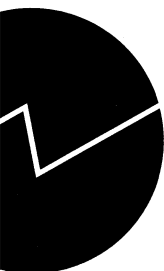


*Bodil Merethe Larsen og
Runa Nesbakken*

Norske CO₂-utslipp 1987-1993
En studie av CO₂-avgiftens effekt

Rapport



*Bodil Merethe Larsen og
Runa Nesbakken*

Norske CO₂-utslipp 1987-1993
En studie av CO₂-avgiftens effekt

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Tall kan ikke offentliggjøres	Not for publication	: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

ISBN 82-537-4158-8

ISSN 0806-2056

Emnegruppe

01.04.10 Naturressurser og naturmiljø,

Forurensninger, luft

85: 13 Luft

Emneord

CO₂-utslipp

CO₂-avgift

CO₂-intensitet

Divisia-indekser

Makromodeller

MSG

Design: Enzo Finger Design

Trykk: Falch Hurtigtrykk

Sammendrag

Bodil Merethe Larsen og Runa Nesbakken

Norske CO₂-utslipp 1987-1993

En studie av CO₂-avgiftens effekt

Rapporter 95/14 • Statistisk sentralbyrå 1995

I denne rapporten gis en vurdering av hvorvidt den norske CO₂-avgiften har hatt virkning på CO₂-utslippene. Mulige sammenhenger mellom avgiften og utslipp fra ulike kilder er studert ved bruk av forskjellige metoder. Perioden som studeres er 1987 til 1993.

Utslipp fra stasjonære kilder (oppvarming) utgjorde i perioden om lag 40 prosent av totale CO₂-utslipp i Norge. Resultatene av analysen tyder på at utslipp fra stasjonære kilder i produksjonssektorene ble redusert som følge av CO₂-avgiften. Den årlige reduksjonen varierte fra null til 10-20 prosent for de ulike sektorene. CO₂-avgiften ga bare små prosentvise reduksjoner i husholdningenes stasjonære utslipp.

Mobile kilder (alle typer transport) sto for om lag 40 prosent av totale CO₂-utslipp. Utslipp fra mobile kilder i produksjonssektorene i forhold til bruttoproduktet (CO₂-intensiteten) ble redusert i perioden 1988 til 1992. Årsaken var hovedsakelig endringer i næringssammensetningen, og det er usikkert i hvilken grad CO₂-avgiften har påvirket disse endringene. Utslipp fra mobile kilder i husholdningene ble redusert med mellom 2 og 3 prosent pr. år i perioden 1991 til 1993 som følge av CO₂-avgift på drivstoff. Kilden for de resterende 20 prosent av utslippene var industrielle prosesser (f.eks. bensindamp og reduksjon av malm til metaller). Disse utslippene er fritatt for CO₂-avgift, og har endret seg lite.

Selv om resultatene viser at CO₂-avgiften har hatt virkning, påpekes det i rapporten at også mange andre forhold påvirker utslippene av CO₂. Eksempler på dette er konjunkturfaktor, priser, økonomisk vekst, teknisk fremgang og oppblomstring av nye næringer.

Emneord: CO₂-utslipp, CO₂-avgift, CO₂-intensitet, energiintensitet, Divisia-indekser, makromodeller, MSG.

Prosjektstøtte: Arbeidet har vært finansiert av Miljøverndepartementet.

Innhold

1. Innledning	9
2. CO₂-utslipp 1986-1994	10
3. Petroleumspriser og -avgifter	14
4. Utslipp av CO₂ fra stasjonære kilder i industri og tjenesteyting	16
5. Utslipp av CO₂ fra stasjonære kilder i husholdningene	19
5.1 Beskrivelse av modellen	19
5.2 Resultater	20
6. Utslipp av CO₂ fra mobile kilder i industri og tjenesteyting	23
6.1 Metode	23
6.2 Resultater	24
6.3 Data	27
6.4 Oppsummering	27
7. Utslipp av CO₂ fra mobile kilder i husholdningene	28
7.1 Beskrivelse av modellen	28
7.2 Resultater	29
8. Utslipp av CO₂ fra petroleumssektoren	30
9. Utslipp av CO₂ fra industrielle prosesser	31
9.1 Oppsummering	32
10. Sammendrag og avslutning	33
11. Referanser	35
Vedlegg A. Oljeforbruk i produksjonssektorene, med og uten avgifter	36
Vedlegg B. Dekomponering ved Divisa-indekser	39
Tidligere utgitt på emneområdet	40

Tabellregister

Tabell 2.1	CO ₂ -intensitet (totale CO ₂ -utslipp/bruttoprodukt) i sektorer med store utslipp, 1986-93. Gram/krone ...	12
Tabell 3.1	Avgifter på ulike oljeprodukter, 1987-95. Kr/liter	15
Tabell 4.1	Endring i oljepris, oljeforbruk og CO ₂ -utslipp som følge av CO ₂ -og grunnavgift (kun substitusjons- effekten) i produksjonssektorene. Prosent (1000 tonn i parentes).....	17
Tabell 4.2	Estimerte substitusjonselastisiteter mellom elektrisitet og olje	18
Tabell 6.1	Additiv dekomponering av endring i CO ₂ -intensitet på endring i de tre forklaringsvariable, perioden 1988-92. Prosent	25
Tabell 6.2	Andel av endring i CO ₂ -intensitet som skyldes de ulike komponentene, 1988-92. Prosent.....	26
Tabell 6.3	Gjennomsnittlig årlig prosentvis endring i CO ₂ -utslipp fra mobile kilder, bruttoprodukt og CO ₂ - intensitet i transport i produksjonssektorene, 1988-92	26
Tabell 6.4	CO ₂ -intensiteter, utslippsandeler og bruttoproduktandeler i produksjonssektorene i 1988. Gram/kr, prosent, og prosentvis endring pr. år.....	26
Tabell 7.1	Priser på blyfri bensin, med alle avgifter og uten CO ₂ -avgift. Øre/liter	29
Tabell 7.2	Endring i drivstoffpris og drivstofforbruk i husholdningene som følge av fjerning av CO ₂ -avgift. Prosent og tusen tonn.....	29
Tabell 9.1	Prosessutslipp av CO ₂ i noen sektorer og totalt, 1988-93. 1000 tonn.....	31
Tabell 9.2	CO ₂ -intensitet i prosesser for noen sektorer og totalt. 1988-93. Gram/krone	32
Tabell A1.	Oljepriser, 1987-93. Øre/liter	36
Tabell B1	Divisia-indeks dekomponering av CO ₂ -intensitet for mobil aktivitet i produksjonssektorene, 1988-92....	39

Figurregister

Figur 2.1	Utviklingen i totale CO ₂ -utslipp, 1986-94. Millioner tonn	10
Figur 2.2	Utviklingen i CO ₂ -utslipp fra mobile og stasjonære kilder samt prosesser, 1986-94. Millioner tonn	10
Figur 2.3	Utviklingen i samlede CO ₂ -utslipp i sektorer med store utslipp, 1986-93. Millioner tonn	11
Figur 2.4	Utviklingen i bruttoprodukt i faste priser i sektorer med store CO ₂ -utslipp, 1986-93. Indekser, 1986 =1	11
Figur 2.5	Utviklingen i CO ₂ -intensitet i noen sektorer, 1986-93. Indekser, 1986=1	12
Figur 3.1-3.5	Løpende kjøperpriser på ulike oljeprodukter, med og uten CO ₂ -avgift og grunnavgift/bensinavgift, 1987-93. Øre/liter	14
Figur 3.6	Avgifter på mineralolje, 1987-95. Øre pr. liter	15
Figur 4.1	Oljeforbruk til stasjonære formål i treforedling ved oljepris med og uten avgifter. 1000 tonn	16
Figur 4.2	Oljeforbruk til stasjonære formål i annen privat tjenesteyting med og uten avgifter. 1000 tonn	17
Figur 5.1	Samlet energiforbruk til oppvarming i husholdningene med og uten CO ₂ - og grunnavgift. TWh	20
Figur 5.2	Husholdningenes forbruk av parafin og olje med og uten CO ₂ - og grunnavgift. TWh	20
Figur 5.3	Andel av husholdningene som har bruk de ulike energibærerne, 1990	20
Figur 5.4	Energibruk pr. husholdning til oppvarming når utstyret er basert på elektrisitet og olje, med og uten CO ₂ - og grunnavgift. KWh	21
Figur 5.5	Energiforbruk pr. husholdning til oppvarming når utstyret er basert på elektrisitet, olje og ved, med og uten CO ₂ - og grunnavgift. KWh	21
Figur 5.6	Veiet energipris for utstyr basert på elektrisitet og olje og utstyr basert på elektrisitet, olje og ved, med og uten CO ₂ - og grunnavgift. Øre/kWh	21
Figur 6.1	Illustrasjon av Divisia-dekomponering av endring i CO ₂ -intensitet	23
Figur 7.1	Husholdningenes etterspørsel etter transport i MSG-EE	28
Figur 7.2	Forbruk av drivstoff i husholdningene med og uten CO ₂ -avgift. Millioner tonn	29
Figur 8.1	Utslipp av CO ₂ fra utvinning av olje og gass, 1986-93. Millioner tonn	30
Figur 8.2	CO ₂ -intensitet i utvinning av olje og gass, 1986-93. Gram/krone	30
Figur 9.1	Prosessutslipp av CO ₂ fordelt på sektorer med store utslipp og totalt. Indekser, 1988=1	31
Figur 9.2	Bruttoprodukt i sektorer med store prosessutslipp av CO ₂ samt totalt bruttoprodukt. Indekser, 1988=1	31
Figur 9.3	CO ₂ -intensitet i industrielle prosesser. Indekser, 1988=1	32
Figur 10.1	Utviklingen i totale CO ₂ -utslipp og utslippsendring som følge av CO ₂ - og grunnavgift, 1987-93. Millioner tonn	34
Figur A1	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 11, Produksjon av jordbruksprodukter, med og uten avgifter, 1987-93. 1000 tonn	36
Figur A2	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 15, Produksjon av konsumvarer, med og uten avgifter. 1987-93. 1000 tonn	36
Figur A3	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 25, Produksjon av vareinnsats- og investeringsvarer, med og uten avgifter, 1987-93. 1000 tonn	36
Figur A4	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 34, Produksjon av treforedlingsprodukter, 1987-93. 1000 tonn	37
Figur A5	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 37, Produksjon av kjemiske råvarer, med og uten avgifter, 1987-93. 1000 tonn	37
Figur A6	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 45, Produksjon av verkstedprodukter, med og uten avgifter, 1987-93. 1000 tonn	37
Figur A7	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 50, Produksjon av skip og oljeplattformer, med og uten avgifter, 1987-93. 1000 tonn	37
Figur A8	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 81, Varehandel, med og uten avgifter, 1987-93. 1000 tonn	37
Figur A9	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 85, Annen privat tjenesteyting, med og uten avgifter, 1987-93. 1000 tonn	37
Figur A10	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 92, Forsvar, med og uten avgifter, 1987-93. 1000 tonn	38
Figur A11	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 93, Undervisning, med og uten avgifter, 1987-93. 1000 tonn	38
Figur A12	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 94, Helsetjenester, med og uten avgifter, 1987-93. 1000 tonn	38
Figur A13	Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 95, Annen offentlig tjenesteyting, med og uten avgifter, 1987-93. 1000 tonn	38

1. Innledning*

Norge har en målsetting om å stabilisere CO₂-utslippene på 1989-nivå innen årtusenskiftet. Siden CO₂-utslipp ikke lar seg rense, må energiforbruket gå ned for å redusere CO₂-utslippene. Bruk av avgifter på ulike petroleumsprodukter er ett av flere virkemidler som kan gi redusert bruk av fossile brensler og dermed reduserte utslipp. Norge innførte i 1991 CO₂-avgift på bensin, mineralolje og forbrenning av petroleum på sokkelen. Avgiften kom i tillegg til den eksisterende grunnavgiften på mineralolje¹, men grunnavgiften ble fjernet i 1993. I 1992 ble det innført CO₂-avgift på bruk av kull og koks til energiformål (med unntak for produksjon av leca og sement).

Effekten av CO₂-avgiften er begrenset ved at bare deler av utslippene er avgiftsbelagte. Drivstoff til fly har ikke vært omfattet av CO₂-avgift. Videre har det vært fritaksordninger for ulike anvendelser av de avgiftsbelagte produkter i perioden som studeres. I første rekke gjelder dette oljeforbruket i fiske og sjøfart (godstransport) samt bruken av kull og koks i prosessindustrien. Fritaksordningene innebærer at kun om lag 60 prosent av totale CO₂-utslipp er avgiftsbelagt. Eventuelle utslippsreduksjoner fra de resterende 40 prosent av utslippene kan dermed ikke forklares ved økning i CO₂-avgiften. Prosessutslippene står for om lag 20 prosent av samlede CO₂-utslipp, og utgjør dermed om lag halvparten av utslippene som er fritatt for CO₂-avgift.

I Norge har vi hatt CO₂-avgift i fire år. De samlede utslippene av CO₂ i Norge var jevnt stigende i siste halvdel av 1980-årene. Utslippene ble imidlertid redusert med om lag 5 prosent fra 1990 til 1991. Siden CO₂-avgiften ble innført i 1991, kan man lett bli forledet til å trekke den konklusjon at dette skyldes avgiften. I et samfunn i utvikling er det imidlertid mange forhold som kan påvirke utslippene. Nye teknologier, inntektsutviklingen, generelle prisendringer, endringer i

næringsstruktur, forbruksmønster og temperaturforhold osv. er variable som kan forklare endringer i CO₂-utslipp. CO₂-avgiften er dermed bare én av flere faktorer som påvirker CO₂-utslippene.

I denne rapporten kommenteres først utviklingen i CO₂-utslippene i perioden 1986 til 1994 (kapittel 2). Tall for CO₂-utslipp fra ulike kilder presenteres. Utslipp fra stasjonære kilder er hovedsakelig utslipp som skyldes bruk av olje til oppvarming, utslipp fra mobile kilder er utslipp fra alle typer transport, mens utslipp fra prosesser er alle andre typer utslipp (f.eks. bensindamp og reduksjon av malm til metaller). Likeledes vises CO₂-utslippenes fordeling på sektorer. Deretter følger en oversikt over utviklingen i petroleumspriser og -avgifter (kapittel 3). I kapittel 4 drøftes utviklingen i CO₂-utslipp fra stasjonært energiforbruk i industri og tjenesteyting. Priseffekten av CO₂-avgiften i de enkelte produksjonssektorer er forsøkt isolert ved bruk av de estimerte energiligningene i den makroøkonomiske modellen MODAG. Først er modellen kalibrert til å reprodusere faktisk utvikling i oljeforbruk i perioden 1987-93, deretter er CO₂-avgiften fjernet for å finne virkningen på oljeforbruket. Utslipp av CO₂ fra husholdningenes stasjonære energibruk er studert ved hjelp av en modellanalyse på data fra den enkelte husholdning (kapittel 5). I kapittel 6 er utslipp av CO₂ fra mobile kilder i industri og tjenesteyting drøftet ved å dekomponere endringer i CO₂-intensitet i indekser for oljesammensetning, energiintensitet og sektorsammensetning. Effekten av CO₂-avgiften på CO₂-utslipp fra mobile kilder i husholdningene er i kapittel 7 studert ved hjelp av konsumligningene i den makroøkonomiske likevektsmodellen MSG-EE. I kapittel 8 omtales utslipp fra petroleumsvirksomheten på kontinentalsokkelen. I kapittel 9 diskuteres utslipp av CO₂ fra industrielle prosesser. Sammendrag og avslutning følger i kapittel 10.

Analysen omfatter mellom 21 og 30 prosent av samlede norske CO₂-utslipp i perioden 1987 til 1993, men ikke alle CO₂-utslipp er avgiftsbelagt. Hovedresultatet er at utslippene fra de sektorene som analyseres, ble redusert med 3 - 4 prosent pr. år som følge av CO₂- og grunnavgift i perioden 1991 til 1993, mens virkningen på utslippene var mindre i perioden 1987 til 1990.

* Takk til Mona Hansen for tilrettelegging av data, og til Torstein Bye, Tor Arnt Johnsen og Hans Terje Mysen for kommentarer og innspill til tidligere utkast.

¹ Mineraloljeavgiften har periodevis bestått av både grunnavgift og CO₂-avgift, og omfatter (med visse unntak) alle typer petroleumsprodukter som kan nyttes til fyring eller drivstoff (med unntak av bensin, som har egne avgiftssatser).

2. CO₂-utslipp 1986 - 1994

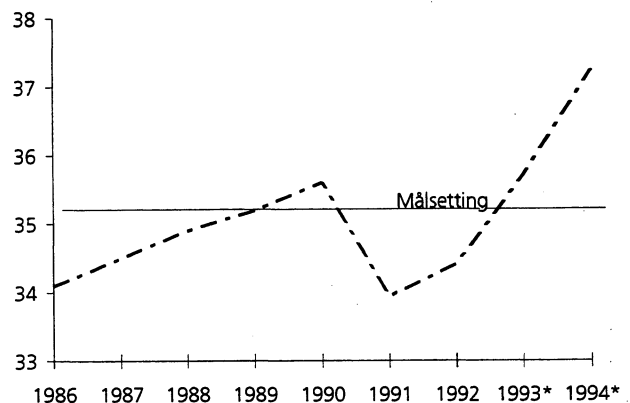
De samlede utslippene av CO₂ i Norge steg jevnt i perioden 1986 - 90, se figur 2.1. Samlede CO₂-utslipp ble imidlertid redusert fra 35,6 millioner tonn i 1990 til 33,9 millioner tonn i 1991, men steg til 37,2 millioner tonn i 1994. Målsettingen er å stabilisere CO₂-utslippene på 1989-nivå innen årtusenskiftet.

Figur 2.2 viser utviklingen i CO₂-utslipp fra ulike kilder. Utslippene fra mobile og stasjonære kilder var om lag like store, henholdsvis 14,4 millioner tonn og 15,5 millioner tonn i 1994, mens utslippene fra industrielle prosesser² utgjorde om lag halvparten av utslippene fra hver av de to andre kildene, dvs. 7,3 millioner tonn i 1994. Prosessutslippene vokste mest fra 1986 til 1994. Økningen var særlig stor fra 1987 til 1988, og det meste av utslippøkningen kom fra produksjon av metaller og kjemiske råvarer. Utslippene ble redusert en del igjen fra 1990 til 1992, men var tilbake på 1988-nivå i 1994. Forløpet til prosessutslippene er i hovedsak bestemt av utviklingen i aktivitetsnivået innenfor de nevnte utslippsgenererende sektorer og teknisk endring. Aktivitetsnivået i prosessindustrien påvirkes sterkt av internasjonale konjunkturforhold.

