

RAPPORTER

92/1

NATURRESSURSER OG MILJØ 1991



STATISTISK SENTRALBYRÅ
CENTRAL BUREAU OF STATISTICS OF NORWAY

RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ 92/1

**NATURRESSURSER OG MILJØ
1991**

ENERGI, LUFT, FISK, SKOG, JORDBRUK,
KOMMUNALE AVLØP, AVFALL,
MILJØINDIKATORER

RESSURSREGNSKAP OG ANALYSER

STATISTISK SENTRALBYRÅ
OSLO-KONGSVINGER 1992

ISBN 82-537-3651-7
ISSN 0332-8422

EMNEGRUPPE

10 Ressurs- og miljøregnskap og andre generelle ressurs- og miljømner

EMNEORD

Forurensning

Naturmiljø

Miljøøkonomi

Utslipp

Foto: Forside: Frode Brunvoll. Bakside: Hans Viggo Sæbø

FORORD

Statistisk sentralbyrå utarbeider statistikk over miljøforhold og regnskaper for en del viktige naturressurser. Det utvikles også metoder og modeller for å analysere miljøforhold og naturressurser i sammenheng med øvrig samfunnsutvikling. Publikasjonen *Naturressurser og miljø* gir en årlig oversikt over dette arbeidet.

Naturressurser og miljø 1991 inneholder oppdaterte ressursregnskaper for energi og fisk og utslippsregnskap for luft, samt resultater fra analyser basert på disse regnskapene. Videre presenteres oversikter over jordbruksforurensninger, skogskader, kommunale avløpsreanlegg og avfall. Rapporten avsluttes med et kapittel om miljøindikatorer.

Det rettes stor takk til institusjoner som har bidratt med data til *Naturressurser og miljø 1991*.

Førstekonsulent Frode Brunvoll har vært redaktør for publikasjonen, som er et samarbeidsprosjekt mellom Seksjon for ressursregnskap og miljø, Avdeling for økonomisk statistikk og Seksjon for ressurs- og miljøanalyser, Forskningsavdelingen.

Statistisk sentralbyrå, Oslo 13. mars 1992.

Svein Longva



INNHold

	Side
FIGURREGISTER	7
TABELLREGISTER	10
1. INNLEDNING OG SAMMENDRAG	13
2. ENERGI	17
2.1 Det norske energimarkedet	17
2.2 Verdensmarkedet	30
2.3 Energipolitikk	33
2.4 Analyseprosjekt: Energibruk i husholdninger	35
2.5 Analyseprosjekt: Energiforbruket i Vest-Europa	38
2.6 Analyseprosjekt: Energietterspørsel i de nordiske land	44
2.7 Analyseprosjekt: Modell for kraftsektoren i Norge	47
2.8 Enheter og omregningsfaktorer	49
2.9 Tabellvedlegg	50
Referanser	56
3. LUFT	57
3.1 Luftforurensning - noen kilder og virkninger	57
3.2 Utslipp til luft i Norge	60
3.3 Utvikling i regional forurensningskonsentrasjon	73
3.4 Noen nyttevirkninger av klimatiltak	76
3.5 Metans effekter på jordens klima	85
Referanser	90
4. FISK	91
4.1 Bestandsutvikling	91
4.2 Kvoter og fangst	94
4.3 Overføring av fiskerettigheter	96
4.4 Fiskeoppdrett	98
4.5 Eksport av fiskevarer	99
5. SKOG	103
5.1 Skogen i Norge	103
5.2 Skogens helsetilstand	104
Referanser	109
6. JORDBRUK, AREALBRUK OG FORURENSNING	111
6.1 Areal og arealressurser	111
6.2 Forurensninger fra jordbruket	113
Referanser	121
7. AVLØPSRENSLEANLEGG	123
7.1 Bakgrunn	123
7.2 Metode	123
7.3 Resultater	124

8. AVFALL	131
8.1 Spesialavfall i deponier og forurenset grunn	132
8.2 Innlevering av spesialavfall	135
8.3 Kildesortering i private husholdninger	138
Referanser	139
9. MILJØINDIKATORER	141
9.1 Hva er en miljøindikator?	141
9.2 Hvorfor er vi opptatt av miljøet?	142
9.3 Klassifisering av miljøindikatorene	143
9.4 Indikatorsettet	144
9.5 "Grønt BNP"	146
Referanser	149
VEDLEGG	
Publikasjoner fra Seksjon for ressursregnskap og miljø og Seksjon for ressurs- og miljøanalyser. 1989-1991/92	151
Utkommet i serien RAPPORTER fra Statistisk sentralbyrå	153

Standardtegn i tabeller:

.	Tall kan ikke forekomme
..	Oppgave mangler
-	Null
0	Mindre enn 0,5 av den brukte enhet
0,0	Mindre enn 0,05 av den brukte enhet
*	Foreløpige tall

FIGURREGISTER

	Side
1. INNLEDNING OG SAMMENDRAG	13
1.1 Bruk av energivarer utenom energisektorene og utenriks sjøfart. 1976-1991. Petajoule	13
1.2 Utslipp til luft. 1973-1991	15
2. ENERGI	17
2.1 Nyttbar vannkraft 1. januar 1992. TWh	18
2.2 Kapitalavkastningsrate i kraftsektoren 1980-1991. Prosent	18
2.3 Olje- og gassproduksjonen på norsk sokkel. 1971-1991. Mtoe	20
2.4 Olje- og gassproduksjonen fra de største feltene i 1991. Mtoe	20
2.5 Påløpte investeringskostnader i petroleumssektoren. 1983-1992. Milliarder kroner	22
2.6 Oljerente, statens netto kontantstrøm (SNK) og Norges netto kontantstrøm (NNK). Milliarder kroner	24
2.7 Netto alminnelig fastkraftforbruk. 12 måneders glidende sum. 1978-1991. TWh	28
2.8 Alminnelig elektrisitetsforbruk og salg av fyringsoljer og parafin. Nyttiggjort energi. 1978-1991. TWh	28
2.9 Beregnede priser for nyttiggjort energi. 1973-1991. Faste 1980-priser. Øre/kWh. Alle avgifter inkludert	29
2.10 Priser på drivstoffoljer. 1973-1991. Faste 1980-priser. Øre/l	30
2.11 Spotprisen på Brent Blend	30
2.12 Oljeproduksjonen i OPEC. Mill. fat pr. dag	31
2.13 Gjennomsnittlig energiforbruk pr. husholdning pr. år etter hustype og boligens areal. kWh tilført energi	36
2.14 Gjennomsnittlig energiforbruk pr. husholdning pr. år etter hustype og husholdningsstørrelse. kWh tilført energi	37
2.15 Utviklingen i samlet, temperaturkorrigert energiforbruk for husholdningssektoren. PJ	37
2.16 Sluttforbruk av energi fordelt på energibærere for 9 vest-europeiske land samlet. 1978-1989. Mtoe	39
2.17 Sluttforbruk av energi fordelt på sektor for 9 vest-europeiske land samlet. 1978-1989. Mtoe ..	39
2.18 Sluttforbruk av energi i 9 vest-europeiske land. 1978-1989. Mtoe	40
2.19 Energiintensiteter i 9 vest-europeiske land. 1978-1988. 1 000 toe/BNP (faste 1988-US Dollar)	41
2.20 Fordeling av energiforbruket på energibærere i 9 vest-europeiske land. 1987 og 1989. Prosent	42
2.21 Total kraftproduksjon i 9 vest-europeiske land samlet. 1978-1989. TWh	43
2.22 Sammensetningen av kraftproduksjonen i 9 vest-europeiske land. 1989. Prosent	43
2.23 Beregnet pris på elektrisitet til husholdninger (inkl. alle avgifter) med og uten prisdiskriminering. 1988-2000. Kr/kWh	48
3. LUFT	57
3.1 Utslipp av SO ₂ etter kilde. 1973-1991*. 1 000 tonn SO ₂	65
3.2 Forbrenningsutslipp av SO ₂ fordelt på energivare. 1989	65
3.3 Utslipp av NO _x etter kilde. 1973-1991*. 1 000 tonn NO _x	66
3.4 Utslipp av CO etter kilde. 1973-1991*. 1 000 tonn CO	66
3.5 Utslipp av NMVOC etter kilde. 1973-1991*. 1 000 tonn NMVOC	67
3.6 Utslipp av partikler etter kilde. 1973-1991*. 1 000 tonn partikler	67

3.7	Utslipp av bly etter kilde. 1973-1991*. Tonn Pb	68
3.8	Utslipp av CO ₂ etter kilde. 1973-1991*. Millioner tonn CO ₂	68
3.9	Forbrenningsutslipp av CO ₂ fordelt på energivare. 1989	69
3.10	Tilførsel av oksidert svovel (målt som S) til Norge fra europeiske land og havområder. 1990 .	71
3.11	Tilførsel av oksidert nitrogen (målt som N) til Norge fra europeiske land og havområder. 1990	71
3.12	Gjennomsnittlig SO ₂ -konsentrasjon i luft i endel større norske byer. µg SO ₂ /m ³ luft. Nasjonale utslipp av SO ₂ . 1 000 tonn. 1977-1991	73
3.13	Gjennomsnittlig sot-konsentrasjon i luft i endel større norske byer. µg sot/m ³ luft. Nasjonale utslipp av partikler. 1 000 tonn. 1977-1991	74
3.14	Gjennomsnittlig bly-konsentrasjon i luft i endel større norske byer. µg Pb/m ³ luft. Nasjonale utslipp av bly. Tonn. 1977-1991	74
3.15	Årsmiddelkonsentrasjoner av SO ₂ ved noen bakgrunnsstasjoner. µg/m ³ . 1980-1991	75
3.16	Årsmiddelkonsentrasjoner av partikulært sulfat ved noen bakgrunnsstasjoner. µg/m ³ luft. 1980-1991	75
3.17	Empiriske analyser av sammenhenger mellom reduksjoner i CO ₂ -utslipp og reduksjoner i BNP	77
3.18	Kostnadsreduksjoner i stabiliseringsalternativet relativt til referansebanen i år 2000. Millioner 1990-kroner	81
3.19	Kostnadsreduksjoner i avtalealternativet relativt til referansebanen i år 2000. Millioner 1990-kroner	81
3.20	Kompenserende økning i samlet forbruksmulighet for ulike grupper av husholdninger ved innføring av CO ₂ -avgifter. År 2000. Prosent av inntekt	84
3.21	Variasjoner i konsentrasjon av CO ₂ og CH ₄ og temperatur i Antarktis de siste 160 000 år	
3.22	Konsentrasjonsutvikling for metan siden 1700-tallet	86
3.23	Variasjoner i metankonsentrasjonen på ulike breddegrader for perioden 1984-1987	87
3.24	Kilder og sluk for metan	88
4. FISK	.....	91
4.1	Totalbestand og gytebestand av norsk-arktisk torsk. 1962-1991. 1 000 tonn	91
4.2	Rekruttering av norsk-arktisk torsk. 1962-1988. Millioner individer som treåringer	92
4.3	Totalbestand og gytebestand av norsk vårgytende sild. 1973-1991. 1 000 tonn	92
4.4	Rekruttering av norsk vårgytende sild. 1973-1988. Millioner individer som treåringer	93
4.5	Størrelse av loddebestanden i Barentshavet om høsten. 1973-1991. Millioner tonn	93
4.6	Kvoter og fangst. Norsk-arktisk torsk. 1978-1992. 1 000 tonn	95
4.7	Norsk fangst, etter grupper av fiskeslag. 1991. 1 000 tonn og millioner kr	96
4.8	Nettooverføring fra Norge til utlandet. 1981-1991. 1 000 tonn torskeekvivalenter (t.e.)	97
4.9	Fiskeoppdrett. Slaktet mengde laks og regnbueørret. 1981-1991. 1 000 tonn	98
4.10	Eksport av fersk, rundfrost fisk, filét og klippfisk/tørrfisk. 1987-1991. Millioner kr	101
5. SKOG	.....	103
5.1	Fylkesvis fordeling av produktivt bar- og lauvskogareal 1989	103
5.2	Gjennomsnittlig kronetetthet for observasjonsflatene. Gran. Prosent. 1991	105
5.3	Observasjonstrærnes fordeling på kronetetthetsklasser. Gran. 1988-1991	106
5.4	Observasjonstrærnes fordeling på kronetetthetsklasser. Furu. 1988-1991	106
5.5	Observasjonstrærnes fordeling på kronetetthetsklasser etter trærnes alder. Gran. 1991	107
5.6	Observasjonstrærnes fordeling på kronetetthetsklasser etter trærnes alder. Furu. 1991	107
5.7	Fordeling av andel prøveflater etter forekomst av redusert lauv- og barmasse på trærne. Alle treslag. Europeiske land. 1990	108
6. JORDBRUK. AREALBRUK OG FORURENSNING	.....	111
6.1	Jordbruksarealet etter vekstgrupper. 1939-1989. Mill. dekar	111
6.2	Åker- og engareal i Norge etter fylke. 1989	112

	Side
6.3 Dyrket og dyrkbar jord som er omdisponert til annet enn jordbruksformål. 1967-1990. 1 000 dekar	113
6.4 Relativ fordeling av tilførslene av N og P til kyststrekningen Østfold-Lindesnes, etter kilde. 1990. Prosent	113
6.5 Nitrogenutslipp fra jordbruket. Punktkilder og arealavrenning i fylkene som omfattes av Nordsjøavtalen. 1985. Millioner kg	114
6.6 Fosforutslipp fra jordbruket. Punktkilder og arealavrenning i fylkene som omfattes av Nordsjøavtalen. 1985. 1 000 kg	114
6.7 Kornarealet fordelt på høstpløyd/ikke høstpløyd i fylker med betydelig kornareal. Høst 1989/vår 1990. 1 000 dekar	115
6.8 Kornarealet fordelt på høstsådd og vårsådd korn. Utvalgte fylker. Høst 1989/vår 1990. 1 000 dekar	116
6.9 Mengde husdyrgjødsel i gjennomsnitt pr. dekar fulldyrket areal. Hele landet og "alge-fylkene". 1984-1991*. Kg P/dekar	116
6.10 Overskytende gjødsel i forhold til et krav om 4 dekar fulldyrket areal pr. gjødseldyrenhet. 1984-1991*. Prosent av all husdyrgjødsel	117
6.11 Fosfor i husdyrgjødsel fordelt på spredning i og utenfor vekstsesong. Fylker. 1988	118
6.12 Andel av husdyrgjødsel spredd i vekstsesongen fordelt på brukenes lagringskapasitet for husdyrgjødsel målt i måneder med inneføring. Hele landet. 1988	119
6.13 Omsetningen av nitrogen og fosfor i handelsgjødsel i Norge. 1978-1990. 1 000 tonn	119
6.14 Kornarealet fordelt på delt gjødsling og gjødsling én gang. Utvalgte fylker. 1989. Dekar	120
7. AVLØPSRENSSEANLEGG	123
7.1 Kapasitet og belastning, etter renseprinsipp. Millioner P.E. 1990	125
7.2 Hydraulisk kapasitet (P.E) pr. innbygger. Fylke. 1990	126
7.3 Hydraulisk kapasitet (P.E) fordelt på mekaniske og høygradige renseanlegg. Fylke. 1990	127
7.4 Kapasitet etter eierforhold. Fylke. Millioner P.E. 1990	128
7.5 Kjemikalieforbruket etter type kjemikalium. Prosent. 1990	128
7.6 Slamdisponering, etter anvendelsesområde. Prosent. 1990	130
7.7 Kapasitet, etter resipient. Mill. P.E. 1990	130
8. AVFALL	131
8.1 Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall. Lokalteter i ulike grupper, etter avstand fra nærmeste bebyggelse. 1991. Prosent	133
8.2 Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall. Forekomst av ulike grupper spesialavfall på lokalitetene i Gruppe 1 og Gruppe 2*. 1991. Prosent	134
8.3 Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall, etter hovedresipient. 1991. Prosent	134
8.4 Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall, etter dominerende områdetype. 1991. Prosent	134
8.5 Innlevert spesialavfall fordelt på hovedtyper av avfall. 1991. Prosent	136
8.6 Innlevert spesialavfall fordelt på fylke. 1991. Prosent	137
8.7 Innlevert spesialavfall, etter næring. 1990. 1 000 tonn	137
8.8 Andel av private husholdninger i fylkene som sorterer avfall. November 1990	138
8.9 Andel av private husholdninger som sorterer ulike typer avfall. November 1990. Prosent	138
8.10 Andel av ulike husholdningstyper som sorterer avfall. November 1990. Prosent	139
8.11 Andel av private husholdninger bosatt i ulike hustyper som sorterer avfall. November 1990. Prosent	139
9. MILJØINDIKATORER	141
9.1 Global middeltemperatur. 1856-1990. Avvik fra referanseperioden 1951-1980 i grader Celsius	145
9.2 Endring i kronetetthet for nåletrær i Norge. 1988-1991. Prosentpoeng	146
9.3 Skalltykkelse hos dvergalk. 1885-1985. µm	146

TABELLREGISTER

	Side
2. ENERGI	17
2.1 Utførte og antatt påløpte investeringskostnader i oljeutvinning og rørtransport. 1990-1992. Milliarder kroner, løpende priser	22
2.2 Petroleumsinntekter og oljerente. 1976-1991	23
2.3 Uttak av energivarer i Norge. 1930-1991. PJ	25
2.4 Observert produksjon og forbruk av elektrisitet, og anslått fastkraftproduksjon og etterspørsel ved normale tilsigs- og temperaturforhold. 1990 og 1991. TWh	26
2.5 Energibruk utenom energisektorene, etter næring. 1990*. Endring 1976-1990	26
2.6 Energibruk utenom energisektorene og utenriks sjøfart, etter energivarer. 1991*. Endring 1976-1991	27
2.7 Elektrisitetsbalanse 1991*. Endring 1975-1991	27
2.8 Gjennomsnittlige kraftpriser, inklusive el.avgift (ekskl. merverdiavgift). Øre/kWh	29
2.9 Verdens reserver av olje og gass	32
2.10a Gjennomsnittlig årlig endring i energiintensitet i 9 vest-europeiske land. 1978-1982 og 1982-1988. Prosent	41
2.10b Gjennomsnittlig årlig endring i realpris på energi i 9 vest-europeiske land. 1978-1982 og 1982-1988. Prosent	41
2.11 Estimeringsresultater for substitusjon mellom elektrisitet og olje i industrisektorene	45
2.12 Veisektorens andel av totalt energiforbruk, vekstrater for energiforbruk og BNP i nordiske land. Prosent	46
2.13 Langsiktige pris- og inntektselastisiteter for bensin	46
2.14 Gjennomsnittlig energiinnhold, virkningsgrader og tetthet, etter energivarer	49
2.15 Energienheter	49
2.16 Prefikser	49
2.17 Reserveregnskap for råolje. Utbygde og besluttet utbygde felt. 1979-1991. Mtoe	50
2.18 Reserveregnskap for naturgass. Utbygde og besluttet utbygde felt. 1979-1991. Mtoe	50
2.19 Utvinning, omforming og bruk av energivarer. 1990*. PJ	51
2.20 Utvinning, omforming og bruk av energivarer. 1990*	52
2.21 Elektrisitetsbalanse. 1975-1991. TWh	53
2.22 Bruk av energivarer utenom energisektorene og utenriks sjøfart. 1976-1991. PJ	54
2.23 Gjennomsnittspriser på elektrisitet og noen utvalgte oljeprodukter. Tilført energi. 1981-1991 ..	55
3. LUFT	57
3.1 Kilder, skadevirkninger og grenseverdier knyttet til noen ulike forurensningskomponenter ...	59
3.2 Utvalgte utslippskoeffisienter for NO _x , NMVOC, CO og partikler. 1989	61
3.3 Utslippskoeffisienter for SO ₂ og CO ₂ . 1989	61
3.4 Utslipp til luft etter næring. 1989. 1 000 tonn når ikke annet er oppgitt	62
3.5 Utslipp til luft etter kilde. 1989. 1 000 tonn når ikke annet er oppgitt	63
3.6 Utslipp til luft i 1989 etter hovedkilde og næring. 1 000 tonn dersom ikke annet er oppgitt ...	64
3.7 Råvareimport av KFK og haloner til Norge i 1986, 1989, 1990 og 1991. Tonn	69
3.8 Utslipp til luft i noen land.	70
3.9 Forbruk av elektrisitet og petroleumsprodukter. Referansebanen	78
3.10 Framskrivning av utslipp til luft. Referansebanen	78
3.11 Forbruk av elektrisitet og petroleumsprodukter. Stabiliseringsalternativet. År 2000	79
3.12 Framskrivning av utslipp til luft. Stabiliseringsalternativet. År 2000	79

