogn og Fjordane.<sup>67</sup>

#### *Gyllespreiing med slange<sup>68</sup>*

Spreiing av blautgjødsel (gylle) med tankvogn fører til stort marktrykk, og kan gje store pakkeskadar på jorda. Ei tankvogn med 3-5 tonn gylle, som vert dregen av ein tung traktor, er ei lite gunstig løysing i så måte. Problemet vert forsterka i tilfelle der ein tilset vatn til blautgjødsla for å redusere gasstrykket og luktproblema. Vasstilsetting kan doble gjødselvolumet som skal spreieast, og i slike tilfelle vil spreieing med tankvogn vere ei ekstra påkjenning for jordstrukturen. Spreiing med slange vil vere eit godt alternativ. Det kan skje på tre måtar:

- Bruk av vatningsvogn der ein slangetrommel flyttar spreiar gradvis
- Slange med spreiar i enden som må flyttast manuelt
- Slange kopla til traktor med hydraulisk styring av spreiar.

Kombinasjonen av slange og traktor er ein fleksibel framgangsmåte. Ein unngår marktrykket ved transport av tankvogn, men det er viktig at ein nyttar ein lett traktor for å minimalisere jordpakkinga.

#### *Unngå spreiring gjennom luft*

Spreiring av blautgjødning gjennom luft fører til store tap av nitrogen gjennom fordamping og avdrift. Dette er eit problem med tanke på ureining av vassdrag og tap av verdfull plantenæring, men det er også ei kjelde til klimagassutslepp: SFT/SSB legg til grunn at 2,5 prosent av nitrogenet knytt til avrenning og lekkasje av gjødning vil gå til atmosfæren som lystgass. Spreimetodar som ikkje inneber spreiring gjennom luft kan såleis førebyggje N<sub>2</sub>O-utslepp. Ei tilnærming kan vere å pløye ned husdyrgjødsel. Storstilt nedpløying av husdyrgjødsel vil fungere dårleg på Vestlandet, som har store engareal. Dette vil truleg føre til at for store mengder vert pløyd ned på dei avgrensa åkerareal. Ein betre strategi vil vere å nytte spreieutstyr som kan nyttast på eng, men som legg blautgjødning ned på marka. Slikt utstyr vert gjerne omtalt som "blekksprut", og består av mange parallelle slangar der gjødning renn ut etter kvart som dei vert dregne etter traktoren. I kombinasjon med slangespreiring (i staden for tankvogn) vil dette både fjerne ulempene både med luftspreiring og stort marktrykk. Blekksprut-spreiar er billigare i innkjøp enn injektor (DGI), men dyrare og meir ømfindleg enn tradisjonell luftspreiar.

#### *Bruk av husdyrgjødsel framfor kunstgjødning*

Det viktigaste tiltaket for å hindre lystgassutslepp frå landbruket vil vere å unngå for store gjødselmengder og gjødsling kombinert med jordpakking og våt mark. Likevel er det mykje som tyder på at lystgassutsleppa er større ved bruk av kunstgjødning enn ved bruk av husdyrgjødsel. Sissel Hansen ved Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK) gjennomførte ei undersøking i Surnadal som viste at det i dei første 34 dagane etter gjødsling var eit gjennomsnittleg utslepp på 1,35g lystgassnitrogen dagleg per kg mineralnitrogen (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>).<sup>69</sup> Tilsvarende utslepp som resultat av gyllegjødsling var på 0,7g lystgassnitrogen dagleg per kg mineralnitrogen (NH<sub>4</sub>) i gylla.<sup>70</sup> Vidare fann ein ut at samanhengen mellom jordpakking og auka lystgassutslepp var sterkast på dei felta som vart gjødning med kunstgjødning.<sup>71</sup>

Desse resultatane kan tyde på at ei omlegging til driftsformer utan bruk av mineralnitrogen, m.a. økologisk drift, er eit tiltak med potensial for reduksjon av N<sub>2</sub>O-utsleppa frå landbruket. Økologisk landbruk er i tillegg ei driftsform som legg vekt på å opparbeide god jordstruktur. Som vi har sett vil det også vere gunstig med tanke på å redusere lystgassutslepp, ikkje minst i nedbørrike område som det finst mykje av i Sogn og Fjordane. Generelt lågare gjødslingsintensitet i økologisk landbruk samanlikna med konvensjonelt landbruk, vil også vere positivt med tanke på å få ned klimagassutsleppa.

Redusert kunstgjødning bruk vil i tillegg ha gunstig klimaeffekt fordi det skjer utslepp av lystgass i samband med framstilling av kunstgjødning. Ved produksjon av ammoniumnitrat vert ein prosent av nitrogenet sleppt ut som lystgass. Dette talet er noko lågare i Noreg fordi Norsk Hydro har arbeidd med å minimalisere N<sub>2</sub>O-utsleppa i samband med gjødselproduksjonen sin.<sup>72</sup>

### *Framlegg til tiltak - landbruk*

Tiltakslista nedanfor er utforma med tanke på rettleiingsrolla og det økonomiske verkemiddelapparatet til landbruksstyresmaktene (fylkesmannen / dei kommunale landbrukskontora), i tillegg til informasjonsoppgåvene som vert utført av forskings- og utdanningsinstitusjonane i landbruket og forsøksringane. Fleire av dei foreslåtte tiltaka vert dekt av aktivitetar som desse aktørane allereie utøver. Målretting og koordinering av verkemiddel med tanke på reduserte klimagassutslepp vil likevel truleg gje ein positiv effekt. Aktuelle tiltak for å redusere lystgass- og metanutslepp frå landbruket kan vere:

- Leggje til rette for redusert gjødslingsintensitet og optimal gjødselutnytting
- Informasjon og økonomisk tilrettelegging (BU-tilskot) for bruk av gjødselhandteringssystem som førebyggjer metanutslepp, fører til redusert nitrogentap og gir minst mogleg jordpakking. Støtte til felles innkjøp av tenleg utstyr kan vere ein aktuell strategi. Teknikkar som det vil vere aktuelt å leggje til rette for:
  - Kompostering av tørrgjødsel ved skilt lagring
  - Våtkompostering (innblåsing av luft i våtgjødsel)
  - Slangespreiing framfor bruk av tankvogn
  - Spreiing rett på marka (til dømes vha. "blekksprut") framfor luftspreiing
- Spreie informasjon om verdien ved å unngå jordpakking. Oppmuntre til bruk av lette landbruksmaskinar og til å unngå køyring på mark med høgt vassinnhald
- Spreie informasjon om og yte økonomisk støtte til grøfting og kanalisering
- Leggje til rette for overgang til økologisk driftsform.

## **Skogbruk**

Kyotoprotokollen opnar for godskriving av CO<sub>2</sub>-opptak som følgjer av skogbruk og arealbruksendringar etter 1990, men mekanismane for inkludering av utslepp/opptak i skog er ikkje fastsett. CO<sub>2</sub>-opptak i skog var det viktigaste stridsspørsmålet da klimaforhandlingane i Haag (COP6) braut saman i november 2000. Dette er eit uttrykk for at det herskar fagleg og politisk usemje om skogen si rolle som karbonlager.

Skog som økosystem tar opp karbondioksid gjennom fotosyntesen og bind det som organisk karbon i levande organismar (vegetasjon, dyr, mikroorganismar) og gjennom oppbygging av humus i jordsmonnet. Endra driftsformer i landbruket har ført til mindre intensiv bruk av utmarka i nyare tid. Det fører til at område som lenge har vore opne (beitemark) no gror att med krattskog. Også mindre avvirkning i skogen fører til at den ståande kubikkmassen i skogane aukar frå år til år. Ein reknar med at netto tilvekst i norske skogar (brutto tilvekst minus avvirkning og naturleg avgang) i 1995 sto for eit CO<sub>2</sub>-opptak som svarte til 36 prosent av dei norske CO<sub>2</sub>-utsleppa same året.<sup>73</sup> Landbruksstyresmaktene har tatt til orde for at potensialet skogen har for karbonbinding skal utnyttast planmessig med tanke på å redusere den menneskeskapte drivhuseffekten.<sup>74</sup>

Det er grunn til å frykte at ei vektlegging av auka skogplanting som klimatiltak vil dreie fokus vekk frå årsakene til klimaproblema. Dersom ein kan få godskrive vesentlege utsleppsreduksjonar på denne måten, vil det kunne undergrave målet om reduserte utslepp frå fossile

brensel. Innfriing av Kyotoavtalen er berre eit første steg på vegen mot ei løysing av problema drivhuseffekten fører med seg.<sup>75</sup> Med tanke på utforming av ein langsiktig klimapolitikk vil det ikkje gi meining dersom tiltak for reelle reduksjonar av klimagassutslepp vert lagt til side til fordel for godskriving av karbonbinding i skog.

Dei mest kontroversielle sidene ved klimamotivert skogplanting er knytt til planane om plantasjeskogar i tropiske område, med fare for alvorlege konsekvensar for biologisk mangfald. I dei internasjonale klimaforhandlingane har USA, Canada og Japan gått inn for slik skogplanting som ledd i deira strategi for oppkjøp av utsleppskvotar, medan EU har vore kritisk til ei slik tilnærming. Dersom vi i Noreg skal basere våre klimahandlingsplanar på tiltak i skogbruket, vil det vere vanskeleg å arbeide aktivt mot bruk av tilsvarande mekanismar i internasjonal samanheng.

Momenta som er nemnt ovafor taler for at ein er varsam med å innlemme karbonbinding i skog som ledd i ein regional klimahandlingsplan. Den uavklarte situasjonen i dei internasjonale klimaforhandlingane, med sterk politisk og fagleg usemje knytt til karbonbinding i skog, er likevel hovudårsaka til at vi ikkje innlemmar tiltak på dette området.

### *Bioenergi og biokarbon*

Om vi legg til sides spørsmålet om karbonlager, er tilrettelegging for bruk av *bioenergi* eit opplagt klimatiltak knytt til skogbruket. Brenning av ved, flis, trepellets o.l. gir klimanøytrale CO<sub>2</sub>-utslepp. Det vil seie at karbondioksid ikkje vert rekna som klimagassutslepp så lenge han stammar frå forbrenning av ikkje-fosilt brennstoff. Overgang frå olje og gass til ved og flis som energibærer vil såleis vere eit tiltak for redusert klimagassutslipp frå stasjonær energibruk. Skogressursar kan også gå inn som alternativ til fossile innsatsmiddel i prosessindustrien. Utgreidde planar for bruk av treflis (biokarbon) som reduksjonsmiddel i ferrolegeringsindustrien (Elkem Bremanger Smelteverk) er eit godt døme på dette.

## **Kjølemedium**

Bruk av kjølemediet HFK som erstatning for ozonnedbrytande KFK og HKFK, er ei stor potensiell kjelde for klimagassutslepp. Regionale og lokale styresmakter kan påverke utviklinga på området gjennom informasjon overfor dei delane av næringslivet som nyttar kjølemedium. Det gjeld særleg:

- Daglegvarehandelen
- Næringsmiddelindustrien (m.a. lakselakteri, fiskeforedling)
- Godstransportørar

For Sogn og Fjordane vil eventuell overgang til HFK i fiskeindustrien kunne representere eit stort potensielt bidrag til drivhuseffekten. Informasjon frå Domstein ASA gjer det klart at den største fiskeforedlingsverksemda i fylket nyttar ammoniakk som kjølemedium, og at dei ikkje har planar om å gå over til HFK. Ein nasjonal studie frå 1991 av bruk av klorfluorkarbonar i fiskeri og fiskeindustri, viser at ammoniakk den gongen sto for 96 prosent av kjølemediemengdene i denne bransjen.<sup>76</sup> Sjølv om andelen av kjøleanlegg som ikkje nyttar amoniakk kan vere liten, er det viktig å halde auge med desse anlegga for å førebyggje utslepp frå eventuell HFK-bruk.

### *Framlegg til tiltak - kjølemedium*

I SFT vert det arbeidd med å førebu forbod mot HFK. Inntil vidare kan det regionale systemet bidra med informasjon overfor aktuelle brukarar av HFK om miljøfaren som er knytt til dette kuldemediet, og samstundes la dei forstå at forbod eller høge avgifter truleg vil kome.

## **UTSLEPP FRÅ MOBILE KJELDER**

### **Vegtrafikk**

Gjennomgangen som følgjer nedanfor av moglege tiltak retta mot klimagassutslepp frå vegtrafikk, byggjer for ein stor del på Transportøkonomisk institutt sitt oppslagsverk "Miljøhåndboken. Trafikk og miljøtiltak i byer og tettsteder". Dette er ei samling artiklar som oppsummerer kunnskapsstatus på områda miljøretta planlegging, miljøkonsekvensar av vegtrafikk og kjente tiltak retta mot miljøskader vegtrafikken er opphav til. "Miljøhåndboken" er skriven på oppdrag frå Samferdsledepartementet og Vegdirektoratet. Her har vi tatt utgangspunkt i tiltak som kan påverke transportomfanget, og dermed også klimagassutsleppa.