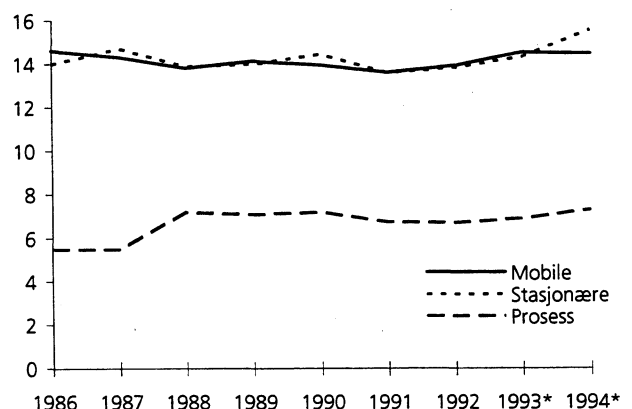
Utslippene fra stasjonære og mobile kilder er også avhengige av den økonomiske aktiviteten. Videre kan mange forbrukere velge om de vil bruke olje eller elektrisitet til oppvarming. Hvor stor denne fleksibiliteten er vil være avgjørende for hvordan husholdninger og bedrifter tilpasser seg en CO₂-avgift. Elektrisitetspriser, oljepriser og avgifter vil påvirke utslippene av CO₂ fra stasjonære kilder. Utslippene fra mobile kilder avhenger også av oljepriser og avgifter, men her er det liten mulighet for å erstatte fossilt brensel med andre energivarer. Husholdningene står for en stor del av CO₂-utslippene fra mobile kilder. Inntekter, priser og forbruksvaner i husholdningene vil være avgjørende for disse utslippene. Utviklingen i mobile utslipp svinger noe over tid, men det har totalt sett vært en svak reduksjon i utslippene fra 1986 til

1993. Mobile utslipp viste imidlertid en stigende tendens fra 1991 til 1994. Utslipp fra stasjonære kilder svinger også over tid, og har økt fra 1986 til 1994.

Figur 2.1. Utviklingen i totale CO₂-utslipp, 1986 - 94. Millioner tonn

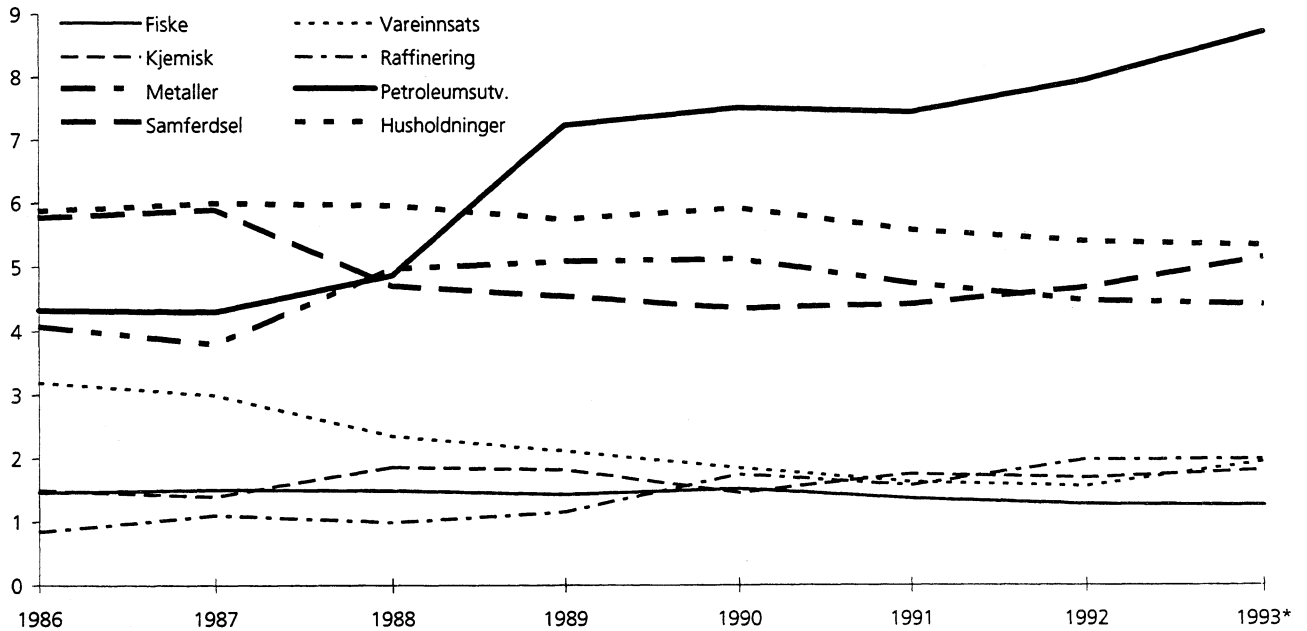


Figur 2.2. Utviklingen i CO₂-utslipp fra mobile og stasjonære kilder samt prosesser, 1986-94. Millioner tonn

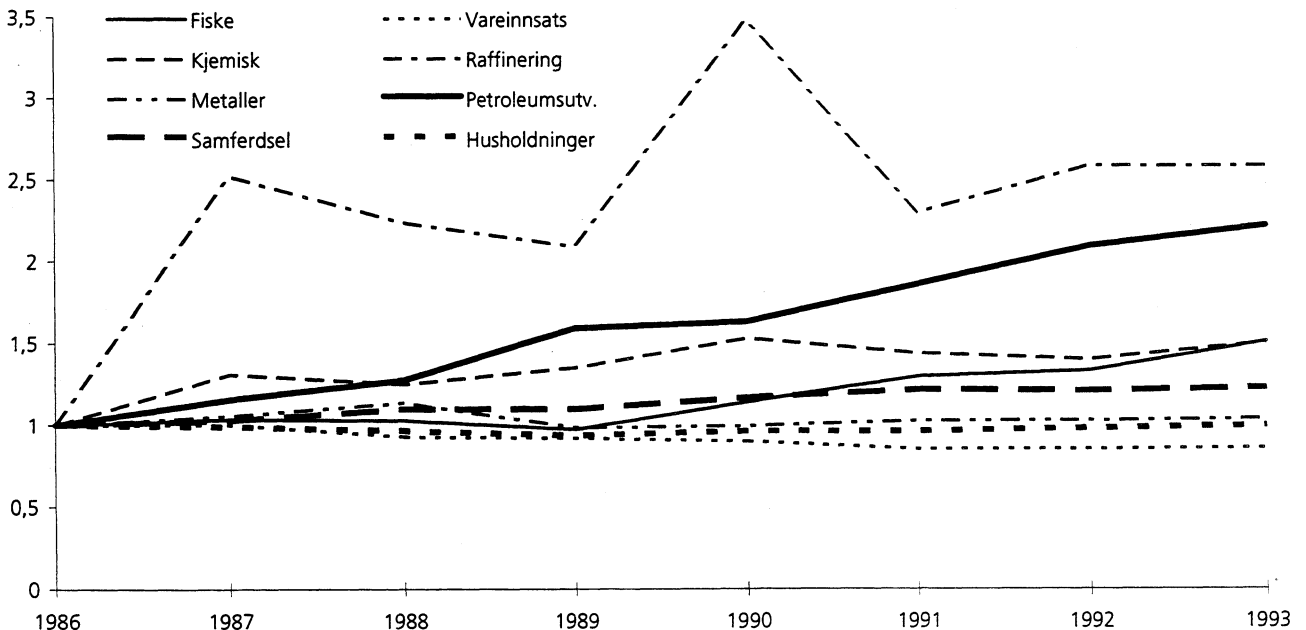


² Utslippene fra utvinning av olje og gass (naturgass til turbiner, fakling og dieselbruk) inngår i de stasjonære utslippene, mens utslipp fra oljelasting defineres som prosessutslipp.

Figur 2.3. Utviklingen i samlede CO₂-utslipp i sektorer med store utslipp, 1986-93. Millioner tonn



Figur 2.4. Utviklingen i bruttoprodukt i faste priser i sektorer med store CO₂-utslipp, 1986 - 93. Indekser, 1986 = 1



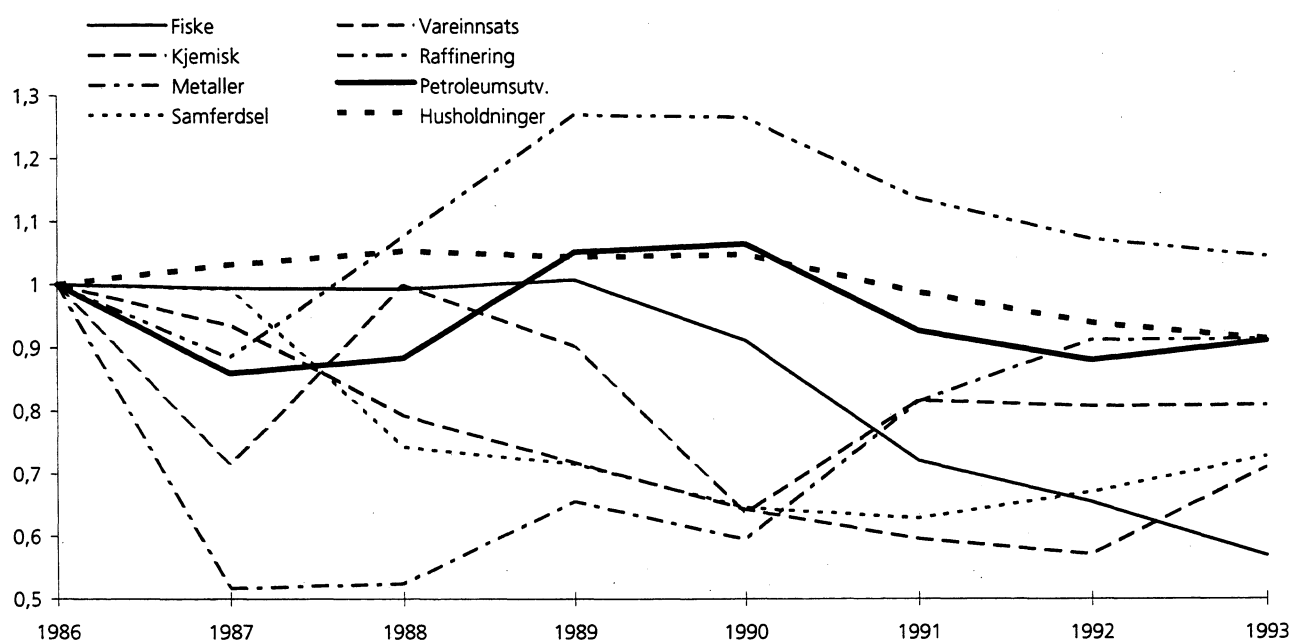
Figur 2.3 viser hvordan CO₂-utslippene har utviklet seg i sektorer med relativt store utslipp. Petroleumssektoren var den enkeltsektoren som slapp ut mest CO₂ i 1993, om lag 8,7 millioner tonn, men husholdnings-,

samferdsels³- og metallsektorene hadde også store utslipp. Utslippene i petroleumssektoren ble fordoblet fra 1986 til 1993. Husholdningssektoren og samferdselssektoren hadde de største utslippene i

³ Dette omfatter kun offentlig tilgjengelige transportmidler. Husholdningenes bruk av egen bil inngår i husholdningssektoren.

Tabell 2.1. CO₂-intensitet (totale CO₂-utslipp/bruttoprodukt) i sektorer med store utslipp, 1986 - 93. Gram/krone

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Fiske	391	389	388	394	356	282	256	223
Vareinnsats	106	99	84	76	68	63	61	75
Kjemisk	463	331	463	418	295	378	374	375
Raffinering	1237	639	649	811	736	1008	1128	1130
Metaller	634	561	682	805	803	720	680	663
Petroleumsutvinning	81	69	71	85	86	75	71	73
Samferdsel	173	171	128	124	111	109	116	126
Husholdninger	16	17	17	17	17	16	15	15

Figur 2.5. Utviklingen i CO₂-intensitet i noen sektorer, 1986-93. Indekser, 1986=1

1986, men begge disse sektorene reduserte sine utslipp fra 1986 til 1993. Utslippene i samferdselssektoren økte imidlertid fra 1990 til 1993. Raffineringssektoren hadde størst prosentvis økning i utslippene fra 1986 til 1993, og økningen var særlig sterk fra 1989 til 1990. Sektoren slapp ut om lag 2 millioner tonn CO₂ i 1993, som utgjør om lag 6 prosent av totale utslipp. Sektoren Produksjon av vareinnsats og investeringsvarer⁴ hadde nesten like stort utslipp som petroleumssektoren i 1986. I perioden 1986 til 1993 reduserte imidlertid vareinnsatssektoren sine utslipp, mens utslippene fra petroleumssektoren økte sterkt. I 1993 var dermed utslippene i petroleumssektoren 6,8 millioner tonn høyere enn i vareinnsatssektoren. Dette viser at utslippenes fordeling på sektor kan endre seg betydelig over tid, blant annet som følge av ulike produksjons-

utvikling og gjennomføring av energieffektiviserings tiltak.

CO₂-utslippene i en sektor avhenger som nevnt av aktivitetsnivået i sektoren. Figur 2.4 viser utviklingen i bruttoproduktet i sektorer med store utslipp. Her fremgår det at hovedårsaken til forskjellig utvikling i utslipp for f.eks. petroleumssektoren i forhold til vareinnsatssektoren er ulik utvikling i produksjonen.

Ved å sammenholde CO₂-utslippene fra de ulike sektorene med verdiskapingen i sektoren, får en et uttrykk for hvor CO₂-intensiv sektoren er. CO₂-intensiteten (forholdet mellom CO₂-utslipp og bruttoprodukt) for sektorer med store utslipp er gitt i figur 2.5 og tabell 2.1. CO₂-intensiteten ble redusert fra 1986 til 1993 for alle sektorene bortsett fra metallsektoren. CO₂-intensiteten er redusert relativt mest i

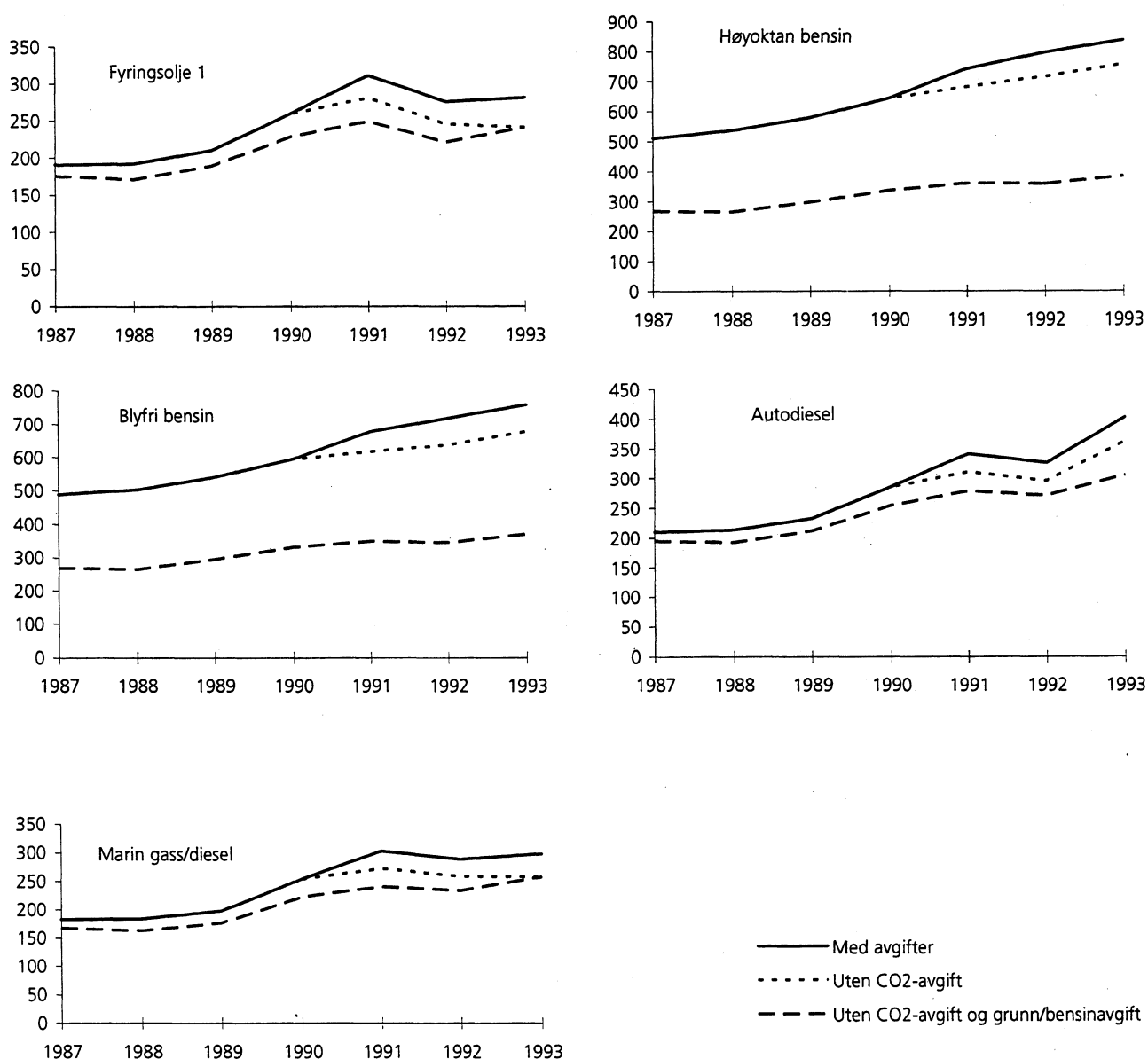
⁴ Sektoren produserer en rekke ulike varer; for eksempel trevarer, kjemiske og mineralske produkter og grafiske produkter.

vareinnsats og fiske. CO₂-utslippene gikk ned i fiske-sektoren selv om bruttoproduktet økte forholdsvis mye, se figur 2.4. Årsaken var at oppdrettsnæringen økte, og der er utslippene små. CO₂-intensiteten ble relativt sterkt redusert i samferdselssektoren, samtidig som bruttoproduktet økte. Effekten av redusert CO₂-intensitet var sterkere enn effekten av økt produksjon, slik at samferdselssektorens utslipp ble redusert. CO₂-intensiteten i petroleumssektoren viste en moderat reduksjon, mens bruttoproduktet økte sterkt. CO₂-utslippene økte derfor kraftig. I raffineringsektoren var det sterk økning i CO₂-intensiteten fra 1990 til 1993, og denne sektoren hadde den høyeste CO₂-intensiteten på noe over 1 kilo CO₂ pr. krone bruttoprodukt i 1993. Bruttoproduktet økte også, og resultatet var kraftig utslippsøkning i raffineringsektoren. Utslippene økte bare svakt i metallsektoren, som følge av svak økning i CO₂-intensiteten og om lag uendret bruttoprodukt. I husholdningssektoren har CO₂-intensiteten (forholdet mellom CO₂-utslipp og totalt konsum) holdt seg relativt stabil fram til 1990. Fra 1990 til 1993 var det imidlertid en nedgang på 12 prosent i CO₂-intensiteten, og utslippene ble noe redusert.