	Side
3.13 Forbruk av elektrisitet og petroleumsprodukter. Avtalealternativet. År 2000	80
3.14 Framskrivning av utslipp til luft. Avtalealternativet. År 2000	80
3.15 Endringer i forhold til referansebanen i år 2000. Milliarder 1990-kroner	84
4. FISK	91
4.1 Bestandsutvikling. Norsk-arktisk torsk. 1975-1991. 1 000 tonn	92
4.2 Bestandsutvikling. 1976-1991. 1 000 tonn	94
4.3 Kvoter og fangst. Etter bestand. 1978-1992. 1 000 tonn	95
4.4 Norsk fangst, etter grupper av fiskeslag. 1986-1991. 1 000 tonn	96
4.5 Deling av bestander i Nordsjøen. Prosent	97
4.6 Overføring av fiskerettigheter mellom Norge og andre land. 1991. 1 000 tonn torsk- ekvivalenter	97
4.7 Fiskeoppdrett. Fylke. 1990	98
4.8 Forbruk av antibakterielle midler til oppdrettsfisk. 1981-1991. Kg aktiv substans	99
4.9 Eksport av fiskevarer. 1981-1991. 1 000 tonn	100
4.10 Eksport av oppdrettslaks. 1981-1991	100
4.11 Eksportverdi av fiskevarer i mill. kr og i forhold til verdi av annen tradisjonell eksport. 1981-1991	101
6. JORDBRUK. AREALBRUK OG FORURENSNING	111
6.1 Gjennomsnittlig spredning av handelsgjødsel til korn og fulldyrket eng i Sør-Norge og "algefylkene". 1978, 1988 og 1989. Kg N og P pr. dekar	120
7. AVLØPSRENSSEANLEGG	123
7.1 Antall, anleggskapasitet og belastning etter renseprinsipp. 1988 og 1990	125
7.2 Gjennomsnittlig renseeffekt for fosfor, etter renseprinsipp	129
8. AVFALL	131
8.1 Oversikt over årlige avfallsmengder i Norge. Slutten av 1980-årene	131
8.2 Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall, etter rangeringsgruppe og lokalitet 1991	132
8.3 Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall. Fylke. 1991	133
8.4 Spesialavfall som går til eksternt håndtering (systemmengden). Slutten av 1980-årene	135
8.5 Innlevert spesialavfall. 1987-1991. 1 000 tonn	135
8.6 Innlevert spesialavfall til spesialavfallsystemet. 1991	136
8.7 Eksport av spesialavfall. 1986-1990. Tonn	137



1. INNLEDNING OG SAMMENDRAG

Innledning

Denne rapporten gir informasjon om viktige norske naturressurser og naturmiljøet i form av statistikk og analyseresultater. Hovedvekten er lagt på statistikk som er utarbeidet i Statistisk sentralbyrå, men data er også hentet fra andre kilder. På de områdene publikasjonen omhandler, har en forsøkt å belyse interessante trekk ved utviklingen og årsakene til denne utviklingen. I enkelte tilfeller er også effekten av mulige framtidige tiltak analysert.

Eksempler på aktuelle miljøspørsmål som rapporten bidrar til å belyse, er utviklingen i globalt klima, luftforurensninger og utslippene til Nordsjøen. Et hovedspørsmål er om Norge kan nå de målsettingene som er satt mht. framtidige utslipp av gasser som CO₂ og NO_x, og i hvilken grad tiltak for å oppnå disse målene går ut over andre målsettinger for økonomisk aktivitet og sysselsetting. Et annet spørsmål er hvorvidt vi greier å oppfylle den såkalte Nordsjøavtalen, som bl.a. pålegger oss å halvere utslippene av næringsalter av nitrogen og fosfor innen 1995 med utgangspunkt i situasjonen i 1985.

En måte å fokusere hovedtrekkene i miljøtilstanden på, er å presentere et sett *miljøindikatorer*. En miljøindikator er en størrelse som på en enkel måte skal gi et inntrykk av status og utvikling i miljøtilstanden. Det arbeides i dag med utvikling av miljøindikatorer i internasjonale organisasjoner som OECD og i en rekke land. I Norge er det satt ned en referansegruppe som skal utarbeide et sett miljøindikatorer. Gruppen ledes av Miljøverndepartementet. I tillegg til å delta her arbeider Statistisk sentralbyrå selv med slike indikatorer. Status i dette arbeidet er oppsummert i rapporten.

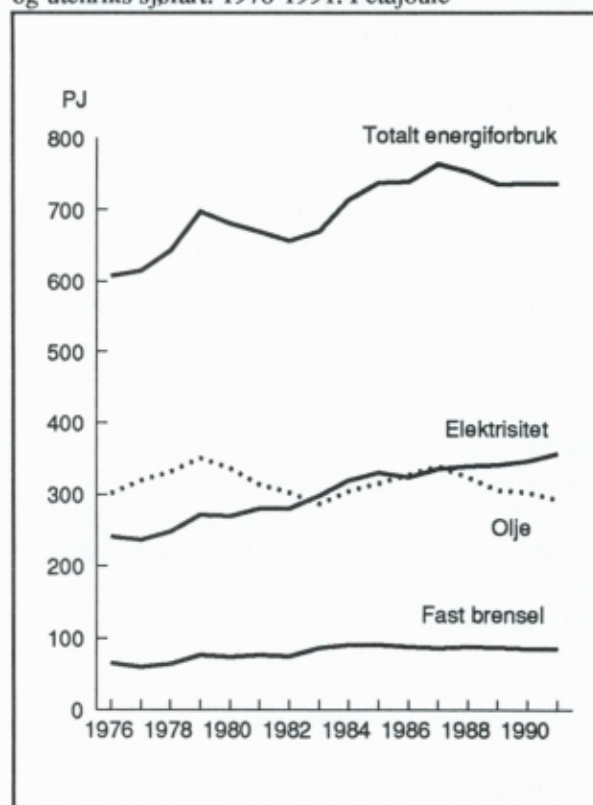
Sammendrag

I kapittel 2 gis en oversikt over norske energireserver, uttak og bruk av energi innenlands og

over de siste års utvikling i energiprisene. Det gis en oversikt over det internasjonale olje- og gassmarkedet. Utviklingen i energiforbruket i Europa beskrives også.

Det totale energiforbruket i Norge, utenom energisektorene og utenriks sjøfart, økte i perioden 1976-1989 med i gjennomsnitt 1,5 prosent årlig. Ifølge foreløpige tall har det ikke vært noen endring i totalt energiforbruk de siste to årene. Elektrisitetsforbruket har økt mer enn energiforbruket totalt, i gjennomsnitt 2,7 prosent pr. år i den samme perioden, mens oljeforbruket har gått ned i den siste del av perioden.

Figur 1.1. Bruk av energivarer utenom energisektorene og utenriks sjøfart. 1976-1991. Petajoule



Etter en betydelig vekst også i den innenlandske temperaturkorrigerede elektrisitetsetter-

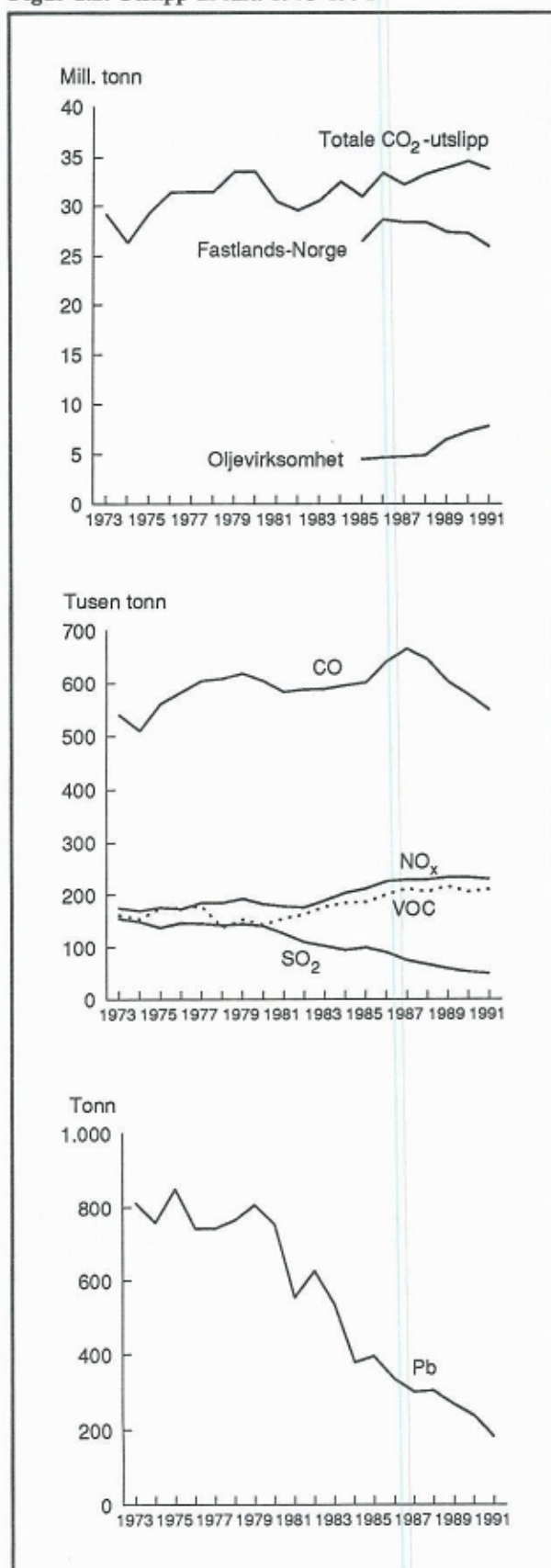
spørselen i alminnelig forsyning på hele 1980-tallet, viser foreløpige tall for 1991 en liten nedgang i denne etterspørselen. Den kraftige veksten historisk skyldes sterk økonomisk vekst og overgang fra bruk av olje til bruk av elektrisitet på grunn av stigende oljepriser og stigning i kostnadene ved installering av oljebasert utstyr. De siste fem årene har den økonomiske veksten avtatt uten at veksten i elektrisitetsforbruket har avtatt tilsvarende. Dette skyldes fortsatt overgang fra bruk av olje til bruk av elektrisitet. Det siste året synes imidlertid denne overgangen å ha stoppet noe opp, selv om olje igjen er blitt dyrere enn elektrisitet. Dette kan skyldes at forbruket av lette fyringsoljer i Norge nå er lavt, og at det vil være forbundet med relativt store kostnader å skifte ut større deler av det resterende oljeforbruket med elektrisitet.

Vannkraftproduksjonen i Norge i 1991 (110,4 TWh) var igjen på et tilnærmet normalt nivå, etter i tre år å ha ligget på et nivå 10 prosent over normalproduksjon. Nedgangen i produksjon skyldes mindre nedbør og tilsig til magasinene og medførte også at nettoeksporten av kraft ble redusert fra om lag 16 TWh i 1990 til om lag 3 TWh i 1991.

Samlet olje- og gassproduksjon økte med 9 prosent fra 1990 til 1991. Det ble i 1991 utvunnet om lag 120 millioner tonn oljeekvivalenter (mtoe) fordelt på 27 mtoe gass og 93 mtoe olje.

I kapittel 3 presenteres luftutslippsoversikter for Norge for en rekke forurensningskomponenter, og den historiske utviklingen kommenteres. På 1970-tallet utviklet utslippene av de fleste komponenter seg i takt med oljeforbruket. Det var en svak nedgang i utslippene tidlig på 1970-tallet som følge av sterk oljeprisøkning og lavere oljeforbruk. Deretter økte utslippene jevnt fram til rundt 1980, da de igjen avtok etter en ny oppgang i oljeprisen. Utover 1980-tallet har to grupper av utslippskomponenter hatt ulik utvikling. Den ene gruppen, som består av NO_x , VOC, CO og CO_2 , har fortsatt å følge oljeforbruket. Særlig veksten i forbruket av transportoljer har ført til økte utslipp av disse komponentene. De siste årene har imidlertid lavere økonomisk aktivitet bidratt til å dempe veksten i oljeforbruket og dermed også utslippsveksten. I den andre gruppen, som består av SO_2 og bly (Pb), har det vært betydelige ut-

Figur 1.2. Utslipp til luft. 1973-1991



slippsreduksjoner; utslippsnivået i dag er under halvparten av hva det var tidlig på 1970-tallet. Dette er en direkte følge av en aktiv miljøvernpolitikk rettet inn mot disse komponentene. Krav til rensing av utslipp og sammensetting av fyringsoljer og bensin har tydelig bedret forholdene når det gjelder svovel- og blyforurensning av luft.

Utslippstallene for de siste årene er påvirket av at bruken av petroleumsprodukter i Fastlands-Norge har gått gradvis ned og dermed bidratt til lavere utslipp. Dette er imidlertid langt på vei motvirket av at aktiviteten i Nordsjøen har økt.

Foreløpige tall for 1990 og 1991 antyder at utslippene av SO₂, Pb og CO viser en avtakkende tendens. For utslippene av CO₂, NO_x, partikler, N₂O, VOC og CH₄, har det bare vært relativt små endringer fra slutten av 1980-tallet.

At reduserte utslipp har ført til bedret luftkvalitet, framgår også når man sammenholder data om utslipp med målinger av forurensningskonsentrasjon, særlig i byer og tettsteder. Gode spredningsforhold har også bidratt til et lavt forurensningsnivå i Norge i de siste årene.

Tiltak for å redusere utslipp av klimagasser, f.eks. høyere priser på fossile brensler, vil også ha betydning for utslipp av andre forurensende stoffer og vil dermed også ha effekter på andre miljøproblemer, som f.eks. forsuring og helseskader. Samtidig vil slike tiltak også kunne gi andre gevinster enn de som er knyttet til et bedre miljø, f.eks. mindre vegslitasje, trafikkstøy og ulykker.

Metan er en viktig klimagass. Pr. molekyl er metan om lag 20 ganger mer effektiv enn CO₂ som drivhusgass. Metans direkte og indirekte effekter på jordens klima beskrives på slutten av luftkapitlet.

I kapittel 4 presenteres ressursregnskapet for fisk som gir opplysninger om bl.a. utviklingen i fiskebestander, kvoter og fangst, samt tall for eksport av fiskeprodukter og oppdrettslaks. Gytebestanden av norsk vårgytende sild er fremdeles helt dominert av årsklassen fra 1983, men årsklassen fra 1991 synes å kunne gi god rekruttering til bestanden. Loddebestanden i Barentshavet har økt sterkt i 1989, og det ble i 1991 åpnet for fiske på denne bestanden for første gang siden 1986. Torskebestanden har

vist en positiv utvikling, og bestandsstørrelsen i 1991 er beregnet til 1,2 mill. tonn.

Det totale fangstkvantumet i norske fiskerier økte med 360 tusen tonn fra 1990 til 2,1 millioner tonn i 1991. Førstehåndsverdien var 5,6 mrd. kroner; en økning på 800 mill. kroner fra 1990. Eksportverdien av fiskevarer økte med om lag 12 prosent fra 1990 til i underkant av 15 mrd. kroner. Eksportmengden og -verdien av oppdrettslaks gikk i 1991 ned for første gang. Dette skjedde til tross for at produksjonen av laks i 1991 nådde et rekordnivå på mellom 150 og 160 tusen tonn. I alt ble det i 1991 eksportert 127 tusen tonn laks til en verdi av 4,5 mrd. kroner.

I kapittel 5 beskrives skogressursene og skogtilstanden i Norge. Det presenteres også tall for skogtilstanden i andre europeiske land.

Årlig avvirkning har økt noe de siste årene, men avvirkningen er mindre enn tilveksten.

Det har vært små endringer i skogtilstanden i Norge fra 1990 til 1991. Den gjennomsnittlige kronetettheten for gran gikk ned fra 1990 til 1991. Kronetettheten for furu viste ingen endring fra 1990. Mange land i Europa rapporterer om svekket sunnhetstilstand på skog i 1990, og særlig synes tilstanden å være alvorlig i Øst-Europa.

I kapittel 6 presenteres arealbruk og forurensninger fra jordbruket. Jordbruksarealet har økt med noe over 4 prosent fra 1979 til 1989 og utgjør om lag 3 prosent av Norges landareal. Avrenning av plantenæringsstoffer (nitrogen og fosfor) fra jordbruket er en betydelig kilde til vannforurensning. En økning i fulldyrket areal og en nedgang i overflatedyrket areal kan ha bidratt til å øke avrenning av næringsstoffer fra jordbruksarealene. Redusert mengde husdyrgjødsel, lavere husdyrkonsentrasjon og mindre ekstrem bruk av kunstgjødsel drar imidlertid i motsatt retning. Tiltak som gjødselspredning i vekstsesongen, delt gjødsling, redusert eller utsatt jordarbeiding, bidrar også til å redusere forurensning og erosjon som skyldes jordbruksaktiviteter.

Presset til å nytte dyrket og dyrkbar jord til annet enn jordbruksformål har økt med urbaniseringen og framveksten av andre næringer. Årlig omdisponering av jordbruksareal avtok utover 1970-tallet, men har mot slutten av 1980-tallet igjen vist en økende tendens. Om lag 500

km² jordbruksmark er omdisponert til andre formål siden 1967, og det aller meste av dette er tapt for senere jordbruksproduksjon.

I kapittel 7 presenteres resultatene fra en registrering av kommunale avløpsrensaneanlegg. I 1990 er det registrert i alt 1387 rensaneanlegg med en samlet kapasitet på 3,9 mill. personenheter (PE) og en belastning på 2,9 mill. PE. Dette er om lag 100 anlegg mer enn det som ble registrert for 1988, og kapasiteten er om lag 0,5 mill. PE høyere. For *kjemiske anlegg* er det registrert en betydelig kapasitetsøkning på om lag 0,3 mill. PE. De høyeste kapasitetene på rensaneanlegg finnes på Østlandet, og avløpsvannet her renses i hovedsak i høygradige anlegg. Fra Vestlandet og nordover dominerer mekaniske anlegg. Om lag 65 prosent av anleggskapasiteten har fjord som resipient for utslipp.

I kapittel 8 presenteres en oversikt over avfallsmengder og -håndtering i Norge. I over 70 prosent av de lokaliteter Norges geologiske undersøkelse registrerte i en kartlegging av deponier og forurenset grunn, er det påvist, eller mistanke om, miljøfarlig spesialavfall.

Det oppstår årlig rundt 200 000 tonn spesialavfall i Norge. Om lag 90 000 tonn av dette behandles internt i de bedrifter der avfallet oppstår. De øvrige 110 000 tonn går til eksternt behandling i mer eller mindre kontrollerte former. Mengden spesialavfall som fanges opp av godkjente innsamlingsordninger, har vært økende de siste 5 årene, og var 66 000 tonn i 1991. Oljeavfall utgjør mengdemessig en svært dominerende del av innlevert spesialavfall.

På slutten 1980-tallet ble det årlig produsert om lag 2 millioner tonn kommunalt avfall. Rundt 40 prosent av denne avfallsmengden er fra private husholdninger.

I 1990 foretok 37 prosent av husholdningene i Norge sortering av en eller flere typer avfall. Sortering av batterier var vanligst.

I kapittel 9 presenteres hovedtrekk av arbeidet med miljøindikatorer som er utført i Statistisk sentralbyrå. Miljøindikatorer er ment å gi en enkel oversikt over viktige sider ved miljøtilstanden og utviklingen av denne. Det foreløpige indikatorsettet omfatter indikatorer for følgende miljøvirkninger og miljøforhold: Klimaendring, ødeleggelse av ozonlaget, helse, støy, overgjødning, skogskader, fiskeskader, forgiftning, rekreasjon, villmark og biologisk

mangfold. I tillegg til dette hovedsettet med *virkningsindikatorer*, vil det bli utarbeidet et sett med *påvirkningsindikatorer*, som bl.a. vil inneholde viktige utslippstall.

Det er i den senere tid fra flere hold uttrykt ønske om utarbeiding av et miljøkorrigert nasjonalprodukt, "*grønt BNP*", der det, i tillegg til rent økonomiske forhold, også inkluderes miljøskader og ressurstapping. Noen indikator av denne typen vil ikke inngå i det indikatorsettet som nå er under utarbeiding, men miljøkorrigerings av nasjonalproduktet diskuteres til slutt i dette kapitlet.