### **Vegprising**

*Bompengar* og *vegprising* er to avgiftssystem knytt til vegtrafikk som liknar kvarandre. I begge tilfelle dreier det seg om innkrevjing av ei ekstraavgift frå brukarane av vegnettet. Den viktigaste skilnaden dreier seg om *formålet* med avgifta: Medan bompengar tradisjonelt har vorte innført for å finansiere vegbygging, er vegprising eit system som tar sikte på å belaste dei som køyrer med ei avgift som reflekterer kostnadene og ulempene som den enkelte køyreturen / transporten fører til. I dette ligg det eit prinsipp om at køyring i tett folkesette område har større "eksterne kostnader" enn køyring i grisgrendte strøk, der ulemper som lokal luftureining, støy og kødanning er mindre problem.

Vegprising er eit tiltak som berre er aktuelt i og rundt store byar, og er såleis ikkje interessant i samband med ein klimahandlingsplan for Sogn og Fjordane.

### **Lokalisering av arbeidsplassar, bustader og servicefunksjonar**

Val av transportmiddel og transportvolumet vert påverka av korleis arbeidsplassar, bustader og servicetilbod er plassert i høve til kvarandre. Gjennom arealplanlegging som tar sikte på å redusere transportbehovet mellom ulike funksjonar innanfor byar og tettstader, kan ein bidra til å avgrense eller redusere energibruk, og dermed klimagassutslepp, frå den lokale person- og varetransporten. Dette kan ein legge til rette for m.a. ved å planlegge etter desse prinsippa:<sup>77</sup>

- Høg folketettleik for byen/tettstaden som heilskap
- Høg tettleik innanfor det enkelte bustad- og arbeidsplassområdet
- Sentralisert lokalisering av bustader og arbeidsplassar
- Lokalisering av arbeidsplassar ved knutepunkt for kollektivtrafikken

Høg tettleik, både for bustader og arbeidsplassar, kan ein oppnå gjennom fortetting, dvs. utnytting av ledig arealkapasitet. Dette er med på å redusere den gjennomsnittlege avstanden mellom ulike funksjonar. Arbeidsplassar som ligg nær kollektivtrafikk-knutepunkt er lettare å nå utan bruk av bil. Desse knutepunkta er som regel å finne i sentrumsområda, slik at sentrumsnære arbeidsplassar er eit viktig vilkår for å fremje bruk av kollektivtransport. I

større byar er det ei utfordring å balansere fortetting og sentral lokalisering av bustader med kravet til gode bumiljø i indre byområde. For byar og tettstader av den storleiken som finst i Sogn og Fjordane er dette eit mindre problem. Fokus på gode nærmiljøkvalitetar i sentrumsområde vil i likevel vere eit vilkår for å lykkast med ein fortettingsstrategi også her.

Visse planvedtak har særleg stor innverknad på framtidig arealbruk og transportmønster:

- Utbygging av vegar i område som ikkje er utbygd frå før
- Plassering av offentleg service
- Plassering av nye enkeltstående utbyggingsområde med høge etableringskostnader

Ved slike strategiske avgjerder, som lett vil utløyse vidare utbygging i tilgrensande område, er det særleg viktig å vurdere dei framtidige konsekvensane for transportmønsteret.

Det ser ut til at høgare tettleik fører til redusert transportbehov både for byar og relativt små tettstader, medan lokalisering av arbeidsplassar og bustader innanfor tettstaden ikkje er ein så viktig faktor for dei minste tettstadene.<sup>78</sup>

Daglegvarebutikk, grunnskole og barnehage er døme på servicetilbod som rettar seg mot lokalmiljøet i bustadområda. Slike funksjonar genererer minst transport dersom dei har ein desentralisert struktur, og er såleis unntak frå regelen om at sentral lokalisering skapar mindre transportvolum. Dette er i tråd med prinsipp om ei hierarkisk oppbygging av senter- og servicestruktur. Det inneber at varer ein ofte har bruk for, skal ha eit lite handelsomland, medan folk må reise lenger for å få tilgang til varer og tenester som dei sjeldnare nyttar seg av.

Transporteffektiv servicelokalisering vil m.a. byggje på desse prinsippa:

- Samordna lokalisering av handel og offentlege/private servicefunksjonar
- Lokalisering av større serviceanlegg til knutepunkt i kollektivtransporten
- Tilpassing av servicetilbodet til kundegrunnlaget
- Tilrettelegging for lokale nærmiljøsenters der det er grunnlag for dette

Verkemiddel for å styre lokalisering av arbeidsplassar, bustader og servicefunksjonar er først og fremst knytt til Plan- og bygningslova (§ 19 om fylkes(del)plan og § 20, 4. ledd om arealdelen i kommuneplanen). I 1993 vart det innført rikspolitiske retningslinjer for samordna areal- og transportplanlegging (RPR/ATP) som stiller krav til kommunane om at ein legg til rette for transportreduserande arealbruk. Det samsvarer elles med dei nasjonale måla for fylkes- og kommuneplanlegginga.<sup>79</sup> I tråd med dette er det ønskeleg at prinsipp for transporteffektiv utbyggingsstruktur vert nedfelt i ein fylkesdelplan og følgt opp i kommuneplanane. Her vil fylkeskommunen måtte spele ei sentral rolle for å sikre at intensjonen i dei rikspolitiske retningslinjene får gjennomslag i plansamanheng.

Frå 1. februar 1999 vedtok regjeringa ei rikspolitisk bestemmelse om fem års mellombels stopp for etablering av nye kjøpesenter på meir enn 3000 m<sup>2</sup> (og tilsvarende utviding av eksisterande senter) utom sentrum av byar og tettstader. Dette vedtaket kom som svar på ei utvikling der store kjøpesenter vaks fram i rask takt i utkanten av byar og tettstader, der det var billige tomter og rikelige parkeringsareal. Etableringsstoppen er meint å styrke dei forvitrande handels- og servicefunksjonane i sentrum av byar og tettstader. I løpet av femårsperioden fram til februar 2004 skal fylkeskommunane i samarbeid med andre aktørar

utarbeide prinsipp og retningslinjer for regional lokaliseringspolitikk og by- og tettstadstruktur, og nedfelle desse prinsippa i fylkes(del)planar.

### **Parkeringsregulering**

Avgrensingar i parkeringstilbodet er eit viktig verkemiddel for regulering av biltrafikk i byar og tettstader. Norske reisevaneundersøkingar viser ein klar samanheng mellom parkeringstilbod og bilbruk.<sup>80</sup> Parkeringsregulering har først og fremst vorte nytta for å løyse lokale problem knytt til trafikkavvikling, til dømes som verkemiddel for å skjerme utsette sentrumsområde mot sterk trafikkbelastning eller sikre betre trafikkflyt (for alle trafikantgrupper) ved å avgrense biltrafikken i visse område eller til visse tider på døgeret. Effekten vil såleis ofte vere lokal og ha lite å seie for samla trafikkvolum. Dersom parkeringsregulering vert nytta målmedvite og i kombinasjon med andre verkemiddel, kan ein likevel oppnå redusert biltrafikk for heile byområde eller tettstader.

Transportøkonomisk institutt deler parkeringsregulerande tiltak inn i tre grupper:<sup>81</sup>

- Planbaserte tiltak
- Restriksjonar på bruk av parkeringsplassar og forbod mot parkering
- Tilrettelegging for å unngå unødige køyring.

Med planbaserte tiltak meiner ein tiltak som med utgangspunkt i Plan- og bygningslova regulerer plassering av og talet på parkeringsplassar. Eit viktig poeng her er lokalisering av parkeringstilbod i høve til viktige målpunkt, ettersom avstanden frå parkeringsplass til ulike servicefunksjonar har mykje å seie for kor attraktivt det vert å nytte bilen. Kommunar har høve til å gje bindande bestemmelser om parkering i kommuneplanen.

Restriksjonar på bruk av parkeringsplassar rettar seg mot eksisterande plassar, først og fremst på område som er kontrollert av det offentlege (det er òg mogleg å arbeide for frivillige restriksjonar på private parkeringsområde). Det kan dreie seg om reservering for spesielle brukargrupper, tidsavgrensingar og parkeringsforbod.

Tilrettelegging for å unngå unødige køyring går mellom anna ut på å gjere det lettare å finne parkeringsplass. Det kan skje vha. visningssystem, reservering av plassar, sørge for tilstrekkeleg tal parkeringsplassar til dei som bur i bustadområde og tilrettelegging for innfartsparkering.

### **Bruk av sykkel**

Tilrettelegging for sykkel i og omkring tettstadene i fylket er viktig med tanke på å redusere omfanget av arbeidsreiser med bil. Vidare utbygging av gang- og sykkelvegnettet og etablering av innfartsparkering for bilar og sykklar er dei mest aktuelle tiltaka her.

### **Vegkapasitet**

Kapasiteten i vegnettet har stor effekt på utvikling av transportvolum. Bygging av nye vegar, utbetring av eksisterande vegar og kryssutbetringar har tradisjonelt vorte nytta for å gjere vegtransporten meir effektiv. Samstundes er dette tiltak som generer ny trafikk og verkar inn på reisemiddelfordeling. I byar og tettbygde strom vil *redusert* vegkapasitet i visse tilfelle vere eit aktuelt verkemiddel for å dempe omfanget av vegtrafikken. Dette kan t.d. ha form av



omdisponering av vegar/kjørefelt til kollektivfelt eller gang/sykkelvegar. I eit fylke som Sogn og Fjordane med få og små byar, vil kapasitetsreduksjon vere eit lite aktuelt klimatiltak. Vedtak om *ikkje å utvide* vegkapasiteten vil derimot kunne verke dempende på den venta veksten i transportvolumet, også i vårt fylke. Politiske val når det gjeld vidare utbygging av regionale vegsamband vil vere avgjerande i så måte.

### **Energieffektiv lastebiltransport**

I kapittel 2 har vi sett at klimagassutsleppa aukar raskare frå lastebiltransport enn frå annan vegtrafikk i Sogn og Fjordane. Det går an å følge to hovudstrategiar for å redusere veksten i utsleppa frå godstransport med bil:

- Gjennomføre tiltak for å redusere energibruken i lastebiltransporten
- Gjennomføre tiltak for å dirigere godstransport frå veg og overt til sjø eller bane.

Lastebiltransporten kan gjerast meir effektiv ved å redusere drivstoff-fobruket, og ved å betre utnyttingsgraden av bilane. I begge tilfelle oppnår lastebileigaren betre økonomisk resultat, samstundes som CO<sub>2</sub>-utsleppa går ned.

#### *Tiltak for å redusere drivstoff-forbruket*

Informasjon og motivasjonstiltak retta mot sjåførane har vist seg å vere eit godt tiltak for å redusere drivstoff-forbruket. Nistad Transport på Sandane er eit godt eksempel på dette. Der har ein førebels oppnådd 5 prosent reduksjon av dieselforbruket etter eitt år med motivering og kursing av sjåførane.

Stadige forbetringar i motorteknologi og karosseriutforming gjer at hyppig fornying av bilparken til godstransportørane vil bidra til reduserte utslepp. Kjøleaggregat på kjøle- og frysevogner brukar også diesel, og teknologiforbetringar her gir også grunnlag for reduserte utslepp.

Grundig vedlikehald og reinhald av bilane er viktig for å halde dieselforbruket nede. Det gjeld m.a. skifte av dekk, kontroll av dekktrykk og reinhald av understell for å redusere oppsamling av snø og is. Dette er tiltak som vil redusere rullemotstand og luftmotstand.

Vidare kan bileigaren redusere luftmotstanden gjennom tekniske tiltak, som korrekt montert vindavvisar og gjennom å unngå å montere ekstra utstyr på karosseriet (solskjerm, firmaskilt, maskot m.v.).

#### *Tiltak for å betre utnyttingsgraden av bilane*

Lastebilar som går tomme eller halvtomme på delar av turen, har dårleg energiutnytting og høge utslepp av klimagassar per utført transportarbeid. For godstransportørar frå Vestlandet kan det vere eit problem å skaffe returlast etter at dei har frakta t.d. fisk til Austlandet eller Europa. Gjennom samarbeid mellom transportørar og produsentar for koordinering av transportar, kan ein oppnå betre kapasitetsutnytting.

Elektroniske logistikksystem kan lette planlegginga av transportane og bidra til å auke kapasitetsutnyttinga i lastebilnæringa.