CO₂-avgiftens betydning for CO₂-intensiteten og utslippene er usikker. Selv når vi korrigerer for endringer i produksjon, er utviklingen i CO₂-utslippene svært sammensatt. Det er for eksempel ulik grad av substitusjon på kort sikt i ulike næringer, ulik grad av kapasitetsutnyttning, ulik prisutvikling på andre faktorer, temperaturforhold har ulik betydning i ulike næringer og det kan skje strukturendringer (endringer i næringssammensetningen) innen sektorene. Vi vil komme tilbake til en del av disse momentene.

3. Petroleumspriser og -avgifter

Figur 3.1 - 3.5. Løpende kjøperpriser på ulike oljeprodukter, med og uten CO₂-avgift og grunnavgift/ bensinavgift, 1987 - 93. Øre/liter¹



¹ Det har i perioden vært avgiftsfritak for olje til bruk ombord i skip i utenriks sjøfart, skip som driver fiske og fangst i fjerne farvann, kystfiske samt godstransport i innenriks sjøfart.

Tabell 3.1. Avgifter på ulike oljeprodukter, 1987 - 95. Øre/liter

	Mineralolje ¹⁾		Bensin		
	Grunnavgift	CO ₂ -avgift	Blyfri	Blyholdig	CO ₂ -avgift
1987	15,0	-	220,0	242,0	-
1988	21,0	-	238,0	270,0	-
1989	21,0	-	245,0	281,0	-
1990	31,0	-	263,0	306,0	-
1991	32,0	30,0	268,0	321,0	60,0
1992	24,5	30,0	292,0	357,0	80,0
1993	-	40,0 ²⁾	307,0	372,0	80,0
1994	-	41,0 ²⁾	324,5	390,5	82,0
1995	-	41,5	357,0	424,0 ³⁾	83,0

Kilde: Statistisk sentralbyrå (1994)

1) For autodiesel kommer i tillegg en avgift på 225 øre pr. liter fra 1/10-1993, 245 øre fra 1/1-94, 270 øre fra 1/10-94 og 287 øre fra 1/1-95 (avgift på mineralolje til framdrift av motorvogn).

2) For treforedlingsindustrien og sildemelindustrien er avgiften 20 øre pr. liter olje i 1993, 20,5 øre i 1994 og 20,75 øre i 1995.

3) Dette gjelder for blyinnhold over 0,05 gram pr. liter. For blyinnhold inntil 0,05 gram pr. liter er avgiften 379 øre pr. liter.

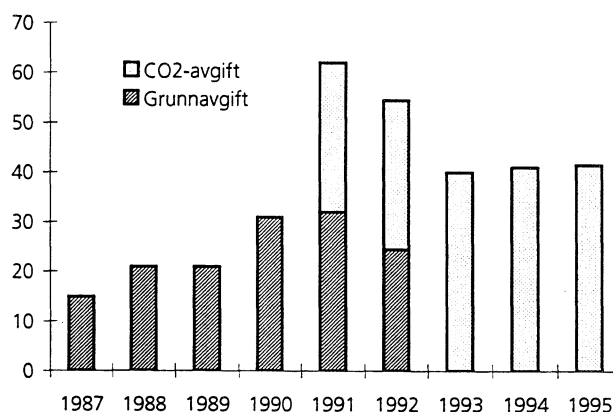
Prisene på oljeprodukter har stort sett steget jevnt i perioden vi studerer. Figurene 3.1 - 3.5 viser gjennomsnittlige kjøperpriser på ulike oljeprodukter, hvor heltrukken linje viser kjøperprisen inkludert alle avgifter. Konsumprisindeksen steg med gjennomsnittlig 3,9 prosent pr. år fra 1987 til 1993, mens prisen på oljeproduktene steg med mellom 6,6 prosent pr. år (fyringsolje) og 11,5 prosent pr. år (autodiesel). I tillegg viser figurene kjøperpris eksklusive CO₂-avgift, samt kjøperpris eksklusive CO₂-avgift og grunnavgift på mineralolje eller bensinavgift. Når en ser bort fra bensinavgiften (som er en fiskal avgift), har avgiftsendringene betydd mest for prisen på fyringsolje, marin gassolje og autodiesel. For autodiesel betyr omlegging fra kilometeravgift til drivstoffavgift (i 1993) en del, mens for bensin bidrar miljøavgiftene til å forsterke en kraftig stigende trend. I tabell 3.1 og figur 3.6 gis en oversikt over avgiftene. Det forutsettes eksakt overveltning av CO₂-avgiften og grunnavgiften i prisen i analysene som gjøres i senere kapitler.

Mineraloljeavgiftene gjelder fyringsolje 1, autodiesel og marint brensel. Grunnavgiften på mineralolje økte fra 15 øre pr. liter i 1987 til 32 øre pr. liter i 1991. Den ble redusert i løpet av 1992, og fjernet helt fra 1993. Samlet mineraloljeavgift økte jevnt fra 1987 til 1990, og økte kraftig ved innføring av CO₂-avgiften i 1991. Etter 1991 avtok nivået på samlet avgift, se figur 3.6. I analysene i senere avsnitt har vi sett på effektene av endringer i samlet avgift på mineralolje.

Bensinavgiften, som avhenger av blyinnholdet i bensinen, har vært begrunnet ut fra andre forhold enn CO₂-hensyn (finansiering av veibruk, reduksjon av blyutslipp o.l.). Denne avgiften har vært gjeldende i hele perioden fra 1987 til 1993 og har økt jevnt i denne perioden. Fra 1991 ble det innført en CO₂-avgift i tillegg, som utgjorde en relativt liten andel av bensin-

avgiften. CO₂-avgiften på bensin økte fra 60 øre pr. liter i 1991 til 80 øre pr. liter i 1992 og 1993.

Figur 3.6. Avgifter på mineralolje, 1987 - 95. Øre pr. liter



4. Utslipp av CO₂ fra stasjonære kilder i industri og tjenesteyting

Stasjonære kilder sto for om lag 40 prosent av totale CO₂-utslipp i perioden 1986 til 1994. Husholdningenes stasjonære utslipp analyseres i kapittel 5. Vi studerer her effekter av CO₂-avgiften på forbruk av elektrisitet og olje i noen produksjonssektorer. Dette gjøres ved å bruke de estimerte ligningene for energietterspørsel i den makroøkonomiske modellen MODAG (se Mysen, 1991 og 1994). Vi ser kun på bruk av olje til stasjonære formål (fyringsolje og tungolje), dvs. hovedsakelig olje til oppvarming. Som en forenkling studeres bare overgang fra å bruke olje til å bruke elektrisitet (substitusjonseffekten) som følge av avgiften. Det tas dermed ikke hensyn til at endring i CO₂-avgiften også kan påvirke samlet energiforbruk. Hver sektor studeres partielt.

Vi er interessert i å studere substitusjonsmulighetene mellom forbruk av elektrisitet og olje til oppvarming i følgende sektorer⁶:

11	Produksjon av jordbruksprodukter
15	Produksjon av konsumvarer ¹
25	Produksjon av vareinnsats- og investeringsvarer ²
34	Produksjon av treforedlingsprodukter
37	Produksjon av kjemiske råvarer
45	Produksjon av verkstedprodukter
50	Produksjon av skip og plattformer
81	Varehandel
85	Annen privat tjenesteyting
92	Forsvar
93	Undervisning og forskning
94	Helsetjenester
95	Annen offentlig tjenesteyting

1 Sektoren omfatter produksjon av foredlede jordbruks- og fiskeprodukter, drikkevarer og tobakk, tekstil- og bekledningsvarer.

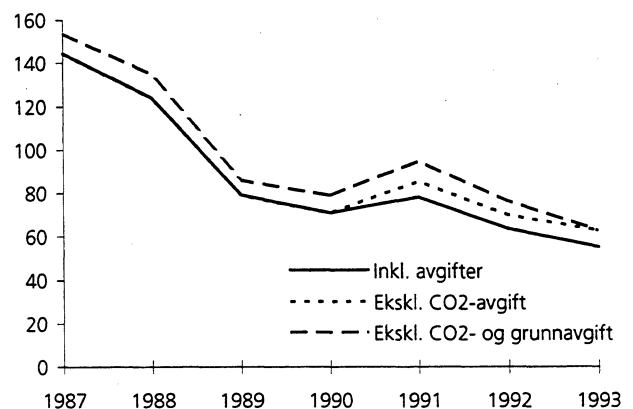
2 Se fotnote 5.

⁶ I analysen er ikke alle sektorer i økonomien tatt med. Raffineringssektoren og petroleumssektoren er ikke studert (energiligninger er ikke estimert for disse sektorene). Metallsektoren er heller ikke med i analysen, fordi det er begrenset substitusjon i sektoren. I beregningene studeres dermed om lag 40 prosent av de stasjonære utslippene fra produksjonssektorene, eller tilsvarende om lag 15 prosent av de totale norske CO₂-utslipp. Dersom en holder petroleumssektoren utenfor (dvs. stasjonære utslipp som skyldes forbrenning av naturgass), inngår om lag 70 prosent av de stasjonære utslippene i analysen.

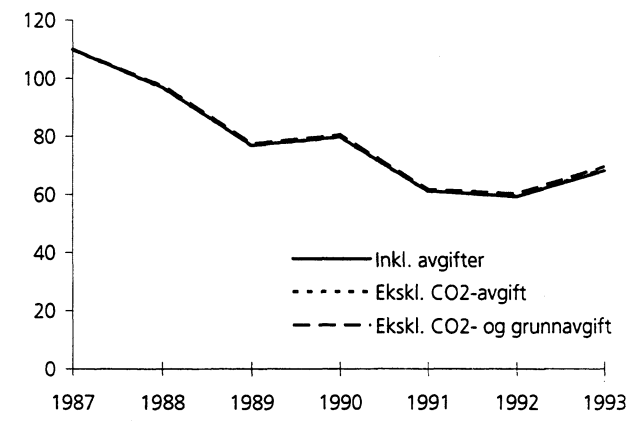
Energiligningene for hver sektor er kalibrert, slik at modellen reproducerer faktisk forbruk av elektrisitet og olje i perioden 1987 til 1993. Dette er gjort for å isolere effekten av endret oljepris fra alle andre effekter, som temperaturforhold, lagerkjøp, tilfeldige variasjoner, etc. Vi har brukt prisen på fyringsolje 1, og antatt at utviklingen i denne er lik for alle sektorer. CO₂-avgiften for hvert enkelt år er deretter trukket ut fra oljeprisen, og energiligningene er simulert med oljepris eksklusive CO₂-avgift. På tilsvarende måte er modellen simulert med en oljepris hvor både CO₂-avgift og grunnavgift er trukket ut.

Figur 4.1 og 4.2 viser oljeforbruk med og uten avgift i to sektorer med henholdsvis stort og lite utslag på oljeforbruket. Effekten av CO₂-avgift for øvrige sektorer er illustrert i figurer i vedlegg A.

Figur 4.1. Oljeforbruk til stasjonære formål i treforedling ved oljepris med og uten avgifter. 1000 tonn



Figur 4.2. Oljeforbruk til stasjonære formål i annen privat tjenesteyting med og uten avgifter. 1000 tonn



Treforedlingsindustrien skiller seg ut med store substitusjonsmuligheter i forhold til andre sektorer. I treforedlingssektoren var det estimerte oljeforbruket 14 prosent høyere (tilsvarende 7 700 tonn olje) uten avgifter (grunnavgift og CO₂-avgift) sammenlignet med det faktiske oljeforbruket i 1993, se tabell 4.1 og figur 4.1. Oljeprisen var 11 prosent lavere når avgiften ble trukket ut. I 1991 var forskjellen i pris med og uten avgifter 17 prosent, og det estimerte oljeforbruket ble 21 prosent (eller 16 700 tonn olje) høyere når avgiften ble trukket ut. Høy kortsiktig fleksibilitet i energiforbruket i treforedlingssektoren gir utslag på oljeforbruket i samme år som prisendringen skjer.

Også sektor 25 Produksjon av vareinnsats- og investeringsvarer samt sektor 95 Annen offentlig tjenesteyting har, i følge de estimerte sammenhengene, relativt gode muligheter for å erstatte olje med elektrisitet, men det skjer på lengre sikt. I vareinnsatssektoren og annen offentlig tjenesteyting ble det estimerte oljefor-

Tabell 4.1. Endring i oljepris, oljeforbruk og CO₂-utslipp som følge av CO₂- og grunnavgift (kun substitusjonseffekten) i produksjonssektorene. Prosent (1000 tonn i parentes)

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Oljepris	- 6,4	- 8,7	- 7,9	- 9,8	- 16,5	- 15,4	- 11,1
Oljeforbruk etter sektor:							
Produksjon av jordbruksprodukter	0,3 (0,2)	0,9 (0,6)	1,5 (0,9)	1,5 (0,7)	1,9 (0,7)	3,0 (1,1)	3,6 (1,4)
Produksjon av konsumvarer	1,3 (2,8)	1,4 (2,8)	1,7 (3,3)	1,8 (3,2)	3,1 (4,9)	2,8 (4,0)	1,9 (2,5)
Produksjon av vareinnsats- og inv.varer	0,8 (3,0)	2,8 (10,5)	4,4 (13,0)	4,9 (12,9)	6,0 (12,6)	9,7 (18,8)	10,9 (19,6)
Produksjon av treforedlingsprodukter	6,5 (9,4)	9,0 (11,1)	8,9 (7,1)	11,5 (8,1)	21,3 (16,7)	20,3 (12,9)	13,9 (7,7)
Produksjon av kjemiske råvarer	0,7 (2,5)	0,8 (2,4)	0,6 (1,3)	0,9 (1,9)	1,9 (4,5)	1,2 (1,8)	0,3 (0,4)
Produksjon av verkstedprodukter	1,3 (0,7)	1,9 (0,9)	1,7 (0,7)	2,2 (0,8)	3,8 (1,1)	3,3 (0,8)	2,4 (0,6)
Produksjon av skip og plattformer	0,1 (0,0)	0,3 (0,0)	0,4 (0,0)	0,4 (0,0)	0,5 (0,0)	0,8 (0,1)	0,8 (0,1)
Varehandel	0,7 (0,6)	1,5 (1,1)	1,8 (0,9)	2,0 (1,3)	2,9 (1,8)	3,9 (2,4)	3,5 (2,4)
Annen privat tjenesteyting	0,2 (0,2)	0,5 (0,5)	0,8 (0,6)	1,0 (0,8)	1,1 (0,7)	1,7 (1,0)	2,1 (1,4)
Forsvar	1,4 (0,4)	1,9 (0,5)	1,9 (0,5)	2,1 (0,4)	3,7 (0,6)	3,5 (0,5)	2,4 (0,3)
Undervisning og forskning	1,9 (1,1)	2,5 (1,2)	2,4 (1,0)	3,0 (0,8)	5,3 (1,0)	5,0 (0,7)	0,0 (0,0)
Helsetjenester	2,1 (1,7)	2,8 (1,7)	2,6 (1,3)	3,3 (1,3)	6,1 (2,5)	5,7 (2,1)	3,9 (1,3)
Annen offentlig tjenesteyting	5,2 (0,9)	6,9 (1,0)	6,6 (0,8)	8,3 (1,4)	15,1 (2,2)	14,1 (2,1)	9,6 (1,5)
I alt	(23,6)	(34,3)	(31,3)	(33,7)	(49,4)	(48,4)	(39,4)
CO₂-UTSLIPP¹⁾	1,5 (74,6)	2,4 (108,8)	2,7 (99,4)	3,1 (106,7)	5,1 (156,6)	5,9 (153,5)	5,1 (124,9)

1) CO₂-utslippene fremkommer ved å multiplisere oljeforbruket med 3,17 (CO₂-innholdet i fyringsolje).

bruket i 1993 henholdsvis 11 prosent og 10 prosent høyere uten CO₂-avgift. I de øvrige sektorene var effektene av CO₂-avgiften på oljeforbruket mindre, se for eksempel annen privat tjenesteyting i figur 4.2. Spesielt små utslag var det i sektorene som produserer skip og plattformer og kjemiske råvarer. I disse sektorene er det svært små substitusjonsmuligheter mellom elektrisitet og olje til oppvarming.

Resultatet av beregningene er at CO₂-avgiften og grunnavgiften på fyringsolje har medført en overgang fra bruk av olje til bruk av elektrisitet til oppvarming i produksjonssektorene som studeres. Nedgangen i oljeforbruk som følge av avgiften varierte mellom 24 000 tonn i 1987 og 49 000 tonn i 1991 (når samlet energiforbruk i modellen er upåvirket av avgiften). Dette tilsvarer reduksjoner i CO₂-utslippene på mellom 75 000 tonn (0,2 prosent av samlede utslipp) og 157 000 tonn (0,5 prosent av samlede utslipp) pr. år.

Effekten av CO₂-avgift i produksjonssektorene varierer, noe som gjenspeiles ved ulike estimerte substitusjonselastisiteter mellom elektrisitet og olje (se tabell 4.2). Den kortsiktige substitusjonselastisiteten gir uttrykk for muligheten for momentant (eller i løpet av ett år) å substituere olje med elektrisitet. Denne muligheten er størst i sektorer som har elektrokjeler, og som kan gå over fra å bruke olje til å bruke elektrisitet i kjelen. Den kortsiktige fleksibiliteten er estimert til å være størst i treforedlingssektoren, men også verkstedindustrien og konsumvaresektoren har, i følge Mysen op.cit., relativt gode substitusjonsmuligheter på kort sikt. Den langsiktige substitusjonselastisiteten er summen av all overgang mellom elektrisitet og olje som en næring vil foreta over mange år, som følge av en prisendring i ett år. Slik de langsiktige substitusjonselastisiteter er estimert, vil dermed ikke alle substitusjonseffekter være uttømt i simuleringsperioden (1987-93). Den langsiktige substitusjonselastisiteten fanger opp at sammenstillingen av oppvarmingsutstyret kan endres på lengre sikt (men ikke på kort sikt).

Tabell 4.2 viser at kun fire av de tretten sektorene har substitusjonsmuligheter mellom stasjonære energibærere på kort sikt, mens de fleste har substitusjonsmuligheter på lengre sikt. Prisendringene som følger av CO₂-avgiften vil dermed få størst effekt på oljeforbruket i årene etter prisendringene. Det innebærer at de langsiktige substitusjonseffektene er underestimert i vår analyse, i den forstand at prisendringene vil få effekter også for senere år (etter analyseperioden). For sektorene treforedling og verkstedprodukter vil derimot hele effekten være uttømt i simuleringsperioden, fordi disse sektorene har relativt stor kortsiktig fleksibilitet i energiforbruket.