2. ENERGI

Vannkraftproduksjonen i Norge i 1991 var igjen på et tilnærmet normalt nivå etter i tre år å ha ligget på et nivå 10 prosent over normalproduksjonen. Det kraftige fallet i produksjonen på 11 TWh skyldes lite nedbør og mindre tilsig til magasinene og medførte også at nettoeksporten av kraft til Sverige og Danmark ble relativt liten i 1991. Samtidig bygges det omtrent ikke ut ny kraftproduksjonskapasitet. Veksten fra 1991 til 1992 var 0,3 TWh. Ved omlegging av det norske kraftmarkedet i retning av mer markedsbestemt prisfastsettelse, har kraftprodusentene blitt stilt overfor en større risiko ved å foreta overutbygginger. Samtidig har en i noen år hatt en stor produksjon med svært lave priser i deler av markedet. Dette har sammen bidratt til en større forsiktighet med å gå inn i nye kraftutbyggingsprosjekter.

Etter at det har vært en betydelig vekst i den innenlandske elektrisitetsetterspørselen i et par tiår, synes det nå som om denne er i ferd med å flate ut. Den kraftige veksten historisk skyldes dels kraftig økonomisk vekst og dels overgang fra bruk av olje til bruk av elektrisitet på grunn av sterkt stigende oljepriser og stigning i kostnadene ved installering av oljebasert utstyr. De siste fem årene har den økonomiske veksten avtatt uten at veksten i elektrisitetsforbruket har avtatt tilsvarende. Dette skyldes fortsatt overgang fra bruk av olje til bruk av elektrisitet. Det siste året synes imidlertid denne overgangen å ha stoppet noe opp, selv om olje igjen er blitt dyrere enn elektrisitet. Dette kan skyldes at forbruket av lette fyringsoljer i Norge nå er lavt, og at det vil være forbundet med relativt store kostnader å skifte ut større deler av det resterende oljeforbruket med elektrisitet.

Det foregår en betydelig leteaktivitet etter nye olje- og gassfelt på den norske sokkelen, og investeringene i feltutbygginger, utvinning og rørtransportsystem var gjennom 1991 nesten 40 prosent høyere enn for 1990. Anslag over investeringer i 1992 viser at det er planlagt en fortsatt økning nominelt på om lag 12 prosent fra 1991 til 1992. Aktiviteten på sokkelen er dermed større enn noen gang, og fra september 1991 ble det oppnådd en gjennomsnittlig dagsproduksjon på 2,1 millioner fat olje. Bruttoproduktet av olje og gass var i 1991 om lag 92 milliarder kroner, eller 13 prosent av bruttonasjonalproduktet. Foreløpige beregninger av oljerenten viser at den for 1991 var om lag 41 milliarder kroner eller 10 000 kroner pr. innbygger.

2.1. Det norske energimarkedet

Tilgang

Vannkraftreserver

Vannkraftressursene kan inndeles i fire grupper:

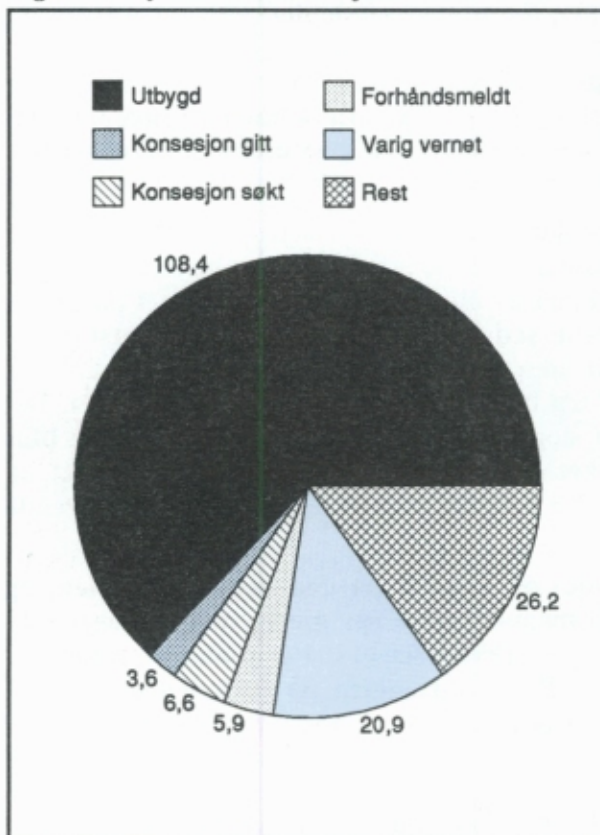
- Utbygd vannkraft
- Vannkraft under utbygging eller konsesjonsbehandling
- Gjenværende vassdrag i "Samlet plan for vassdrag"
- Vernede vassdrag

Figur 2.1 viser at de samlede økonomisk nyttbare vannkraftressursene var på 171,6 TWh pr. 1. januar 1992. I dette tallet er medregnet varig vernede vassdrag med et kraftpotensial på 20,9 TWh. Pr. 1. januar 1992 var det bygd ut vannkraft med en midlere produksjonsevne (kraftverkens produksjonskapasitet i et år med normal nedbør) på 108,4 TWh. Dette er 0,3 TWh mer enn ved forrige årsskifte. Det har imidlertid vært en svak økning i forhåndsmelding av prosjekter. Ikke utbygde vannkraftressurser, utenom varig vernede vassdrag, utgjorde 42,3 TWh pr. 1. januar 1992. Av dette var

rundt 16 TWh under utbygging, til konsesjonsbehandling eller forhåndsmeldt.

Total magasinbeholdning i det norske vannkraftsystemet var ved årsskiftet 56 TWh. Magasinenes fyllingsgrad gjennom 1991 lå over gjennomsnittet for de ti siste årene. Ved årsskiftet 1990/91 var magasinbeholdningen 61 TWh. Gjennom året er således magasinene tappet ned med om lag 5 TWh.

Figur 2.1. Nyttbar vannkraft 1. januar 1992. TWh



Vannkraftproduksjon

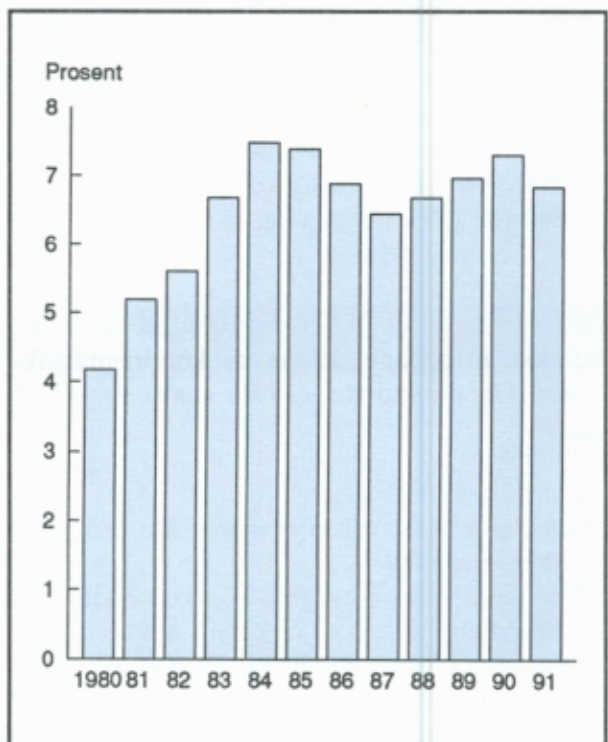
I 1991 var produksjonen av elektrisk kraft 110,9 TWh, en reduksjon på 10,7 TWh fra 1990. Denne reduksjonen skyldtes betydelig mindre nedbør og tilsig til magasinene i 1991 enn året før. Av den totale produksjonen var 0,5 TWh varmekraft og resten vannkraft. For første gang siden 1986 var det reduksjon i kraftproduksjonen sammenlignet med året i forveien, se tabell 2.21 (tabellvedlegg). I 1990 rant vann tilsvarende en produksjonskapasitet på 7,5 TWh forbi driftsklare maskiner. I 1991 forekom dette bare i ubetydelig grad.

Grunnrente og kapitalavkastning i vannkraftproduksjonen

Grunnrenten i vannkraftproduksjonen kan beregnes som avkastning utover normalavkastning (7 prosent). En slik avkastning oppnås når det er stigende utbyggingskostnader knyttet til kapasitetsutvidelser i systemet. Det langsiktige potensialet for grunnrenten ville kunne realiseres dersom markedsprisen på elektrisitet var lik langtidsgrensekostnad for ny utbygging. I det norske kraftmarkedet er gjennomsnittlig elektrisitetspris lavere enn langtidsgrensekostnad. Det medfører at det langsiktige potensialet for grunnrenten i kraftsektoren ikke realiseres. I *Naturressurser og miljø 1990*, er grunnrenten i vannkraftsektoren beskrevet nærmere.

Langtidsgrensekostnaden for ny kraft er beregnet av NVE. Den er (regnet i 1991-priser) om lag 41 øre pr. kWh for alminnelig forsyning (levert forbruker eks. moms) og om lag 29 øre pr. kWh for kraftintensiv industri. Med kraftpriser lik langtidsgrensekostnad, et fastkraftsalg svarende til fastkraftproduksjonsevnen i 1991 og et tilfeldig kraftsalg svarende til differansen mellom middelårsproduksjon og fastkraftpro-

Figur 2.2. Kapitalavkastningsrate i kraftsektoren 1980-1991. Prosent



duksjonsevnen, ville driftsresultatet inklusive elektrisitetsavgift i kraftsektoren blitt 20,2 milliarder kr. Med en antatt normal kapitalavkastning på 7 prosent av en kapital på 193 milliarder, kan dermed grunnrenten anslås til 6,7 milliarder kr. Dette er en illustrasjon på det langsiktige årlige potensialet for grunnrenten i kraftsektoren gitt dagens kapasitet og gitt at etterspørselen er så høy at markedet er i likevekt.

Foreløpige anslag for 1991 viser et driftsresultat inklusive elektrisitetsavgift på om lag 13,2 milliarder kr i elektrisitetsforsyningen. Det gir en kapitalavkastning på om lag 6,8 prosent i sektoren. Kraftsektoren gav dermed ingen grunnrente i 1991. Figur 2.2 viser realisert kapitalavkastning i kraftsektoren i perioden 1980-1991. Kapitalavkastningsraten er beregnet ved driftsresultat pluss elektrisitetsavgift som andel av realkapitalmengden i kraftsektoren.

Avkastningsraten vil, som følge av varierende tilsig, vise variasjon. Avkastningsraten vokste sterkt i første del av perioden. Dette skyldes sterk prisvekst på elektrisitet levert til alminnelig forsyning. Etter 1984 har kapitalavkastningsraten vært stabil tatt i betraktning tilsigsvariasjoner. Hovedgrunnen til at den observerte kapitalavkastningen ikke er høyere, er at kraftintensiv industri og treforedling har langsiktige avtaler om kraftkjøp til lave priser.

Reserver av olje og naturgass

Den delen av totale påviste ressurser som kan utvinnes ved dagens priser og kjent teknikk, kalles reserver. Dersom prisene går opp eller man finner bedre produksjonsteknikker, vil andelen lønnsomme ressurser (reserver) øke. For olje er reserveandelen av påviste ressurser i gjennomsnitt om lag 1/3. I tillegg til påviste ressurser kommer det som potensielt finnes på de ikke utforskete delene av kontinentalsokkelen. Oljedirektoratet (1991) anslår pr. 31/12 1990 et reservepotensial på 5 500 millioner tonn oljeekvivalenter (mtoe) sør for Stad. Av dette er 4 520 mtoe oppdaget. 3 160 mtoe var besluttet utbygd, og herav var 880 mtoe utvunnet. I tillegg til reservene sør for Stad, beregnes påviste reserver til 470 mtoe på Haltenbanken og 270 mtoe på Tromsøflaket. Dette gav et samlet reserveanslag på 5 260 mtoe. For nesten alle disse anslagene var det en økning fra året før.

Ifølge foreløpige anslag for utgangen av 1991 er totale oppdagete reserver på norsk kontinentalsokkel steget til 5 400 mtoe, hvorav om lag 1 000 mtoe var utvunnet. Dette skyldes særlig nye funn og avspeiler høy leteaktivitet og høy "suksessrate". I 1991 ble det funnet reserver i 4 av 10 borehull, som er et svært godt resultat.

Tidsutviklingen for reserveanslag i utbygde og besluttet utbygde felt går fram av tabell 2.17 og 2.18 i tabellvedlegget. I 1991 økte oljereservene i disse feltene dels på grunn av oppvurderinger av beholdningene i "gamle" felt, men mest på grunn av vedtak om nye utbygginger. De siste omfattet Heidrun, Lille Frigg, Loke og Tordis. Tilveksten oversteg nok en gang uttaket. Også gassreservene økte, og tilsammen var tillegget fra nye felt og omvurderinger mer enn dobbelt så stort som uttaket. Det var størst oppvurdering av reservene på Ekofisk og Valhall, mens reservene på Embla er betydelig redusert.

Med nåværende utvinningstempo vil oljereservene i utbygde og besluttet utbygde felt tømmes i løpet av drøyt 12 år, mens gassreservene vil bli tømt etter 47 år. Hvis reservene i felt som ikke er besluttet utbygd legges til, vil reservene vare i henholdsvis 18 og 100 år med nåværende utvinningstempo. Siden særlig gassproduksjonen vil øke etterhvert som nye felt kommer i drift, vil R/P-raten (forholdstallet mellom reserver og produksjon) avta betydelig fram mot århundreskiftet om ikke nye reserver oppdages. Det er likevel lite trolig at manglende reserver vil begrense petroleumsvirksomheten vesentlig før godt ut i neste århundre. Dette skyldes en antatt økning i utnyttelsegrad pga. teknisk framgang og forventninger om nye funn.

Olje- og gassutvinning i 1991

Ifølge tall fra det kvartalsvise nasjonalregnskapet (KNR) økte bruttoproduktet i olje- og gassutvinningen med 10,2 prosent fra 1990 til 1991. En stor del av veksten fra 1990 til 1991 skyldtes en kraftig produksjonsøkning mot slutten av 1990.

Ifølge produksjonsstatistikken, som viser utviklingen i norsk olje- og gassproduksjon i fysiske enheter, var det en samlet produksjonsvekst på 9 prosent fra 1990 til 1991. Oljeproduksjonen steg med hele 13 prosent, mens pro-

duksjonen av naturgass avtok med 2 prosent i denne perioden, se figur 2.3. Det ble i 1991 utvunnet 119,9 millioner tonn oljeekvivalenter (mtoe) totalt, fordelt på 27,3 mtoe gass og 92,6 mtoe olje. De viktigste bidragene til den økte oljeutvinningen kommer fra Gullfaks og Oseberg. De relativt små feltene Gyda og Hod, som kom i produksjon i 2. halvår 1990, samt Ula har også bidratt til det høye utvinningsnivået i 1991. Nedgangen i gassutvinningen skyldes i første rekke produksjonsnedgang på Frigg, Ekofisk og Tommeliten. Økt produksjon av gass på Gullfaks og Veslefrikk, samt igangsettingen av Gyda og Hod, har bare delvis kunnet motvirke denne nedgangen.

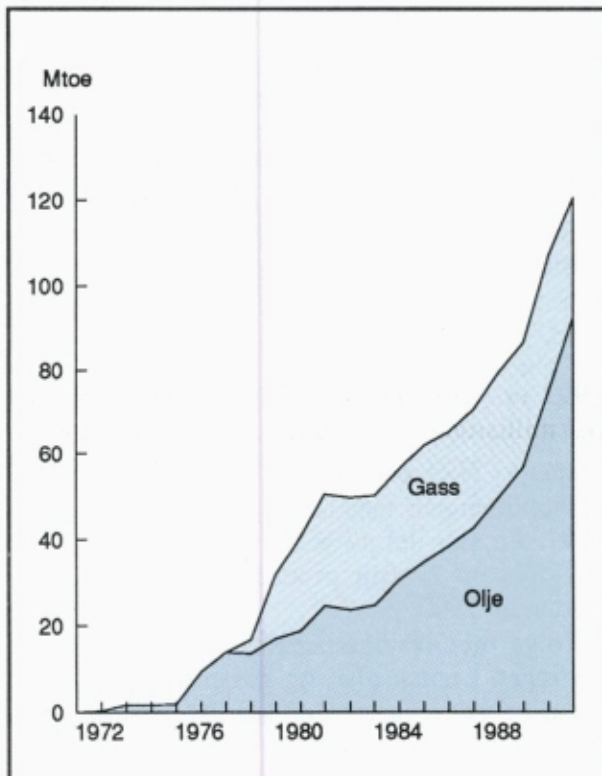
I september 1991 nådde norsk oljeproduksjon for første gang over 2 millioner fat i gjennomsnittlig dagsproduksjon, med 2,1 millioner fat pr. dag. Produksjonen var imidlertid noe lavere i 4. kvartal bl.a. som følge av delvis stans på Statfjord A. I desember ble det produsert 2,0 millioner fat olje i gjennomsnitt pr. dag.

Figur 2.4 viser olje- og gassproduksjonen for de største feltene i 1991. *Statfjord-feltet* står

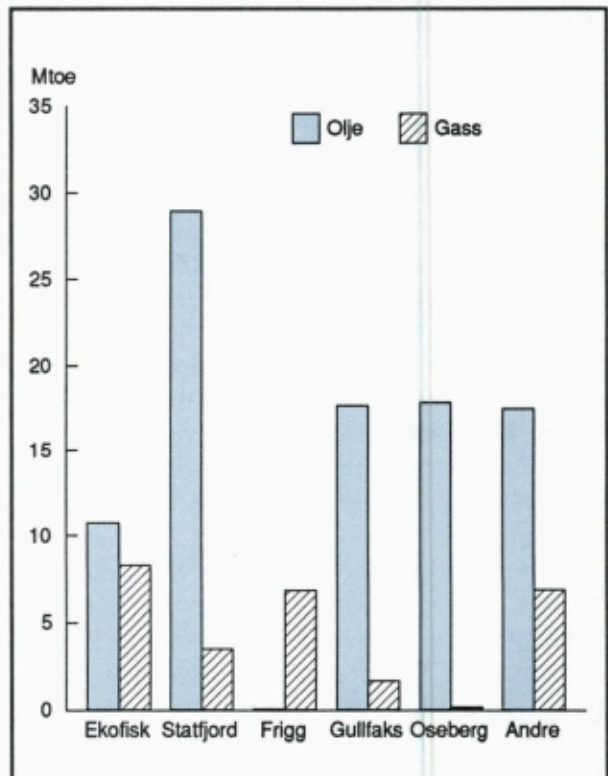
fortsatt for den største andelen av norsk oljeproduksjon, med 31 prosent av den totale oljeproduksjonen i 1991. Til tross for lav produksjon i 4. kvartal som følge av en lengre vedlikeholdsstans på Statfjord A, etterfulgt av stans pga. prosessstekniske uregelmessigheter, økte feltets produksjon med 2 prosent fra 1990 til 1991. I desember produserte feltet i gjennomsnitt 544 000 fat olje pr. dag. Statfjordfeltet er delt mellom Norge og Storbritannia. Som følge av ny reservoarkunnskap, er Norges andel økt med over ett prosentpoeng fra opprinnelige 84,09 prosent til 85,24 prosent. Avgjørelsen har tilbakevirkende kraft for hele den perioden feltet har vært i produksjon. Dette medfører en tilbakeføring av olje til Norge på 33 000 fat pr. dag over en to-års periode. Tilbakeføringen startet 1. september 1991. Til gjengjeld må de norske Statfjordeierne tilbakebetale 538 millioner kroner i investeringskostnader til britene.

Oseberg-feltet stod for 19 prosent av den totale oljeproduksjonen i 1991. Feltets produksjon økte med 21 prosent fra 1990 til 1991. Produksjonsveksten var størst i 2. halvår sett i

Figur 2.3. Olje- og gassproduksjonen på norsk sokkel. 1971-1991. Mtoe



Figur 2.4. Olje- og gassproduksjonen fra de største feltene i 1991. Mtoe



forhold til samme periode i 1990, hovedsakelig på grunn av igangsettingen av Oseberg C (2. september) og satellitten Gamma Nord (9. oktober). Oseberg-utbyggingen regnes nå for foreløpig avsluttet. Totale investeringer på feltet er anslått til 44 milliarder 1990-kroner. Oseberg C-plattformen har en kapasitet på 110 000 fat olje pr. dag og øker dermed feltets kapasitet med om lag 30 prosent. Gamma Nord er en undervannsinstallasjon tilknyttet C-plattformen. Satellitten skal i starten produsere olje, mens gassen reinjiseres i Oseberg-feltet for å øke oljeproduksjonen. I desember produserte Oseberg-feltet 448 000 fat i gjennomsnitt pr. dag (ekskl. Gamma Nord).