### **Styrke overgangen til sjø- og jernbanetransport**

Godstransport med sjø og jernbane har lågare energiforbruk per tonnkilometer utført transportarbeid enn tilfellet er for godstransport med lastebil. Ved å styrke overgangen til sjø- og jernbanetransport vil ein såleis kunne bidra til reduserte klimagassutslepp. Desse transportformene har vanskar med å konkurrere på grunn av den store fleksibiliteten til lastebilane, særleg på korte og mellomlange distansar. I seinare år har det vakse fram nye transportløyningar som gjer det lettare å kombinere ulike transportmåtar, t.d. bil og båt eller bil og tog. Slik *intermodal transport* byggjer på bruk av semitrailerar som er tilpassa både bil, båt og tog. På den måten kan transporten i kvar ende av distribusjonskjeda skje med bil, medan den lange transportetappen foregår på sjø eller jernbane. Tilrettelegging for overgang av gods frå veg til sjø og/eller bane vil vere eit offentleg ansvar som for ein stor del kviler på plan- og samferdslestyresmaktene på regionalt nivå. Nedanfor vil vi skissere aktuelle tiltak på området. Av framstillingstekniske årsaker omtaler vi her overføring av gods frå veg til sjø, men mange av dei same tiltaka vil vere like relevante for tilsvarende overgang til jernbanetransport.

#### *Framlegg til tiltak – overgang av transport frå veg til sjø (og bane)*

- Inkludere godstransport som ein viktig del av fylkesplanarbeidet med mål om å få ein overgang frå vegtransport til transport på sjø og styrke intermodal transport gjennom m.a.:
  - fylkedelplan for transport, inklusive plan for utvikling og drift av regionhamn
  - fylkesdelplan for arealbruk
- I dette planarbeidet er det særleg viktig å leggje til rette for utvikling av gode knutepunkt for intermodal transport med dei nødvendige servicefunksjonane, og utviding av flaskehalsar på vegnettet.
- Betre koordinering mellom både ulike offentlege aktørar, som t.d. kommune, regionråd, fylke, Statens vegvesen og Kystverket for å styrke sjøtransport og overgang mellom veg og sjø. Oppretting av regionalt hamnevesen kan vere eit aktuelt tiltak.
- Betre koordinering mellom offentlege og private aktørar i transportsektoren. Dette gjeld både vanlege planprosessar og meir nettverksretta arbeid, t.d. gjennom organisering av aktørane i transportsektoren for felles drift av terminal- og andre servicefunksjonar i intermodale knutepunkt.
- Koordineringstiltak langs heile transportkjeda for å oppnå auka overgang frå veg til sjø. Samordning mellom fiskeindustrien og transportnæringa kan vere eit aktuelt døme.
- Stimulere til kommunale planprosessar (kommuneplan) som stimulerer til sjøtransport.
- Tiltak for å leggje til rette for auka sjøtransport:
  - Utbetring av farleier
  - Betre informasjon og navigasjonssystem
  - System for overvaking av sjøtrafikken
  - Sikre tilgang på lostenester

- Regionale styresmakter kan leggje til rette for intermodal transport og overgang til sjø og bane gjennom å påverke nasjonal politikk og delta i internasjonalt samarbeid. Aktuelle tema for slik verksemd vil vere:
  - Nasjonal transportplanlegging
  - Nasjonale retningslinjer
  - Miljømerking av godstransport
  - Delta i Interreg-program og EU-fond tiltak
  - Harmonisering av standardar.

### **Kollektivtransport**

Tiltak for å fremje bruk av kollektivtransport kan vere å opprette betre rutetilbod (hyppige avgangar/fleire ruter), innføre lågare billettprisar/attraktive kortordningar eller – som vi skal sjå nedanfor – å tilby *gratis* kollektivtransport. Effektiv informasjon om det faktiske tilbodet er ein føresetnad for å lykkast med å dreie persontransport over frå bil til kollektive transportmiddel. Døme på vellykka tiltak for styrking av kollektivtransport er helst å finne i større byar, gjerne der dette er kombinert med restriktive tiltak overfor privatbilar. Her vil vi trekkje fram to døme frå Sverige som syner at også små og mellomstore kommunar kan nå langt i ein offensiv politikk for stimulering av kollektivtransport.

#### *Svenske røynsler med gratis busstilbod<sup>82</sup>*

Bykommunen Kristinehamn ved Väneren (20.000 innbyggjarar) og landkommunen Ockelbo nord for Gävle (6.400 innbyggjarar) har begge innført ordningar med gratis busstilbod. I Kristinehamn kostar ordninga to millionar kroner i året, og ordninga vert handsama årleg i samband med kommunebudsjettet. Tidlegare betalte kommunen 75 prosent av kostnadene med kollektivtilbodet, medan resten skulle dekkast inn gjennom billettinntektene. Prøveordning med gratis busstilbod i 1997 førte til dubla passasjertal.

I Ockelbo har ein makta å innføre gratisbussar med fire gongar så hyppige avgangar som før, utan å løyve meir pengar enn til kollektivtransport enn tidlegare (4 mill. kroner per år). Dette er gjort m.a. ved å samordne den vanlege busstrafikken med andre former for transport som kommunen eller fylkeskommunen betaler (m.a. skoleskyss, som tidlegare delvis gjekk med drosje). Overgang frå store til mellomstore bussar, forbetra anbodsrutinar og det at ein har avskaffa billettssystemet har også gjort sitt til at dei samla utgiftene til kollektivtransport ikkje har auka. Sidan tiltaket starta i 1994 har talet på daglege turar auka frå 24 til vel 90, dekninga er meir enn dubla og talet på vaksne passasjerar har auka frå 10.000 til 50.000 per år.

#### *Geografiske førsetnader for busstilbod*

Vilkåra for å oppretthalde eit godt busstilbod treng ikkje nødvendigvis vere vanskelegare i eit tynt folkesett fylke som Sogn og Fjordane enn i meir folkerike område, t.d. på Austlandet. Bakgrunnen for dette ligg i dei geografiske skilnadene: I dette fylket er det ofte berre ein veg frå A til B, ofte langsetter fjorden. I flate innlandsstrøk er det gjerne eit vidt forgreina vegnett som trafikken vert spreidd på. Geografien, som i mange andre samanhengar representerer ei utfordring for samferdsla, kan på det viset virke kanalisierende på trafikken og gjere det lettare å halde oppe eit kundegrnlag på den eine strekningen.

### *Ekspressbuss-nettverk*

Ved Samferdsleavdelinga i Sogn og Fjordane fylkeskommune er det utvikla planar for oppretting av eit omfattande ekspressbuss-nettverk som også kan tene lokale persontransport-behov. Dette er planar som må vurderast i lys av ønsket om å redusere biltrafikken. Også som eit alternativ til nye ekspressbåtsamband kan dette vere eit aktuelt tiltak med gunstig klimaeffekt.

### *Framlegg til tiltak – kollektivtransport*

- Hente inn meir detaljert informasjon om røynslene med gratis busstransport i Ockelbo, Sverige.
- Utgreie eit vidare utbygd ekspressbuss-nettverk som alternativ til andre samferdsleløyningar.

### **Alternative drivstoff**

Det finst ei rekkje alternative drivstoff som kan erstatte eller kombinerast med bensin og diesel. Fleire av desse drivstoffa er ikkje kommersielt tilgjengelege i dag (hydrogen) eller krev utskifting av bilparken pga. annan motorteknologi (el-bilar). Vidare er det slik at skifte av energikjelde til transportformål ikkje nødvendigvis gir vesentleg lågare klimagassutslepp (propan, naturgass). Vi konsentrerer oss her om alternative drivstoff som ikkje krev skifte i motorteknologi, og som kan framstillast av fornybare, klimanøytrale energikjelder (ikkjefosilt brennstoff). Det gjeld *biodiesel* og *etanol*.

#### *Biodiesel*

Råstoffet for framstilling av biodiesel er i hovudsak vegetabilske oljar. I Europa er frøa frå raps-planten den største råstoffkjelda, medan soya og solsikke viktige råstoff på verdsbasis. Animalsk feitt og fiskeolje har vore diskutert som aktuelle nye utgangspunkt for framstilling av biodiesel.

Biodiesel kan nyttast direkte i dieselkøyrety utan større motortekniske endringar. Dei aller fleste dieselkøyrety som er mindre enn ti år gamle er tilpassa dette drivstoffet. For eldre dieselmotorar trengst det berre mindre tilpassingar. Biodiesel har vore tilgjengeleg i Noreg i fleire år, men drivstoffet er lite utbreidd i bruk. I løpet av dei siste 3-4 åra har det likevel skjedd ei utvikling som har gjort biodiesel meir aktuelt som drivstoff her til lands. Distribusjonsnettet er i ferd med å auke, i første omgang på Austlandet: Tre bensinstasjonar sel i dag rein biodiesel, medan det finst 15 stasjonar der all dieselen som vert selt har ei innblanding av om lag fem prosent biodiesel. Tiltak for overgang til bruk av biodiesel i Sogn og Fjordane vil krevje innkjøp av større kvanta frå importør, eller ein bensindistributør måtte overtalast til å opne distribusjon på Vestlandet.<sup>83</sup>

Det er berre eit lite potensial for produksjon av biodiesel frå raps/rybs i Noreg, slik at ei eventuell satsing på dette drivstoffet må vere basert på import, for det meste frå Tyskland.<sup>84</sup> Transport av drivstoffet vil måtte innlemmast i klimarekneskapen.

#### *Etanol*

Etanol kan framstillast frå fossile hydrokarbonar, som naturgass. Vi føreset at bruk av dette drivstoffet som eit klimatiltak må vere basert på etanol framstilt av fornybart råstoff. Sukker, mais og kveite er viktige kjelder for etanol-framstilling. Trevirke kan også nyttast, men dette er meir komplisert fordi denne råvaren er meir kjemisk og strukturelt kompleks. Etanol vert i

dag framstilt frå trevirke både i Sverige (Örnsköldsvik) og Noreg (Borregård).<sup>85</sup> I tillegg er eit stort anlegg for produksjon av etanol frå kveite under oppføring i Norrköping.

Det er i dag mogleg å blande inn så mykje som 20 prosent etanol i bensin og diesel utan motortekniske endringar. Bruk av rein etanol som erstatning for diesel krev spesielt tilpassa motorar. Sverige har i dag om lag 350 bussar som er drivne av rein etanol, i tillegg til ca 350 drivstoff-fleksible personbilar (FFV) som kan gå på både etanol og bensin.

#### *Framlegg til tiltak – alternative drivstoff*

Buss-selskap og lastebiltransportørar vil med enkle tiltak kunne erstatte vanleg diesel med biodiesel. Sjølv om biodiesel etter kvart har vorte meir konkurransedyktig i pris med fossil diesel, er det likevel ein viss prisskilnad. Denne differensen vil måtte subsidierast av det offentlege inntil prisen jamna seg ut.

Prisen for å byggje om ein dieselbuss til rein etanoldrift ligg på om lag 100.000 kr. Dette ser vi på som ei så stor investering at det er lite realistisk å gå inn for etanoldrivne bussar eller lastebilar i denne omgang.

Den enklaste måten å leggje til rette for overgang til alternative drivstoff for vanlege forbrukarar vil dreie seg om innblanding av biodiesel eller etanol i tradisjonelt drivstoff.

Aktuelle tiltak kan vere:

- Overgang til biodiesel på delar av bussparken til billaga i fylket
- Innleie dialog med bensindistributørar om å utvide distribusjonsnett for biodiesel- og/eller etanol-oppblanda drivstoff til Sogn og Fjordane

## **Skip og fiskefartøy**

### **Ferjer**

#### *Dimensjonering av motoreffekt<sup>86</sup>*

Drivstoff-forbruket på ei ferje er delvis avhengig av kor stor motoreffekt ferja har. Det har samband med Sjøfartsdirektoratet sitt krav til at ferjer skal klare ein såkalla krasjstopp (rask oppbremsing). For å innfri dette kravet vil ein ved installering av relativt små motorar verte nøydd til å utforme propellanlegget på ein måte som gir dårleg driftsøkonomi ved vanleg drift. Dette forholdet kan illustrerast med eit døme: Fylkesbaatane i Sogn og Fjordane (FSF) har tinga ei ny ferje som skal gå på sambandet Måløy – Oldeidet, og som skal leverast ved årsskiftet 2002. Her står valet mellom å installere to motorar på 750 kW kvar, eller å auke effekten til 2 x 1000 kW. Med det siste alternativet vil ein kunne bruke om lag ti prosent mindre pådrag på motorane for å oppnå vanleg marsjfart (“service-speed”) på t.d. 12 knop, jamført med det første alternativet.<sup>87</sup> Under føresetnad av at auka motorkraft ikkje vert tatt ut i form av større fart, vil 1000 kilowatts motorar dermed kunne føre til ein vesentleg reduksjon i drivstoff-forbruket, og dermed også klimagassutsleppa. I dette tilfellet vil auka motoreffekt bety ei ekstra investering på 2 mill. kr, ein meirkostnad som FSF reknar med vil verte nedbetalt gjennom levetida til ferja pga. lågare drivstoff-forbruk. Det er Vegdirektoratet som skal godkjenne val av motoreffekt på ferjene.