Tabell 4.2. Estimerte substitusjonselastisiteter mellom elektrisitet og olje¹

Sektor	'Kortsiktig' substitusjonselastisitet	'Langsiktig' substitusjonselastisitet
11 - Jordbruk	0,00	0,23
15 - Konsumvarer	0,19	0,24
25 - Vareinnsatsvarer	0,00	0,74
34 - Treforedling	1,21	0,00
37 - Kjemiske råvarer	0,00	0,06
45 - Verkstedprodukter	0,24	0,00
50 - Skip og plattformer	0,00	0,05
81 - Varehandel	0,07	0,23
85 - Annen privat tjenesteyting	0,00	0,14
92 - Forsvar	0,00	0,25
93 - Undervisning	0,00	0,29
94 - Helsetjenester	0,00	0,34
95 - Annen offentlig tjenesteyting	0,00	0,80

Kilde: Mysen (1991)

¹ Substitusjonselastisiteten angir hvor mange prosent faktorforholdet (elektrisitet/olje) endres når faktorprisforholdet endres med 1 prosent. Den estimerte ligningen er

$$\Delta\left(\frac{E}{F}\right) = a + b\Delta\left(\frac{P_E}{P_F}\right) + c\left(\frac{E}{F}\right)_{-1} - d\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{-1}$$

der E er elektrisitetsforbruk, F er oljeforbruk, b er kortsiktig substitusjonselastisitet og d/c er langsiktig substitusjonselastisitet.

Effektene som er beskrevet her er imidlertid kun substitusjonseffektene av avgiften, idet vi i modellen har antatt at samlet energiforbruk i sektorene er konstant og uavhengig av CO₂-avgiften. Analysen kunne utvides til også å studere effekten på innsatskoeffisienten for energi i hver sektor, og dermed eventuell substitusjon mot andre innsatsfaktorer. Antakelsen om uendret samlet energiforbruk ved endring i avgift gjør at effekten av CO₂-avgiften på oljeforbruket mest sannsynlig blir undervurdert. På den annen side er det grunn til å tro at virkningen av avgiften ville blitt overvurdert på kort sikt dersom analysen hadde blitt utvidet til å omfatte overgang mellom å bruke energi til å bruke andre innsatsfaktorer. Årsaken er at modellen gir fullt utslag av avgiften på kort sikt, mens virkningen i virkeligheten ville kommet på lengre sikt. En kunne også simulere hele makromodellen, for dermed å studere generelle likevektseffekter av CO₂-avgiften. Disse mulige utvidelsene er imidlertid utenfor rammen for dette prosjektet.

5. Utslipp av CO₂ fra stasjonære kilder i husholdningene

CO₂-utslipp fra stasjonære kilder i husholdningene som andel av totale norske CO₂-utslipp var om lag 6 prosent i 1987, og ble redusert til om lag 3 prosent i 1993. For å studere virkningen av CO₂-avgift på husholdningenes CO₂-utslipp fra stasjonære kilder har vi tatt utgangspunkt i estimerte sammenhenger fra Nesbakken og Strøm (1993), som analyserte husholdningenes energiforbruk til oppvarming av bolig.

5.1 Beskrivelse av modellen

Nesbakken og Strøm (1993) er basert på opplysninger fra et utvalg på 565 husholdninger⁷, og bygger på en antakelse om at husholdningene bestemmer energiforbruket i to trinn. Først bestemmes hvilket oppvarmingsutstyr som skal anskaffes i husholdningen (diskret valg), og deretter fastlegges energiforbruket (kontinuerlig valg). Resultatene av analysen viser at energipriser, inntekt, kostnader knyttet til oppvarmingsutstyret og egenskaper ved husholdningen og boligen er viktige for valg av oppvarmingsutstyr og utnyttelsen av dette, dvs. for energiforbruket. Det legges vekt på sammenhengen mellom oppvarmingsutstyr og energiforbruk. I modellen kan husholdningene velge mellom oppvarmingsutstyr basert på følgende fem kombinasjoner av energibærere:

- Elektrisitet
- Ved⁸
- Elektrisitet og olje
- Elektrisitet og ved
- Elektrisitet, olje og ved

Husholdninger som har brukt sentralfyr er ikke tatt med i analysen, delvis fordi husholdninger med felles sentralfyr trolig har en annen adferd når det gjelder energibruk og delvis fordi vi mangler opplysninger om kostnader for både felles og egen sentralfyr. Vi kommer tilbake til hvilken betydning dette har for virkningen av CO₂-avgiften på energiforbruket.

Analysen gir grunnlag for å beregne energiforbruk til oppvarming av boligen for den enkelte husholdning. Vi

⁷ Dataene er hentet fra Energiundersøkelsen 1990, se Ljones et al. (1992).

⁸ Vi ser bare på vedforbruk siden bruk av kull og koks er helt ubetydelig.

ønsker å sammenligne energiforbruket for hele husholdningssektoren med og uten CO₂-avgift. Energiforbruket til en representativ husholdning er utgangspunktet for å beregne energiforbruk til oppvarming for hele husholdningssektoren. Først er energiforbruket til en representativ husholdning i hver av de fem utstyrskategoriene beregnet på grunnlag av de estimerte sammenhengene i Nesbakken og Strøm (1993). Gjennomsnittsverdier for forklaringsfaktorene er brukt i beregningene. Energiforbruket i de fem gruppene er deretter veid sammen til et representativt energiforbruk for gjennomsnittshusholdningen. Andelen av husholdningene som hadde de fem utstyrskombinasjonene i 1990 er brukt som vekter. Multiplisering av det representative energiforbruket med antall husholdninger i Norge gir et anslag på samlet energiforbruk i husholdningssektoren. På grunnlag av energiregnskapets tall for stasjonært energiforbruk i husholdningene, er det foretatt en kalibrering slik at modellen reproducerer energiregnskapets tall⁹. Samlet energiforbruk til oppvarming for husholdningssektoren er beregnet og kalibrert for hvert år i perioden fra 1987 til 1993. Forklaringsfaktorene for utstyrvalg og energiforbruk har samme verdi i alle år i modellen, med unntak av en variabel som uttrykker temperaturforskjeller mellom ulike år. For årene 1987 til 1989 og 1991 til 1993 er antall husholdninger anslått på grunnlag av tall fra Folke- og Boligtellingen i 1980 og 1990, og antakelse om jevn vekst i hele perioden fra 1980 til 1993. Energiprisen for husholdninger som har utstyr basert på mer enn én energibærer er beregnet som et veid gjennomsnitt, der vektene er andelen av energiforbruket som relaterer seg til de ulike energibærerne i 1990.

CO₂-avgiften er innbakt i prisene som er brukt i beregningene av energiforbruket. For å studere endringen i energibruk som følge av en CO₂-avgift, ble beregningene gjennomført på nytt, men med energipriser uten CO₂- og grunnavgift. Beregning av energibruk med og uten CO₂- og grunnavgift er foretatt for hvert år fra 1987 til 1993. Disse avgiftene påvirker bare

⁹ Resultatene fra formålsfordeling av energiforbruket i 1990 (Ljones et al., 1992) er brukt til å anslå hvor stor andel av energiregnskapets tall som gjelder oppvarming av bolig.

energiprisen for husholdninger som har oppvarmingsutstyr basert på olje eller parafin, idet det innenfor denne modellen ikke er mulig å studere endringer i utstyrvalget som følge av (endret) CO₂- og grunnavgift.

5.2 Resultater

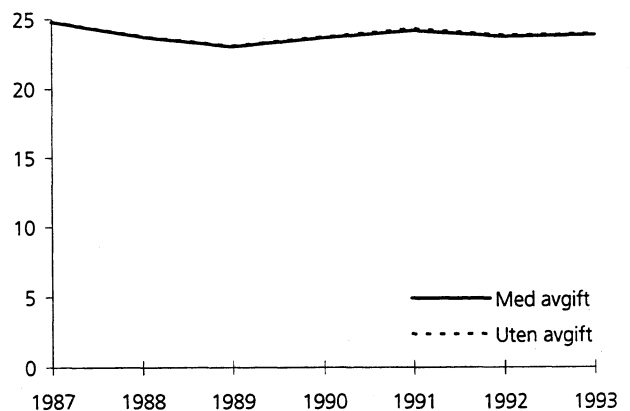
Resultatene av beregningene viser at CO₂- og grunnavgiften ga små utslag på husholdningenes samlede energiforbruk til boligoppvarming, se figur 5.1. Virkningen av CO₂- og grunnavgiften på samlet energiforbruk i husholdningene var bare mellom 0,1 og 0,5 prosent i perioden fra 1987 til 1993. Det skyldes blant annet at oljeandelen av totalt energiforbruk i husholdningene har vært lav. Oljeandelen var 30 prosent i 1987, men ble gradvis redusert til den var 15-16 prosent i 1992 og 1993.

Modellen gir virkningen på samlet energiforbruk og ikke på forbruket av hver energibærer. Det interessante er å se hvor mye det totale stasjonære oljeforbruket i husholdningene, og dermed også utslippene, endret seg som følge av avgiften. Fordi bare prisen på olje og parafin påvirkes av CO₂- og grunnavgiften, er det i modellen bare forbruk av olje og parafin som påvirkes av avgiften. Endring i oljeforbruket er dermed lik endring i samlet energiforbruk, og i figur 5.2 utgjør denne endringen avviket mellom oljeforbruket med og uten avgift.

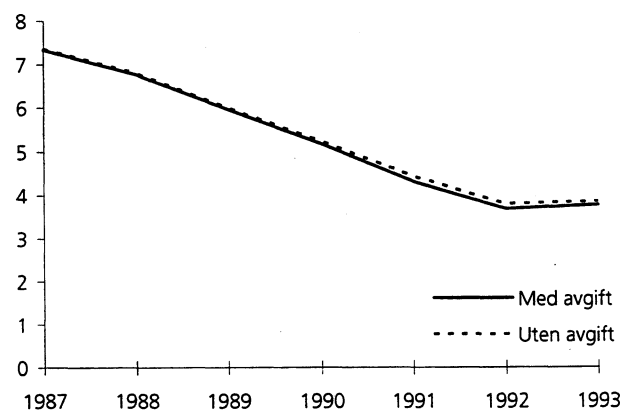
CO₂- og grunnavgiften økte fra 15 øre pr. liter i 1987 til 31 øre pr. liter i 1990, dvs. at avgiften ble doblet i løpet av tre år. Avgiften var høyest i 1991 og 1992, henholdsvis 62 øre pr. liter og 54,5 øre pr. liter. Ut fra våre beregninger ville forbruket av flytende brensel til oppvarming vært mellom 0,4 og 0,8 prosent høyere i årene 1987 til 1990 dersom CO₂- og grunnavgiften ikke var blitt innført, se figur 5.2. Utslagene på forbruket av olje og parafin var større i de tre neste årene, på grunn av høyere avgift. Den største virkningen var i 1991 og 1992, da forbruket av olje og parafin ville vært noe over 3 prosent høyere uten avgift. Det innebærer at CO₂-utslippene ble redusert med mellom 32 000 og 35 000 tonn pr. år.

Energiforbruket i husholdningene er knyttet til valg av oppvarmingsutstyr. Bare to av de fem mulige utstyrskombinasjonene baseres på olje/parafin. Figur 5.3 viser at husholdninger som brukte olje og parafin utgjorde en relativt beskjeden andel av husholdningene¹⁰. 9 prosent av husholdningene brukte utstyr for elektrisitet og olje, og 8 prosent av husholdningene brukte utstyr for

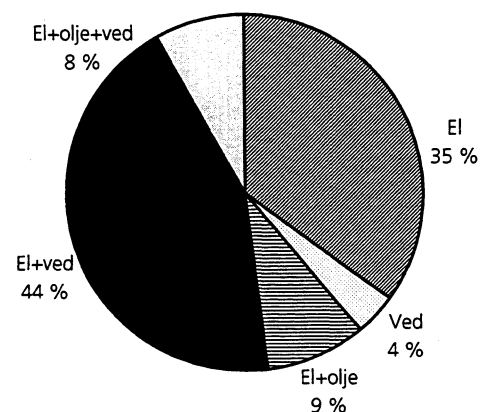
Figur 5.1. Samlet energiforbruk til oppvarming i husholdningene med og uten CO₂- og grunnavgift. TWh



Figur 5.2. Husholdningenes forbruk av parafin og olje med og uten CO₂- og grunnavgift. TWh

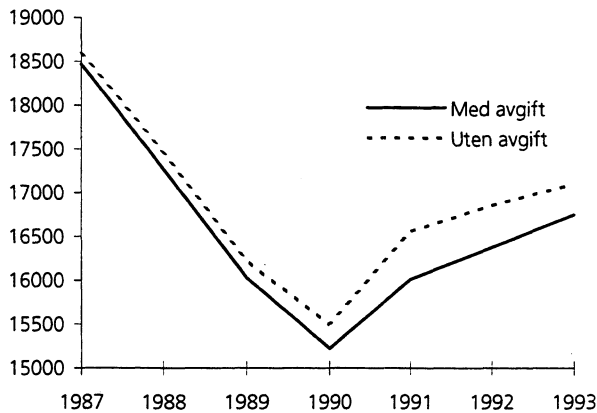


Figur 5.3. Andel av husholdningene som har brukt de ulike energibærerne, 1990

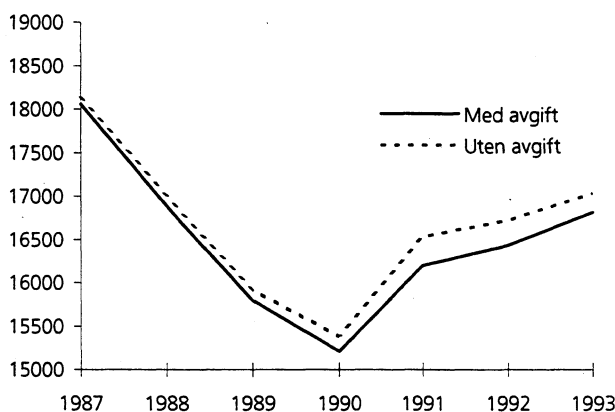


¹⁰ Husholdninger som brukte sentralfyr kommer ikke med. Disse husholdningene utgjorde om lag 7 prosent av alle husholdningene. Om lag 63 prosent av husholdningene med sentralfyr brukte olje som energibærer. Fordi denne oljeandelen er høyere enn oljeandelen for husholdningene som var med i analysen, ble virkningen på oljeforbruket noe undervurdert som følge av at sentralfyr er utelatt. Noen få husholdninger som brukte ovn for olje/parafin eller ovn for olje/ parafin kombinert med vedovn var heller ikke med.

Figur 5.4. Energibruk pr. husholdning til oppvarming når utstyret er basert på elektrisitet og olje, med og uten CO₂- og grunnavgift. KWh



Figur 5.5. Energiforbruk pr. husholdning til oppvarming når utstyret er basert på elektrisitet, olje og ved, med og uten CO₂- og grunnavgift. KWh

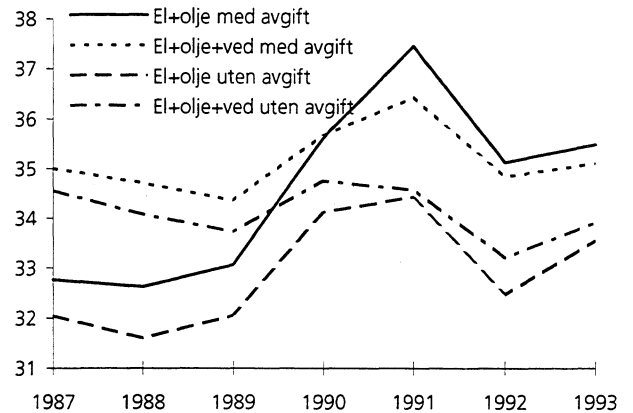


elektrisitet, olje og ved. Oljeandelen for energibruk i disse to gruppene var henholdsvis 47 og 29 prosent.

I figur 5.4 og 5.5 vises hvordan totalt energiforbruk pr. husholdning ble endret for gjennomsnittshusholdningen innen disse to gruppene når avgiften ble fjernet¹¹.

¹¹ Mens samlet energiforbruk for husholdningssektoren (figur 5.1) er kalibrert til faktisk nivå, viser figur 5.4 og 5.5 estimert energiforbruk pr. husholdning i to ulike grupper for oppvarmingsutstyr. Estimert energiforbruk, både totalt og for de to gruppene som brukte olje, nådde et bunnpunkt i 1990. Årsaken var at 1990 var det mildeste året i perioden 1987 til 1993. Dessuten var energiprisen forholdsvis høy. Figur 5.1 viser at faktisk energiforbruk for alle husholdningene nådde bunnen i 1989, så estimert og faktisk energiforbruk hadde noe forskjellig tidsutvikling. I modellen gjelder energiforbruket i 1990 fyringssesongen 1989/1990, og det betyr at bunnen ble nådd noe før enn figuren viser. Ved kalibreringen antas det at energibruk til andre formål enn oppvarming holdes konstant i perioden. Dersom denne andelen har endret seg, vil det også kunne gi avvik mellom estimert og faktisk energiforbruk over tid.

Figur 5.6. Veiet energipris for utstyr basert på elektrisitet og olje og utstyr basert på elektrisitet, olje og ved, med og uten CO₂- og grunnavgift. Øre/kWh



Virkningen på energiforbruket for de to gruppene av husholdninger avhenger av hvordan energiprisen har endret seg. Figur 5.6 viser den gjennomsnittlige energiprisen med og uten CO₂- og grunnavgift for husholdninger med de to utstyrskombinasjonene. Ved fjerning av avgiften ble gjennomsnittsprisen for kombinasjonen elektrisitet og olje redusert relativt mer enn prisen for kombinasjonen elektrisitet, olje og ved. Det skyldes at forbruket av olje/parafin hadde større vekt i kombinasjonen elektrisitet og olje enn i den andre utstyrskombinasjonen. Fordi prisutslaget var størst for husholdninger med bruk av elektrisitet og olje, viser figurene 5.4 og 5.5 også at endringen i energiforbruket var størst for denne husholdningsgruppen. Virkningen av CO₂- og grunnavgiften var størst i 1991. Økningen i samlet energiforbruk ved bortfall av avgiften var 3,4 prosent for husholdninger med elektrisitet og olje, mens økningen for husholdninger med elektrisitet, olje og ved var 2,1 prosent. Slik modellen er utformet endres ikke energiforbruket knyttet til andre utstyrsvalg.