Etter at produksjonstekniske problemer på *Gullfaks-feltet* ble løst mot slutten av 1990, holdt produksjonen på feltet seg på et høyt nivå gjennom 1991. Fra 1990 til 1991 økte produksjonen med 32 prosent, og feltets produksjon utgjorde 19 prosent av den totale oljeproduksjonen i 1991. I desember var feltets gjennomsnittlige dagsproduksjon på 388 000 fat.

Produksjonen på *Ekofisk-feltet* utgjorde i 1991 nær 12 prosent av den totale oljeproduksjonen. Produksjonen var uendret fra 1990 til 1991, og ligger om lag 40 prosent høyere enn i 1987 som hadde det dårligste årsresultatet før injeksjon av vann tok til ved årsskiftet 1987/88. I desember i fjor hadde feltet en gjennomsnittlig dagsproduksjon på 224 000 fat.

Rundt 87 prosent av norsk oljeproduksjon ble eksportert i 1991.

Ekofisk-feltet står for 30 prosent av den totale gassproduksjonen. Feltet hadde en produksjonsnedgang på 5 prosent fra 1990 til 1991.

På *Frigg-feltet* falt gassproduksjonen med 10 prosent fra 1990 til 1991. Dette feltet var tidligere den største leverandøren av norsk gass, men andelen var i 1991 redusert til 25 prosent. Hovedreservoaret på feltet, som kom i produksjon i 1977, er på det nærmeste tomt. Produksjonen på feltet kommer nå fra mindre satellittfelt i området.

Norsk gassproduksjon vil holde seg om lag på dagens nivå fram mot midten av 1990-tallet. Sleipner og Troll vil da bidra til en ny oppgang i produksjonen.

Med unntak av forbruk av gass på plattformene, er det foreløpig ingen innenlandsk anvendelse av norsk gass. Forbruket på plattformene

regnes ikke med i produksjonen i KNR, slik at gasseksporten pr. definisjon er lik produksjonen. Eksportprisindeksen på naturgass økte ifølge KNR med 22,7 prosent fra 1990 til 1991. Til tross for produksjonsnedgangen økte dermed verdien av norsk gasseksport med 18,9 prosent fra 1990 til 1991. Prisen på norsk gass er fastsatt i langsiktige salgskontrakter, med justeringer som følger oljeprisen. Endringer i gassprisen vil dermed følge endringer i oljeprisen, men med en tidsforskyvning.

Oljeinvesteringer

Påløpte investeringskostnader i sektoren for utvinning av råolje og naturgass er i SSBs investeringsundersøkelse for 4. kvartal 1991 anslått til 39,2 milliarder kroner i 1991, se tabell 2.1. Ifølge dette anslaget økte påløpte investeringskostnader i utvinningssektoren med 33,6 prosent (nominelt) fra 1990 til 1991. Økningen er spesielt stor for kostnader til investeringer i landvirksomhet og til leting.

Ifølge den siste investeringsundersøkelsen, er påløpte investeringskostnader til *feltutbygginger* i 1991 anslått til 23,1 milliarder kroner, en økning i verdi på 18,2 prosent fra 1990 til 1991. Feltutbygginger som veide tungt i 1991, var Snorre, Sleipner, Draugen, Oseberg C og Brage. Med unntak av Oseberg C var alle disse prosjektene i byggefasen store deler av 1991. Vareandelen av investeringskostnadene var derfor relativt høy for fjoråret sett under ett. Andelen har imidlertid vært avtakende de siste månedene samtidig som tjenesteandelen og andelen til produksjonsboring har vært økende. Dette avspeiler bl.a. ferdiggjøringen av Oseberg C med produksjonsstart i september 1991 og Snorre med produksjonsstart sommeren 1992.

Påløpte investeringskostnader til *felt i drift* i 1991 er i investeringsundersøkelsen anslått til 5,3 milliarder kroner. Dette er en økning i verdi på 33,8 prosent fra 1990 til 1991. Størstedelen av disse investeringskostnadene påløper i forbindelse med produksjons- og vanninjeksjonsboring.

Det var ifølge investeringsundersøkelsen, en kraftig vekst i *letekostnadene* fra 1990 til 1991. Letekostnadene er anslått å øke med 66,4 prosent til 8,6 milliarder kroner i 1991. Det ble påbegynt 46 lete- og evalueringsbrønner i 1991 - en oppgang på 28 prosent fra 1990. Dette tang-

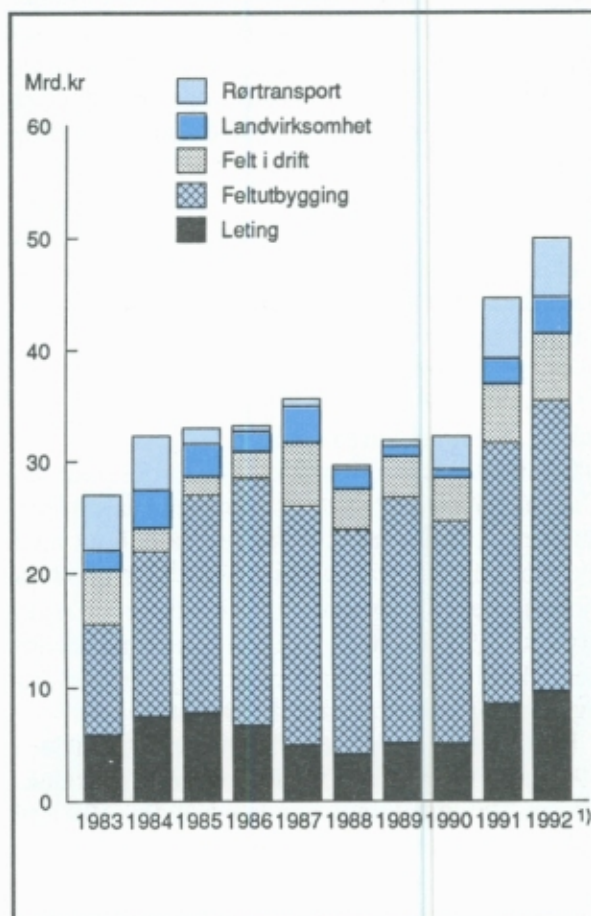
Tabell 2.1. Utførte og antatt påløpte investeringskostnader i oljeutvinning og rørtransport. 1990-1992. Milliarder kroner, løpende priser

	1990	1991	1992
Oljesektoren i alt	32,2	44,6	49,9
Utvinning av olje og gass .	29,3	39,2	44,7
Leting	5,1	8,6	9,7
Feltutbygging	19,5	23,1	25,7
Varer	12,6	13,0	14,6
Tjenester	5,6	8,2	9,1
Produksjonsboring	1,4	1,8	2,1
Felt i drift	4,0	5,3	6,1
Varer	0,8	0,8	1,0
Tjenester	0,8	1,2	1,2
Produksjonsboring	2,4	3,3	3,8
Landvirksomhet ¹	0,7	2,3	3,3
Rørtransport	2,9	5,4	5,2

Anslag for 1992 ifølge SSBs investeringsstatistikk.

¹ Omfatter kontorbygg, baser og terminalbygg på land.

Figur 2.5. Påløpte investeringskostnader i petroleumssektoren. 1983-1992. Milliarder kroner



¹ Anslag for 1992.

erer nivået på denne aktiviteten fra tiden før oljeprisfallet i 1986.

For *rørtransportsektoren* er investeringskostnadene i 1991 anslått til 5,4 milliarder kroner - en økning på 88,3 prosent fra 1990. Den høye investeringsaktiviteten skyldes i hovedsak arbeidet med Zeepipe-rørledningen, men igangsettingen av arbeidet med Europipe bidrar også. Beslutningen om bygging av Europipe ble fattet i 1991. Rørledningen skal gå fra Troll/Sleipner til Norderney, nær Emden.

For *oljesektoren totalt*, dvs. oljeutvinningssektoren samt rørtransport, er påløpte investeringskostnader for 1991 nå anslått til 44,6 milliarder kroner - en nominell økning på 38,5 prosent fra 1990. Figur 2.5 viser utviklingen i investeringskostnader for perioden 1983-1992.

I investeringsundersøkelsen for 4. kvartal 1991 ble det også hentet inn anslag for investeringene i oljesektoren for 1992. Påløpte investeringskostnader i utvinningssektoren er ifølge undersøkelsen anslått til 44,7 milliarder kroner.

Dette gir en nominell vekst på 14,1 prosent fra 1991. Veksten fra 1991 fordeler seg relativt jevnt på de enkelte underpostene. Investeringsanslag gitt på et såpass tidlig tidspunkt er imidlertid beheftet med stor usikkerhet.

Påløpte investeringskostnader til feltutbygging er anslått å øke med 11,5 prosent fra 1991 til 1992, til 25,7 milliarder kroner. De prosjektene som vil veie tyngst i 1992, er Heidrun og Troll. Utbyggingen av feltene Sleipner, Draugen, Snorre og Brage bidrar også til den høye investeringsaktiviteten. Fordelingen på varer og tjenester er foreløpig anslått å bli om lag som i 1991. Beslutninger i løpet av våren 1992 om ytterligere feltutbygginger, vil kunne få innvirkning på investeringskostnadene i innevær-

ende år. Dette vil i første rekke dreie seg om prosjekteringskostnader.

Letekostnadene er anslått å øke med 12,9 prosent i 1992, til 9,7 milliarder kroner. Dette anslaget kan vise seg å være noe høyt dersom oljeprisene holder seg lave eller går ytterligere ned i løpet av 1992.

Anslaget på investeringer til felt i drift er på 6,1 milliarder kroner - en økning på 13,9 prosent fra 1991.

Byggingen av et landbasert anlegg for prosessering av gass fra Troll og Sleipner fører til en anslått økning på 46 prosent for investeringer i landvirksomhet fra 1991 til 1992. Disse investeringene kommer i så fall opp i 3,3 milliarder kroner.

Ifølge investeringsundersøkelsen vil, investeringene i rørtransportsektoren reduseres med 4,5 prosent fra 1991 til 1992, til 5,2 milliarder kroner.

Oljeinntektene

Oljevirkomheten er kilde til en meravkastning eller rente utover det som oppnås i annen næringsvirksomhet. Oljerenten beregnes som den delen av de samlede produksjonsinntektene ved utvinning av olje og gass som oppnås ut over løpende produksjonskostnader og en normal realavkastning på investert produktiv kapital (i våre beregninger satt til 7 prosent). Metoden innebærer at en ser bort fra at innsatsfaktorer som brukes i olje- og gass-utvinningen, trolig får en høyere belønning enn de ville fått i annen næringsvirksomhet. De kan derfor sies å motta en del av oljerenten som ikke er inkludert i beregningen.

Oljerenten kan teoretisk føres tilbake til tre forhold, når vi ser bort fra eventuell risikopremie. *Ressursrente* oppstår fordi petroleum kan betraktes som en ikke fornybar ressurs, der avkastningen på petroleumformuen utgjør ressursrenten. Tradisjonell *grunnrente* oppstår fordi noen reserver er billigere å utvinne enn andre, slik at en meravkastning opptjenes av alle som ikke har høyeste utvinningskostnader i markedet. *Monopolrente* oppstår dersom noen av produsentene i markedet utøver markeds-makt.

Teoretisk kan ikke rentekomponentene betraktes uavhengig av hverandre, og det er ikke gjort noe forsøk på å beregne hvor store de uli-

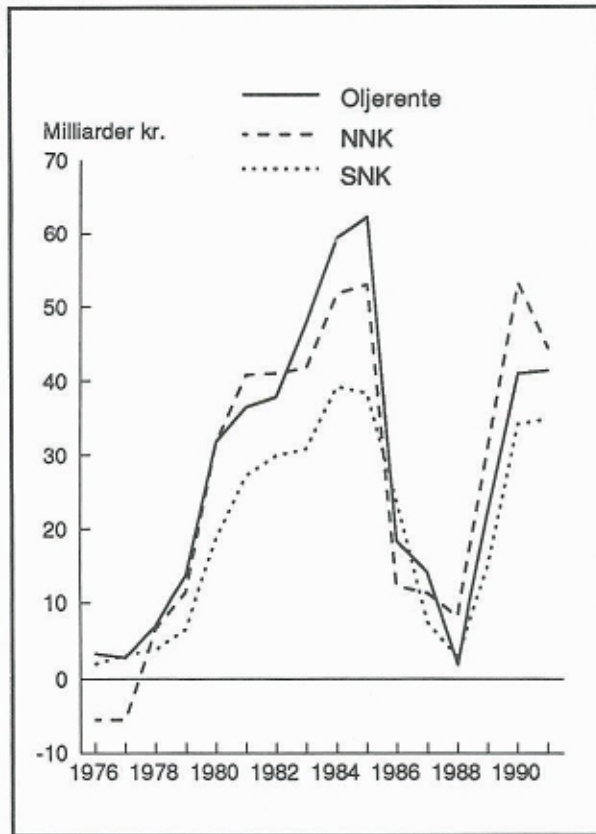
Tabell 2.2. Petroleumsinntekter og oljerente. 1976-1991

År	Brutto- produkt i ut- vinnings- sektoren	Olje- rente	Oljerentens
			andel av brutto- nasjonal- produkt
		Milliarder kroner	Prosent
1976	6,1	3,3	1,9
1977	7,4	2,8	1,5
1978	12,8	7,0	3,3
1979	20,8	13,7	5,7
1980	41,0	31,8	11,2
1981	50,0	36,5	11,1
1982	55,3	37,8	10,4
1983	66,9	48,0	11,9
1984	83,4	59,5	13,1
1985	89,7	62,3	12,4
1986	51,0	18,3	3,6
1987	51,8	14,1	2,5
1988	44,4	1,9	0,3
1989	69,8	22,1	3,5
1990	80,5	41,0	6,2
1991	91,8	41,5	6,0

ke andelene av oljerenten er. Likevel er det grunn til å anta at innslaget av monopolrente var beskjedent i 1991, selv om det er innslag av markeds-makt både i olje- og gassmarkedet. Realprisnivået på olje er nå under halvparten av nivået i 1985, da oljerenten var høyest. På den annen side kan en observere store kostnadsforskjeller mellom ulike felt. Det er således grunn til å anta at tradisjonell grunnrente er den viktigste komponenten i oljerenten. I 1990 kan en ha hatt innslag av risikopremie på grunn av Gulf-krigen, mens en før 1986 hadde betydelig innslag av monopolrente.

Netto kontantstrøm fra oljevirkomheten (NNK) er beregnet som driftsresultat tillagt kapitalslit og produksjonsavgift fratrukket på-løpte investeringer. Summen av NNK over hele produksjonsperioden er således uttrykk for den samlede nettoinntekt fra oljevirkomheten. Nåverdien av kontantstrømmen er tilnærmet lik nåverdien av samlet oljerente og verdien av kapitalbeholdningen på sokkelen, når diskonteringsraten er den samme. Nasjonalformuen av

Figur 2.6. Oljerente, statens netto kontantstrøm (SNK) og Norges netto kontantstrøm (NNK). Milliarder kroner



oljereservene kan defineres som nåverdien av oljerenten. Figur 2.6 viser utviklingsbanene for oljerenten og netto kontantstrøm. I år med store investeringer og lave inntekter kan netto kontantstrøm bli negativ, som i årene før 1978. Oljerenten er mindre påvirket av svingninger i investeringene, fordi "den normale kapitalkostnaden" beregnes på basis av total kapitalbeholdning.

Bruttoproduktet av utvunnet olje og gass økte også i 1991, til nesten 92 milliarder kroner, se tabell 2.2. Oljeproduksjonen økte med over 10 prosent, men var likevel utilstrekkelig til å kompensere fallet i gjennomsnittsprisen på olje samt økt vareinnsats, slik at bruttoproduktet i løpende priser falt. Verdien av gasseksporten økte, etter et fall i produksjonen som ble mer enn oppveiet av høyere gjennomsnittspris. Foreløpige beregninger viser at oljerenten for fjoråret ble om lag den samme som i 1990, vel 41 milliarder kroner eller nesten 10 000 kroner pr. innbygger. I realverdi avtok både bruttopro-

dukt og oljerente svakt fra 1990 til 1991. Netto kontantstrøm (NNK) avtok fra 53,3 milliarder kroner i 1990 til 44,5 i 1991. Fallet skyldes at påløpte investeringer økte med nesten 10 milliarder kroner. Over perioden fra 1976 til 1991 var nåverdien (regnet til 1991) av oljerenten nesten 950 milliarder 1991-kroner. Nåverdien av NNK var 87 prosent av denne. Dette henger sammen med store investeringsutgifter (negative kontantstrømmer) i oppbyggingsfasen, som veier tungt i nåverdi-beregningen. I de seinere årene har kontantstrømmen vært noe høyere enn den beregnede oljerenten. Dette skyldes at kapitalslitet er kommet på nivå med summen av brutto investeringer og verdiøkningen av kapitalbeholdningen, slik at kapitalverdien har flatet ut. Differansen mellom NNK og oljerenten utgjøres da av normalavkastningen på kapitalbeholdningen, når begge størrelsene er beregnet ut fra samme definisjon av realkapital.

Ved en sammenligning av de to inntektsbegrepene oljerente og kontantstrøm, bør en merke seg at det benyttes to forskjellige investeringsbegreper. I kontantstrømmen benyttes påløpte investeringer, som er det eneste relevante, mens en ved beregninger av kapitalbeholdningen i nasjonalregnskapet benytter produktive investeringer, slik at investeringen blir bokført når plattformene er tauet ut på feltet. En del av påløpte investeringer framkommer da som en lagerbeholdning. Dette gjør at kapitalbeholdningen blir undervurdert ved beregningen av oljerenten. Om en korrigerer for dette, vil oljerenten avta til om lag 39 milliarder kroner i 1991, fordi lagerbeholdningen ved utgangen av året var særlig stor.

Et tredje oljeinntektsbegrep er *statens netto kontantstrøm* (SNK) fra oljevirkomheten. SNK benyttes til å "oljekorrigere" statsbudsjettets balanse, og inntektsføres i et oljefond opprettet av Stortinget fra 1990. Fram til 1985 bestod SNK vesentlig av skatteinntekter. Fra dette året har staten deltatt med direkte eierandeler, slik at SNK beregnes som summen av skatteinntekter, inntekter fra statens direkte engasjement og utbytte fra Statoil, fratrukket statens andel av investeringene i konsesjonene. Skatteinntektene består av etterlignet inntektsskatt og særskatt, samt produksjonsavgift (royalty) og noen mindre poster. Produksjonsavgiften sørger for en viss statsinntekt uansett driftsresultat,

slik at SNK svinger noe mindre enn de to andre inntektene. Avgiftens avtakende vekt i SNK gjør at statens risikoeksponering vil øke. Etterbetalingen av skatt fører til at SNK får et visst etterslep i forhold til NNK og oljerenten.

I nasjonalbudsjettet er SNK anslått til 34,9 milliarder kroner i fjor, mens anslaget for 1992 er 36,4 under en antakelse om gjennomsnittspris på 21 dollar pr. fat. En målsetting ved statens skattlegging har vært å sikre at mest mulig av renten skal komme samfunnet til gode. Siden hele skatteinntekten fra oljevirkomheten er inkludert i SNK, inkluderes en komponent som ikke kan sies å stamme fra oljerenten, men fra "den normale kapitalkostnaden". En sammenligning av de to inntektene kompliseres av dette og andre forhold. Figur 2.6 viser likevel at en betydelig del av oljerenten tilfaller selskapene, og at denne andelen øker med rentens størrelse. Nåverdien av SNK fra 1976 til 1991 utgjorde 69 prosent av nåverdien av oljerenten.

Differansen mellom kontantstrømbegrepene SNK og NNK kan tolkes som et direkte mål på inndragningseffekten av skatte- og deltakerpolitikken på totalinntekten. Til nå har staten innkassert 80 prosent av kontantstrømmens nåverdi.