Drift av ruta Måløy-Oldeide krev i utgangspunktet om lag 650 tonn marin diesel per år. Når ein tar omsyn til manøver- og tomgangskøyning reiarlaget med å kunne spare 50-65 tonn diesel ved val av større og meir effektivt framdriftsanlegg. Dette svarer til om lag **160 - 200 tonn CO<sub>2</sub>** per år.

#### *Optimalisert fart i høve til rutetidene*

Det har mykje å seie for drivstoff-forbruket på ferjene at dei ikkje vert køyrd med større fart enn det som trengst for å halde rutetidene. Stort motorpådrag, rask overfart og lang liggetid til kai fører til unødige høge klimagassutslepp. For å optimalisere drivstoff-forbruket i høve til ankomsttid kan ein setje inn to typar tiltak, helst i kombinasjon:

- Haldningsskapande arbeid blant navigatørane
- Installering av satelittbasert navigasjonssystem (GPS) i ferjene

Leiinga i FSF har arbeidd med å motivere ferjeskipparane til å tilpasse farten til rutetabellen for å unngå unødige høge drivstoffutgifter og utslepp til luft. Vidare har ein installert GPS i fleire ferjer, særleg dei som trafikkerer lengre strekningar, som hjelpemiddel for å vurdere ankomsttid. Dette er eit effektivt instrument for å optimalisere drivstoff-forbruket, og tener i tillegg som ei påminning om at dette er viktig.

Både kursing/motivering og installering av satelittnavigasjonsutstyr er billige tiltak. GPS kostar anslagsvis 10.000 kroner. For pendelferjer med dobbelt utstyr i styrhuset, vert kostnaden 20.000 kroner. Med eit drivstoff-forbruk på fleire ferjestrekningar på 1 million liter diesel i året, er dette ei investering som ein raskt kan tene inn igjen.

#### *Framlegg til tiltak – ferjer*

- FSF arbeider overfor Vegdirektoratet for å få gjennomslag for installering av motorar med optimal effekt med tanke på god driftsøkonomi.
- FSF held fram arbeidet med kursing og motivering av ferjemannskap med sikte på redusert drivstoff-forbruk. Dette arbeidet vert systematisert, med opplæring av nye tilsette og “vedlikehaldskurs” for resten av staben.
- Satelittnavigasjonssystem bør installerast på alle ferjene til FSF.

#### **Snøggbåt**

Dei fire store ekspressbåtane til Fylkesbaatane i Sogn og Fjordane står for eit årleg utslepp av meir enn 20.000 tonn CO<sub>2</sub>, eller to prosent av klimagassutsleppa i fylket. FSF arbeider no med ein ny snøggbåt-plan som tar sikte på utskifting av tre av desse båtane over ein periode på tre til fire år.<sup>88</sup> Den fjerde båten kjem til å verte sett i ei rute der han skal gå mykje mindre enn i dag. Planen er å erstatte dagens store båtar, som har høgt spesifikt forbruk, med mindre båtar som har lågare spesifikt forbruk. Den betra energieffektiviteten ved den nye generasjonen snøggbåtar er knytt både til meir effektive skrog, ny motorteknologi og auka kapasitetsutnytting. FSF opplyser at forbetringa i spesifikt forbruk teoretisk kan kome opp i 30 – 40 prosent. Mykje taler likevel for at den aktuelle energivinsten vil ligge rundt 20 prosent.

FSF opplyser at den vinsten ein oppnår med å gå overt til mindre båtar med lågare drivstoff-forbruk, truleg vil verte tatt ut i form av betre tilbod til passasjerane, dvs. hyppigare avgangar, fleire ruter og noko høgare fart. Reiarlaget si eiga vurdering går difor ut på at energiforbruket og klimagassutsleppa ikkje kjem til å gå ned i og med realisering av den nye hurtigbåt-planen.

Også i bruk av byggjemateriale ser det ut til at potensielle energivinstar vert oppvegne gjennom andre utviklingstrekk. I dag vert skroget på ekspressbåtar bygd i karbonfiber, som gir lettare skrog med same styrke som dei gamle glasfiberskroga. Nye krav til utforming av sikrere skrog (i etterkant av Sleipner-ulykka) kan kome til å ete opp den energieffektiviserings-vinsten som ligg i overgang frå glasfiber til karbonfiber.

Vi kan slå fast at den planlagde utskiftinga av snøggbåtar og endringa av ruteopplesget representerer eit sjeldant høve til å redusere klimagassutsleppa frå denne kjelda. Vi vil her peike eit sentralt vilkår for at drifta av ekspressbåtane i Sogn og Fjordane skal skje med lågare utslepp enn i dag: Redusert spesifikt forbruk må ikkje takast ut i form av auka fart. Sjølv om høgare fart også fører til redusert reisetid, og dermed mindre driftstid på motorane, vil dette på langt nær kunne oppvege den dramatiske auken i drivstoff-forbruk som følgjer med høgare fart. Energiforbruket og CO<sub>2</sub>-utsleppet aukar eksponentielt med farten. Dess større hastigheit vi snakkar om, dess større vert energi- og miljøkostnadane for kvar ny knop ein legg til.

Ei eventuell utviding av rutenettet for ekspressbåtar vil kunne føre til betra kommunikasjons-tilbod for innbyggjarane i Sogn og Fjordane. Ei slik utvikling må ein likevel sjå i samanheng med det totale kollektivtransport-tilbodet i fylket. Vurdert i eit klimapolitisk perspektiv er det ikkje likegyldig om folk reiser med t.d. buss eller snøggbåt. Oppretting av nye snøggbåt-ruter vil kunne konkurrere med eksisterande busstilbod, og ein overgang frå buss til ekspressbåt vil definitivt vere eit steg i retning auka klimagassutslepp frå mobile kjelder, sjølv med meir energieffektive ekspressbåtar enn i dag.

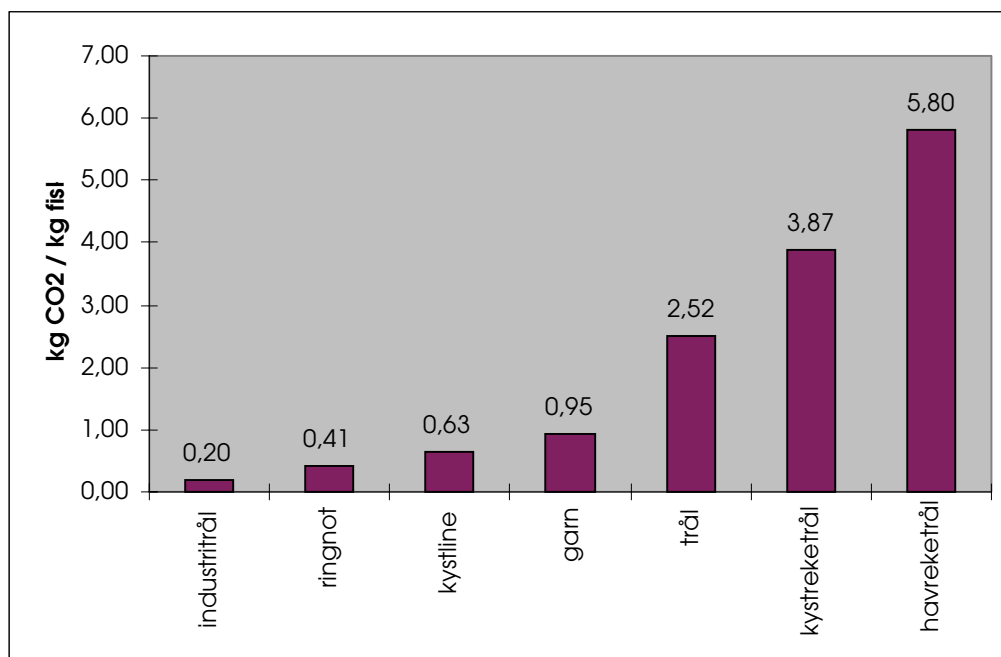
### **Fiskeflåten**

Det er eit stort utnytta potensial for reduksjon av klimagassutslsepp frå den norske fiskeflåten. Her vil vi konsentrere oss om tilpassing av flåtestrukturen og driftstekniske tiltak.

#### *Tilpassing av flåtestruktur*

Flåtestrukturen i fiskeria i eit fylke er resultat av langsiktige prosessar, og det er vanskeleg å sjå korleis regionale aktørar skal kunne påverke denne faktoren vesentleg. Utforminga av den nasjonale fiskeripolitikken, med kvotetildelingar og forvaltning av konsesjonssystemet, har derimot mykje å seie for kva delar av fiskeflåten som skal vinne fram i det lange løp.

Generelt kan vi seie at fiske på pelagisk fisk (ringnot- og industritrålfiske) har små utslsepp per fangsteining fordi fisken går i stim og kan haustast svært effektivt. For andre fiskeri er det eit klart trekk at kystfiskeflåten har mindre utslepp per fangsteining enn dei havgåande trålarane. Havrekestrål stiller i ein klasse for seg som den største bidragsytaren til klimagassutslepp per kg fangst. Dette går fram av diagrammet nedanfor. Dette materialet stadfestar mønsteret som vart avdekt i kapittel 2 om at fiskeriflåten i Sogn og Fjordane er mindre energikrevjande enn landsgjennomsnittet.



**Figur 4.1** Utslepp av CO<sub>2</sub> i samband med ulike fangstformer i fiskeria, 1989. kg CO<sub>2</sub> per kg fanga fisk. Etter Meltzer og Bjørkum (1991).

#### *Driftstekniske tiltak*

Blant driftstekniske tiltak som kan bidra til redusert drivstoff-forbruk i fiskeflåten, kan vi nemne:

- Sørge for at motoren i ulike driftssituasjonar går med optimalt driftspunkt (motorbelastning og propellstigning)
- Unngå full motorbelastning. Driftsplanlegging vil vere eit viktig hjelpemiddel for å unngå situasjonar der ein vert nøydd til å gå for full maskin
- Installering av økometer som hjelpemiddel for økonomisk drift av motoren
- Godt vedlikehald av skrog og framdriftsanlegg

Fart er eit springande punkt når det gjeld energiforbruket ved alle typar transport. For fiskebåtar kan det vere ein stor vinst å hente, både økonomisk og med tanke på klimagassutslepp, ved å optimalisere kjøremønsteret. Røynslene viser at ei kritisk vurdering av i kva situasjonar det er strengt tatt naudsynt å gå for full maskin vil kunne redusere bunkersforbruket vesentleg. Opplæring i driftsplanlegging og økonomisk drift av fiskefartøy kan vere eit aktuelt tiltak i denne samanhengen.

## **Fly**

Auka bruk av fly som transportmiddel er utslag av ein generell tendens i det norske transportmønsteret. Det er såleis lite dei lokale/regionale aktørane kan gjere for å demme opp for ei slik utvikling. Offentlege etatar kan innføre rutinar for tenestereiser som tar sikte på å avgrense unødig bruk av fly. Dette kan skje ved tilrettelegging for bruk av buss på offentlege tenestereiser til Oslo og Bergen.



## Litteratur

- Betts, Richard A. 2000: Offset of the potential carbon sink from boreal forestation by decreases in surface albedo. Artikkel i *Nature* 408, 187-190, november 2000. London: Macmillan Publishers Ltd.
- Cox, Peter M., R.A. Betts, C.D. Jones, S.A. Spall og I.J. Totterdell 2000: Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. Artikkel i *Nature* 408, 184-187, november 2000. London: Macmillan Publishers Ltd.
- Flugsrud, K. og G. Haakonsen 2000. *Utslipp av klimagasser i norske kommuner. En gjennomgang av datakvaliteten i utslippsregnskapet*. SSB-notat 2000/54. Oslo: Statistisk sentralbyrå
- Hansen, Sissel 1993: *Agronomiske og miljømessige effekter av gjødsling og jordpakking*. Doctor Scientiarum Theses. Ås: Norges landbrukshøgskole
- Hansen, Sissel 1995: Mineralgjødsel, ozonlaget og drivhuseffekten. Artikkel i *Bonde og småbruker* nr.19, 23.november 1995.
- IPCC, 1996: *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Reference Manual (Volume 3)*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC 1999. *Aviation and the Global Atmosphere. A Special Report of Working Group I and III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Knudsen, S. Og S. Strømsøe 1990. *Kartlegging av utslipp til luft fra norsk sivil luftfart*. NILU oppdragsrapport 88/90. Oslo: Norsk institutt for luftforskning.
- Kolshus, Hans H. 2000: Kyotoprotokollen og karbonbinding. Gull og grønne skoger? Artikkel i *Cicerone* nr.4/2000. Oslo: CICERO Senter for klimaforskning.
- Krokan, Borghild 2000: Global oppvarming raskere enn forventet. Artikkel i *Cicerone* nr.6/2000. Oslo: CICERO Senter for klimaforskning.
- Landbruksdepartementet 1997: *Skog og klima. Skog og treprodukters potensiale for å motvirke klimaendringer. Rapport fra en arbeidsgruppe oppnevnt av Landbruksdepartementet (B-600 M-0683B)*.
- Linjordet, R. 2000. *Metanutslipp fra Hesjedalen fyllplass. Biologisk metanoksidasjon og anvendelse av septikslam og flishogd trevirke til konstruksjon av toppdekke*. Jordforsk-rapport nr. 91/00. Ås: Jordforsk Senter for jordfaglig miljøforskning.
- Luftfartsverket 1998. *Årsstatistikk 1997*. Oslo.
- Lundli, H.-E. og S.E. Vestby 1999. *Luftfart og miljø. En sammenlikning mellom fly og andre transportmidler for energi, utslipp og areal. En dokumentasjonsrapport*. VF-rapport 9/99. Sogndal: Vestlandsforskning.