Modellen som er brukt tillater ikke husholdningene å erstatte forbruk av olje med forbruk av elektrisitet eller ved, selv om endringer i CO₂- og grunnavgiften skulle gjøre dette lønnsomt. Relative prisendringer mellom energibærere påvirker ikke energiforbruket, og forbruket av en energibærer påvirkes bare hvis prisen på denne energibæreren endres. En CO₂-avgift påvirker dermed ikke forbruket av elektrisitet og ved, og endringen i totalt energiforbruk er lik endringen i oljeforbruket. Det at modellen ikke tillater substitusjon, har to ulike konsekvenser for anslått oljeforbruk som trekker i hver sin retning. Den ene effekten er en undervurdering av virkningen på oljeforbruket ved at husholdningene ikke kan redusere oljeforbruket og erstatte dette med elektrisitet. Den andre effekten på oljeforbruket oppstår ved at energiprisen øker i forhold til andre priser, slik at husholdningene må redusere

energiforbruket for å holde samme kostnadsnivå som før. I modellen som er brukt må denne reduksjonen skje i oljeforbruket, siden annet energiforbruk er konstant. Isolert sett innebærer det en overvurdering av reduksjonen i oljeforbruket. Totalt sett er det usikkert om reduksjonen i oljeforbruket som følge av økt oljepris over- eller undervurderes.

6. Utslipp av CO₂ fra mobile kilder i industri og tjenesteyting

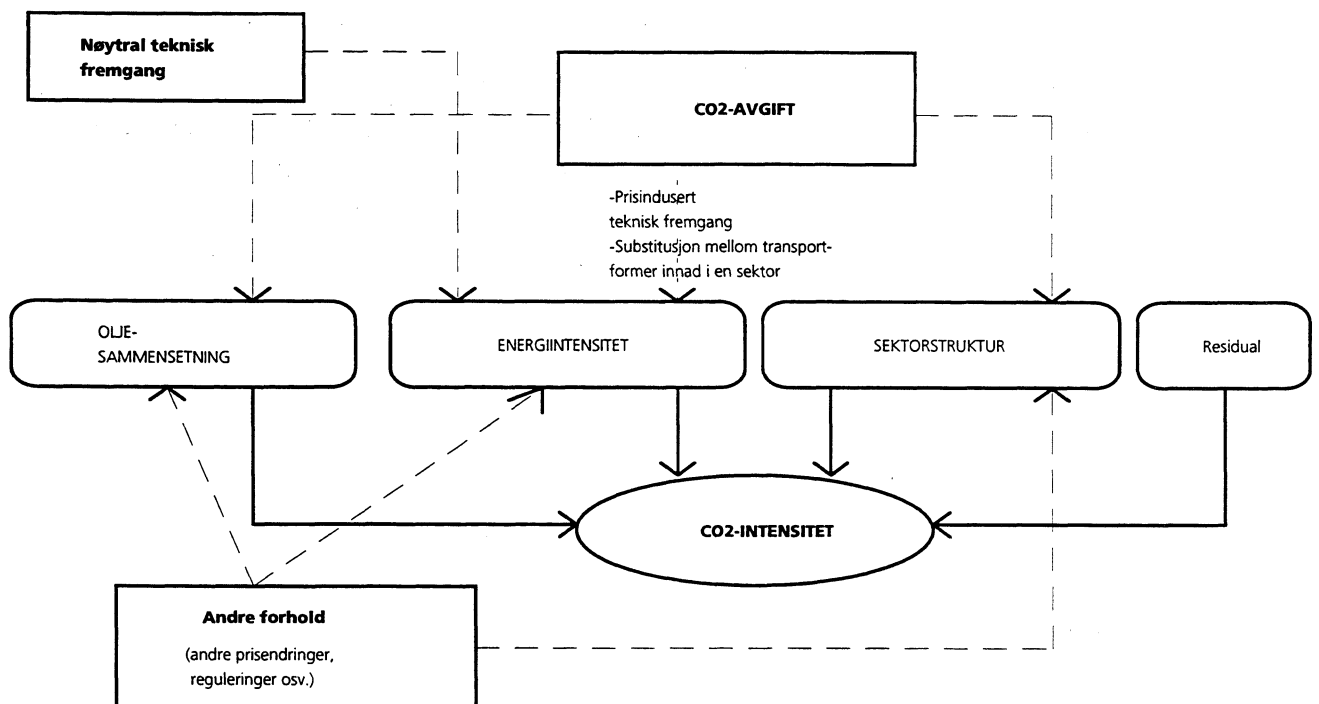
I dette kapittelet vil vi studere CO₂-utslipp fra mobile kilder i industri og tjenesteyting. Husholdningssektorens CO₂-utslipp fra personbilbruk omtales i kapittel 7. Utslipp av CO₂ fra mobile kilder utgjør 40 prosent av totale CO₂-utslipp. Husholdningene står for 30 prosent av utslippene fra mobile kilder, mens industri og tjenesteyting står for 70 prosent. Samferdselssektoren (vei-, luft-, bane- og sjøtransport samt post) står for størstedelen av CO₂-utslippene fra mobile kilder, men utslippene fra fiskesektoren og varehandel er også store. Industri og tjenesteyting utfører egen-transport på vei, og i noen sektorer skjer det også egen-transport på sjø (forsvaret utfører i tillegg egen-transport i luft). Ulike transportsektorer har til dels svært ulikt CO₂-utslipp pr. produsert enhet. Olje til godstransport på sjø og drivstoff til fly er fritatt for

grunnavgift og CO₂-avgift. CO₂-avgiften påvirker dermed det relative kostnadsforholdet mellom transportsektorene. Utviklingen i den underliggende oljeprisen er også viktig når en studerer utviklingen i CO₂-utslippene i forhold til en CO₂-avgift. Bensinprisen steg jevnt i perioden 1986 til 1992, mens prisen på auto-diesel og marint drivstoff sank fra 1991 til 1992 (se kapittel 3).

6.1 Metode

De samlede utslipp av CO₂ fra mobile kilder i produksjonssektorene i forhold til totalt bruttoprodukt angir CO₂-intensiteten for mobil aktivitet. Endring i denne CO₂-intensiteten kan dekomponeres i struktur- endringer (sektorvridninger), endring i energiintensitet (energibruk i forhold til bruttoprodukt) og relativ

Figur 6.1. Illustrasjon av Divisia-dekomponering av endring i CO₂-intensitet (heltrukne piler angir hva beregningene kan si noe om, stiplede piler angir mer usikre virkninger)



endring i forbruk av de ulike energibærere/transportoljer. Såkalte Divisia-indeks¹² er benyttet ved dekomponeringen. CO₂-avgiften kan ha virkning på alle de nevnte komponentene. Det er ikke mulig å rendyrke avgiftens virkning på hver komponent, men en kan komme et stykke på vei ved å finne hver enkelt komponents størrelse. CO₂-avgiften påvirker i ulik grad produksjonskostnadene og dermed lønnsomheten i de ulike sektorene i industri og tjenesteyting fordi CO₂-intensiteten varierer mellom sektorene. Dermed kan CO₂-avgiften påvirke nærings sammensetningen (sektorstrukturen). Avgiften kan også påvirke energieffektiviteten (energiintensiteten), for eksempel ved teknisk fremgang eller overgang til mer energieffektive transportformer. Videre kan en avgift påvirke sammensetningen av transportformene og transportoljeforbruket, for eksempel ved overgang fra bensin til diesel eller marint brensel (dvs. overgang fra vei- til sjøtransport).

6.2 Resultater

Resultatene fra beregningen av Divisia-indeks er gjengitt i tabellene 6.1 - 6.4. For hele perioden 1988 til 1992 var reduksjonen i CO₂-intensiteten for mobile kilder 12 prosent, eller 3 prosent pr. år i gjennomsnitt (se tabell 6.1). Utviklingen i sektorstruktur bidro i størst grad til redusert CO₂-intensitet i transport, se tabell 6.2. Komponenten for energiintensitet bidro til økt CO₂-intensitet, mens komponenten for sammensetning av energibærere (f.eks. overgang fra bruk av bensin til bruk av diesel) i liten grad forklarte endringen i CO₂-intensiteten. Karboninnhold og utslipp pr. energienhet varierer lite mellom energibærere til transport, slik at det er små muligheter for å vri seg unna avgiften på denne måten. Resultatene antyder at det over perioden kan ha vært en overgang til å bruke mer energiintensive transportformer, men at næringer som brukte lite transport pr. produsert enhet eller næringer som brukte lite forurensende transport vokste i forhold til CO₂-intensive næringer. Den utslippsreduserende utviklingen i næringsstruktur mer enn oppveide økningen i energiintensitet.

Resultatene (de ulike komponentenes betydning) er imidlertid følsomme for sektorinndeling og -aggregering. Dette gjelder spesielt når sektorer er sammensatt av undersektorer som er lite homogene med hensyn til transportintensitet og sammensetning av transportbruk på ulike transportformer (f.eks. fiskesektoren). Vi kommer nærmere tilbake til dette.

CO₂-intensitet i mobil aktivitet

Redusert CO₂-intensitet i en sektor innebærer ikke nødvendigvis at CO₂-utslippene reduseres. Utviklingen i CO₂-utslipp avhenger av hvordan bruttoproduktet endrer seg i forhold til CO₂-intensiteten. Redusert bruttoprodukt og CO₂-intensitet gir reduserte CO₂-utslipp. Øker derimot bruttoproduktet, reduseres utslipp-

ene bare hvis effekten av redusert CO₂-intensitet er sterkere enn effekten av økt produksjon.

Tabell 6.3 og 6.4 gir informasjon om viktige forklaringsfaktorer bak Divisiaindeksene. Tabellene viser en kraftig årlig reduksjon i CO₂-intensiteten i perioden 1988 til 1992 i blant annet fiskesektoren. CO₂-intensiteten i fiskesektoren var svært høy (391 gram pr. krone i 1988) sammenlignet med andre sektorer, men den ble sterkt redusert i perioden 1988 til 1992. Tabell 6.3 viser at utslippene i fiske ble redusert (5 prosent pr. år) selv om bruttoproduktet økte, fordi reduksjonen i CO₂-intensiteten var så kraftig. Årsaken til den sterke reduksjonen i CO₂-intensiteten er at andelen fiskeoppdrett i fiskesektoren økte fra 6 prosent i 1987 til 30 prosent i 1991. Bruttoproduktet i fiskeoppdrett vokste med over 50 prosent pr. år i perioden 1987 - 91, mens *tradisjonelt fiske* ble redusert med 6 prosent pr. år. Fiskeoppdrett har svært lite forbruk av transportoljer (lite CO₂-intensiv i transport), og CO₂-intensiteten i fiskesektoren sett under ett fikk dermed en sterk reduksjon. Gjennomsnittlig samlet CO₂-intensitet i mobil aktivitet ble redusert med 3 prosent pr. år, mens fiskesektoren reduserte CO₂-intensiteten med hele 11 prosent pr. år. Fiskesektoren bidro dermed sterkt til den samlede reduserte CO₂-intensiteten i transport i Norge i perioden 1988 til 1992. Olje til kystfiske er fritatt for CO₂-avgift. Dette viser at store endringer i utslippene kan skje *uavhengig* av avgiften.

Samferdselssektoren¹³ sto for om lag halvparten av totale utslipp fra mobile kilder i perioden 1988 til 1992. Selv små endringer i CO₂-intensitet i denne sektoren kan få sterk påvirkning på samlede CO₂-utslipp i Norge. CO₂-intensiteten i sektoren ble redusert med 4 prosent pr. år. Bruttoproduktet økte, slik at utslippene bare ble redusert med 1 prosent. De fem transportformene har svært ulik CO₂-intensitet. Post- og telesektoren hadde i 1988 en CO₂-intensitet på 14 gram pr. krone, mens sjøtransport lå på hele 758 gram pr. krone. Sjøtransport var tre ganger så CO₂-intensiv som veitransport, men godsfrakt på sjø var fritatt for avgift. Avgiften har medført at veitransport fikk en kostnadsøkning relativt til sjøtransport. Det trakk i retning av redusert godstransport på vei i forhold til sjøtransport. På samme måte ga CO₂-avgiften en vridning i kostnadsforholdet mellom veitransport og lufttransport (både når det gjelder transport av personer og gods). Lufttransport er mer CO₂-intensiv enn veitransport. Jetparafin var fritatt for avgift, og lufttransport fikk en kostnadsreduksjon i forhold til veitransport. Flere sektorer har egentransport både på vei og sjø. En CO₂-avgift kan også ha påvirket denne sammensetningen, i retning av økt bruk av sjøtransport. Avgiften kan dermed (som følge av fritaksordningene) i flere tilfeller ha virket i retning av å

¹² En teknisk beskrivelse av metoden er gitt i vedlegg B. Denne metoden er blant annet anvendt på CO₂-utslipp i Torvanger (1990).

¹³ Samferdselssektoren består her av fem sektorer som produserer leietransportartene veitransport, lufttransport, banetransport, sjøtransport og post/tele.

favorisere CO₂-intensiv transport på bekostning av mindre CO₂-intensive transportformer. I perioden 1988-91 ble bruttoproduktet i vei- og lufttransportsektorene redusert, mens sjøtransport og spesielt post/tele hadde hatt vekst i bruttoproduktet. Alle transportformer (bortsett fra banetransport) reduserte CO₂-intensiteten (som følge av redusert energiintensitet) i perioden 1988-91. Sjøtransport og lufttransport hadde sterkest reduksjon. CO₂-utslippene fra vei-, luft- og sjøtransport ble redusert. Sjø- og lufttransportsektorene har (i stor grad) vært fritatt for avgift. Dette viser at det kan være andre årsaker til endringer i CO₂-intensiteten og CO₂-utslippene enn CO₂-avgiften.

CO₂-intensitet i transport økte i perioden 1988 til 1992 for enkelte sektorer, først og fremst metallsektoren og oljeutvinningssektoren. Årsaken kan ha vært endringer i sammensetningen av sektoraggregatet (i retning av at produksjonen foregår i mer CO₂-intensive undersektorer) og/eller overgang til mer CO₂-intensive transportformer. Det kan imidlertid også være svakheter i datagrunnlaget (se dataavsnittet nedenfor).

Næringsstruktur

Endring i sektorsammensetningen er viktig for utviklingen i den samlede CO₂-intensiteten i mobil aktivitet, idet nivået på CO₂-intensiteten varierer sterkt fra sektor til sektor (ettersom hvor transportavhengig sektoren er i sin produksjon). Endringer i sektorstruktur forklarer størstedelen av reduksjonen i CO₂-intensiteten i perioden 1988 til 1992. Strukturkomponenten bidro til reduksjon i CO₂-intensiteten i alle årene som studeres. Det vil si at CO₂-intensive sektorer reduserte sin bruttoproduktandel i perioden i forhold til mindre CO₂-intensive sektorer. En økende andel av BNP ble dermed produsert i sektorer med en CO₂-intensitet i mobil aktivitet som var lavere enn gjennomsnittet¹⁴.

CO₂-intensiteten i fiskesektoren var svært høy i forhold til andre sektorer i hele perioden. Sektoren sto i 1988 for under 1 prosent av samlet bruttoprodukt, men hadde hele 15 prosent av CO₂-utslippene fra mobile kilder. Sektorens andel av totalt bruttoprodukt har økt, noe som isolert sett trekker i retning av økt «nasjonal» CO₂-intensitet. Hele veksten i fiskesektoren skyldes imidlertid økning i oppdrettsnæringen, som har svært lite forbruk av transportoljer. Produksjonen i tradisjonelt fiske ble redusert. Denne utviklingen i fiskesektoren ga dermed overgang til *mindre* CO₂-intensive næringer. På vårt aggregeringsnivå (én fiskesektor) fikk vi en overgang til *mer* CO₂-intensive næringer, mens endringer i sammensetningen av fiskesektoren ga seg utslag i energiintensiteten. Dette viser at dekomponeringen på energiintensitet og nærings sammensetning kan være svært følsom for aggregeringsnivå.

Oljeboringssektoren vokste sterkt relativt til andre sektorer, og til tross for sterk reduksjon i CO₂-intensiteten i sektoren var nivået fortsatt høyt. Dette innebærer at oljeboringssektoren bidro til økning i nasjonal CO₂-intensitet når vi ser isolert på sektorstruktur. Samferdselssektoren trakk i samme retning. Denne sektoren bidro kun med 7 prosent av bruttoproduktet, men CO₂-intensiteten var svært høy slik at nesten halvparten av utslippene kom fra samferdselssektoren. I tillegg ble en økende andel av bruttoproduktet produsert i samferdselssektoren.

CO₂-avgiften kan ha bidratt til reduksjonen i CO₂-intensiteten blant annet ved at sektorer med relativt store utslipp (sektorer med høy CO₂-intensitet) reduserte produksjonen relativt mest på grunn av relativt større økning i kostnadene. Imidlertid kan også andre forhold enn CO₂-avgiften ha påvirket sektorstrukturen.

Energi-intensitet

For en enkelt sektor er det nesten utelukkende endring i energieffektivitet som forklarer endring i CO₂-intensitet, fordi det er vanskelig å substituere seg bort fra bruk av fossile energibærere i transport. Det kan ligge flere forhold bak utviklingen i Divisia-indeksen for energiintensitet (se illustrasjon i figur 6.1); nøytral teknisk fremgang uavhengig av prisendringer og CO₂-avgifter, forbedringer på logistikksiden (nedgang i transportintensitet eller bedret kapasitetsutnyttelse), prisindusert teknisk fremgang (mer energieffektive transportmidler som følge av økt utskiftningstakt), substitusjon mot mindre energikrevende transportformer (f.eks. telekommunikasjon) samt strukturendringer innad i en sektor (f.eks ved at mindre energieffektive bedrifter nedlegges).

Tabell 6.1. Additiv dekomponering av endring i CO₂-intensitet på endring i de tre forklaringsvariable, perioden 1988 - 92. Prosent

Periode	CO ₂ -intensitet	Energi-sammensetning	Energi-intensitet	Sektorstruktur
1988-1989	- 3	0	0	- 3
1989-1990	- 7	- 2	2	- 8
1990-1991	- 3	0	1	- 3
1991-1992	0	0	0	1
1988-1992	- 12	- 1	2	- 13
Gj.snitt pr. år	- 3	0	1	- 3

¹⁴ I Torvanger (1990) er endring i total CO₂-intensitet (alle typer utslipp) dekomponert på tilsvarende måte. Resultatene for perioden 1973-87 viser at strukturkomponenten bidro til økning i CO₂-intensiteten i Norge i denne perioden.

Tabell 6.2. Andel av endring i CO₂-intensitet som skyldes de ulike komponentene¹, 1988 - 92. Prosent

Periode	Energi-sammensetning	Energi-intensitet	Sektorstruktur	CO ₂ -avgift, diesel (endring i prosent fra foregående år)
1988-1989	3	4	93	0
1989-1990	25	-34	114	48
1990-1991	12	-22	111	100
1991-1992	8	-25	114	-12
Gj.snitt pr. år	11	-17	107	

1) Andeler på over 100 prosent betyr at komponenten mer enn forklarer endringen i CO₂-intensiteten (endringen som skyldes denne komponenten er større enn endringen i CO₂-intensiteten). Andeler med negativt fortegn betyr at komponenten bidrar til endret CO₂-intensitet i motsatt retning av totaleffekten på CO₂-intensiteten. Andelene summerer seg ikke til 100 fordi residualleddet ikke er tatt med i tabellen.