Energiproduksjon 1930-1991

Tabell 2.3 viser hvordan uttaket av energivarer har utviklet seg siden 1930 og fram til i dag. Fram til begynnelsen av 1970-årene utgjorde vannkraft det vesentligste av produksjonen av energivarer i Norge. Etter at produksjonen av råolje og naturgass kom i gang utover i 70-årene, har disse energivarene overtatt en stadig større andel av den totale energiproduksjonen. Kullproduksjonen på Svalbard har ligget på omtrent samme nivå etter 1950. Uttaket av de øvrige energivarene viser en sterk økning. Særlig kraftig har økningen vært for råolje, hvor produksjonen er nær firedoblet i løpet av 10-årsperioden fra 1981 til 1991. Vannkraftproduksjonen var i 1991 om lag 19 prosent høyere enn i 1981. Det totale uttaket av energivarer er mer enn fordoblet fra 1980 og over 20 ganger større enn i 1970.

Tall fra energiregnskapet viser en total produksjon av energi i Norge på 5041 PJ i 1990. Primærtilgangen, det vil si brutto tilgang av energi til bruk i Norge, er 1074 PJ. Dette utgjør

Tabell 2.3. Uttak av energivarer i Norge. 1930-1991. PJ

År	I alt	Vannkraft	Råolje	Naturgass	Kull
1930 ...	37	31	-	-	6
1939 ...	47	39	-	-	8
1950 ...	82	61	-	-	11
1960 ...	122	111	-	-	11
1970 ...	220	206	-	-	14
1972 ...	324	243	68	-	14
1974 ...	362	276	72	-	14
1976 ...	904	295	584	10	14
1978 ...	1 562	291	718	541	11
1980 ...	2 289	301	1 034	944	8
1981 ...	2 291	336	992	952	11
1982 ...	2 412	334	1 036	1 029	12
1983 ...	2 717	382	1 289	1 032	14
1984 ...	2 959	383	1 467	1 096	13
1985 ...	3 096	371	1 622	1 089	14
1986 ...	3 282	349	1 799	1 122	12
1987 ...	3 676	374	2 098	1 193	11
1988 ...	3 990	394	2 380	1 208	7
1989 ...	4 840	427	3 156	1 248	10
1990* ..	5 041	436	3 466	1 129	9
1991* ..	5 465	398	3 949	1 108	10

21,3 prosent av totalproduksjonen. Norge er nettoimportør av kull og koks og nettoeksportør av olje, gass og vannkraft.

Anvendelse

Vannkraftbalanse

I 1991 var totalt innenlands forbruk av kraft 108,1 TWh, hvorav 28,6 TWh til kraftintensiv industri, 62,0 TWh til alminnelig forsyning og 7,2 TWh tilfeldig kraft til elektrokjeler. Om lag 9,5 TWh gikk tapt i overførings- og distribusjonsnett. Pumpekraftforbruk utgjorde 0,7 TWh. Eksporten av kraft gikk ned fra 16,2 TWh i 1990 til 6,0 TWh i 1991. I samme tidsrom økte importen fra 0,3 TWh til 3,2 TWh, se tabell 2.4. Eksportoverskuddet på kraft i 1991 ble dermed redusert med hele 13,1 TWh i forhold til 1990. Verdien av eksportoverskuddet gikk ned fra om lag 900 millioner kroner i 1990 til om lag 300 millioner kroner i 1991.

Middels årsproduksjonskapasitet i det norske vannkraftsystemet i 1991 var om lag 108,4

Tabell 2.4. Observert produksjon og forbruk av elektrisitet, og anslått fastkraftproduksjon og etterspørsel ved normale tilsigs- og temperaturforhold. 1990 og 1991. TWh

	1990 obser- vert	1990 "normal- år"	1991 obser- vert	1991 "normal- år"
Overflom	7,5	-	0	-
Produksjon	121,6	108,1	110,9	108,4
Eksport	16,2	-	6,0	-
Import	0,3	-	3,2	-
Innenl. bruk	105,7	108,1	108,1	108,4
Tap + pumpekraft	10,5	9,9	10,2	9,5
Tilfeldig kraft ..	5,8	4,5	7,2	5,6
Kraftint.ind	29,7	30,0	28,6	30,0
Alm. forsyning ..	59,7	63,7	62,0	63,3

TWh. Det vil si at med den kapasitet som var installert i 1991 med normale nedbørs- og tilsigsforhold, ville produksjonen vært 2,0 TWh lavere enn den faktiske produksjonen i 1991. Temperaturkorrigert netto innenlandsk forbruk av fastkraft i alminnelig forsyning var noe over 63 TWh, dvs. vel 1 TWh høyere enn faktisk forbruk. Med normale temperatur- og tilsigsforhold og gode konjunkturer for industrien, ville den norske kraftproduksjonen svart om lag til kraftetterspørselen, og nettoeksporten vært tilnærmet lik null.

Det sterkt reduserte overskuddet av kraft i det norske kraftmarkedet i 1991 skyldtes først og fremst betydelig mindre tilsig til magasinene enn i perioden 1988 til 1990. Det var praktisk talt ingen overflom (vannet som slippes forbi driftsklar kapasitet) i 1991, mot 7,5 TWh året før.

I 1991 var elektrisitetsforbruket i kraftintensiv industri 1,1 TWh lavere enn i 1990. Alminnelig forsyning derimot, brukte i 1991 hele 2,3 TWh eller om lag 4 prosent mer kraft enn i 1990. I 1990 var prisen pr. enhet nyttiggjort energi i gjennomsnitt lavere for olje enn for elektrisitet. På grunn av oppgang i råoljeprisene gjennom 1990, som først slo ut i produktprisene i 1991, og en kraftig økning i miljøavgiftene på petroleumsprodukter i 1991, var oljeprisen høyere enn elektrisitetsprisen i 1991.

Investeringene i nye vannkraftprosjekter har vært lave i 1991. Det pågår utbygging av Svartisen og Meråker. Tilsammen vil disse utbyggingene øke produksjonskapasiteten med 2-3 TWh.

Bruk av energi

Energiregnskapet følger energivarene fra uttak, via omforming til bruk i de enkelte produksjonssektorer og til husholdninger. Energisektorene i regnskapet består dels av uttakssektorer, dels av omformingssektorer. Uttakssektorene er bryting av kull, vannkraftverk og utvinning av råolje og naturgass. Til omformingssektorene regnes koksverk (Norsk Koksverk ble nedlagt ved utgangen av 1988), oljeraffinerier, varmekraftverk, kraftvarmeverk og fjernvarmeverk. Hittil er energiregnskap utarbeidet for årene 1976 til 1990. Foreløpig regnskap for 1990 er gjengitt i tabell 2.19 og 2.20, se avsnitt 2.9, tabellvedlegg.

Tabell 2.5. Energibruk¹ utenom energisektorene, etter næring. 1990*. Endring 1976-1990

Næring	1990 PJ	Gjennomsnittlig årlig endring i prosent	
		1976-89	1989-90
I alt	1 044	0,3	7,9
Utenriks sjøfart	309	-2,4	32,6
Innenlandsk bruk	736	1,5	0,1
Landbruk og fiske	32	0,3	3,2
Kraftintensiv industri	200	1,4	3,1
Annen industri og bergverk	109	-0,8	-2,7
Andre næringer	190	2,7	-2,6
Private husholdninger	204	2,2	0,5

¹ Omfatter også energivarer brukt som råstoff.

Bruken av energi utenom energisektorene var på 1044 PJ i 1990, se tabell 2.5. Oppgangen fra 1989 til 1990 var på 7,9 prosent. Oppgangen skyldes utenriks sjøfart, hvor det har vært sterk økning i flåten registrert i NIS (Norsk Internasjonalt Skipsregister). Innenlandsk energibruk var uendret fra 1989 til 1990. Energibruken innen kraftintensiv industri gikk opp med 3,1 prosent fra 1989 til 1990, mens i annen industri var det en nedgang på 2,7 prosent. Landbruk og fiske hadde i det samme tidsrommet en oppgang i energibruken på 3,2 prosent, mens andre

Tabell 2.6. Energibruk utenom energisektorene og utenriks sjøfart, etter energivare. 1991*. Endring 1976-1991

	1991 PJ	Gjennomsnittlig årlig endring i prosent	
		1976-89	1989-91
I alt	736	1,5	0,1
Elektrisitet	356	2,7	2,3
Fastkraft	330	2,5	1,6
Alm. fors.	224	3,5	2,3
Kraftint. ind.	106	0,8	-
Tilfeldig kraft	26	6,3	14,0
Olje i alt	292	0,1	-2,2
Olje utenom transportolje	54	-6,5	-9,5
Olje til transport.	187	2,6	-2,3
Gass gjort flytende.	51	33,6	8,9
Fjernvarme	3	.	-
Fast brensel	85	2,3	-1,2
Kull, koks	50	0,6	-1,0
Ved, treavfall, avlut, avfall	36	5,5	-

næringer hadde en nedgang på 2,6 prosent. Private husholdninger hadde en økning i energibruken på 0,5 prosent.

Foreløpige tall for 1991 viser et stabilt totalt energiforbruk utenom energisektorene og utenriks sjøfart de siste to årene, se tabell 2.6.

Bruttoforbruket av kraft innenlands var 108,1 TWh i 1991. Av dette utgjorde pumpekraft og tilfeldig kraft 7,9 TWh og tap i overførings- og distribusjonsnett 9,5 TWh. Netto fastkraftforbruk fordelte seg med 28,6 TWh til kraftintensiv industri og 62,0 TWh til øvrig forbruk, se tabell 2.7. Av totalproduksjonen i 1991 på 110,9 TWh, ble 6,0 TWh eksportert, mens 3,2 TWh ble importert. Verdien av eksportoverskuddet var om lag 300 millioner kroner.

Av figur 2.7 og tabell 2.21 framgår at veksten i det temperaturkorrigerte elektrisitetsforbruket i sektoren alminnelig forsyning i Norge på begynnelsen av 80-tallet var om lag 4 prosent pr. år. På slutten av 80-tallet var den gjennomsnittlige vektstraten om lag 3 prosent pr. år. Fra 1990 til 1991 var det en nullvekst i forbruket.

Den kraftige veksten i forbruket på begynnelsen av 80-tallet hang dels sammen med en relativt sterk vekst i norsk økonomi. Dels skyldtes

Tabell 2.7. Elektrisitetsbalanse¹ 1991*. Endring 1975-1991

	1991 TWh	Gjennomsnittlig årlig endring i prosent	
		1975- 1990	1990- 1991
Produksjon	110,9	3,0	-8,8
+ Import	3,2	7,6	966,7
- Eksport	6,0	7,2	-63,0
= Brutto innenlandsk forbruk	108,1	2,6	2,3
- Pumpekraft	0,7	7,6	133,3
- Tilfeldig kraft	7,2	4,0	24,1
- Tap ved eksport og tilfeldig kraft	0,9	4,3	-40,0
= Brutto fastkraftforbruk ..	99,3	2,5	1,2
Kraftintensiv industri	29,5	0,8	-3,6
Alminnelig forbruk ²	69,8	3,4	3,4
- Tap i linjenettet, eget forbruk i stasjoner, statistisk differanse	8,6	2,2	-1,1
= Netto fastkraft- forbruk	90,7	2,5	1,5
Kraftintensiv industri	28,6	0,8	-3,7
Alminnelig forbruk ²	62,0	3,6	3,9
Alminnelig forbruk ² temperaturkorrigert	63,3	3,8	-0,6

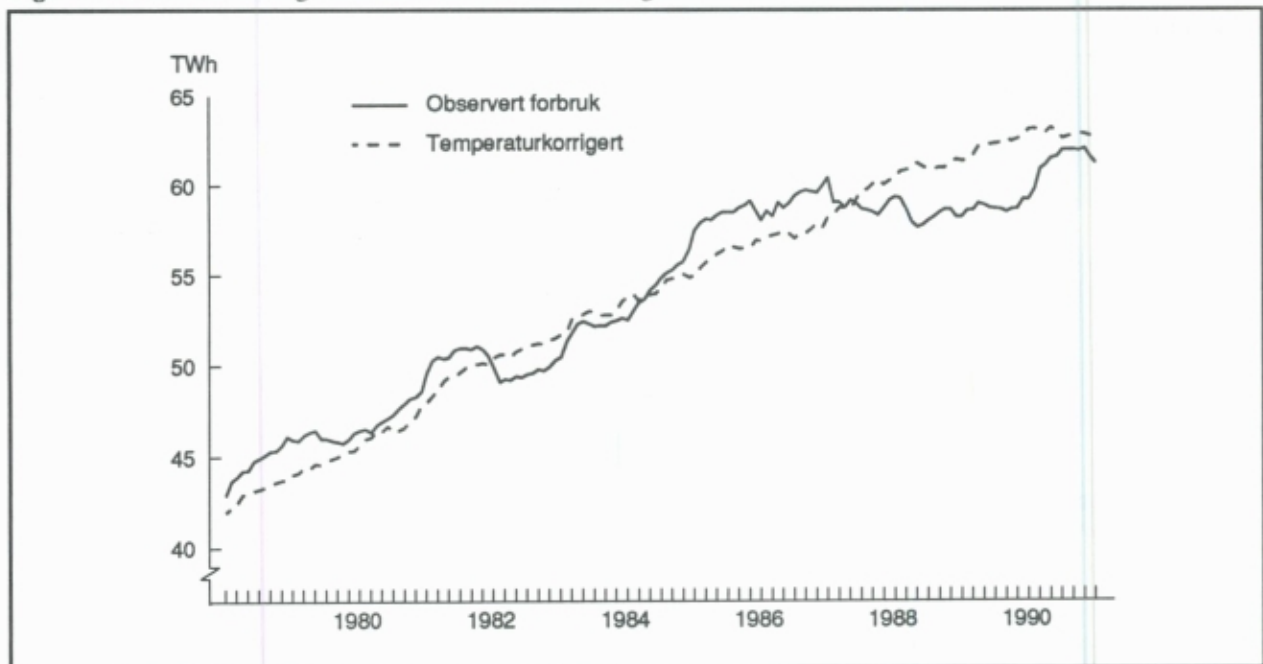
¹ Definisjonene i tabellen følger Elektrisitetsstatistikens definisjoner. Tallene er foreløpige.

² Fastkraftforbruk utenom kraftintensiv industri.

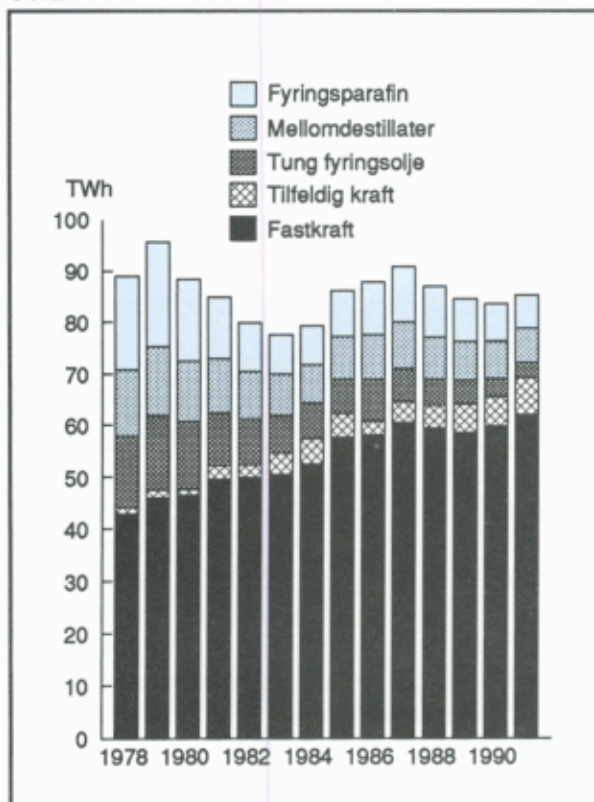
veksten også en overgang fra bruk av olje til bruk av elektrisitet på grunn av sterk stigning i oljeprisene etter OPEC II i 1979. Etter 1985 avtok veksten i norsk økonomi, og veksten i det private konsumet stoppet. På tross av dette fortsatte den kraftige veksten i elektrisitetsforbruket, men med noe mindre styrke enn tidligere. Denne veksten skyldtes fortsatt overgang fra bruk av olje til bruk av elektrisitet. Veksten i det totale energiforbruket var moderat i det samme tidsrommet.

Overgangen fra olje til elektrisitet skjedde også på tross av at oljeprisene falt relativt til elektrisitetsprisene gjennom store deler av 80-tallet. Dette kan henge sammen med store in-

Figur 2.7. Netto alminnelig fastkraftforbruk. 12 måneders glidende sum. 1978-1991. TWh



Figur 2.8. Alminnelig elektrisitetsforbruk¹ og salg av fyringsoljer og parafin. Nyttiggjort energi. 1978-1991. TWh



¹ Fastkraft utenom kraftintensiv industri, samt tilfeldig kraft.

vesteringskostnader ved nye oljebaserte anlegg, samt store vedlikeholdskostnader og avskrivninger ved eksisterende anlegg.

Figur 2.8 viser at det totale salget av fyringsoljer og parafin i Norge har avtatt dramatisk fra 1978 til 1991. I 1978 utgjorde dette oljesalget regnet i TWh nyttiggjort energi om lag 30 TWh, mens det i 1991 bare var om lag 10 TWh.

Den dramatiske endringen i veksttaket i det temperaturkorrigerte elektrisitetsforbruket fra 1990 til 1991 skyldes dels den svake økonomiske utviklingen (nullvekst i privat konsum), men antyder også at det nå er vanskelig eller dyrt å gjennomføre en ytterligere rask overgang fra oljebaserte til elektrisitetsbaserte anlegg (nedgangen i salget av fyringsolje fra 1990 til 1991 svarte omtrent til økningen i salget av tilfeldig kraft). En innføring av fleksitarriffer i elektrisitetsmarkedet og miljøavgifter i oljemarkedet har medført at elektrisitet relativt til olje har blitt billigere det siste året uten at dette synes å ha påvirket overgangen i særlig grad.

Energipriser

Store deler av den norske kraftproduksjonen omsettes på faste kontrakter, dels gjennom

langsiktige kontrakter med den kraftintensive industrien og dels gjennom kontrakter på mellomlang sikt til alminnelig forsyning. Prisen kraftintensiv industri betaler for kraften, er i gjennomsnitt en tredjedel av prisen til alminnelig forsyning. En del av prisforskjellen kan begrunnes med forskjeller i brukstid, overførings- og distribusjonskostnader. I 1991 fikk bedrifter innen kraftintensiv industri og treforedling fornyet langsiktige kontrakter (1976-kontrakter) for årlige kraftleveranser på 7 TWh til priser som ligger langt under utbyggingskostnader for ny kraft slik disse framkommer i kostnadstall for NVE.

Vilkårene for 1976-kontraktene skal gjelde ut 1995. Deretter er det to alternative kontraktsformer for hvordan prisene videre skal fastsettes. En bedrift kan velge produktrelaterede priser hvor kraftprisen reguleres i takt med bedriftens produktpris. Alternativt kan en bedrift velge realpriskontrakter, se nærmere beskrivelse i avsnitt 2.3 Energipolitikk.

Omsetningen av tilfeldig kraft, dvs. kraft uten leveringsgaranti, skjer på en kraftbørs. I dette markedet fastsettes prisen på kraft fra time til time avhengig av tilbud og etterspørsel. Tidligere var det kun aktører med egen produksjon som hadde adgang til dette markedet. Fra 1/5 1991 ble markedet for tilfeldig kraft åpnet for alle, men det kreves en engangsavgift på 50 000 kroner for å delta.

Tabell 2.8 viser anslag på kraftpriser hos ulike brukergrupper i 1990 og 1991. Gjennomsnittsprisen på norsk eksportkraft steg fra 6,0 øre pr. kWh i 1990 til 10,6 øre pr. kWh i 1991. Prisen på kraft til eksport var dermed i 1991 nesten like høy som prisen på faste leveranser til kraftintensiv industri (12,0 øre pr. kWh).