- Meltzer, F. og I. Bjørkum 1991. *Kartlegging av avgassutslipp fra fiskeflåten*. Rapport nr. 402036.20.01.91. Trondheim: MARINTEK.
- Miljøverndepartementet 1998: *Nasjonale mål og interesser i fylkes- og kommuneplanleggingen*. Rundskriv T-2/98 B. Oslo: Miljøverndepartementet.
- Monsen, B., M.Grønli, S.Rubach, E.Molteberg, I.J.Eikeland og L.Nygaard 1999: *Bruk av biokarbon i norsk ferrolegeringsindustri. Feasibilitystudie 1999*. SINTEF-rapport STF24 A99 572. Trondheim: SINTEF.
- Norheim, B. og I. Stangeby 1993: *Bedre kollektivtransport – Oslo-trafikanternes verdsetting av høyere standard*. TØI-rapport 167/1993. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Rideng, A. 2000. *Transportytelser i Norge 1946-1999*. TØI-rapport 487/2000. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Rideng, A. og J.M. Denstadli, 1999. *Reisevaner på rutefly 1992-1998*. TØI-rapport 441/1999. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Rypdal, K. og B. Tornsjø 1997. *Utslipp til luft fra norsk luftfart*. Rapport 97/20. Oslo/Kongsvinger: Statistisk sentralbyrå.
- Sandbakk, Marit 1991: *Utslipp av klimagasser fra fiskerinæringen*. SINTEF-rapport STF11 A91074. Trondheim: SINTEF
- SFT, 1999: *Beregningsmodell for utslipp av metangass fra norske deponier. Historiske og framtidige utslippsmengder*. SFT-rapport 99:16. Oslo: Statens forurensningstilsyn.
- Situala, J.I.B., S.Hansen, B.K. Situala og L.R. Bakken 1997: *Agriculture practices influencing soil mineral nitrogen and N<sub>2</sub>O emission. I Some geomedical consequences of nitrogen circulation processes*. Edited by Låg, J. Oslo: The Norwegian Academy of Science and Letters 1997.
- Sogn og Fjordane fylkeskommune og Fylkesmannen i Sogn og Fjordane 1997: *Biobrensel i Sogn og Fjordane. Prosjektrapport*.
- Solheim, T. 1989: *Arbeidsreiser i norske byer*. TØI-notat 886/89. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- SSB 1999. *Befolkningsstatistikk 1997 med tall for 1.januar 1998*. NOS C551. Oslo/Kongsvinger: Statistisk sentralbyrå.
- TØI 2000: *Miljøhåndboken. Trafikk og miljøtiltak i byer og tettsteder*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

## Notar

<sup>1</sup> Utslepp knytt til olje- og gassverksemd er halde utanfor.

<sup>2</sup> I tillegg er prosessutslepp frå industrien justert noko ned på grunn av bruk av seks prosent biokarbon som reduksjonsmiddel ved Elkem Bremanger Smelteverk (sjå omtale på side 22).

<sup>3</sup> Utsleppstal eksklusiv prosessindustri er kome fram slik: Posten "Industri, prosessar" er trekt frå totalutsleppa. Vidare er prosessindustrien sin andel av posten "Industri, stasjonær" også trekt frå. På bakgrunn av opplysningar frå Hydro Aluminium Årdal Metallverk, Hydro Aluminium Høyanger Metallverk og Elkem Bremanger Smelteverk har vi slått fast at desse verksemdene i 1997 sto for 79 prosent av dei stasjonære utsleppa i industrien i Sogn og Fjordane (nærare 87.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar). Vi har lagt til grunn at denne prosentandelen var den same også i 1991.

<sup>4</sup> Jamfør avsnitt om globalt oppvarmingspotensial i kapittel 1.

<sup>5</sup> Flugsrud og Haakonsen 2000.

<sup>6</sup> Vidare vert kommunefordelte utsleppstal for 1995 og 1998 offentleggjort 13.02.01, men dette er for seint til at materialet kan innarbeidast i denne rapporten.

<sup>7</sup> For prosessindustrien har vi oversikt over utsleppa i 1990, jf. seinare presentasjon av denne utsleppskjelda.

<sup>8</sup> Skilnaden mellom landsgjennomsnittet og Sogn og Fjordane er enda større om vi tar med fluorhaldige klimagassar i reknestykket. Da er utsleppet per innbyggjar i Sogn og Fjordane på 19,1 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Fordi det nasjonale talet berre femner om CO<sub>2</sub>, metan og lystgass, har vi ikkje gjort ei samanlikning på dette grunnlaget.

<sup>9</sup> Dei kommunefordelte tala er problematiske fordi SSB til dette formålet nyttar folke- og bustadteljninga, som har opplysningar om *tilgjengelege* oppvarmingskjelder, ikkje oppvarmingskjelder som er i bruk. Vidrare vert det ikkje korrigert for ulikt klima mellom kystkommunar og kommunar i indre fjordstrokk.

<sup>10</sup> Bluss er kortare periodar med høg cellespenning pga. underskot på aluminiumsoksid i elektrolytten (badet). Blussfrekvensen avheng både av type smelteomn (hyppigare bluss på gamle søderberg-omnar enn på nyare prebake-omnar) og teknologien for mating av aluminiumsoksid på eldre omnar.

<sup>11</sup> Kjelde: SFT.

<sup>12</sup> Første halvår 1999 hadde halvparten av omnane i C-hallen ny matings-teknologi, og i september same året hadde alle omnane i C-hallen fått tilført ny teknologi med meir kontinuerlig oksid-tilførsle (Miljøsjef Einar Rysjedal, personleg opplysning).

<sup>13</sup> Kjelder: Hydro Aluminium Årdal Metallverk, Hydro Aluminium Høyanger Metallverk, Elkem Bremanger Smelteverk, Statens forureiningstilsyn. Utsleppstalet vi her presenterer for 1991 er 1,7 prosent lågare enn det vi får ved å ta utgangspunkt i SSB/SFT sin utsleppsstatistikk.

<sup>14</sup> Roar Hatlenes, HMS-ansvarleg ved Elkem Bremanger Smelteverk, personleg opplysning.

<sup>15</sup> Flugsrud og Haakonsen 2000.

<sup>16</sup> SFT 1999; IPCC 1996.

<sup>17</sup> Gøsta Hagenlund, Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, personleg opplysning.

<sup>18</sup> Kjelde: SSB.

<sup>19</sup> Kjelde: Sogn og Fjordane fylkeskommune.

<sup>20</sup> Meltzer og Bjørkum 1991.

<sup>21</sup> Det kan likevel vere grunn til å rekne med at bidraget frå dei minste fartya var mindre i 1999 enn ti år tidlegare, men vi har ikkje prioritert å justere tala på dette området.

<sup>22</sup> Kjelde: Fylkesbaatane i Sogn og Fjordane. Utslepp frå godsbåtar i 1990 er sett lik utsleppstalet for 1999 fordi vi manglar kunnskap om kor stor andel av trafikken som skjedde innanfor fylkesgrensene i 1990. Utsleppstal for ferje 1990 byggjer på drivstoff-forbruket til FSF-ferjene i 1989.

<sup>23</sup> I vedlegget er det tatt utgangspunkt i utslepp for året 1997. Same metodikk er her nytta også for året 1991. Grunnlagsdata for 1991-tala er henta frå Luftfartsverket, Transportøkonomisk institutt og Statistisk sentralbyrå. Reisefrekvens for innanlandske flyreiser for busette i Sogn og Fjordane i 1992 var 1,28 (Jon Martin Denstadli, TØI, personleg opplysning). Vi har lagt same reisefrekvens til grunn for 1991.

<sup>24</sup> Det er ikkje grunnlag for å nytte denne faktoren på utslepp frå kortbanefly, ettersom dei har lågare marsjhøgde enn jetfly. Utslepp med kortbanefly innanfor fylkesgrensene er med i den endelege summen for begge "RFI-alternativa", men er ikkje multiplisert med 2,7.

<sup>25</sup> NOU 2000:1 "Et kvotesystem for klimagasser".

<sup>26</sup> SFT 2000.

<sup>27</sup> 2010 vert her nytta i staden for "det årlege gjennomsnittet for perioden 2008-2012", som Kyotoprotokollen eigentleg opererer med.

<sup>28</sup> St.meld. nr.29 (1997-98).

<sup>29</sup> Auken vil verte 28 prosent dersom dei to planlagte gasskraftverka på Kårstø og Kollsnes vert realisert

<sup>30</sup> SFT 2000, tabell 4.1. Talet ekskluderer både stasjonær forbrenning og prosessutslepp knytt til oljeverksemd og prosessindustri, til saman 24,9 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Dermed står vi att med 52 prosent av klimagassutsleppa i Noreg i 1990 som kan seiast å vere av lokal/regional karakter.

<sup>31</sup> Vi har lagt til grunn SSB si framskriving av folketalsutviklinga basert på scenariet ”middels nasjonal vekst”, som går ut på at Sogn og Fjordane i 2010 vil ha 111.308 innbyggjarar av eit samla folketal i landet på 4.692.393.

<sup>32</sup> Utslepp frå stasjonær forbrenning i industrien stammar for ein stor del frå prosessindustrien. Vi har ikkje gode nok data for 1990 eller 1991 på dette området, men i 1997 veit vi at 79 prosent av stasjonær forbrenning i industrien i Sogn og Fjordane dreide seg om oljeforbruk i prosessindustrien. Den same prosentvise fordelinga er her nytta for året 1991.

<sup>33</sup> Sandvik 2000.

<sup>34</sup> Sjå omtale under avsnittet ”Prosessindustri” lenger nede.

<sup>35</sup> ”Andre kjelder” refererer til postane ”Anna stasjonær forbrenning”, ”andre prosessutslepp” og ”andre mobile kjelder”. Dette er utslepp vi ikkje har gjort forsøk på å framskrive.

<sup>36</sup> Finn Sundby, Statens vegvesen i Sogn og Fjordane, personleg opplysning.

<sup>37</sup> SFT 2000.

<sup>38</sup> Kjell Edgar Sagen, HMS-sjef for HAMP (Norsk Hydro), personleg opplysning.

<sup>39</sup> Inger Johanne Eikeland, Elkem, personleg opplysning.

<sup>40</sup> Kjell Edgar Sagen, personleg opplysning.

<sup>41</sup> Da Kristiansand kommune i 1998 laga den første lokale klimaplanen i Noreg, valde dei å sjå bort frå prosessindustrien ut frå ein liknande argumentasjon. I det tilfellet var effekten motsett av det vi no ser i Sogn og Fjordane: Det ville vore vanskelegare å innfri eit klimamål for Kristiansand om ein hadde tatt med tungindustrien.

<sup>42</sup> I 1990 var petroleumsværksemda kjelde til utslepp av 7,8 millionar tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar (stasjonær forbrenning, prosessar og utslepp frå mobile plattformar). Ein prosent auke fram til 2010 i tråd med nasjonale forpliktelser i Kyotoprotokollen gir rom for ein utsleppsauke frå sektoren på 78.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Framskrivinga for olje- og gassutvinning indikerer ein auke på 45-50 prosent fram mot 2010 (SFT 2000). Om vi seier 47,5 prosent som eit gjennomsnitts-anslag, ligg det an til ei overskriding av det nasjonale klimamålet på 3,7 millionar CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Fordeler vi desse utsleppa på alle innbyggjarane i landet, vert Sogn og Fjordane sin del på 87.800 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

<sup>43</sup> NOU 1995:4.

<sup>44</sup> SFT 2000.

<sup>45</sup> <http://www.sft.no/arbeidsomr/prosjekt/klima/>

<sup>46</sup> *Biosfæren* er samlenemning for alle levande organismar.

<sup>47</sup> Utslepp frå stasjonær forbrenning i industrien er for ein stor del (om lag 79 prosent) knytt til dei tre prosessindustri-verksemdene.

<sup>48</sup> SFT 2000.

<sup>49</sup> Einar Rysjedal, HMS-ansvarleg, Hydro Aluminium Høyanger, personleg opplysning.

<sup>50</sup> Hydro Aluminium AS med sine fire verk, Elkem Aluminium ANS med sine to verk og Sør-Norge Aluminium AS med sitt eine verk. Av desse sju verka ligg to i Sogn og Fjordane (Hydro Aluminium Høyanger og Hydro Aluminium Årdal).