Data viser at energiintensiteten i transport økte i perioden 1988 til 1992. Det trakk i retning av økt CO₂-intensitet og -utslipp. Forklaringen kan være dårligere utnyttelse av kapasiteten til transportmidlene, overgang til mer drivstoffintensive transportmidler, overgang fra å bruke andre innsatsvarer til å bruke transport i produksjonen, eller at sektoren var sammensatt av lite homogene undersektorer når det gjelder transport (og at disse har ulik produksjonsutvikling). Forklaringen kan imidlertid også ligge i feil i primærdataene (se dataavsnittet nedenfor).

Tabell 6.3. Gjennomsnittlig årlig prosentvis endring i CO₂-utslipp fra mobile kilder, bruttoprodukt og CO₂-intensitet i transport i produksjonssektorene, 1988 - 92

Sektor	CO ₂ -utslipp	Bruttoprodukt	CO ₂ -intensitet
11-Jordbruk	5	3,9	1
12-Skogbruk	-3	-1,4	-1
13-Fiske	-5	6,7	-11
15-Konsumvarer	-3	0,1	-3
25-Vareinnsats- og inv.varer	-4	-2,1	-2
34-Treforedling	3	1,4	2
37-Kjemiske råvarer	-6	2,9	-9
40-Raffinering	2	3,7	-1
43-Metaller	15	-2,5	18
45-Verkstedprodukter	-6	-2,5	-3
50-Skip/plattformer	-10	8,7	-17
55-Bygg og anlegg	-5	-3,5	-1
63-Bank og forsikring	-8	-4,9	-3
64-Utvinning av olje/gass	26	13,2	11
68-Oljeboring	4	6,6	-3
71-Elektrisitetsproduksjon	6	1,4	4
74-Samferdsel	-1	2,5	-4
81-Varehandel	-3	-0,3	-3
83-Boligtjenester	0	1,8	0
85-Øvrige private tjenester	-6	-1,3	-5
92S-Forsvar	-3	0,3	-3
95-Øvrige offentlige tjenester	1	2,6	-1

Tabell 6.4. CO₂-intensiteter, utslippsandeler og bruttoproduktandeler i produksjonssektorene i 1988. Gram/kr, prosent og prosentvis endring pr. år

Sektor	CO ₂ -intensitet, gram/kr	CO ₂ -utslippsandel, prosent	CO ₂ -utslippsandel, årlig endring, prosent	Bruttoproduktandel, prosent	Bruttoproduktandel, årlig endring, prosent
11-Jordbruk	38	4	5	1,8	1,9
12-Skogbruk	15	1	-3	0,8	-3,3
13-Fiske	391	15	-5	0,7	4,7
15-Konsumvarer	5	1	-3	4,2	-1,8
25-Vareinnsats- og inv.varer	7	2	-4	5,3	-3,9
34-Treforedling	2	0	3	0,8	-0,5
37-Kjemiske råvarer	4	0	-6	0,8	0,9
40-Raffinering	0	0	2	0,3	1,7
43-Metaller	4	0	15	1,4	-4,3
45-Verkstedprodukter	2	0	-6	4,0	-4,3
50-Skip/plattformer	1	0	-10	1,6	6,7
55-Bygg og anlegg	18	5	-5	5,4	-5,3
63-Bank og forsikring	2	1	-8	6,3	-6,7
64-Utvinning av olje/gass	3	2	26	12,9	11,0
68-Oljeboring	120	2	4	0,3	4,6
71-Elektrisitetsproduksjon	1	0	6	5,0	-0,5
74-Samferdsel	140	50	-1	6,9	0,5
81-Varehandel	15	10	-3	12,9	-2,2
83-Boligtjenester	0	0	0	6,0	-0,2
85-Øvrige private tjenester	4	3	-6	15,5	-3,1
92S-Forsvar	57	5	-3	1,6	-1,6
95- Øvrige offentlige tjenester	1	0	1	5,5	0,6

6.3 Data

Data for bruttoprodukt etter sektor er hentet fra nasjonalregnskapet. Data for forbruk av drivstoff fordelt på bensin, parafin, autodiesel, marint brennstoff og tungolje er hentet fra energiregnskapet, og dekker perioden 1988 til 1992. Utslippskoeffisienter for disse energibærerne er brukt til å beregne CO₂-utslipp fordelt på energibærer. Energibruk er regnet om fra fysiske størrelser til nyttiggjort energi målt i kWh, på grunnlag av teoretisk energiinnhold og virkningsgrader i transport. Ut fra dette er energiintensiteter beregnet for hver sektor.

Det har vist seg problematisk å få sammenlignbare data for den perioden vi studerer. Blant annet er metodene for beregning av oljeforbruk i energiregnskapet endret. Videre er det vanskelig å få skilt ut olje til transport fra annen bruk av oljen. Det er dermed grunn til å stille spørsmålstegn ved kvaliteten på grunnlagsdataene, spesielt transportoljeforbruk utenom industrien og i petroleumssektorene. Dårlige primærdata skaper relativt stor usikkerhet om beregningsresultatene, og innsamling av bedre fysiske data for transport hadde vært ønskelig.

6.4 Oppsummering

Målet for analysen i dette kapittelet har vært å si noe om hvordan CO₂- og grunnavgiften kan ha påvirket CO₂-utslippene fra mobile kilder i industri og tjenesteyting. CO₂- og grunnavgiften (på autodiesel) var høyest i 1991 (tidligere kun grunnavgift), og avgiften ble fordoblet fra 1990 til 1991, se tabell 3.1 og figur 3.6. Avgiften ble redusert i 1992, men var fortsatt på et høyt nivå. CO₂-intensiteten i transport ble redusert hvert år i perioden 1988 til 1992. Størst var reduksjonen fra 1989 til 1990 (7 prosent), da prisen på autodiesel økte med 23 prosent. Prisøkningen på autodiesel var noe svakere året etter, og fra 1991 til 1992 sank dieselpriisen.

Dekomponeringen ved bruk av Divisia-indeks er viser at endringen i CO₂-intensitet fra 1988 til 1992 særlig skyldes strukturendringer, men også endring i energi-effektivitet. Virkningen av endring i energisammen-setning var ubetydelig. Strukturendringene bidro til å redusere CO₂-intensiteten, mens endringene i energi-intensitet bidro til økt CO₂-intensitet. Det er grunn til å tro at CO₂- og grunnavgiften indirekte har påvirket CO₂-intensiteten gjennom prisindusert teknisk fremgang og bedret energiintensitet. At energiintensiteten har økt, tyder imidlertid på at andre forhold har påvirket energiintensiteten sterkere og med motsatt fortegn. Videre kan avgiften ha påvirket lønnsomheten i sektorene og dermed også sektorstrukturen. På grunn av ulike fritaksordninger, kan imidlertid CO₂-avgiften og grunnavgiften ha bidratt til et konkurransefortrinn for sektorer med høy CO₂-intensitet for transport. Når dette er tilfelle for undersektorene i en av sektorene vi ser på, vil det påvirke Divisia-indeksene slik at tolkningen blir økning i energiintensitet. Videre viser

beregningene at det er svært mange effekter som spiller inn for CO₂-utslippene fra transport. Et eksempel er fiskesektoren, hvor tradisjonelt fiske (med høy CO₂-intensitet) ble redusert, mens oppdrettsnæringen (med svært lav CO₂-intensitet) økte kraftig.

Det er svært vanskelig å tallfeste hvor mye av utslippsendringene som skyldes CO₂- og grunnavgiften, og hvor mye som skyldes andre forhold. I tillegg er det knyttet usikkerhet til selve beregningsresultatene. Det viser seg at kvaliteten på primærdata for forbruk av transportoljer ikke er god nok. Samtidig er resultatene når det gjelder dekomponering av endring i CO₂-intensitet på endring i energiintensitet og endring i sektorstruktur relativt følsomme med hensyn på valget av sektoraggregering. Vi valgte å begrense analysen til sektoraggregatene i MSG-modellen, men for å få en bedre analyse burde man disaggregere sektorene mer enn dette. Sektorinndelingen burde idéelt sett velges slik at hver sektor består av undersektorer som er mest mulig homogene når det gjelder transportbruk.

7. Utslipp av CO₂ fra mobile kilder i husholdningene

7.1 Beskrivelse av modellen

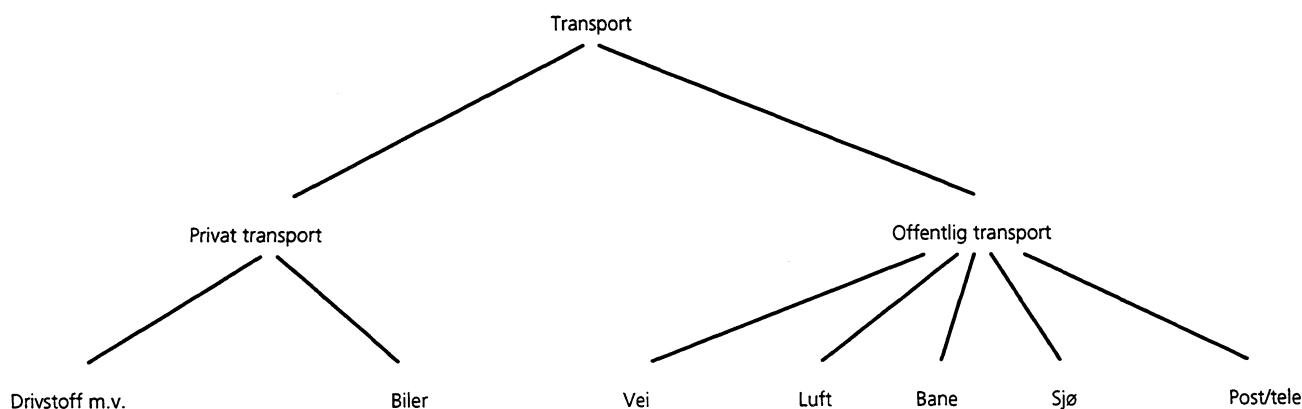
I dette kapitlet studeres virkninger av CO₂-avgiften på drivstoffbruket i husholdningene ved bruk av konsumdelen i den makroøkonomiske modellen MSG-EE. Dette drivstoffbruket genererer om lag 12 prosent av samlede norske CO₂-utslipp. Modellen inneholder relativt detaljerte, empirisk baserte sammenhenger mellom etterspørselen etter ulike transporttyper¹⁵. Figur 7.1 viser hvordan transportdelen av konsumsystemet i MSG-EE er bygget opp. Samlet transport er et aggregat av privat transport (med en marginal budsjettandel på 0,78) og offentlig transport (budsjettandel på 0,22). Offentlig transport består videre av fem transporttyper, hvor budsjettandelen for post og teletjenester dominerer (0,62) sammen med flytransporttjenester (0,25). Privat transport er modellert som et aggregat av bilkapital og driftsutgifter (drivstoff, reservedeler, forsikring, reparasjoner osv.), der prisforholdet bestemmer fordelingen.

Systemet gjør det mulig å studere virkningene på husholdningenes transportbruk, sammensetningen av de ulike transportformene og drivstoffbruket ved en

CO₂-avgift på drivstoff. Analysen er partiell i den forstand at bare transportdelen av modellen studeres. Effekter via endringer i totalt konsum og endring i forbruk av andre konsumgoder kommer dermed ikke med. Det ville ha forutsatt en fullstendig modellanalyse med MSG-EE.

Først er prisen på drivstoff inklusive alle avgifter for perioden 1988 til 1993 brukt i analysen. CO₂-avgiften er deretter trukket ut av drivstoffprisen, og systemet er simulert med den nye prisen. Bensinavgiften regnes ikke med i avgiftsbegrepet ved analysen av CO₂-avgiftens virkning på mobile utslipp i husholdningene. Prisbanen inkl. avgift gjenspeiler prisutviklingen på blyfri bensin (prisutviklingen for blyholdig høyoktan avviker lite fra prisutviklingen på blyfri bensin). Blyfri bensin var utgangspunktet ved beregning av avgiftens andel av bensinprisen. Høyoktan bensin har en noe lavere avgiftsandel, men utslaget er lite. Avgiftens andel av prisen på autodiesel avviker heller ikke mye fra andelen for bensin. Tabell 7.1 viser utviklingen i bensinpris med og uten CO₂-avgift som er brukt i analysen.

Figur 7.1. Husholdningenes etterspørsel etter transport i MSG-EE



¹⁵ Konsumsystemet i MSG-EE er dokumentert i Aasness og Holtmark (1993).

Tabell 7.1. Priser på blyfri bensin, med alle avgifter og uten CO₂-avgift. Øre/liter

	Inkl. CO ₂ -avgift	Ekskl. CO ₂ -avgift
1988	503	503
1989	541	541
1990	597	597
1991	681	621
1992	723	643
1993	765	685

Konsumdelen i MSG-EE er kalibrert for hvert enkelt år i perioden 1988 til 1991, dvs. at alle variable som inngår i transportdelen av konsumsystemet er i overensstemmelse med faktisk realiserte data i denne perioden. Foreløpig finnes det ikke konsumdata på det nivået vi trenger for årene 1992 og 1993¹⁶. Variablene er derfor holdt konstant på 1991-nivå i 1992 og 1993. Videre antas at CO₂-avgiften kun blir lagt på husholdningenes forbruk av drivstoff. Prisendringer på f.eks. veitranporttjenester som følge av kostnadsøkning i veisektoren (som følge av CO₂-avgift på drivstoff i denne sektoren) er ikke tatt hensyn til.

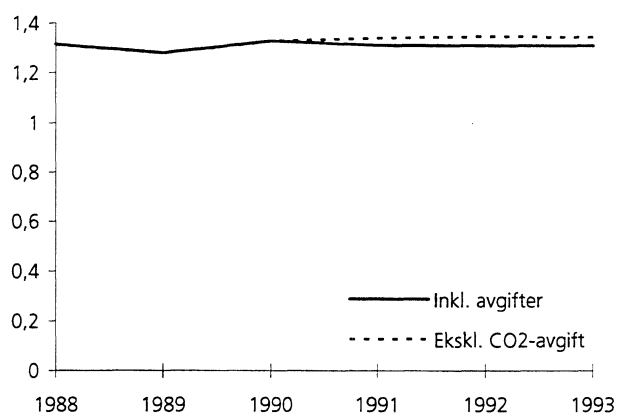
Ved å simulere med og uten avgift kan man sammenligne drivstofforbruk og transporttettersspørsmål. Mekanismene i den partielle modellen er i hovedtrekk som følger (se figur 7.1): Prisen på drivstoff øker (eller reduseres). Prisøkning på drivstoff medfører lavere forbruk av drivstoff. Privat transport blir dyrere. Videre blir det mer lønnsomt å leie transporttjenester (dvs. substitusjon mot alle typer offentlig transport). Alt i alt vil imidlertid transporten reduseres.

7.2 Resultater

Figur 7.2 viser forbruket av drivstoff i husholdningene med og uten CO₂-avgift. Utslaget på drivstofforbruket er mellom 2 og 3 prosent.

Tabell 7.2 viser CO₂-avgiftens utslag på drivstoffpris og forbruk av drivstoff i husholdningene¹⁷. Tabellen viser at CO₂-utslippene fra husholdningenes bilbruk reduseres med 94 000 tonn i 1991 som følge av CO₂-avgift, økende til 119 000 tonn i 1992 og 113 000 tonn i 1993.

Figur 7.2. Forbruk av drivstoff i husholdningene med og uten CO₂-avgift. Millioner tonn



Tabell 7.2. Endring i drivstoffpris og drivstofforbruk i husholdningene som følge av fjerning av CO₂-avgift. Prosent og tusen tonn

	1991	1992	1993
Drivstoffpris, prosent	-5,4	-6,8	-6,4
Drivstofforbruk, prosent	2,3	2,9	2,6
Drivstofforbruk, 1000 tonn	30	38	36
CO ₂ -utslipp, 1000 tonn	94	119	113

Både forbruket av drivstoff, og til en viss grad også bilbeholdningen, i husholdningene blir lavere på grunn av CO₂-avgiften. Husholdningenes transport med privatbiler reduseres med mellom 2 og 3 prosent pr. år i perioden 1991 til 1993 som følge av avgiften. Noe av reduksjonen i husholdningenes privattransport kompenseres ved en økning i alle typer offentlig transport. Spesielt øker forbruket av post- og telekommunikasjonstjenester og flytransport, som følge av relativt høye estimerte substitusjonselastisiteter for disse transporttypene. Forbruket av trikk og togreiser øker derimot lite. Samlet offentlig transport øker med om lag 0,5 prosent pr. år. Samlet transportvolum i husholdningene reduseres med mellom 1,5 og 1,9 prosent pr. år som følge av CO₂-avgiften.

¹⁶ Disse dataene vil først foreligge ved ferdigstillingen av hovedrevisjonen av nasjonalregnskapet.

¹⁷ Prisendringen på bensin vist i tabell 7.1 er høyere enn prisendringen i tabell 7.2 fordi konsumvaren hvor bensin inngår også inneholder andre driftsutgifter til bilhold (hvis priser er upåvirket av CO₂-avgift). Drivstoffandelen i varen varierer rundt 60 prosent.

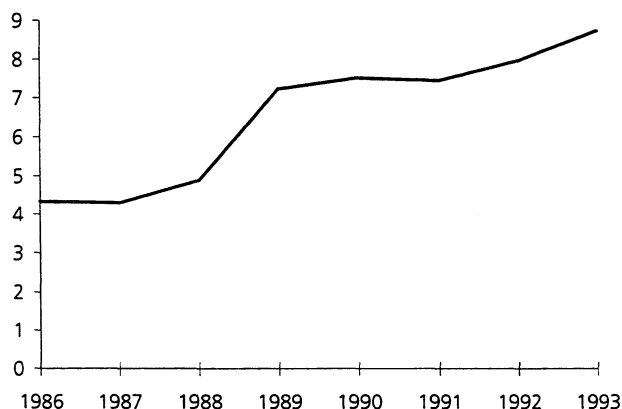
8. Utslipp av CO₂ fra petroleumssektoren

Utslipp av CO₂ fra olje- og gassutvinning oppstår pga. fakling og forbruk av naturgass og diesel i turbinene (stasjonære utslipp), oljelasting (prosessutslipp) samt sjøtransport (mobile utslipp). Disse utslippene er fordoblet i perioden 1986 til 1993, se figur 8.1. I 1993 utgjorde utslippene fra petroleumssektoren over 20 prosent av de totale CO₂-utslippene i Norge.