Tabell 2.8. Gjennomsnittlige kraftpriser, inklusive el. avgift (ekskl. merverdiavgift). Øre/kWh

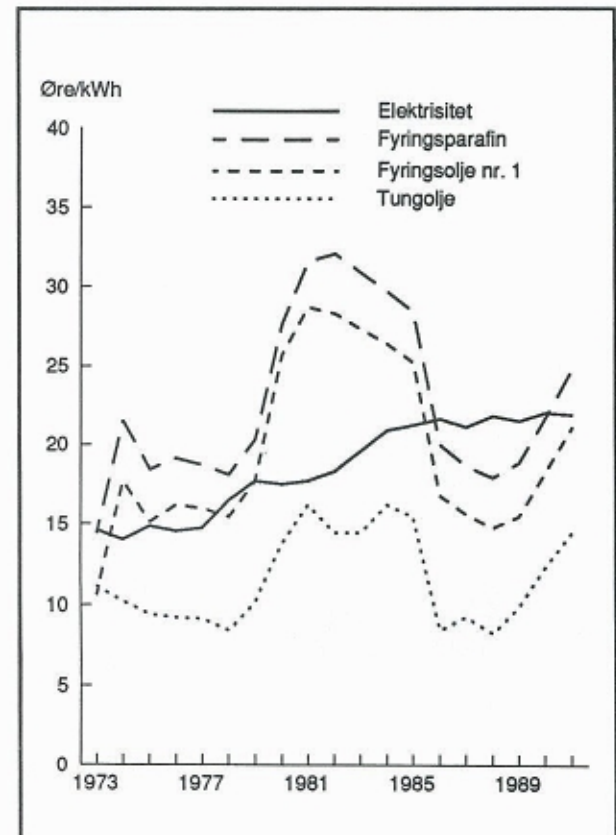
	1990	1991
Eksport	6,0	10,6
Import .....	..	..
Innenlandsk bruk (eks. tap)	27,9	29,4
Tilfeldig kraft	6,0	12,0
Kraftintensiv industri ...	11,7	12,0
Alminnelig forsyning ...	38,3	39,4

Figur 2.9 viser prisene på elektrisitet og oljeprodukter pr. energienhet (omregnet til nyttiggjort energi) målt i faste 1980-priser. Figur 2.10 viser prisutviklingen for drivstoffoljer.

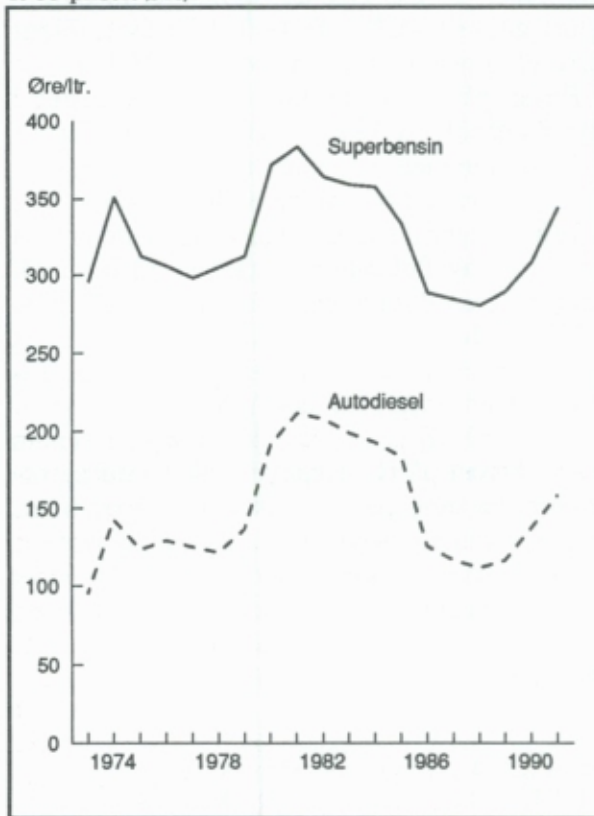
Prisen på elektrisitet til husholdninger steg i gjennomsnitt fra 1990 til 1991 med om lag 3 prosent nominelt, noe som innebærer en reduksjon i realprisen på om lag en halv prosent. Årsaken til denne reduksjonen er først og fremst innføring av fleksi-tariffer (H4-F) til husholdningene i en del regioner. Gjennomsnittsprisen til husholdninger var 42,2 øre/kWh, mens gjennomsnittsprisen som ble oppnådd på eksportmarkedet var 10,6 øre/kWh.

Prisen på oljeprodukter økte kraftig gjennom 1991. Prisen på fyringsparafin økte med nesten 26 prosent (nominelt), mens prisøkningen på de andre oljeproduktene var på rundt 20 prosent. Dette betyr at prisen på fyringsparafin i løpet av 1991 passerte prisen på elektrisitet regnet pr. nyttiggjort energi. Prisen på fyringsolje ligger så vidt under prisen på elektrisitet regnet pr.

Figur 2.9. Beregnede priser for nyttiggjort energi. 1973-1991. Faste 1980-priser. Øre/kWh. Alle avgifter inkludert



Figur 2.10. Priser på drivstoffoljer. 1973-1991. Faste 1980-priser. Øre/l



nyttiggjort energi. Årsaker til den kraftige prisstigningen på oljeprodukter er at oppgangen i råoljeprisen gjennom 1990 først slo ut i produktprisene i 1991 og dessuten en kraftig økning i miljøavgiftene på oljeprodukter.

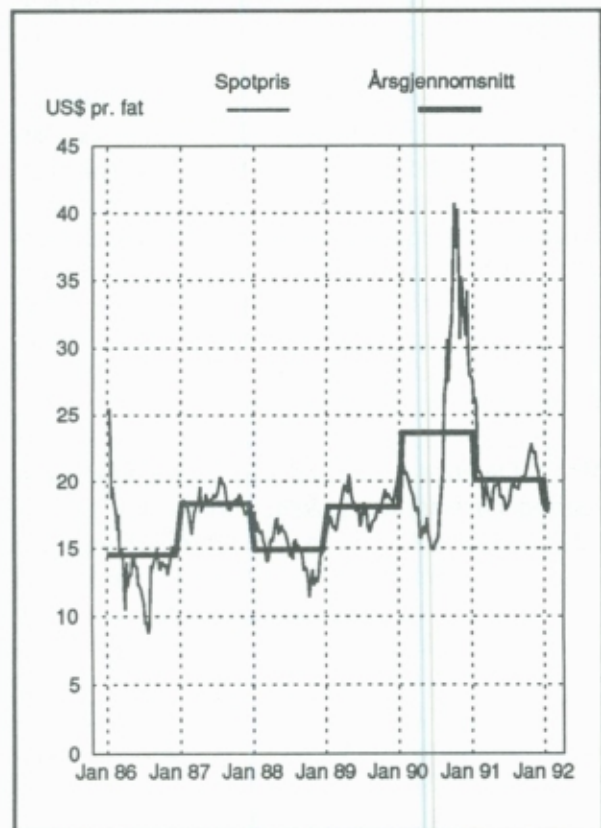
Prisen på blyfri bensin steg fra 1990 til 1991 med 14,1 prosent, eller noe over 10 prosent reelt. Til sammenligning steg prisen på blyholdig superbensin i det samme tidsrommet med 15,2 prosent. Årsaken til denne forskjellen i prisstigningen er at i 1991 ble avgiften for blyholdig bensin økt med 10 øre mer enn avgiften for blyfri bensin.

2.2. Verdensmarkedet

Oljemarkedet

Ved inngangen til 1991 var spotprisen på Brent Blend om lag 26 dollar pr. fat. Starten på Gulfkrigen 17. januar førte umiddelbart til at prisen

Figur 2.11. Spotprisen på Brent Blend



på råolje falt kraftig. Fram til juni fluktuerte prisen på Brent Blend omkring 19 dollar pr. fat. Fra en bunnotering på 17,85 i midten av juni tok råoljeprisene til å øke igjen, og Brent Blend nådde sin høyeste notering etter Gulfkrigen på nær 23 dollar pr. fat i midten av oktober. Ved utgangen av 1991 var imidlertid råoljeprisen nesten tilbake på nivået fra juni. Hovedårsaken til prisfallet mot slutten av 1991 var svakere etterspørselsvekst enn tidligere ventet, noe som medførte lageroppbygging, og forventninger om ytterligere prisfall.

Ifølge foreløpige anslag fra IEA økte verdens samlede etterspørsel etter råolje med 0,1 millioner fat pr. dag i 1991 til 66,3 millioner fat pr. dag.

For OECD-området samlet tyder anslag på at den gjennomsnittlige etterspørselen etter råolje i 1991 har falt med om lag 0,1 millioner fat pr. dag til 37,9 millioner fat pr. dag. På samme måte som i 1990, ble en nedgang i forbruket i Nord-Amerika på rundt 2 prosent oppveid av tilsvarende forbruksvekst i OECD-landene i

Europa og Stillehavsområdet. Utflatingen i forbruket av råolje i OECD-området det siste året har sammenheng med den avtakende økonomiske veksten.

De tidligere østblokk-landene reduserte også sitt oljeforbruk i 1991. Sammenbruddet i handelssamarbeidet i COMECON og tilpasningen til verdensmarkedspriser på råolje er viktige årsaker til etterspørselsfallet. Fallet i etterspørselen i disse landene ble imidlertid oppveid av veksten i oljeforbruket i andre land utenfor OECD. Veksten var særlig sterk i Asia, Latin-Amerika og Afrika med hhv. 6, 3 og 2 prosent vekst i forbruket av råolje i 1991. Gjennomsnittsforbruket av råolje for land utenfor OECD økte totalt med 0,2 millioner fat pr. dag til 28,4 millioner fat pr. dag i 1991.

Foreløpige tall tyder på at oljelagrene i OECD-området ved utgangen av 1991 lå på 475 millioner tonn, noe som tilsvarer 97 dagers

forbruk. Lagrene i OECD-området holder seg dermed på det relativt høye nivået som ble bygget opp i løpet av 4. kvartal 1990. Ved inngangen til 1991 var mengden av usolgt råolje under transitt unormalt høy, men ble i løpet av 3. kvartal 1991 brakt tilbake nær nivået fra før Gulf-krisen.

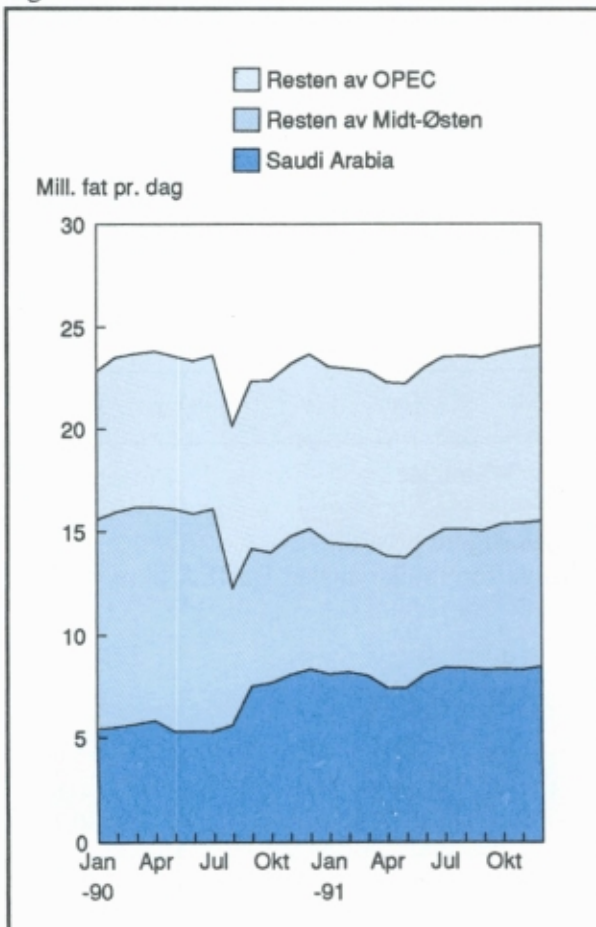
I de første fem månedene av 1991 falt OPECs produksjon av råolje fra et nivå nær 23 millioner fat pr. dag til 22,2 millioner fat pr. dag, se figur 2.12. Fallet ble avløst av en sterk produksjonsvekst i Midt-Østen, og særlig i Saudi-Arabia, på 1,3 millioner fat pr. dag fra primo juli. En jevn produksjonsvekst utover i andre halvår bidro til at organisasjonen i løpet av desember 1991 tangerte sin produksjonsrekord fra mars 1990 på 24,2 millioner fat pr. dag. Den gjennomsnittlige produksjonen for 1991 er anslått til 23,2 millioner fat pr. dag, som er det høyeste nivået på 11 år. Med en kapasitetsutnyttelse opp mot 97 prosent i 4. kvartal 1991 overskred OPEC sine produksjonsbegrensninger i 2. halvår, senest satt til 24 millioner fat pr. dag under OPEC-møtet 26. november. Samtidig falt prisen på råolje i 4. kvartal ned fra prismålet på 21 dollar pr. fat.

Etter at oljebrannene i Kuwait ble slukket, produserte landet ved årsskiftet 400 000 fat pr. dag. Produksjonen og eksporten fra Kuwait forventes å øke betydelig i inneværende år. Embargoen mot Irak er fortsatt effektiv, slik at Iraks produksjon begrenses av innenlandsk raffineringkapasitet og eksport til Jordan og utgjør omkring 500 000 fat pr. dag. Det knytter seg stor usikkerhet både til embargoen og til utviklingen i Iraks produksjonskapasitet framover. I oktober i fjor sanksjonerte FN salg av en begrenset mengde irakisk olje under streng kontroll og administrasjon av FN. Muligheten for at Irak vil akseptere FNs krav har de seneste månedene i sterk grad påvirket markedsutviklingen, senest i begynnelsen av januar i år, da et møte mellom FN og Irak utløste et prisfall på Brent Blend på 1 dollar pr. fat.

Innenfor OECD økte produksjonen bare ubetydelig i løpet av 1991. Danmark ble selvfor-synt med råolje for første gang siden dansk produksjon startet.

Sammenlignet med året før, falt produksjonen av olje og naturgass i det tidligere Sovjetunionen med drøyt 10 prosent i 1991. I 1989 og

Figur 2.12. Oljeproduksjonen i OPEC. Mill. fat pr. dag



1990 var reduksjonen hhv. 3 og 6 prosent. Nesten hele bortfallet på 1,1 millioner fat pr. dag i 1991 fant sted i Russland, som i fjor stod for drøyt 90 prosent av den totale produksjonen på 10,4 millioner fat pr. dag i det tidligere Sovjetunionen. Fallet i oljeeksporten fortsatte ut 1991, og eksporten lå i perioden september - oktober 1991 i underkant av 2 millioner fat pr. dag. Utviklingen i andre halvår 1991 kan imidlertid tyde på at fallet i oljeeksporten avtar. Usikkerhet knyttet til utviklingen i de nye uavhengige republikkene gjør det likevel vanskelig å forutsi utviklingen i eksporten fra dette området.

IEAs prognoser for etterspørsel og tilbud av råolje for inneværende år er basert på en økonomisk vekst på drøyt 2 prosent for OECD-området i første halvår av 1992 og en råoljepris på om lag 20 dollar pr. fat. Ifølge anslagene, vil en relativt sterk vekst i etterspørselen i Nord-Amerika oppveies av stagnasjon og avtakende etterspørsel ellers i verden. Selv med et antatt fall i produksjonen utenfor OPEC i første halvår 1992, vil en opprettholdelse av OPECs produksjonsnivå på 24,1 millioner fat pr. dag fra desember i fjor gi et betydelig tilbudsoverskudd i råoljemarkedet i første halvdel av 1992. En forventet produksjonsøkning i Kuwait til 800 000

fat pr. dag i løpet av første halvår og mulig eksport fra Irak vil ytterligere bidra til dette.

Kommunikeet fra OPEC-møtet i midten av februar gikk ut på at OPECs produksjon i 2. kvartal i år skal begrenses til 23 millioner fat pr. dag. Videre vil det bli sammenkalt til et ekstraordinært møte dersom eksporten fra Irak kommer igang igjen. Utfallet av OPEC-møtet førte umiddelbart til et relativt sterkt fall i prisen på råolje. Uten en ytterligere produksjonsbegrensning fra OPECs side, peker de fleste faktorer av betydning for markedet derfor i retning av en fortsatt lav råoljepris gjennom første halvår.

Påviste reserver av olje er vist i tabell 2.9.

Gassmarkedet

Påviste reserver av naturgass er vist i tabell 2.9. Fra utgangen av 1990 til utgangen av 1991 økte verdens totale reserver med nesten 4 prosent på tross av årets uttapping. Særlig reservene i det tidligere Sovjet og i Afrika økte betydelig, mens også Vest-Europa fikk en tilvekst. Over 80 prosent av verdens reserver eies av Russland og land i Midt-Østen. Ved utgangen av 1990 ville reservene vart i 58 år ved den nåværende uttapping, om ingen nye reserver legges til. I

Tabell 2.9. Verdens reserver¹ av olje og gass

	Reserver 1990		Reserver 1991		Endring i reserver fra 1990 til 1991	
	Olje	Gass	Olje	Gass	Olje	Gass
	Mrd. toe		Mrd. toe		Prosent	
Asia-Stillehavet	6,8	7,7	6,0	7,6	-12,3	-1,0
Vest-Europa	2,0	4,5	2,0	4,5	0,2	1,7
Øst-Europa og Sovjet	8,0	41,3	8,0	45,1	-0,1	9,1
Midt-Østen	90,1	33,8	90,0	33,6	-0,1	-0,4
Afrika	8,1	7,4	8,2	7,9	1,0	7,3
Amerika	20,8	12,9	20,6	12,9	-0,9	-0,4
Verden	135,9	107,6	134,8	111,7	-0,8	3,8
OPEC	105,2	44,5	104,6	44,2	-0,6	-0,6
Norge	1,0	1,7	1,0	1,7	0,0	0,1

¹ Reservebegrepet i denne tabellen er ulikt det som er benyttet i regnskapstallene i tabell 2.17 og 2.18

Kilde: Oil and Gas Journal, 1991

tolkningen av dette, bør en merke seg at dette gjennomsnittstallet dekker over store regionale forskjeller, slik at om det ikke finnes nye reserver nær de største forbruksregionene, vil det koste mer å bringe gassen fram til forbruker, da størstedelen av reservene ligger langt fra forbruksregionene. Likevel er det bare i USA en kan forvente knapphet på egen gass innenfor en horisont på 10-20 år.

Gassforbruket i verden økte med 2 prosent til 1738 mtoe fra 1989 til 1990. Veksten var sterkst i utviklingslandene. Forbruket i Vest-Europa som er markedet for norsk gass, økte med 1,7 prosent til 227 mtoe. Selv om markedet er relativt vel utbygd, er gassandelen i energikonsumet betydelig lavere enn i Øst/Sentral-Europa og Nord-Amerika. Det er særlig i elektrisitetmarkedet at gass forventes å øke sin energiandel. De norske gassprodusentene forventer en betydelig økning av det europeiske gassmarkedet.

Det europeiske gassmarkedet er et forhandlingsmarked dominert av store kjøperselskaper med tilnærmet nasjonalt monopol. EF-kommisjonen ønsker å regulere markedet for å unngå diskriminering og øke kostnadseffektiviteten. Prinsippet om tredjepartsadgang er knesatt innenfor EF og vil også gjelde EØS. På lengre sikt kan en regne med at dette vil begrense transmisjonsselskaperens markedsrett og øke antallet aktører. Dette vil trolig redusere sluttforbrukerprisen og gjøre gass attraktiv i flere markedssegmenter. For en nærmere analyse av dette, se Bjerkholt og Gjelsvik (1991).

2.3 Energipolitikk

St.prp.nr. 100 (1990-1991) - Omorganisering av Statkraft

En av hovedintensjonene i Energiloven (Ot.prp.nr. 43 (1989-1990) som ble gjort gjeldende fra 1. januar 1991, var å forsøke å skille mellom de enheter i kraftforsyningen som kunne eksistere i et fritt marked, produksjonsverkene, og de enheter som måtte sees på som naturlige monopoler, overførings- og fordelingsverkene. Sammenblanding av konkurranse-

virksomhet (produksjonsverk) og monopolfunksjoner (overføringsnett) kan medføre en uheldig krysssubsidiering og utnyttelse av markedsrett. Som en oppfølging av energiloven og dens intensjoner, ble det i St.prp.nr. 100 (1990-1991) "Omorganisering av Statkraft" foreslått å etablere to nye selskaper i stedet for det tidligere Statkraft. Produksjonsverkene blir samlet i et nytt produksjonsselskap, Statkraft SF, mens nettvirksomheten blir samlet i et nettselskap, Statnett SF.