<sup>51</sup> Monsen et al. 1999.

<sup>52</sup> Sogn og Fjordane fylkeskommune og Fylkesmannen i Sogn og Fjordane 1997.

<sup>53</sup> Hilde Lysø, NGIR, personleg opplysning.

<sup>54</sup> Håkon Grepstad, SUM, personleg opplysning.

<sup>55</sup> Linjordet 2000.

<sup>56</sup> Svein-Ottar Sandal, NoMil, personleg opplysning.

<sup>57</sup> SFT 2000.

<sup>58</sup> NOU 2000:1.

<sup>59</sup> Peer Stiansen, Miljøverndepartementet, personleg opplysning.

<sup>60</sup> Anslaga over klimagassutslepp frå landbruket er særst usikre, så desse tala må tolkast som ”beste estimat”.

<sup>61</sup> Sjå kapittel 1.

<sup>62</sup> På landsbasis reknar ein med at 85 prosent av metangassutsleppa frå landbruket stammar frå fordøyingsprosessane til husdyr. Skulle desse utsleppa gå ned måtte det skje gjennom redusert husdyrproduksjon som resultat av ei langsiktig endring av kosthaldet i den norske gjennomsnittsfamilien. Elles er det mogleg at samansettinga av føret til husdyra har noko å seie for mengda metangassutslepp som vom- og tarmgass, men dette har vi ikkje fått stadfesta frå husdyrfagleg hald.

<sup>63</sup> John Morken, NLH og Sissel Hansen, NORSØK, personleg opplysning.

<sup>64</sup> Bjørn Harald Haugsvær, fylkesagronom ved Fylkesmannens landbruksavdeling, personleg opplysning.

<sup>65</sup> Sitaula et al. 1997.

<sup>66</sup> Sitaula et al. 1997.

<sup>67</sup> Ved Felleskjøpet si avdeling i Skei får vi opplyst at Felleskjøpet sel mindre enn eitt DGI-anlegg i Sogn og Fjordane kvart år.

<sup>68</sup> Kjelde: Bjørn Harald Haugsvær, FMLA.

<sup>69</sup> Hansen 1993.

<sup>70</sup> Gjennom kunstgjødsel (18-3-15) vart det tilført 14 kg nitrogen per daa, medan gyllegjødslinga tilførte jorda 19 kg totalt nitrogen per daa.

<sup>71</sup> Hansen 1995.

<sup>72</sup> Hansen 1995.

<sup>73</sup> St.meld. nr. 17 (1998-99): Skogmeldinga, kap.8.2.

<sup>74</sup> Landbruksdepartementet 1977.

<sup>75</sup> St.meld. nr.29 (1997-98): Norges oppfølging av Kyotoprotokollen, kap.2.2.

<sup>76</sup> Sandbakk 1991. Tala er usikre.

<sup>77</sup> TØI 2000.

<sup>78</sup> TØI 2000.

<sup>79</sup> Miljøverndepartementet 1998.

<sup>80</sup> Solheim 1989; Norheim og Stangeby 1993.

<sup>81</sup> TØI 2000.

<sup>82</sup> Kjelde: John Hille, Idébanken.

<sup>83</sup> Dei norske bensinstasjonane som sel biodiesel per i dag er alle drivne av Hydro/Texaco. Statoil har bygd opp eit stort distribusjonsnett for biodiesel i Sverige. Firmaet Habiol importerer biodiesel til Noreg.

<sup>84</sup> Vestlandsforskning har gjennomført ein analyse av det norske potensialet for dyrking av råstoff for biodiesel med tanke på ei omfattande erstatning av fossilt drivstoff (diesel) i tunge køyrety med biodiesel i år 2005. Ein tok utgangspunkt i tre ulike landbrukssystem for Noreg, og nytta i alle tre høve optimistiske føresetnader for dyrking og produksjon av biodiesel. Erstatningspotensialet ein kom fram til (målt som prosentdel av norsk dieselforbruk) var på 12-17 prosent i det intensive jordbrukssystemet (med store negative miljøeffektar som resultat), 5-8 prosent for det tradisjonelle og 2-4 prosent i det økologiske jordbrukssystemet.

<sup>85</sup> Borregård eksporterer i dag store mengder etanol som er framstilt av trevirke, men dei ønskjer å dreie dette produktet over mot den norske marknaden.

<sup>86</sup> Kjelde: Trond Owesen, Fylkesbaatane i Sogn og Fjordane.

<sup>87</sup> I dette dømet er det snakk om direktedrive azimuth anlegg med faste (ikkje vribare) propellvenger. For ytterlegare effektivisering kan desse i dag leverast som kontraroterande, dvs. det er to propellsett som ligg tett inntil kvarandre og roterer kvar sin veg. Anlegg med vribare propellvenger er langt dyrare og kan justerast optimalt opp mot motorpådrag, men dette er ein vinst som langt på veg går tapt ved at slike anlegg ikkje kan lagast kontraroterande. Val av type framdriftsanlegg må vurderast med tanke på kva rute ferja skal gå i. Korte samband med mykje manøvrering stiller andre krav enn lengre samband. På sambandet Måløy-Oldeide har ein dessutan teke omsyn til at ferja skal gå i eit verhardt område, noko som krev ekstra motorkraft ved manøvrering i ekstremt ver.

<sup>88</sup> Atle Tornes, adm. direktør i Fylkesbaatane i Sogn og Fjordane, personleg opplysning.

## Vedlegg

### Vurdering av klimagassutslepp frå luftfart relatert til Sogn og Fjordane. Ei metodedrøfting

I klimaplanrettleiaren til SFT står dette om grunnlaget for dei kommunefordelte utsleppstala for luftfart:

I kommunetallene inngår kun utslipp fra luftfart under 100 meter over bakken. Utslipp som skjer høyere oppe i atmosfæren kommunefordeles ikke. De nasjonale utslippstallene kommunefordeles etter antall landinger og avganger (LTO-sykler) i hver kommune. Det skilles i kommunefordelingen mellom store fly, privat-/flyklubb-/skolefly, helikopter, militær aktivitet og utenriks LTO.

Det er problematisk å la kommunetal for klimagassutslepp frå luftfart vere avgrensa til flytrafikk under 100 meter over bakken, fordi ein dermed går glipp av informasjon om miljøkonsekvensane ved flyreisene som innbyggjarane i den enkelte kommune eller det enkelte fylke utfører. Verken utslepp ved innanriks flygingar utom kommunen/fylket eller flyreiser i utlandet vert med i rekneskapen på denne måten. Det same gjeld den flytrafikken innanfor kommunen/fylket som skjer over 100 meters høgd. Nedanfor vil vi – med utgangspunkt i dømet Sogn og Fjordane i året 1997 – drøfte alternative metodar for fastsetting av klimagassutslepp frå flytrafikk i samband med lokale/regionale klimahandlingsplanar.

Når ein skal sette opp ein klimarekneskap for Sogn og Fjordane kan ein ha to hovudtilnærmingar til identifisering av bidraga frå flytrafikken. Ein kan studere

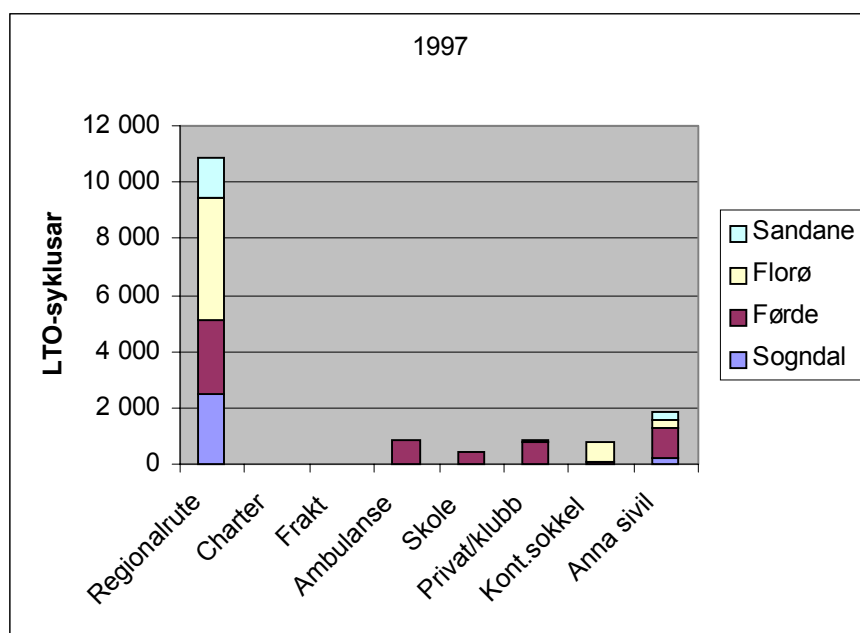
- flytrafikk som foregår i Sogn og Fjordane, eller
- flytrafikk generert av innbyggjarane i Sogn og Fjordane.

La oss først sjå på den flytrafikken som skjer innanfor fylkesgrensene.

#### *Flyreiser i Sogn og Fjordane*

Når det gjeld utslepp av klimagassen CO<sub>2</sub> frå luftfart (og andre former for transport) er det ein direkte samband mellom storleiken på drivstoff-forbruket og utsleppa. I ein studie av klimagassbidraga frå flytrafikken innafor eit lite geografisk område, er det likevel ikkje råd å ta utgangspunkt i statistikk over sal av flybensin. Fly som trafikkerer Sogn og Fjordane bunkrar drivstoff også på m.a. Gardermoen og Flesland, avhengig av korleis det passasjer med ruteopplegget. Petroleumsstatistikk brote ned på fylkesnivå kan difor ikkje gje eit bilete av den andelen av drivstoffet som vert nytta innanfor fylkesgrensene.

Sogn og Fjordane har fire flyplassar som alle er knytt til sekundærrutenettet, dvs. kortbanerutene, som i undersøkingsperioden vår utelukkande har vorte operert av Widerøes flyveselskap. Ingen av stamflyrutene omfattar flyplassar i dette fylket. Om vi avgrensar studien til passasjertrafikk i ordinære ruter, har vi altså berre å gjere med Widerøes ruter mellom Sogn og Fjordane og Oslo/Bergen.



**Figur 1. Landingar/avgangar (LTO-syklusar) med sivile luftfartøy på flyplassar i Sogn og Fjordane, 1997. Kjelde: Luftfartsverket**

Luftfartsverket presenterer årleg statistikk over gjennomførte landingar/avgangar eller *LTO-syklusar*<sup>1</sup> på alle flyplassane i landet. Desse tala for Sogn og Fjordane i 1997 er illustrert i figur 1. I 1997 var det berre 29 charterflygingar og 12 reine frakt-flygingar på flyplassar i Sogn og Fjordane. LTO-syklusar knytt til ambulans- og kontinentalsokkel-trafikk dreier seg om helikopterflyging, medan skole- og privatflyging for ein stor del gjeld småfly. Denne studien vil vere avgrensa til regionalrute-flygingane, som i 1997 sto for 70 prosent av flygingane i Sogn og Fjordane, men truleg for ein vesentleg større andel av klimagassutsleppa, ettersom mange av dei andre flygingane var med småfly og helikopter.

Dei utsleppsfaktorane og tal for spesifikt drivstoff-forbruk som Luftfartsverket legg til grunn for LTO-fasen, er fastsett med utgangspunkt i laboratorieeksperiment der ulike typar flymotorar står i benk og vert kjørt med varierende belastning. Det har vorte peikt på at desse tala ikkje stemmer med dei faktiske utsleppa for visse flytypar (Lundli og Vestby 1999). For Dash 8 har vi ikkje indikasjonar på at det er tilfelle, og vi byggjer derfor på dei offisielle opplysningane om at ein Dash 8-maskin brukar 106 kg flybensin i løpet av ein LTO-syklus avgrensa til 1000 meters høgd (Rypdal og Tornsjø 1997). Det svarer til eit utslepp av 334 kg CO<sub>2</sub>. Med til saman 10.879 LTO-syklusar for vanlege rutefly i Sogn og Fjordane i 1997, gir dette eit utslepp på **3.634 tonn CO<sub>2</sub>**.

Samanliknar vi dette talet med SFT/SSB sine kommunefordelte utsleppstal frå luftfart, får vi eit overraskande resultat: Klimakalkulatoren som er tilgjengeleg på SFT sine nettsider opplyser at flytrafikken som skjedde i Sogn og Fjordane i 1997 under 100 meters høgd var opphav til eit samla CO<sub>2</sub>-utslepp på 7.252 tonn. Dette talet er dobbelt så stort som det talet vi

<sup>1</sup> Flygingar vert delt inn i to hovudfasar, LTO-fasen ("landing and take-off") og cruise-fasen. Ein LTO-syklus startar med at flyet nærmar seg flyplassen i ei høgd på 3000 fot (915 meter) over flyplassen, og vidare at flyet landar, byttar last, og til slutt lettar og stig opp til 3000 fot igjen. Cruise-fasen omfattar stigning frå 3000 fot opp til cruisehøgd, cruise og glideflyging på tomgang ned til 3000 fot. Utsleppsfaktorar og tal for spesifikt forbruk av drivstoff knytt til LTO-syklus refererer gjerne til flyrørsler som skjer under 1000 meters høgd.

har kome fram til ved å sjå på utslepp knytt til gjennomførte LTO-syklusar under 1000 meters høgd.