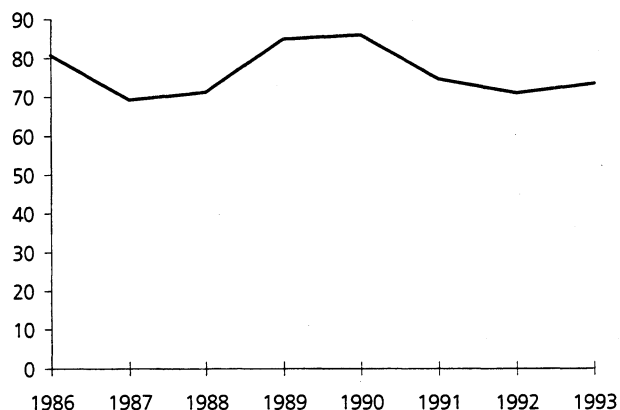
Petroleumsvirksomheten på kontinentalsokkelen ble i 1991 pålagt en CO₂-avgift på 60 øre pr. standard kubikkmeter gass (Sm³) og pr. liter olje eller kondensat. Avgiften ble hevet til 80 øre i 1992, 82 øre i 1994 og 83 øre i 1995.

Figur 8.1 viser at CO₂-utslippene i petroleumssektoren var omtrent like store i 1990 og 1991, mens de økte de neste to årene. Økte utslipp i 1992 og 1993 behøver ikke bety at CO₂-avgiften ikke har virket. Fordi produksjonen har endret seg, er det mer relevant å se på CO₂-utslipp pr. produsert enhet (CO₂-intensiteten) enn utslippsnivået. Figur 8.2 viser at CO₂-intensiteten var om lag 80 gram pr. krone i 1986. Sammenlignet med andre sektorer med store utslipp er CO₂-intensiteten definert på denne måten forholdsvis lav. CO₂-intensiteten sank fra 1986 til 1987, for deretter å stige frem til 1990. Fra 1990 til 1992 har CO₂-intensiteten sunket

Figur 8.1. Utslipp av CO₂ fra utvinning av olje og gass, 1986 - 93. Millioner tonn



Figur 8.2. CO₂-intensitet i utvinning av olje og gass, 1986 - 93. Gram/krone



med noe over 15 prosent, mens den steg med 3 prosent fra 1992 til 1993¹⁸.

ECON Energi og SINTEF har foretatt en analyse av CO₂-avgiftens virkning på olje- og gassutvinning i Norge (se ECON, 1994). Resultatene av analysen viser at utslippene pr. produsert enhet olje og gass er redusert med om lag 8 prosent som følge av tiltak som er gjennomført i perioden 1991 til 1993. Om lag 20 prosent av reduksjonen skyldes energieffektiviserings-tiltak som er lønnsomme på grunn av avgiften. Avgiften har derfor, ifølge denne analysen, ført til en reduksjon i utslipp pr. produsert enhet i petroleumssektoren på om lag 1,5 prosent.

¹⁸ Se for øvrig rapporten fra miljøavgiftsutvalget, NOU 1992:3 (Finans- og tolldepartementet, 1992), kapitlene 4.3.4 og 10.8.2, som omhandler virkninger av CO₂-avgifter på utslipp fra norsk kontinentalsokkel.

9. Utslipp av CO₂ fra industrielle prosesser

Energibærere til prosessformål (dvs. kull, kullkoks og petrolkoks samt gass) er fritatt for CO₂-avgift og grunnavgift. I en totalsammenheng er det likevel interessant å se hvordan endringer i disse utslippene (av andre årsaker enn CO₂-avgift) bidrar til de totale endringene i CO₂-utslippene. Utviklingen i prosessutslipp er blant annet bestemt av generell økonomisk utvikling, konjunkturutvikling og teknisk endring.

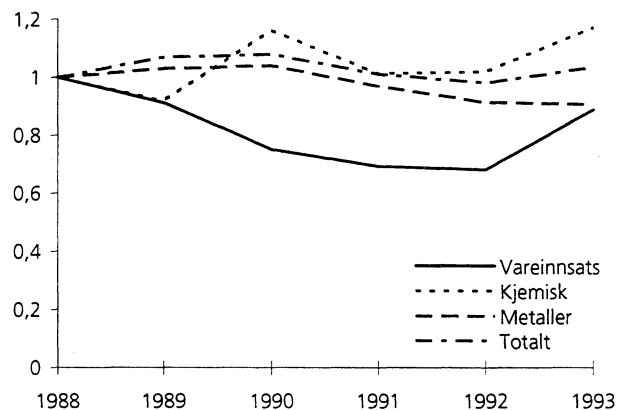
Prosessutslipp av CO₂ utgjorde om lag 20 prosent av totale CO₂-utslipp i perioden 1988 til 1994. Prosessutslippene har holdt seg relativt stabile i denne perioden, se figur 9.1. Det var hovedsakelig produksjon av metaller som forårsaket store prosessutslipp, spesielt ferrosilisiumproduksjon. I 1993 utgjorde CO₂-utslippene fra metallproduksjon om lag 60 prosent av de totale prosessutslippene på 6,9 millioner tonn, se tabell 9.1. Prosessutslipp fra kjemisk industri (gjødsel- og karbidproduksjon) og produksjon av vareinnsats- og investeringsvarer (sementproduksjon) var også relativt store.

Sett i forhold til produksjonen (bruttoproduktet) var prosessutslippene av CO₂ svært høye i kraftintensiv industri (kjemisk og metaller), se tabell 9.2. Metallsektoren hadde et prosessutslipp på hele 740 gram pr. krone bruttoprodukt i 1990, synkende til 619 gram/krone i 1993. Kjemisk industri hadde en CO₂-intensitet på 230 gram pr. krone i 1993. Den samlede CO₂-intensiteten for prosesser (totale prosessutslipp av CO₂ dividert på totalt bruttoprodukt) var til sammenligning på rundt 10 gram pr. krone.

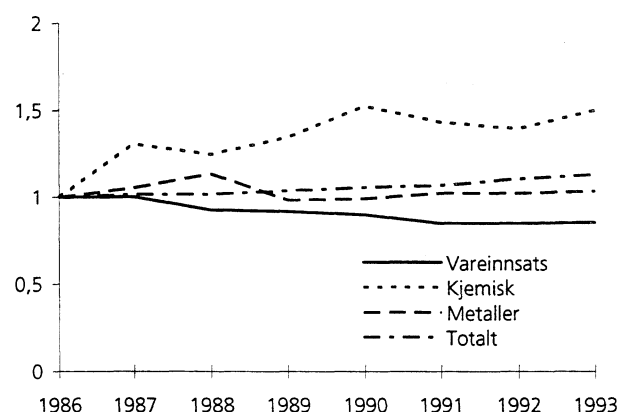
Tabell 9.1. Prosessutslipp av CO₂ i noen sektorer og totalt, 1988 - 93. 1000 tonn

	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Jordbruk	170	170	170	170	170	176
Vareinnsats	970	886	729	673	662	864
Kjemisk	952	875	1 108	966	974	1 118
Raffinering	15	18	23	21	24	24
Metaller	4 530	4 671	4 720	4 395	4 153	4 123
Utv. av olje/gass	231	348	272	307	360	376
Totale prosessutslipp	6 667	7 124	7 206	6 751	6 563	6 915

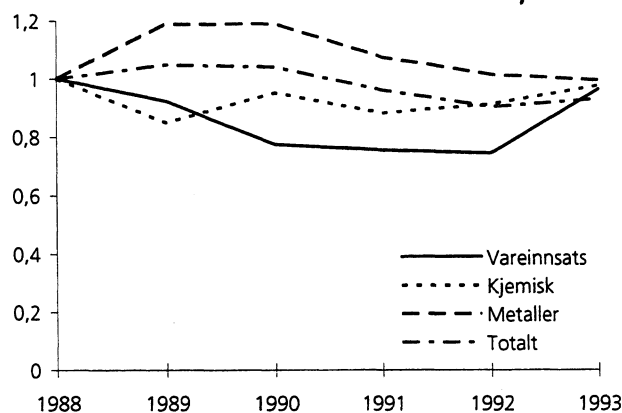
Figur 9.1. Prosessutslipp av CO₂ fordelt på sektorer med store utslipp og totalt. Indekser, 1988 = 1



Figur 9.2. Bruttoprodukt i sektorer med store prosessutslipp av CO₂ samt totalt bruttoprodukt. Indekser, 1988 = 1



I metallsektoren steg CO₂-intensiteten fra 1988 til 1989, men pga. nedgang i bruttoproduktet i sektoren var prosessutslippene tilnærmet uendret. Årsaken til økt CO₂-intensitet kan være endring i sammensetningen av metallsektoren, for eksempel endring i andelen av produksjonen av ferrosilisium i forhold til aluminium.

Figur 9.3. CO₂-intensitet i industrielle prosesser. Indekser, 1988 = 1**Tabell 9.2. CO₂-intensitet i prosesser for noen sektorer og totalt. 1988 - 93. Gram/krone**

	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Jordbruk	18	17	15	15	15	14
Vareinnsats	35	32	27	26	26	33
Kjemisk	236	201	224	208	215	230
Raffinering	10	13	10	13	14	14
Metaller	622	739	740	668	631	619
Utv. av olje/gass	3	4	3	3	3	3
Totalt	10	11	11	10	9	10

9.1 Oppsummering

Utslippene av CO₂ fra prosesser har endret seg lite i perioden vi studerer. Det samme gjelder CO₂-intensiteten i prosesser sett under ett. For enkelte sektorer har imidlertid CO₂-intensiteten endret seg. Raffineringssektoren har hatt økning i CO₂-intensiteten fra 1988 til 1993, mens de øvrige sektorer med prosessutslipp av betydning har redusert CO₂-intensiteten noe. Metallsektoren reduserte CO₂-intensiteten med 16 prosent fra 1990 til 1993, men pga. fritaksordningen har det ingen sammenheng med CO₂-avgiften.

10. Sammendrag og avslutning

Norge innførte en CO₂-avgift i 1991. Avgiften kom i tillegg til den eksisterende mineraloljeavgiften (grunnavgiften). Denne rapporten forsøker å belyse om endringer i CO₂-avgiften og grunnavgiften har hatt noen virkning på CO₂-utslippene i perioden 1987 til 1993. En sammenligning av utviklingen i avgift og utslipp over tid er ikke tilstrekkelig fordi en rekke andre forhold virker inn på utslippene. Om lag 60 prosent av CO₂-utslippene var avgiftsbelagt i perioden 1991 til 1993, og eventuelle utslippsreduksjoner for de resterende 40 prosent av utslippene kan dermed ikke forklares ved CO₂-avgiften. Samlede CO₂-utslipp ble redusert fra 35,6 millioner tonn i 1990 til 33,9 millioner tonn i 1991. Utslippene steg til 37,2 millioner tonn i 1994 samtidig som avgiftene ble redusert.

Stasjonære kilder (hovedsakelig oppvarming) sto for om lag 40 prosent av utslippene i perioden 1987 til 1993. Analysen av utslipp fra stasjonære kilder i industri og tjenesteyting omfatter om lag 40 prosent av disse utslippene. Resultatene viser at CO₂-avgiften bidro til å redusere CO₂-utslippene med opptil 10 - 20 prosent pr. år for enkelte sektorer, mens utslagene var langt mindre for andre sektorer. Utslipp fra stasjonære kilder i de deler av industri og tjenesteyting som er analysert ble ifølge beregningene redusert med mellom 75 000 og 157 000 tonn pr. år i perioden 1987 til 1993. Utslippsreduksjonene utgjorde mellom 1,5 prosent og 5,9 prosent pr. år av de stasjonære utslippene som ble studert.

CO₂-avgiften ga relativt små reduksjoner i husholdningenes bruk av energi til boligoppvarming. Virkningen av CO₂-avgiften var størst i 1991 og 1992, med en reduksjon i forbruket av olje og parafin på om lag 3 prosent.

Utslipp av CO₂ fra mobile kilder utgjorde om lag 40 prosent av totale CO₂-utslipp, og produksjonssektorene og husholdningene sto for henholdsvis 70 og 30 prosent av disse utslippene. I analysen av CO₂-utslipp fra transportbruk i industri og tjenesteyting ble endringen i CO₂-utslipp i forhold til bruttoprodukt (CO₂-intensiteten) dekomponert for å gi et bilde av hva endringen kunne skyldes. De tre komponentene vi så på var

endring i nærings sammensetning (sektorstruktur), endring i energibruk i forhold til bruttoproduktet (energiintensitet) og endring i sammensetning av forbruket av ulike transportoljer. CO₂-intensiteten ble redusert med 3 prosent pr. år fra 1988 til 1992. Endringen skyldtes hovedsakelig endringer i sektorstrukturen. CO₂-avgiften kan ha påvirket nærings sammensetningen og dermed CO₂-intensiteten, men det er usikkert i hvilken grad dette har skjedd.

Ifølge beregningene ble utslipp av CO₂ fra mobile kilder i husholdningene redusert med 2 til 3 prosent pr. år som følge av CO₂-avgiften. Dette utgjorde årlige reduksjoner på mellom 94 000 og 119 000 tonn CO₂.

Prosessutslipp av CO₂ utgjorde om lag 20 prosent av totale CO₂-utslipp. Energibærere til prosessformål har vært fritatt for CO₂-avgift og grunnavgift. Endringene i CO₂-utslipp og CO₂-intensitet fra 1988 til 1993 var små.

Utslipp av CO₂ fra petroleumssektoren (som består av både stasjonære utslipp, mobile utslipp og prosessutslipp) utgjorde over 20 prosent av totale CO₂-utslipp i 1993. CO₂-intensiteten ble redusert med over 15 prosent fra 1990 til 1992, mens den økte med 3 prosent fra 1992 til 1993. Ifølge ECON (1994) er utslippene pr. produsert enhet i denne sektoren redusert med om lag 1,5 prosent som følge av tiltak gjennomført på grunn av CO₂-avgiften.

CO₂-intensiteten for transport i produksjonssektorene er redusert som følge av endringer i energiintensitet, sammensetning av transportoljer og særlig sektorstruktur. Analysen bygger på en periode på bare 4 år, og resultatene ville vært mer robuste om analyseperioden var lenger. Analysen av de mobile utslippene har avdekket behov for å samle inn bedre fysiske data. Datagrunnlaget er ikke godt nok fordi beregningsmetodene er endret og ikke gir sammenlignbare tallserier over tid. Den valgte sektorinndelingen har vist seg å være for aggregert til å kunne dekomponere endringen i CO₂-intensitet på en god måte. Dersom sektorene er lite ensartede, kan strukturendringer innen en aggregert sektor gi resultater som tolkes som

endring i energiintensitet. Selv om sektorinndelingen hadde vært god nok til å si hva som var strukturendringer og hva som var andre endringer, ville imidlertid fortsatt problemet vært å si hvor mye av endringen i de ulike komponentene som skyldes CO₂-avgiften.

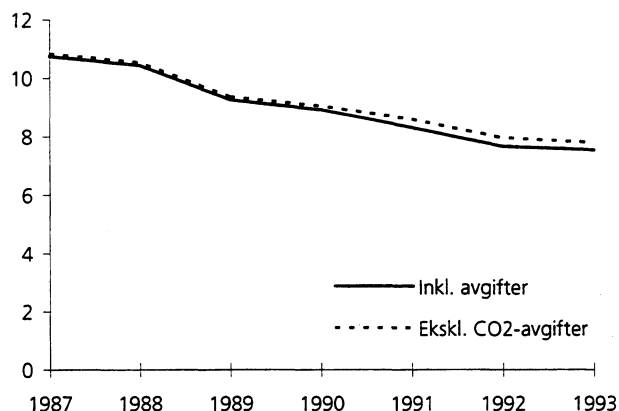
Sjøtransport og lufttransport er i stor grad fritatt for avgift. Likevel er reduksjonen i CO₂-intensiteten større for disse transportformene enn andre transportformer. Fiskesektoren bidro sterkt til redusert samlet CO₂-intensitet i transport fra 1988 til 1992, selv om olje til kystfiske er fritatt for CO₂-avgift. Disse utslippsendringene har skjedd uavhengig av avgiften og skyldes sterk økning i oppdrettsnæringen samtidig med redusert tradisjonelt fiske.

Endringer i nærings sammensetning, energiintensitet og sammensetning av energibærere er viktige for hvordan CO₂-utslippene endrer seg. En CO₂-avgift påvirker lønnsomheten i ulike næringer på forskjellig måte ettersom hvor oljeavhengige og energieffektive næringene er. Sektorstrukturen kan dermed endres som følge av avgiften. En konsekvens av CO₂-avgiften kan også være at teknologiske endringer fremskyndes slik at energieffektiviteten forbedres. Videre vil en CO₂-avgift gi økt pris på olje i forhold til andre energibærere, slik at både husholdninger og bedrifter vil erstatte bruk av olje med bruk av andre energibærere dersom det er mulig. Endringer i nærings sammensetning, energiintensitet og sammensetning av energibærere kan dermed skyldes CO₂-avgiften, men årsaken kan også være en rekke andre forhold som for eksempel konjunkturforhold, utskifting av umoderne og energiintensivt produksjonsutstyr, priser, generelle teknologiske fremskritt, reguleringer, muligheter for å veksle mellom energibærere osv.

Figur 10.1 viser utviklingen i CO₂-utslipp med og uten avgifter (CO₂- og grunnavgift) for deler av økonomien. Figuren omfatter således utslipp fra stasjonære kilder i husholdningene, stasjonære utslipp i store deler av industrien og privat og offentlig tjenesteyting samt mobile kilder i husholdningene (personbilbruk). De viktigste kildene som ikke dekkes er prosessutslipp, utslipp fra petroleumssektoren og utslipp fra mobile kilder utenom husholdningssektoren.

CO₂-utslipp som analyseres i denne artikkelen målt som andel av totale norske CO₂-utslipp reduseres gradvis fra 31 prosent i 1987 til 21 prosent i 1993 (blant annet på grunn av økte utslipp fra petroleumssektoren). Siden bare om lag 60 prosent av CO₂-utslippene er avgiftsbelagt i perioden 1991 til 1993, utgjør utslippene som studeres mellom 41 og 35 prosent av totale avgiftsbelagte utslipp i denne perioden. Petroleumssektoren står for om lag halvparten av de avgiftsbelagte CO₂-utslippene som ikke inngår i figur 10.1.

Figur 10.1. Utviklingen i totale CO₂-utslipp¹ og utslippsendring som følge av CO₂- og grunnavgift, 1987 - 93. Millioner tonn



1) Mobile utslipp for produksjonssektorene, prosessutslipp og om lag halvparten av de stasjonære utslippene i produksjonssektorene (bl.a. petroleumssektoren) inngår ikke.