Ved en omorganisering av det norske kraftmarkedet som lagt opp til gjennom energiloven, synes en deling av Statkraft i et nettselskap og et produksjonsselskap å være en naturlig konsekvens. Det forutsettes at alle aktører i kraftmarkedet får tilgang til nettet gjennom det nye nettselskapet, og at Statkraft SF må konkurrere på lik linje med andre leverandører om bruk av dette nettet. Ved en effektiv monopolkontroll av nettselskapet burde forutsetningene være tilstede for en framtidig god utnyttelse av eksisterende kapasitet og en mer optimal utbygging av ny kapasitet. Det kan imidlertid stilles spørsmål ved om produksjonsselskapet Statkraft SF vil kunne konkurrere på lik linje med andre kraftproduksjonsselskaper. Gjennom St.prp. 104, se nedenfor, går det klart fram at staten fortsatt ønsker å bruke dette selskapet aktivt i nærings- og sysselsettingspolitikken ved å pålegge selskapet særskilte kontraktstyper med gunstige vilkår for spesielt den kraftintensive industrien.

St.prp. 104 (1990-1991) - Om fornyelser av Statkrafts industrikontrakter og vilkårene i kontraktene om foregrepne hjemfall m.v.

I 1990-årene utløper endel av Statkrafts kraftkontrakter med kraftintensiv industri og treforedling. Allerede høsten 1991 ble det vedtatt å fornye disse kontraktene og å revurdere prisvilkårene i kontraktene om foregrepne hjemfall. I alt tas kontrakter med et totalomfang på 7,7 TWh opp til fornying gjennom St. prp. nr. 104. Regjeringen foreslo en pris ekskl. avgifter, i de nye kontraktene, på om lag 13 øre/kWh i 1996 (1991-priser) stigende til 18 øre/kWh i 2010. Elektrisitetavgiften, som i dag er 4 øre/kWh, var foreslått å komme i tillegg til disse prisene. Stortingsflertallet valgte å stille industrien overfor to alternative prisopplegg. I det ene tilfellet

la en opp til at en bedrift kunne velge produktrelaterte priser, dvs. at kraftprisen varierer i takt med bedriftens produktpris. Laveste pris ble satt til 13 øre/kWh (1991-priser). Alternativt kan en bedrift velge realpriskontrakter hvor prisene reguleres fra 13 øre/kWh i 1996 til 16 øre/kWh i 2010 (1991-priser). Stortinget vedtok altså lavere priser enn forslaget fra Regjeringen la opp til.

Det heter i proposisjonen at usikkerheten omkring det framtidige norske kraftmarkedet er stor og at det derfor ikke har vært mulig å beregne de økonomiske konsekvensene av de foreslåtte kontraktsvilkårene. Anslag for kostnaden knyttet til de aktuelle kontraktsvilkårene kan imidlertid beregnes på flere måter.

Et mål for verdien av den aktuelle kraftmengden i alternative anvendelser får en dersom en lyser ut et anbud på den aktuelle kraftmengden, og lar alle kjøpere inklusive utlandet, konkurrere om kontraktene.

Et annet mål kan en få ved å se på kostnadene i pågående kraftutbyggingsprosjekter. Alternativt til å bygge ut ny kraft for å dekke etterspørselen i alminnelig forsyning, kan en la være å tvinge Statkraft til å inngå langsiktige kontrakter med industrien til lave priser. Den frigjorte kontraktskraften brukes i stedet til å dekke etterspørselen i alminnelig forsyning, til en høyere pris. For Staten, som eier Statkraft, er dette en billigere løsning enn å bygge ut ny vannkraft for å dekke etterspørselsøkningen fra denne gruppen. NVE har beregnet at langtidsgrensekostnaden knyttet til ny kraftutbygging for leveranse til kraftintensiv industri er om lag 25 øre/kWh referert kraftstasjonsvegg pr. 1.1.1990. Vurdert til 1991-prisnivå tilsvarer dette ca. 26 øre/kWh. Dersom en omallokering av kraften fjerner behovet for omfattende ny kraftutbygging, vil langtidsgrensekostnaden være tilnærmet konstant fremover. Gevinsten ved ikke å inngå kraftkontraktene skissert i St. prp. nr. 104, kan dermed beregnes som kraftkvantum multiplisert med differansen mellom langtidsgrensekostnad og kontraktspris. I 1996 utgjør denne gevinsten om lag 700 millioner kroner og i 2010 om lag 300 millioner kroner.

Verneplan IV

I 1991 leverte "Mellquist-utvalget" sin innstilling NOU 1991:12A "Verneplan for Vassdrag IV". Utvalget behandlet 207 av ialt 350 foreslåtte objekter. Av disse tilrå utvalget enstemmig vern av 114 objekter med et kraftpotensiale på om lag 6 TWh. Utvalget er delt i synet på hvor stor del av 15 andre objekter som er verneverdig. Det totale kraftpotensialet for disse er 8,2 TWh. Utvalget er enig om vern av 2 TWh av disse, det er enig om ikke-vern av 0,5 TWh og uenig om vern av 5,7 TWh. Et hovedutgangspunkt for utvalget har vært at det skal foreslå vern av et antall vassdrag slik at Verneplan I-IV samlet gir et tverrsnitt av både den typiske og den spesielle vassdragsnaturen i Norge. Ved siden av dette er det lagt vekt på en fordeling av vernede vassdrag på regioner og etter bosettingsmønster.

Hvis innstillingen følges (der det er enighet), betyr dette at det vernede kraftpotensiale øker med 40 prosent gjennom den nye verneplanen i forhold til omfanget i verneplan I-III. Samlet sett vil det totale vern, gjennom Verneplan I-IV, samt vern av nasjonalpark og landskapsvernområder på Saltfjell/Svartisen, ligge mellom 30,3 TWh og 36 TWh av et anslått nyttbart potensiale på 171 TWh.

Så lenge det er umulig å beregne verdien av uberørt natur, vil selvfølgelig enhver verneplan vekke diskusjon. Stort sett synes det som om utvalget i sin innstilling har forsøkt å fange opp en slik diskusjon ved å legge seg om lag midt på treet i forhold til de forslag om vern som forelå før utvalgets arbeid.

Verneplan IV er en direkte oppfølging av intensjonene i Verneplan I-III. Siden vi fikk disse verneplanene, har verdens oppmerksomhet omkring globale klimaproblemer knyttet til bruken av fossile brensler tiltatt sterkt. I diskusjonen omkring hvordan en kan møte de globale klimaproblemene, vil en diskusjon av en mer effektiv og økt utnyttelse av en ren energibærer som vannkraft få større oppmerksomhet framover. Den økonomiske verdien av vassdragene ved en kommersiell kraftproduksjon vil med rimelig grad av sikkerhet øke, uten at en kan se at dette gjenspeiles i de forslag som legges fram.

St.prp. 108 (1991-1992) - Ilandføring av gass fra Heidrunfeltet og etablering av metanol-fabrikk m.v.

I denne stortingsproposisjonen foreslår Regjeringen at det legges en gassrørledning fra Heidrunfeltet til Tjeldbergodden på Aure i Møre og Romsdal. I den forbindelse foreslås også at det bygges en metanol fabrikk for avtak av endel gass fra feltet.

Våren 1991 ble det besluttet å bygge ut oljefeltet Heidrun på Haltenbanken. Dette innebar at en måtte finne en løsning for den assosierte gassen knyttet til dette oljefeltet. To reelle alternativer var aktuelle: *Reinjisere* gassen i feltet for et eventuelt senere uttak og da knytte gassen til andre gassfelter på Haltenbanken og videre til gassfelter i Nordsjøen, og *ilandføring* av gassen for bruk til industriell virksomhet på land.

Mange beregninger av lønnsomheten ved de to alternativene har vært foretatt. Konklusjonen i St.prp. 108 er at ilandføring har en nåverdi på ca. 300 mill. kr mer enn reinjiseringsalternativet. I forhold til tidligere beregninger som viste at reinjiseringsalternativet hadde en nåverdi på 950 millioner kroner mer enn ilandføringsalternativet, har en i de nye beregningene økt prisprognosen for metanol fra 136 \$/tonn til 165 \$/tonn (1990-priser), samt økt investeringsanslaget for reinjiseringsalternativet med 560 millioner 1990-kroner (mer enn en fordobling fra tidligere). I lønnsomhetsvurderingen har de totale kostnader ved rørledningen blitt belastet ilandføring/metanolanleggsalternativet. Det vil si at lønnsomheten ved dette alternativet kan bli forbedret ved en økt utnyttelse av rørledningen. Metanolanlegget vil legge beslag på kun 20 prosent av kapasiteten.

I avveiningen mellom alternativene har en sett bort fra de implisitte samfunnsøkonomiske miljøkostnadene ved at metanolanlegget unntas CO₂-skatt. Disse er i proposisjonen beregnet til 800 millioner kroner ved dagens CO₂-avgiftsatser. I proposisjonen sies også at den nasjonale målsettingen om stabilisering av CO₂ fram mot år 2000 opprettholdes. Reinjiseringsalternativet ville dermed være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

En slik konklusjon kan imidlertid snus hvis en får en større utnyttelse av rørkapasiteten. En

slik ekstra kapasitetsutnyttelse kan en tenke seg på tre måter; utbygging av gasskraftverk i regionen, salg av gass til Sverige fra Haltenbanken ved en rørledning gjennom midt-Norge, og annen industriell aktivitet som utnytter gass i regionen (inklusive en eventuell utvidelse av metanolanlegget).

I denne sammenheng sies det imidlertid i proposisjonen at det ikke er aktuelt å basere tilgangen på ny kraft på bygging av gasskraftverk i forbindelse med ilandføring fra Heidrunfeltet. Det sies at spørsmålet om gasskraftverk må vurderes i lys av Regjeringens klimapolitikk til enhver tid. Muligheten for en større kapasitetsutnyttelse av rørledningen blir altså begrenset til å gjelde ny gassbasert industriell utnyttelse eller eksport. Hvorvidt en slik ny industriell virksomhet i framtiden også vil bli fritatt for CO₂-avgift, eller om den vil bli behandlet på lik linje med et eventuelt gasskraftverk, er det ikke sagt noe om i proposisjonen. Gasseksport til Sverige vil medføre at en direkte kan lese av alternativkostnaden som er forbundet med å nytte gassen i metanolanlegget.

Til alle de alternativer som er utredet, er det knyttet en betydelig usikkerhet. Ett av alternativene synes å utmerke seg ved nærmest å være en form for utsettelse av endelig beslutning, nemlig reinjiseringsalternativet. En viss risikoaversjon skulle dermed tilsi at en valgte dette alternativet. Stortinget vedtok 3. februar 1992 å satse på metanolanleggsløsningen.

2.4. Analyseprosjekt: Energibruk i husholdninger

Energiforbruk knyttet til stasjonære formål i husholdningssektoren i Norge har vist en jevnt stigende trend i perioden fra 1980 til 1990, med unntak av de siste 3 årene som har vært spesielt milde. Sammensetningen av energiforbruket har også endret seg. I 1980 utgjorde forbruk av flytende brenslere 26 prosent og elektrisitetsforbruket 61 prosent av samlet energiforbruk i husholdningssektoren. I 1990 var de tilsvarende andelene 14 prosent for flytende brenslere og 72 prosent for elektrisitet.

Utviklingen i samlet energiforbruk forklares gjerne med vekst i antall husholdninger, at hver enkelt husholdning har fått mer elektrisk utstyr eller at de holder en høyere gjennomsnittstemperatur enn tidligere. I økonomiske modeller forklares endringer i energiforbruket tradisjonelt med endringer i inntekt, relative priser og sektorsammensetning. Disse faktorene har ikke vært tilstrekkelige for å forklare utviklingen i husholdningenes energiforbruk. En har derfor søkt å knytte endringene i energiforbruket til endringer i andre bakenforliggende forklaringsfaktorer, som for eksempel hustype, husholdningsstørrelse og boligareal. I Energiundersøkelsen 1990 (Ljones et al., 1992) legges det vekt på sammenhengen mellom slike variabler og energiforbruket.

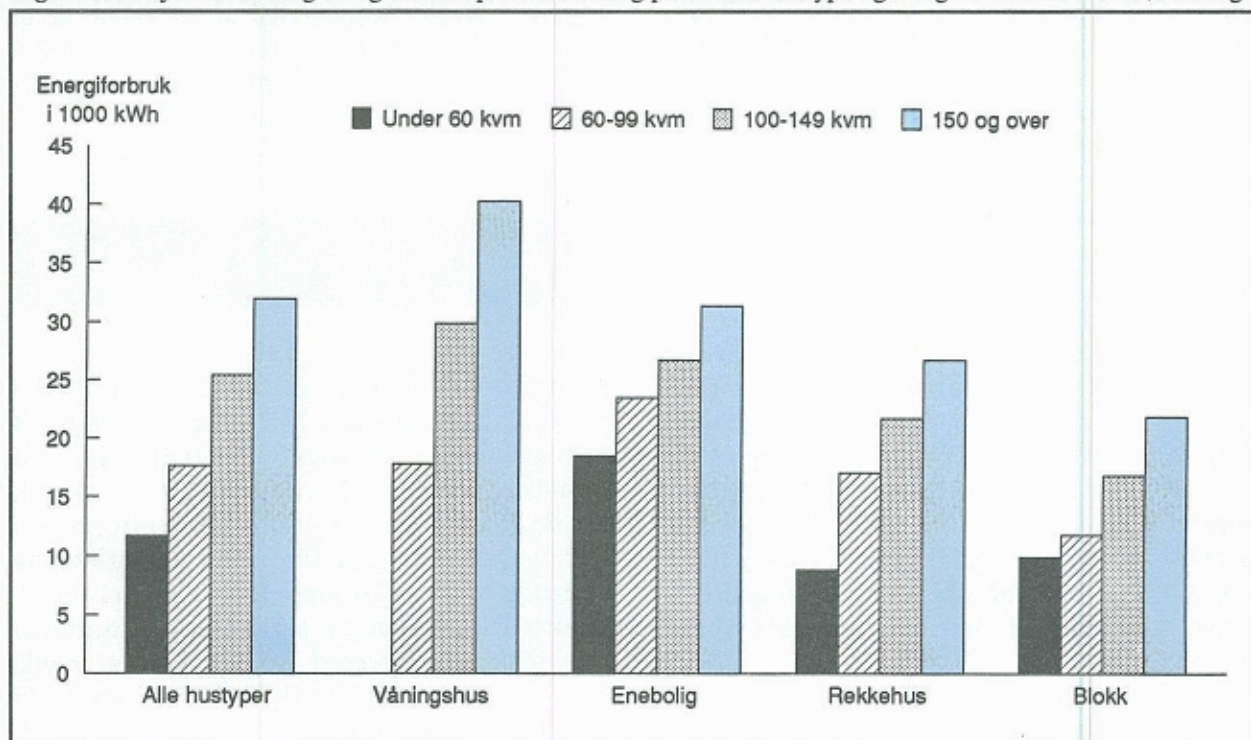
Figur 2.13 viser at hustype er en viktig forklaringsfaktor for energiforbruket. Våningshus og eneboliger har det største energiforbruket, og selv om en ser på energiforbruk pr. m², er forskjellene mellom hustyper store. Dette skyldes i stor grad at disse hustypene er mindre skjermet mot kulde enn blokker og rekkehus. Folke- og boligtellingsene i 1980 og 1990 (SSB, 1982 og 1991) tyder på relativt små endringer i sammensetningen av hustyper fra 1980 til

1990. Andelen av boliger med areal over 100 m² har imidlertid økt til over 40 prosent i 1990 mot under 30 prosent i 1980. Utviklingen i retning av større gjennomsnittlig areal pr. bolig, er et viktig element for å forklare økt energiforbruk. Mens gjennomsnittlig areal har økt i løpet av de siste 10 årene, har gjennomsnittlig husholdningsstørrelse blitt redusert.

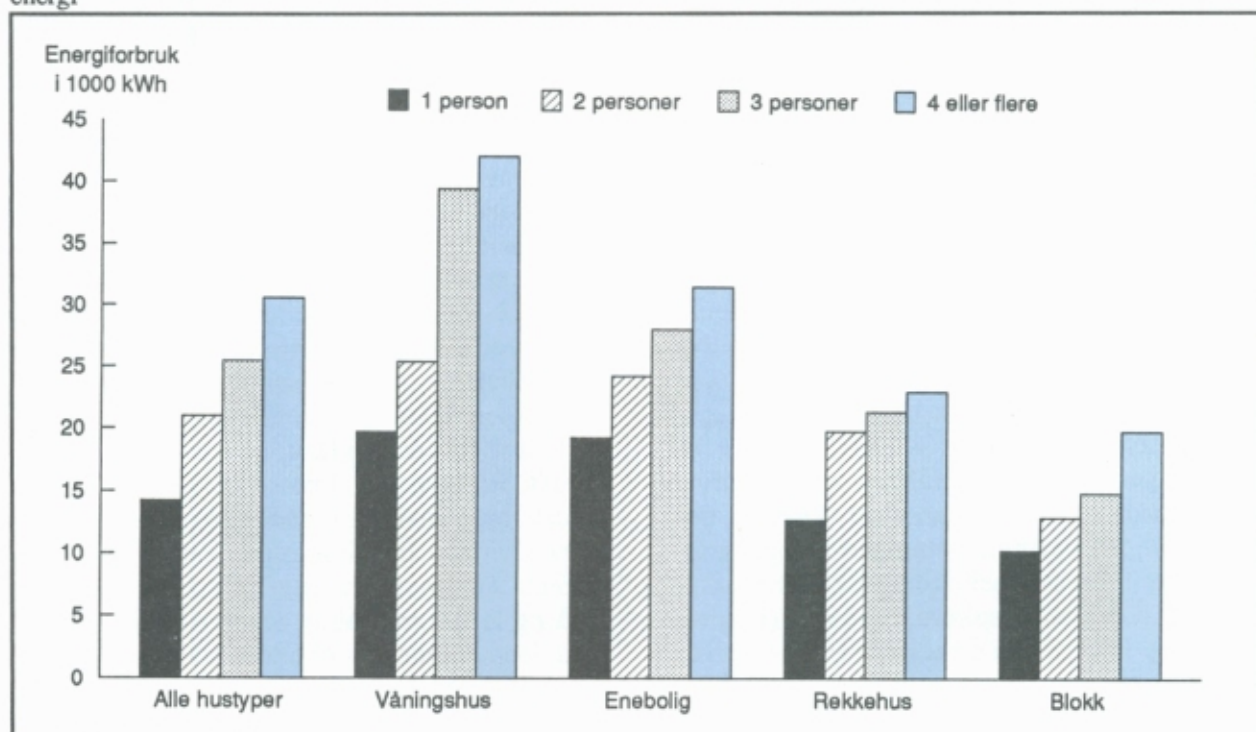
Ifølge Folke- og boligtellingsene i 1980 og 1990, har antall boliger økt med om lag 16 prosent i dette tidsrommet. Gjennomsnittlig antall bosatte pr. bolig er redusert med 11 prosent. Mens 28 prosent av husholdningene bestod av bare én person i 1980, er tilsvarende andel i 1990 36 prosent. Andelen av husholdninger med 4 personer eller mer er redusert fra 30 til 23 prosent, mens husholdninger med 2 eller 3 personer er rimelig konstante over tid.

Figur 2.14 viser en klar sammenheng mellom energiforbruk og husholdningsstørrelse. En én-personhusholdning bruker om lag 14 000 kWh energi pr. år. Øker husholdningsstørrelsen med én person, øker energiforbruket med om lag 7 000 kWh. Ytterligere økning av husholdningsstørrelse gir stadig mindre økning i energiforbruket. Det skyldes at energiforbruket til oppvarmingsformål ikke øker like mye som

Figur 2.13. Gjennomsnittlig energiforbruk pr. husholdning pr. år etter hustype og boligens areal. kWh tilført energi



Figur 2.14. Gjennomsnittlig energiforbruk pr. husholdning pr. år etter hustype og husholdningsstørrelse. kWh tilført energi

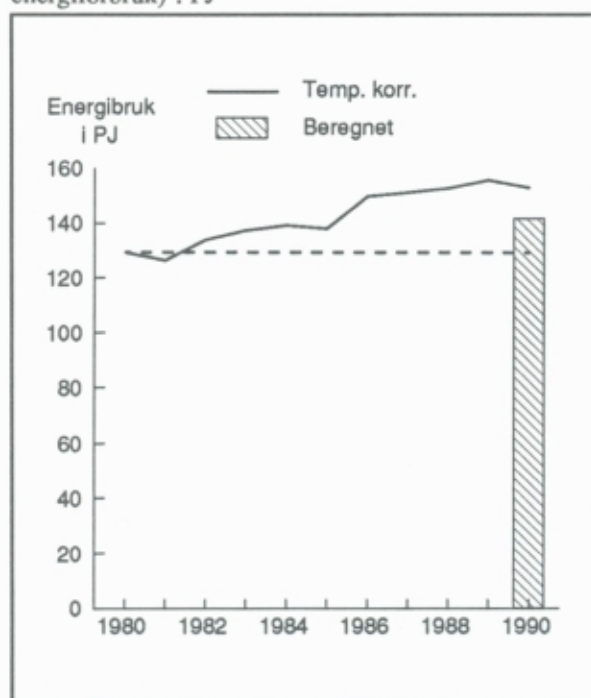


energiforbruket til andre formål, når husholdningsstørrelsen øker. I de siste 10 årene har det vært en markert utvikling mot stadig mindre husholdningsstørrelse. Samtidig har befolkningen og antall husholdninger økt, slik at energiforbruket i husholdningssektoren har steget selv om energiforbruket pr. husholdning pr. år er redusert.