Av SSB-rapporten “Utslipp til luft fra norsk luftfart” går det fram at ein reknar eit drivstoff-forbruk på 31,9 kg per LTO under 100 meters høgd for flytypen Dash 8. For rutefly-trafikken (regionalrute) i Sogn og Fjordane i 1997 tilsvarer det eit CO<sub>2</sub>-utslepp på **1.086 tonn**. Sjølv om ein inkluderer dei andre kategoriane som er med i figur 1, utgjer det ei relativt lita påplussing i denne samanhengen, og resultatet er langt unna dei vel 7.000 tonn som klimakalkulatoren opererer med. SSB forklarar avviket med dei ikkje tar omsyn til spesifikk flytype ved kommunefordeling av utslepp frå luftfart (Gisle Haakonsen, SSB, pers. oppl.). Det betyr at ein opererer med ein gjennomsnittts utsleppsfaktor for heile den norske flyflåten, og berre kommunefordeler utsleppstal på grunnlag av LTO-syklusar. Dermed kjem ein særleg skeivt ut i fylke som Sogn og Fjordane, der all flytransport innanfor fylket foregår med Dash 8-fly eller mindre flytypar.

For å få samla utsleppstal frå ruteflygingar i Sogn og Fjordane må vi inkludere cruise-fasen sitt bidrag til klimagassutsleppa. Ettersom Widerøe ikkje har tal for det samla persontransportarbeidet dei utfører innanfor grensene til Sogn og Fjordane, vil vi ta utgangspunkt i flytid og gjennomsnittlege forbrukstal per minutt cruise-flyging. I 1997 utførte Widerøe vel 5.500 flytimar i Sogn og Fjordane, og av desse var 1.400 timar, eller 26 prosent, knytt til LTO-fasen.<sup>2</sup> Fordi energiforbruket er størst i samband med letting og landing, var drivstoff-forbruket i LTO-fasen om lag like stort som det i cruise-fasen. Tabell 1 syner

**Tabell 1. Flytid, drivstoff-forbruk og CO<sub>2</sub>-utslepp knytt til cruise-fasen på dei enkelte flyrutene i Sogn og Fjordane i 1997.<sup>3</sup>**

Strekning	Tal flygingar i -97	Cruise i S&Fj per flyging (minutt)	Drivstoff til cruise i -97 (tonn)	CO <sub>2</sub> -utslepp cruise i -97 (tonn)
Bergen – Florø	2 830	12	163	513
Bergen – Førde	134	8	5	16
Bergen – Sogndal	1 300	4	26	82
Oslo – Florø	1 600	28	212	667
Oslo – Førde	1 488	23	160	502
Oslo – Sandane	46	25	5	17
Oslo – Sogndal	1 392	7	47	149
Ørsta/V. – Florø	1 248	12	72	227
Ørsta/V. – Sandane	1 248	4	23	73
Florø – Førde	2 718	13	160	503
Florø – Sandane	334	23	35	111
Florø – Sogndal	92	28	12	37
Førde – Sandane	52	13	3	10
Førde – Sogndal	1 288	18	106	334
Sandane – Sogndal	1 300	23	137	433
<b>TOTALT</b>			<b>1 167</b>	<b>3 675</b>

Kjelde: Widerøe's Flyveselskap; egne utrekningar.

<sup>2</sup> Fastsett på grunnlag av ruteopplegget for 1997, som er stilt til disposisjon av Widerøe's Flyveselskap.

<sup>3</sup> Våren 2000 vart ruteopplegget for regionalrutene i Sogn og Fjordane endra, slik at direkte ruter mellom destinasjonar i fylket for ein stor del vart avskaffa.



grunnlaget for utrekning av dei samla CO<sub>2</sub>-utsleppa i cruise-fasen på Widerøe sine flygingar i Sogn og Fjordane i 1997.<sup>4</sup>

Vi har sett at Widerøe sine flygingar innanfor fylkesgrensene til Sogn og Fjordane i 1997 representerte eit CO<sub>2</sub>-utslepp i LTO-fasen på 3.634 tonn og i cruise-fasen på 3.675 tonn. Det gir eit samla klimagassutslepp frå regionalrute-flyginga i Sogn og Fjordane på **7.309 tonn** CO<sub>2</sub>.

Vi har ikkje tilgang til reisevaneundersøkingar som slår fast kor stor del av passasjerane på Widerøe sine ruter i Sogn og Fjordane i 1997 som var busette i fylket. Utsleppstala som er presenterte så langt er difor for høge om vi har ønske om å kartleggje klimagassbidraga frå innbyggjarane i Sogn og Fjordane. Om ein vel ein metodikk som ekskluderer utslepp utanfor fylkesgrensene, vil det heller ikkje vere logisk å trekke frå dei utsleppa som er knytt til transport av tilreisande. SFT/SSB har t.d. ikkje ekskludert turisttrafikken frå dei kommunefordelte utsleppstala for vegtrafikk. Dette forholdet har likevel konsekvensar for samanlikning mellom dei ulike metodane for fastsetting av utsleppstal. Nedanfor går vi nemlig over til å sjå utelukkande på reiseaktiviteten som er spesifikt knytt til innbyggjarane i Sogn og Fjordane. La oss sjå korleis biletet vert om vi inkluderer all innanriks luftfart generert av folk frå dette fylket.

#### *Innanlandske flyreiser*

Transportøkonomisk institutt si nyaste reisevaneundersøking på fly viser at gjennomsnittsinbyggjaren i Sogn og Fjordane i 1997/98 hadde ein reisefrekvens på 1,36 innanlandske flyreiser i året (Rideng og Denstadli 1999). Gjennomsnittleg transportavstand på innanriks flyreiser var 424 km i 1997 (Rideng 2000). Med eit folketal på 107.989 (SSB 1999) vert det eit samla persontransportarbeid på 62,27 millionar personkilometer (mill. pkm).

Opplysningar Vestlandsforskning har henta inn frå SAS og Braathens SAFE, viser tilnærma identiske utslepp av CO<sub>2</sub> / pkm for dei to flyselskapa sine innanriks-flygingar i Noreg:

**Tabell 2. Utslepp av CO<sub>2</sub> per personkilometer ved innanriksflygingar i Noreg, 1997 (gram)**

Flyoperatør	g CO <sub>2</sub> / pkm
SAS Norge	213
Braathens	215

Kjelde: Lundli (1999)

Med utgangspunkt i tabellen ovafor, vel vi ein utsleppsfaktor på 214 g CO<sub>2</sub> / pkm. Det gir eit samla CO<sub>2</sub>-utslepp frå innanlandske flyreiser utført av folk i Sogn og Fjordane på **13.326 tonn**

<sup>4</sup> Føresetnader: Drivstoff-forbruket i cruise-fasen er fastsett på grunnlag av flytid oppgitt i rutetabellar. Avstandsmåling dannar grunnlaget for å rekne ut kor stor andel av den enkelte strekning som låg innanfor fylkesgrensene. Propellfly av den typen som trafikkerer Sogn og Fjordane har ein LTO-fase i lufta som varer 7,5 minutt, fordelt på 3 minutt take-off og stigning til 1000 m og 4,5 minutt innflyging frå 1000 m (Knudsen og Strømsøe 1990). Heile LTO-fasen er trekt frå flygetida for ruter internt i fylket, halve LTO-fasen for ruter inn og ut av fylket. Luftfartsverket reknar med at Dash 8 i løpet av ein standard cruise-fase på 52,1 minutt brukar 244 kg drivstoff. Det svarer til 4,7 kg per minutt.

i 1997. Dette talet omfattar både flyreiser med Widerøe på sekundærrutenettet, og reiser på stamrutenettet (SAS og Braathens).

#### *Flyreiser mellom Noreg og utlandet*

Når det gjeld flyreiser til utlandet, var reisefrekvensen til innbyggerane i Sogn og Fjordane på 0,25 enkeltreiser per år i 1997. Til samanlikning hadde gjennomsnittsnordmannen 0,83 enkeltreiser, slik at reiseaktiviteten med utgangspunkt i Sogn og Fjordane låg på beskjedne 30,1 prosent av landssnittet. Vidare veit vi at folketalet i Sogn og Fjordane utgjorde 2,46% av den samla norske befolkninga i 1997. Til saman gir dette ein inngang til kor stor andel av det samla transportarbeidet i utanriks flyreiser som innbyggerane i Sogn og Fjordane representerte det året: Berre 0,74 prosent av dei norske passasjerane på fly mellom Noreg og utlandet kom frå fjordfylket.

Tabellen nedanfor syner det samla persontransportarbeidet som vart utført på flyreiser mellom Noreg og utlandet i 1997, og omfattar trafikken til både norske og utanlandske flyselskap. Tala kviler på fleire føresetnader som ikkje er sikre (Lundli og Vestby 1999), men er det beste estimatet vi har i mangel av offisiell statistikk på området.

**Tabell 3. Persontransportarbeid i sivil luftfart til og frå Noreg i 1997. Millionar personkilometer**

	mill. pkm
Utanriks rute	8.873
Utanriks charter	2.406
Utanriks totalt	11.279

Kjelde: Lundli og Vestby 1999.

Det er viktig å merke seg at det omtalte persontransportarbeidet også omfattar transport av utanlandske passasjerar. Rideng og Denstadli (1999) viser at kundegrunnlaget<sup>5</sup> for reiser med rutefly mellom Noreg og utlandet i 1997/98 var delt på midten mellom nordmenn og utlendingar, men pga. større reisehyppighet blant dei norske reisande på flyruter til og frå Noreg, sto desse for 61 prosent av dei aktuelle flyreisene. Reisevaneundersøkingane til Transportøkonomisk institutt dekkjer ikkje chartertrafikken. Sjølv om det nok er ein del chartertrafikk frå utlandet til Noreg, er denne truleg liten samanlikna med tilsvarande norske reiser til typiske chartertrafikk-mål. Ved tolking av tabell 3 legg vi her til grunn at alt persontransportarbeid på utanriks charter er utført av nordmenn, medan nordmenn står for 61 prosent av transportarbeidet på rutefly mellom Noreg og utlandet. Det gir ein norsk andel på om lag 7,82 milliardar personkilometer.

Som vi har sett tidlegare sto folk i Sogn og Fjordane for 0,74 prosent av nordmenns reiser mellom Noreg og utlandet i 1997. Det gir 58 mill. pkm.

Utanlandsflygingane til SAS og Braathen har eit gjennomsnittleg CO<sub>2</sub>-utslepp på 167 g/pkm.<sup>6</sup> Charterflygingar, som er meir energiøkonomiske enn ruteflygingar m.a. pga. høgare kabinfaktor, er inkludert i dette talet. Om vi føreset at andre (utanlandske) flyselskap som flyg til/frå Noreg har eit tilsvarande utslepp per passasjerkilometer, finn vi at dei samla CO<sub>2</sub>-

<sup>5</sup> Kundegrunnlag er definert som summen av alle personar som har gjort minst ei flyreise i løpet av eitt år.

<sup>6</sup> Eigne utrekningar på grunnlag av Lundli (1999).

utsleppa frå flytrafikk mellom Noreg og utlandet som er generert av folk frå Sogn og Fjordane i 1997 var på knappe **9.700 tonn CO<sub>2</sub>**.