En konklusjon på grunnlag av resultatene i denne rapporten er at CO₂-avgiften trolig har hatt en viss effekt på CO₂-utslipp fra mobile kilder i husholdningene og stasjonære kilder. Samlet virkning av CO₂-avgiften på utslippene som studeres i denne analysen er 3 - 4 prosent i perioden 1991 til 1993. Til sammenligning endret prisen på fyringsolje og bensin seg med henholdsvis 14 - 20 prosent og 8 - 10 prosent som følge av CO₂-avgiften og grunnavgiften (forutsatt eksakt overveltning av avgiftene i prisene). Beregningene tyder dermed på at CO₂-avgiften har hatt effekt på CO₂-utslippene for de deler av økonomien som er studert her. Virkningen på utslipp fra øvrige mobile kilder (industri og tjenesteyting) er mer usikker, delvis pga. dårlig datagrunnlag og delvis fordi andre forhold enn CO₂-avgiften kan påvirke nærings sammensetning og energiintensitet. Effekten av CO₂-avgiften er begrenset ved at bare om lag 60 prosent av utslippene er avgiftsbelagt.

11. Referanser

ECON (1994): *Virkninger av CO₂-avgift på olje- og gassutvinning i Norge. Delrapport 4: Sammendrag og konklusjoner*. ECON-rapport nr. 326/94, Oslo.

Finans- og tolldepartementet (1992): *Mot en mer kostnadseffektiv miljøpolitikk i 1990-årene. Prinsipper og forslag til bedre prising av miljøet*. NOU 1992:3.

Mysen, H. T. (1991): *Substitusjon mellom olje og elektrisitet i produksjonssektorene i en makromodell*. Rapporter 91/7, Statistisk sentralbyrå.

Mysen, H. T. (1994): *Reestimering av energietterspørsel i produksjonssektorene i MODAG og MSG-EE*. Upublisert notat, Statistisk sentralbyrå.

Ljones, A., R. Nesbakken, S. Sandbakken og A. Aaheim (1992): *Energibruk i husholdningene. Energiundersøkelsen 1990*. Rapporter 92/2, Statistisk sentralbyrå.

Nesbakken, R. og S. Strøm (1993): *Energiforbruk til oppvarmingsformål i husholdningene*. Rapporter 93/10, Statistisk sentralbyrå.

Statistisk sentralbyrå (1994): *Skatter og overføringer til private. Historisk oversikt over satser mv. Årene 1975-1994*. Rapporter 94/21, Statistisk sentralbyrå.

Torvanger, A. (1990): "Manufacturing Sector Carbon Dioxide Emissions in nine OECD Countries, 1973-87. A Divisia index decomposition to changes in fuel mix, emission coefficients, industry structure, energy intensities, and international structure". *Energy Economics* **13**, 3, July 1991, 168-186.

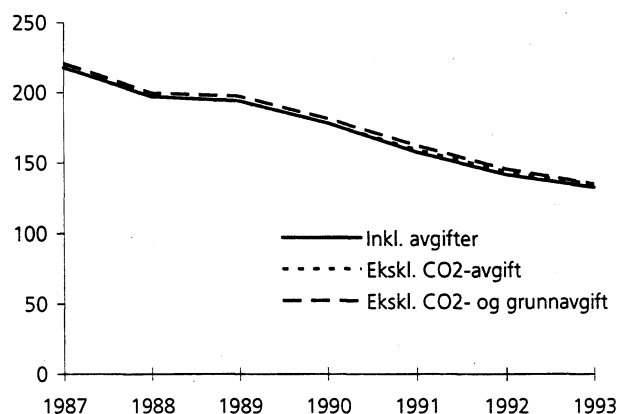
Aasness, J. og B. Holtmark (1993): *Consumer Demand in a General Equilibrium Model for Environmental Analysis*. Discussion Papers No. 105, Statistisk sentralbyrå.

Vedlegg A. Oljeforbruk i produksjonssektorene, med og uten avgifter

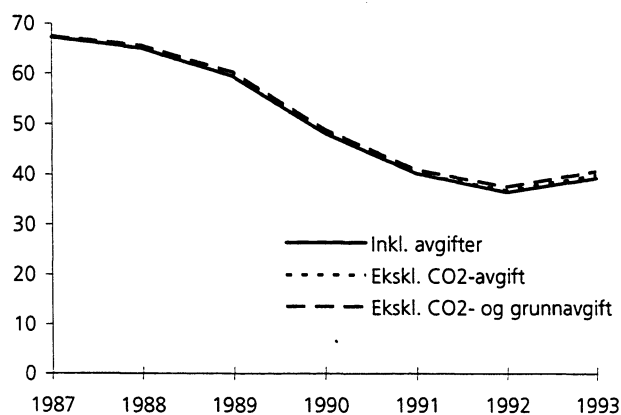
Tabell A1. Oljepriser, 1987 - 93. Øre/liter

	Inkl. alle avgifter	Ekskl. CO ₂ -avgift	Ekskl. CO ₂ - og grunnavgift
1987	235	235	220
1988	241	241	220
1989	265	265	244
1990	317	317	286
1991	376	346	314
1992	350	320	296
1993	362	322	322

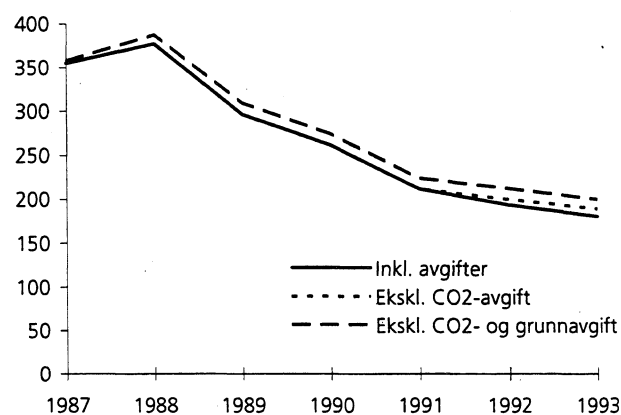
Figur A2. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 15, Produksjon av konsumvarer, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn



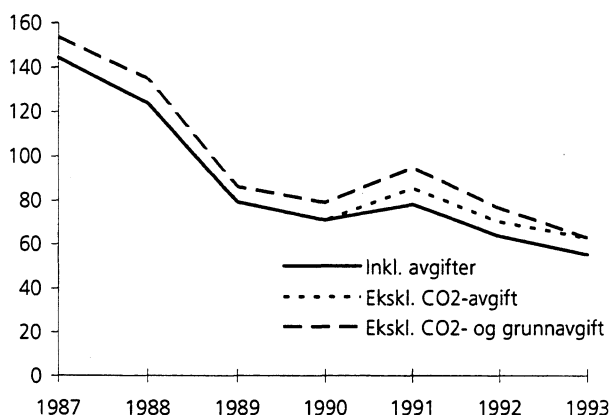
Figur A1. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 11, Produksjon av jordbruksprodukter, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn



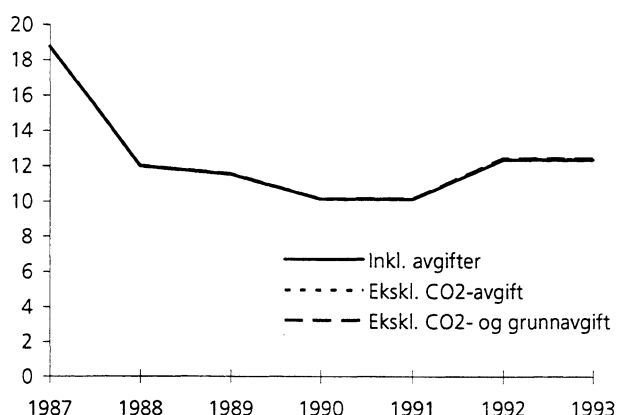
Figur A3. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 25, Produksjon av vareinnsats- og investeringsvarer, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn



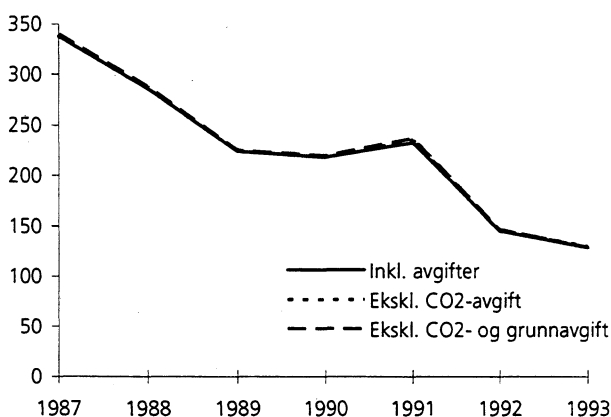
Figur A4. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 34, Produksjon av treforedlingsprodukter, 1987 - 93. 1000 tonn



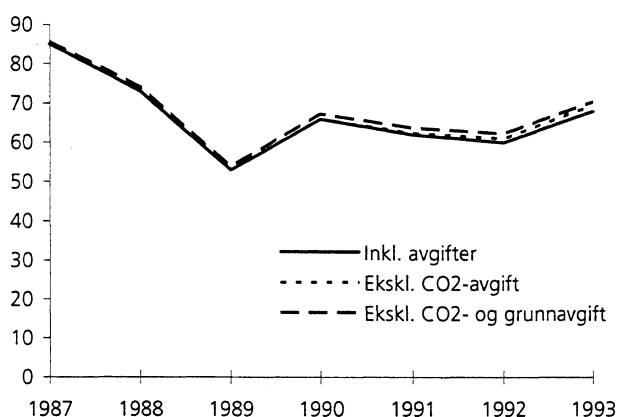
Figur A7. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 50, Produksjon av skip og plattformer, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn



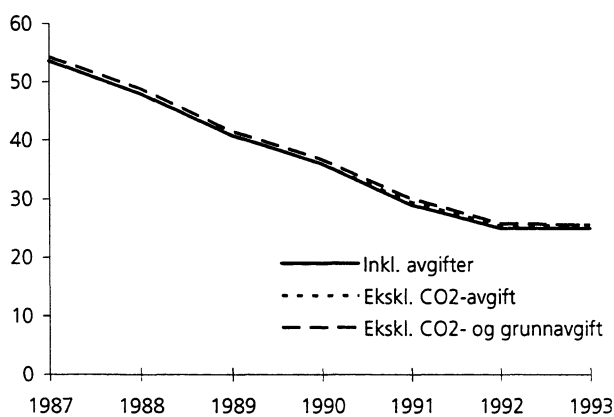
Figur A5. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 37, Produksjon av kjemiske råvarer, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn



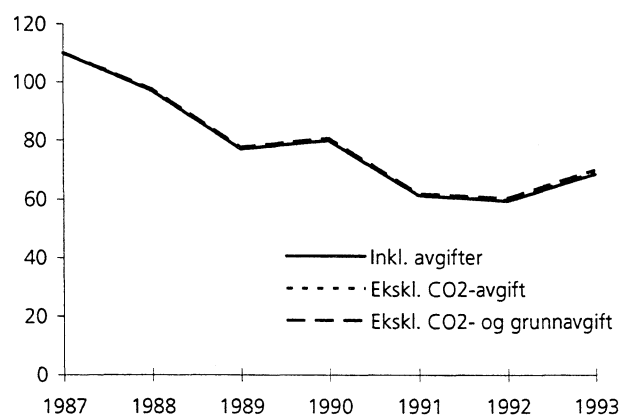
Figur A8. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 81, Varehandel, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn



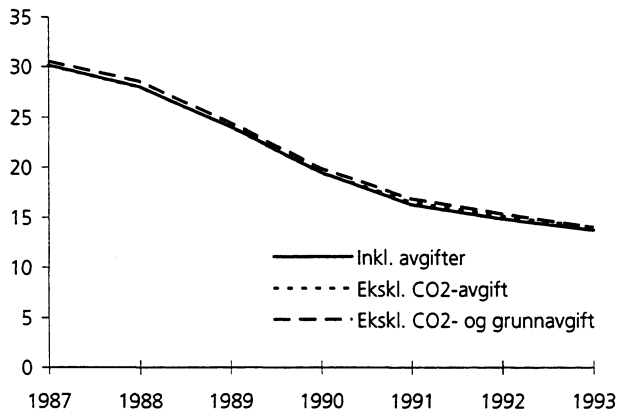
Figur A6. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 45, Produksjon av verkstedprodukter, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn



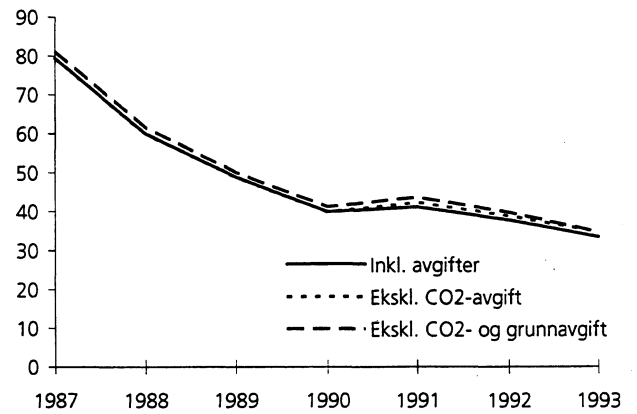
Figur A9. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 85, Annen privat tjenesteyting, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn



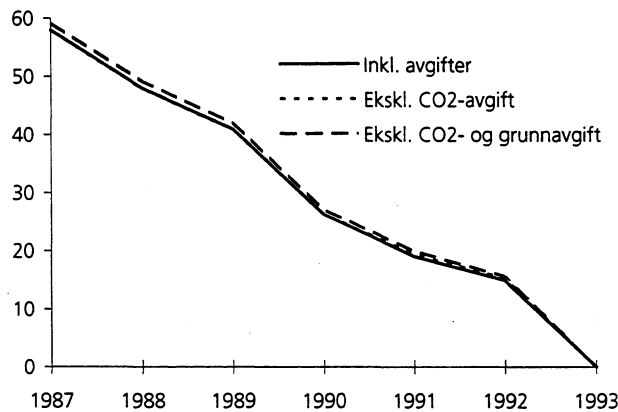
Figur A10. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 92, Forsvar, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn



Figur A12. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 94, Helsetjenester, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn

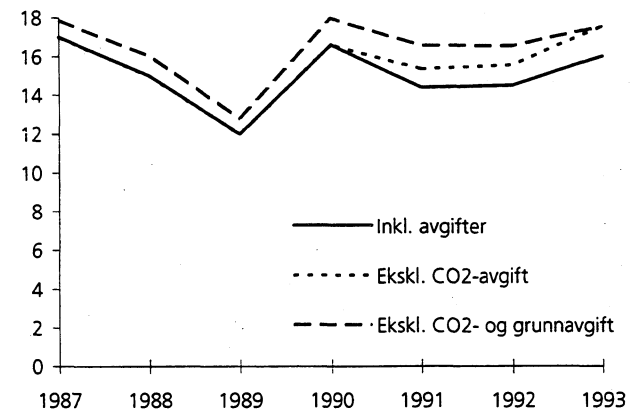


Figur A11. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 93, Undervisning og forskning¹⁾, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn



1) Ifølge energiregnskapet brukte denne sektoren kun elektrisitet i 1993

Figur A13. Oljeforbruk til stasjonære formål i sektor 95, Annen offentlig tjenesteyting, med og uten avgifter, 1987 - 93. 1000 tonn



Vedlegg B. Dekomponering ved Divisia-indeks

Dekomponeringen av CO₂-intensiteten skjer ved bruk av Divisia-indeks med kontinuerlig oppdatering av vektene. Den diskrete approksimasjonen (årlige data) gir en indeks med vektorer lik det aritmetiske gjennomsnittet av verdiene i to påfølgende perioder (år). Endringen i CO₂-intensitet kan skrives som antilogaritmen til en veiet sum av logaritmen til endring i strukturkomponent, energiintensitet og energibærerandeler, hvor vektene er hver komponents løpende andel i aggregatet, se Torvanger (1990):

$$\frac{Y_{t+1}}{Y_t} = e^{\left[\sum_j \frac{w_{j,t+1} + w_{j,t}}{2} \left(\ln \frac{S_{j,t+1}}{S_{j,t}} + \ln \frac{I_{j,t+1}}{I_{j,t}} + \ln \frac{E_{j,t+1}}{E_{j,t}} \right) \right]} + R$$

⇕

$$DY = DS \cdot DI \cdot DE + R$$

hvor

Y er aggregert CO₂-intensitet for mobil aktivitet i Norge,

w_{ij} er andelen av CO₂-utslippene som stammer fra energibærer i i sektor j,

S_j er sektor j's andel av totalt bruttoprodukt,

I_j er energiforbruk (målt i kWh eller PJ) i forhold til bruttoprodukt i sektor j,

E_{ij} er energibærer i's andel av totalt energiforbruk i sektor j,

R er et restledd som oppstår pga. diskret tilnærming til et kontinuerlig uttrykk,

DY er endring i CO₂-intensitet,

DS er strukturkomponenten i Divisia-indeks dekomponeringen,

DI er komponenten for energiintensitet i Divisia-indeks dekomponeringen,

DE er komponenten for energibærerandeler i Divisia-indeks dekomponeringen.

Tabell B1. Divisia-indeks dekomponering av CO₂-intensitet for mobil aktivitet i produksjonssektorene, 1988 - 92

	DY	DE	DI	DS	R
1988-1989	0,97	1,00	1,00	0,97	0,00
1989-1990	0,93	0,99	1,01	0,98	-0,05
1990-1991	0,97	1,00	1,00	0,98	-0,01
1991-1992	1,00	1,00	1,00	0,98	0,02
1988-1992	0,88	0,99	1,01	0,91	-0,04
Gj.snitt pr. år	0,97	1,00	1,00	0,98	-0,01

Tidligere utgitt på emneområdet

Rapporter (RAPP)

- 86/1 Naturressurser og miljø 1985.
- 87/1 Naturressurser og miljø 1986.
- 88/1 Naturressurser og miljø 1987.
- 89/1 Naturressurser og miljø 1988.
- 90/1 Naturressurser og miljø 1989.
- 91/1 Naturressurser og miljø 1990.
- 92/1 Naturressurser og miljø 1991.
- 93/1 Naturressurser og miljø 1992.
- 94/18 Brendemoen, A., M. I. Hansen og B. M. Larsen.
Framskrivning av utslipp til luft i Norge. En
modelldokumentasjon.

Statistiske Analyser (SA)

- 2 Naturressurser og miljø 1993, 1994.
- 6 Naturressurser og miljø 1995, 1994.

Økonomiske analyser (ØA)

- 4/95 Larsen, B. M. og R. Nesbakken. Norske CO₂-
utslipp 1987-1993. En studie av CO₂-avgiftens
effekt.



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



Publikasjonen kan bestilles fra:

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

Telefon: 22 86 49 64
22 86 48 87
Telefaks: 22 86 49 76

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

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

ISBN 82-537-4158-8
ISSN 0806-2056

Pris kr 80,00