### *Effektar av utslepp i høgare luftlag*

Nyare forskning tyder på at luftfarten sine viktigaste bidrag til drivhuseffekten ikkje er knytt til tradisjonelle klimagassar som karbondiksid og metan, men til utslepp av m.a. vassdamp, nitorgenoksid og sot i høgare luftlag (Lundli og Vestby 1999, IPCC 1999). Dette har bakgrunn i at utslepp frå fly oppfører seg svært ulikt avhengig av om dei skjer i *troposfæren* (opp til 10 km høgd) eller *stratosfæren* (ca. 10-50 km over jordoverflata).<sup>7</sup> Til dømes vil vassdamp, som ikkje er ureinande i lågare luftlag, kunne få skadeleg effekt når han vert sleppt ut lenger oppe. Stratosfæren er i utgangspunktet svært tørr, slik at store utslepp av vassdamp frå forbrenning av fossilt drivstoff her kan føre til endra fuktforhold. Dette fører i sin tur til forsterka klimaeffekt gjennom skipling av strålingsbalansen i atmosfæren. Utslepp av vassdamp i stratosfæren fører til eit positivt *strålingspådriv* (radiative force), dvs. oppvarming som følgje av at atmosfæren mottar meir energi frå sollyset. Andre forhold som verkar i same retning er danning av ozon (O<sub>3</sub>) som resultat av nitrogenoksidutslepp i øvre delar av troposfæren, danning av kondensstriper og utslepp av sot-partiklar (Op.cit).<sup>8</sup>

Det er stor uvisse knytt til vurderingane av den faktiske klimaeffekten av flyutslepp i høgare luftlag. Biletet vert komplisert av at det såkalla strålingspådrivet ved ulike utslepp varierer med flygefase, breiddegrad og årstid. Det internasjonale klimapanelet har vurdert beste estimat for strålingspådrivet frå subsoniske fly (ikkje overlydsfly) med utgangspunkt i verdas flyflåte i året 1992. Ein har kome fram til at luftfarten har ein samla verknad på drivhuseffekten som er 2,7 gongar større enn det CO<sub>2</sub>-utsleppa aleine skulle tilseie. IPCC opererer i denne samanhengen med uttrykket *Radiating Forcing Index (RFI)*, eller på norsk strålingspådriv-indeks. Ein RFI-verdi på 2,7 tyder altså at ein må multiplisere CO<sub>2</sub>-utsleppa frå luftfarten med 2,7 dersom ein skal inkludere klimaeffektane av flyutslepp i høgare luftlag (IPCC 1999).

Dei skadelege effektane ved utslepp av NO<sub>x</sub> og vassdamp i høgare luftlag, er større dess høgare flygehøgda er. Det taler for at RFI-verdien er lågare for innanriksflygingar enn for t.d. dei interkontinentale flygingane. Regionalruteflygingar av den typen Widerøe har på Vestlandet, foregår med så låg cruise-høgda at det neppe er grunnlag for å innlemme dei i kalkuleringar av strålingspådriv. Nedanfor har vi presentert tal som viser klimaeffekten av flyreiser generert av innbyggjarane i Sogn og Fjordane dersom vi føreset ein RFI-verdi lik 2,7 på alle innanriksflygingar på stamrutenettet og flygingar mellom Noreg og utlandet, men der utsleppa frå Widerøes ruter i Sogn og Fjordane berre er representert med dei faktiske CO<sub>2</sub>-utsleppa. Dette er å sjå på som eit rekneeksempel, som tydeleg illustrerer klimautfordringane luftfarten representerer, men som ikkje må tolkast som presis kunnskap.

Alle innanriksflygingar utført av folk frå Sogn og Fjordane, med fråtrekk av kortbaneflygingar innanfor fylkesgrensene, gav i 1997 eit samla CO<sub>2</sub>-utslepp på 6.000 tonn

<sup>7</sup> Stratosfæren har stabil lagdeling, med lang opphaldstid for ureinande komponentar, medan troposfæren i større grad er prega av vertikal omblending av luftmassar, med kortare opphaldstid som resultat. Dette er med på å forsterke dei uehdige konsekvensane av utslepp frå fly i høgare luftlag.

<sup>8</sup> Andre sider ved flyutsleppa er med på å *redusere* drivhuseffekten (nedbryting av metan pga. NO<sub>x</sub>-utslepp i den øvre troposfæren). Denne effekten er på langt nær stor nok til å oppvege den oppvarmande effekten av dei same utsleppa.

CO<sub>2</sub>. Justert for strålingspådrivet tilsvarer dette 16.200 tonn "CO<sub>2</sub>-ekvivalentar".<sup>9</sup> Tilsvarande vil klimabidraget frå dei internasjonale flyreisene svare til om lag 26.200 tonn CO<sub>2</sub>. Om vi så legg til CO<sub>2</sub>-utsleppa frå Widerøe-flygingar i fylket (utan å multiplisere med 2,7), vil den samla klimaeffekten av flyreisene utført av innbyggjarane i Sogn og Fjordane svare til utslepp av **49.700 tonn CO<sub>2</sub>**.

### Drøfting

Tabellen nedanfor syner ulike måtar å framstille klimagass-bidraga frå flytrafikk relatert til Sogn og Fjordane i 1997. ① tar utgangspunkt i SSB sin metode, som avgrensar utsleppa til å gjelde det som skjer under 100 meter over bakken, men vi presenterer her eigne utrekningar basert på LTO-statistikk for rutefly aleine. ② viser CO<sub>2</sub>-utsleppa som skjer i løpet av LTO-fasen under 1000 meter ved ruteflygingane på kortbaneflyplassane i fylket, og ③ tilsvarande tal for cruise-fasen. ②+③ vert dermed dei samla CO<sub>2</sub>-utsleppa frå all regionalrutetraffikk innanfor fylkesgrensene i Sogn og Fjordane.<sup>10</sup> ④ viser CO<sub>2</sub>-bidraget frå alle innanlandske flyreiser utført av innbyggjarane i Sogn og Fjordane, medan ⑤ gir tilsvarande tal for reiser mellom Noreg og utlandet. Summen av ④ og ⑤ er såleis uttrykk for dei samla CO<sub>2</sub>-utsleppa frå alle flyreiser utført av sogningar og fjordingar i 1997. ⑥ viser klimaeffekten av alle innanlands flyreiser når jetflyutslepp er justert i tråd med IPCC sine beste estimat for verknadene ved flyutslepp i høgare luftlag (strålingspådriv). ⑦ er det tilsvarande talet for alle flyreiser i inn- og utland, dvs. når CO<sub>2</sub>-utslepp frå jetfly er multiplisert med 2,7 (RFI).

**Tabell 4. Ulike mål på CO<sub>2</sub>-utslepp frå sivil luftfart relatert til Sogn og Fjordane. Avrunda til nærmaste 100 tonn CO<sub>2</sub>.**

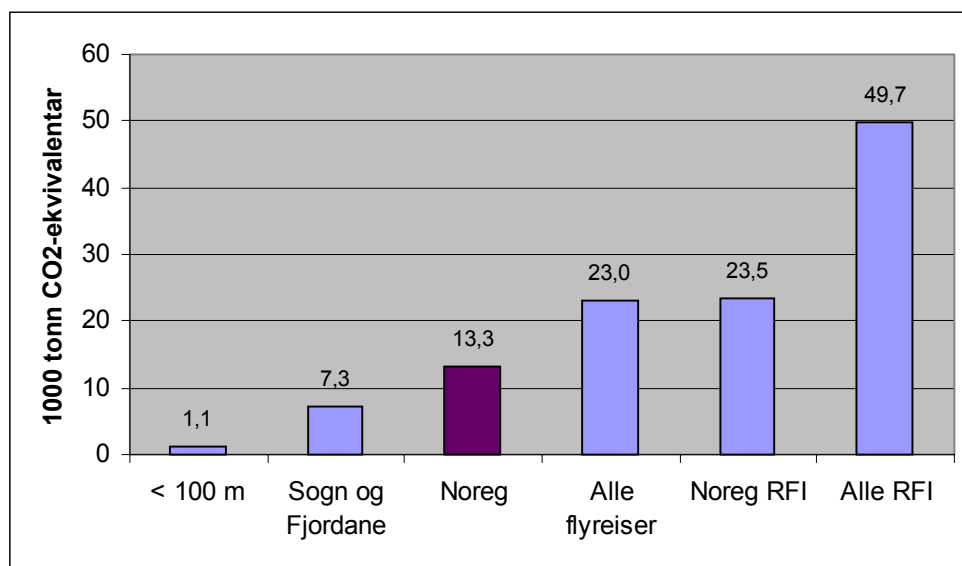
Utrekningsgrunnlag	tonn CO <sub>2</sub>
① I fylket, < 100 m over bakken	1.100
② I fylket, LTO-fase < 1000 m	3.600
③ I fylket, cruise-fase	3.700
②+③ I fylket, LTO og cruise	7.300
④ Innanlands flyreiser	13.300
⑤ Flyreiser mellom Noreg og utlandet	9.700
④+⑤ Alle flyreiser	23.000
⑥ Innanlands flyreiser, justert for strålingspådriv	23.500
⑦ Alle flyreiser, justert for strålingspådriv	49.700

Det er eit metodisk problem at vi her samanliknar utsleppstal som har ulikt utrekningsgrunnlag. ①, ② og ③ gjeld ruteflygingar med Widerøe-fly i Sogn og Fjordane uavhengig av kor passasjerane høyrer heime, medan ④ og ⑤ refererer spesifikt til reiseaktiviteten til innbyggjarane i Sogn og Fjordane. ⑥ kombinerer begge desse tilnærmingane. For utrekning av klimaeffekt ved utslepp i høgare luftlag er denne feilkjelda likevel marginal i høve til det grove estimatet som RFI-verdien representerer.

<sup>9</sup> Det er strengt tatt feil å nytte uttrykket CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i denne samanhengen, fordi ein ikkje er i stand til å etablere éin verdi for klimaeffekten ved NO<sub>x</sub>-utslepp frå luftfart. Av pedagogiske omsyn nyttar vi likevel uttrykket.

<sup>10</sup> Vi ser bort frå overflygingar, dvs. fly som passerer luftrommet over Sogn og Fjordane utan å gå ned på ein av flyplassane der.

Tala i tabell 4 er illustrert i figur 2. Dei seks søylene i diagrammet referer til desse tala i tabell 4, rekna frå venstre: ①, ②+③, ④, ④+⑤, ⑥, ⑦.



**Figur 2. Utslepp av CO<sub>2</sub> knytt til flyreisene til innbyggjarar i Sogn og Fjordane ved ulike utrekningsgrunnlag.**

SSB sin metodikk for kommunefordeling av klimagassutslepp frå luftfart gir urimeleg store feil som resultat av at ein ikkje tar omsyn til kva flytypar som trafikkerer ulike delar av landet. Ved å nytte ein gjennomsnittleg utsleppsfaktor for den samla norske flyparken, gir det utslepp per LTO-syklus som er om lag fem gongar større enn dei faktiske utsleppa for dei flya som trafikkerer Sogn og Fjordane.

Vidare slår vi fast at det er utilfredsstillande å avgrense dei kommunefordelte utsleppstala for luftfart til berre å gjelde utslepp som skjer under 100 meters høgd. Ei slik avgrensing betyr i praksis at ein berre inkluderer dei utsleppa som skjer i ein radius på om lag 1 km rundt flyplassane. Det er også logisk utilfredsstillande at ei summering av dei kommunefordelte utsleppstala etter den metoden som her er valt, på langt nær vil avspegle dei nasjonale utsleppa.

Denne metoden er ikkje konsistent med det prinsippet som SFT/SSB elles har lagt til grunn for andre utsleppskjelder, der ein tar utgangspunkt i utslepp innanfor dei administrative grensene for kommunen eller fylket. Sett frå ein pedagogisk synsvinkel fører ei slik talfesting til at klima- og energiplanen kan gje eit villeiande inntrykk av flytransporten sine bidrag til drivhuseffekten.

Ved å inkludere all ruteflyging som foregår innanfor fylkesgrensene (②+③ i tabell 4), legg ein opp til ein metode som er i samsvar med den som vert nytta for utslepp frå vegtrafikken. Ideelt sett skulle vi ha inkludert utslepp frå *all* luftfart, sivil og militær, og ikkje berre rutefly på sekundærrutenettet. Dette ville innebære eit ekstraarbeid som vi ikkje har prioritert i denne samanhengen. Utslepp frå desse kjeldene er inkludert i SFT/SSB sin modell, og vil kunne gå inn i ein metode som avgrensar utsleppa til det som skjer innanfor dei aktuelle administrative grensene.

Når ein set opp ein klimarekneskap for ein kommune eller eit fylke, ville det vere logisk å ta med alle utslepp som innbyggjarane her genererer, uavhengig av om det skjer innanfor eller utanfor kommune-/fylkesgrensa. Vi ser at det er praktiske grunnar til ikkje å følge eit slikt prinsipp når ein skal fordele nasjonale utsleppstal på alle kommunane i landet. Luftfart er likevel ei utsleppskjelde som i sin natur opererer svært uavhengig av lokale administrative grenser: Lange reiser må nødvendigvis for ein stor del foregå utanfor heimstaden til den som reiser.

Slik dei kommunefordelte utsleppstala for luftfart i dag vert rekna ut, er dette ikkje i samsvar med metoden som vert nytta for fastsetting av bidraga frå andre mobile kjelder. Dersom ein skal operere med ulike tilnærmingar her, vil vi argumentere for å gå den andre vegen, og inkludere utslepp utanfor fylkes- og landegrensene, snarare enn å avgrense studien til ein kilometers omkrets rundt flyplassane. For å få perspektiv på miljøkonsekvensar ved flyging i høgare luftlag, meiner vi i tillegg at klimarekneskapen bør inkludere ei visualisering av klimaverknader knytt til strålingspådriv. Det er særleg grunn til å inkludere slike effektar i eit land som Noreg, ettersom stratosfæren er lågare ved nordlege breiddegrader enn tilfellet er nærare ekvator.