Samlet, temperaturkorrigert energiforbruk for husholdningssektoren økte med 18 prosent fra 1980 til 1990, se figur 2.15. Dette svarer til en gjennomsnittlig årlig vekst på 1,7 prosent.

Ved å beregne samlet energiforbruk i 1990 slik det ville vært med husholdningssammensetning og antall husholdninger som i 1980, blir resultatet betydelig lavere enn faktisk energiforbruk i 1990, se søylen til høyre i figuren. Det viser at endringen i husholdningssammensetning og antall husholdninger i stor grad forklarer økningen i energiforbruket i husholdningssektoren de siste ti årene. Gjennomsnittsforkbruket for de ulike husholdningene har også endret seg gjennom perioden pga. endringer i andre variabler.

Figur 2.15. Utviklingen i samlet, temperaturkorrigert energiforbruk for husholdningssektoren (stasjonært energiforbruk)¹. PJ



¹ Søylen til høyre viser beregnet energiforbruk i 1990 basert på samme husholdningssammensetning og antall husholdninger som i 1980.

Både endringen i gjennomsnittlig areal og husholdningsstørrelse drar i retning av høyere energiforbruk i 1990 enn 1980. Disse to variablene er korrelert med hverandre, og det er dermed vanskelig å isolere effekten fra hver av dem. Det kan imidlertid vises at energiforbruket øker med antall personer i husholdningen for gitt arealgruppe.

Selv om en her har lagt vekt på hustype, boligarealer og husholdningsstørrelse som forklaringsfaktorer, må det påpekes at en rekke andre variabler også kan ha betydning for energiforbruket. Eksempler på slike variabler er oppvarmingsutstyr, geografisk beliggenhet, byggeår og isolasjonsstandard.

Endringen i *sammensetningen* av energiforbruket fra 1980 til 1990 kan blant annet knyttes til utviklingen i sammensetningen av oppvarmingsutstyret. En sammenlikning mellom resultatene fra energiundersøkelsen i 1983 (Ljones, 1984) og Energiundersøkelsen 1990 viser at husholdninger med ovn for flytende brensel utgjør 38 prosent i 1983, men bare 29 prosent i 1990. Andelen av husholdningene som har forbruk av olje/parafin er redusert fra 30 prosent til 25 prosent i samme periode.

48 prosent av husholdningene brukte elektrisitet som hovedoppvarming i 1983. Syv år senere var andelen økt til 57 prosent, mens bruk av flytende og fast brensel til hovedoppvarming var redusert. Forbruket av fast brensel utgjør imidlertid samme andel av samlet energiforbruk i 1983 og 1990. Det skyldes økt bruk av ved til tilleggsoppvarming.

I 1976 ble det foretatt en formålsfordeling av energiforbruket, blant annet for husholdningene (Sæbø, 1979). Energiundersøkelsen 1990 gir også formålsfordeling av energiforbruket. Resultatene fra disse analysene viser at elektrisitetsforbruket som går til belysning og bruk av elektrisk utstyr, utgjør en større andel av samlet energiforbruk i 1990 enn i 1976. Det ser imidlertid ut til å være liten endring i andelen av samlet energiforbruk som går til elektrisitetsbasert romoppvarming. Tallene tyder på at endringene i forholdet mellom forbruk av olje og elektrisitet i 1980-årene i stor grad skyldes redusert bruk av flytende brensel til oppvarmingsformål og økt bruk av elektrisitet til andre formål enn oppvarming.

2.5. Analyseprosjekt: Energiforbruket i Vest-Europa

Studier av energiforbruket i Vest-Europa er interessant av flere grunner. Norge er nettoeksportør av olje og gass, og kunnskap om de nære markedene er viktig. En slik kunnskap vil også være påkrevet for å belyse utviklingen mot et mer integrert energimarked i Vest-Europa, samt for analyser omkring internasjonale avtaler for å begrense luftforurensning.

Statistisk sentralbyrå har på denne bakgrunn utviklet en sektorvis energietterspørselsmodell for 9 vest-europeiske land; de 4 store (Tyskland (Vest), Storbritannia, Frankrike og Italia), gasslandet Nederland, og 4 nordiske (Sverige, Danmark, Finland og Norge), se Birkelund et al. (1991). Analyser omkring framtidig energiforbruk og luftforurensning, basert på simuleringer med denne modellen, er under utarbeiding. Forut for slike analyser er det nyttig å se nærmere på energiforbruket i modellområdet, slik det har vært de siste årene. OECD-data for energipriser, -forbruk og økonomisk aktivitet brukes i dette avsnittet til en beskrivelse av energiforbruket i de nevnte 9 land.

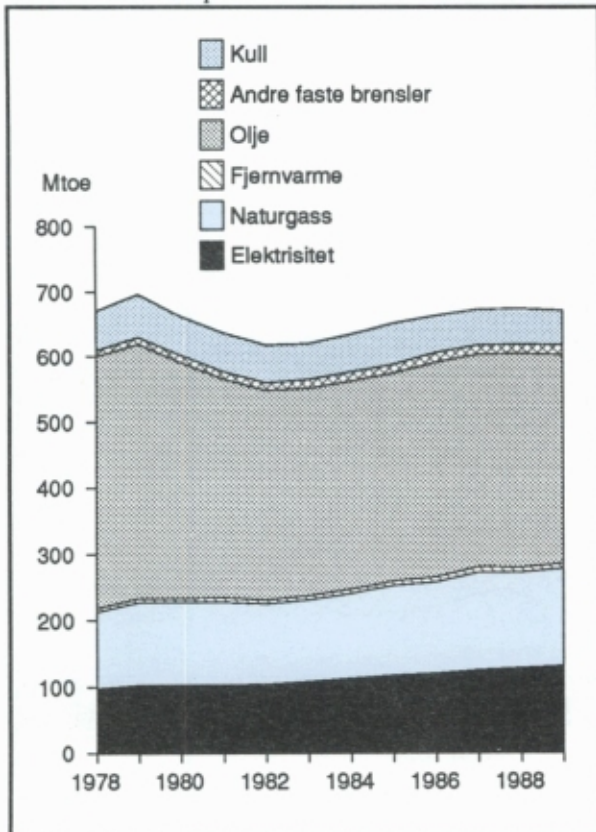
Sluttforbruk av energi

Dataene fra OECD viser at det samlede sluttforbruket av energi, dvs. eksklusive energisektoren, i de 9 landene utgjorde om lag 4/5 av det totale energikonsumet i OECD, Europa i 1989. Forbruket har i perioden 1978-1989 utviklet seg som vist i figur 2.16.

Tallene angir tilført energi i mtoe og inkluderer ikke bruk av energibærere i industrielle prosesser. Økningen i energiforbruket på slutten av 70-tallet brytes av en nedgang i perioden 1979-1982. I siste halvdel av 80-tallet vokste energiforbruket først svakt for så å flate ut mot slutten av perioden. Nivået i 1989 lå under nivået i 1979, trass i realvekst i BNP gjennom perioden. Dette har sammenheng med endringer i energipriser, sektorfordeling og teknologi. Enkelte sider ved disse forholdene vil bli diskutert senere i dette avsnittet.

Nedgangen i energiforbruket i perioden 1979-1982 kan bl.a. relateres til den andre store prisstigningen på olje på 70-tallet, OPEC II. Dette

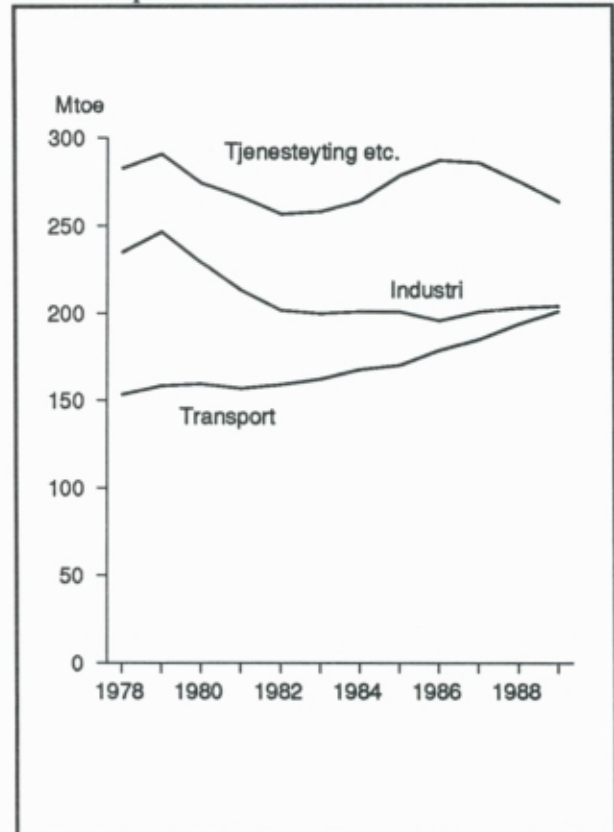
Figur 2.16. Sluttforbruk av energi fordelt på energibærere for 9 vest-europeiske land samlet, 1978-1989. Mtoe



får man en indikasjon på ved å studere utviklingen i forbruket av de enkelte energibærerne i figur 2.16. Oljekonsumet gikk sterkt tilbake i denne perioden. Trass i nedgangen, var olje fortsatt den energibæreren det ble brukt mest av i 1989. Det brukes minst av fjernvarme, kull og andre faste brensler. Veksten i energiforbruket i perioden 1984-1987 skyldes hovedsakelig økningen i forbruket av elektrisitet og naturgass. Det var en jevn stigning i bruken av disse to energibærerne gjennom hele 80-tallet. Naturgassveksten skyldtes i stor grad en bedret tilgjengelighet gjennom utbygging av nettverksystemene.

Figur 2.17. viser sektorvis utvikling av energiforbruket. P.g.a. mangelfull oppsplitting i husholdninger, tjenesteyting og primærnæringer for flere land i OECDs statistikk, er disse sektorene slått sammen i figuren. Energiforbruket til transportformål er samlet i en egen sektor, og denne sektorens forbruk, overveiende oljeprodukter, har økt relativt jevnt i løpet av 1980-

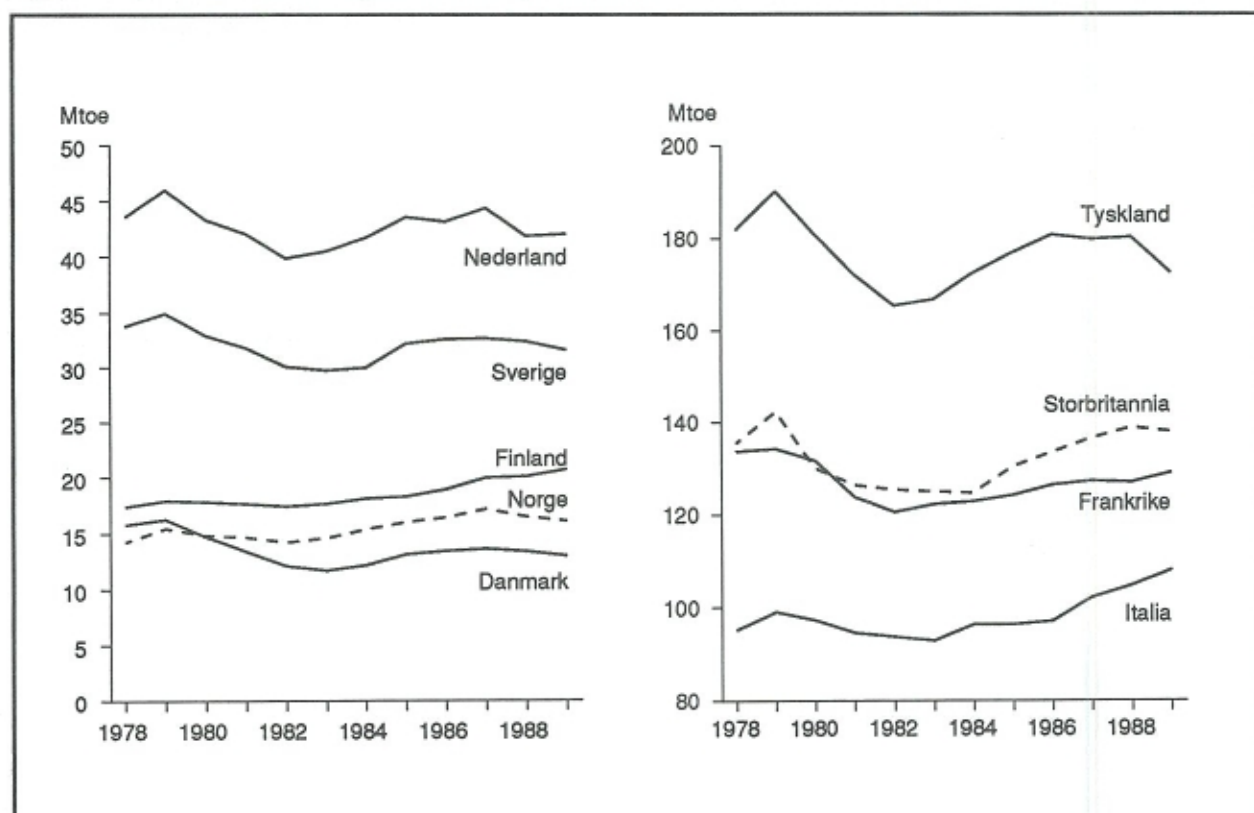
Figur 2.17. Sluttforbruk av energi fordelt på sektor for 9 vest-europeiske land samlet, 1978-1989. Mtoe



årene. Veksten i aktivitets- og inntektsnivået i landene har medvirket sterkt til dette forløpet. Reduksjonen i energikonsumet i perioden 1979-1982 skjedde i de stasjonære sektorene og særlig i industrien. Industriens forbruk av energi flatet ut i siste halvdel av tiåret. Mens industriens energikonsum var om lag 50 prosent større enn transportsektorens i begynnelsen av perioden, brukte de to sektorene like mye energi i 1989. Samlet økte energiforbruket for husholdninger, tjenesteyting og primærnæringer noe i perioden 1982-1986, for så å avta.

Nedgangen i 1987-1989 synes å være relatert til økningen i vintertemperaturen i disse årene. I flere land var det en økning i elektrisitetskonsumet og en reduksjon i oljekonsumet i husholdninger og tjenesteyting i perioder med økning i elektrisitetspriser og fall i oljepriser. Dette henger bl.a. sammen med den trendmessige økningen i forbruket av elektrisitetsspesifikt utstyr i disse sektorene (Bye og Mysen, 1991).

Figur 2.18. Sluttforbruk av energi i 9 vest-europeiske land. 1978-1989. Mtoe



Figur 2.18 viser at selv om utviklingen i energiforbruket i hvert av de 9 landene i grove trekk følger forløpet for det samlede forbruket i figur 2.16, er det visse avvik fra mønsteret. Enkelte land, som Italia, Finland og Norge, opplevde jevnt over en svak vekst i forbruket gjennom 80-årene. I flere land gikk energikonsumet noe tilbake mot slutten av tiåret. Figur 2.18 anskueliggjør også at det naturlig nok brukes mest energi i landene med høyest økonomisk aktivitetsnivå og folketall, med Tyskland (Vest) i spissen. Andre årsaker til nivåforskjeller kan være ulike forhold mht. klima, transportavstander, teknologi, sektorfordeling og energipriser. Dette vil gi seg utslag i ulike energiintensiteter, angitt ved energiforbruk pr. BNP.

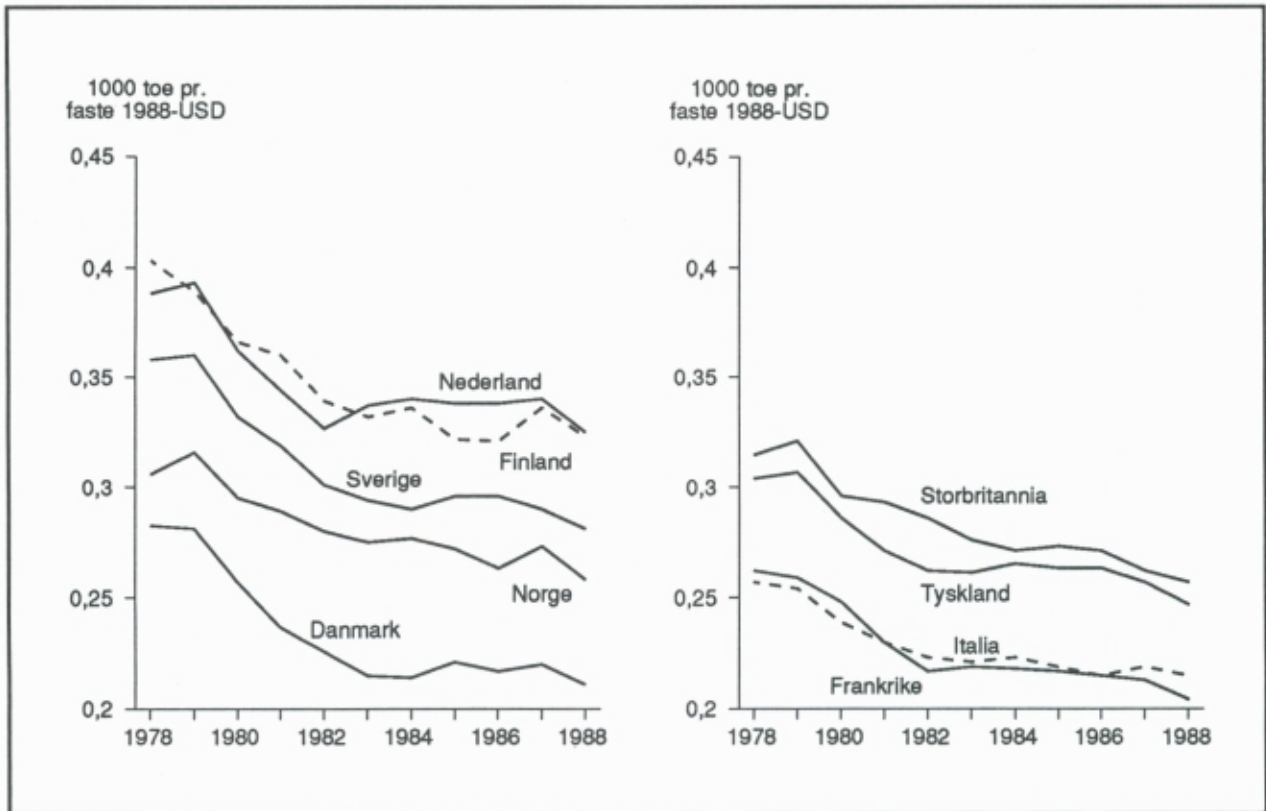
Figur 2.19 viser utviklingen i energiintensitetene for de 9 landene i perioden 1978 - 1988. Trenden har vært fallende for alle landene. Nedgangen i perioden var i størrelsesorden 15-25 prosent. Av disse landene hadde Danmark den største nedgangen og Norge den minste. En amerikansk studie av industrien i 8 OECD-land antyder at reduksjonen i energiintensitet særlig

har skyldtes sektorvis teknologisk framgang, og i mindre grad utviklingen mot en mindre energiintensiv produksjon (Howarth et al., 1991). En forholdsvis energiintensiv næringsstruktur er imidlertid en viktig årsak til at nivåene på energiintensitetene i land som Nederland, Sverige, Finland og Norge ligger såvidt høyt.

Tabell 2.10 a og b gir en indikasjon på at utviklingen i energiintensitetene i en viss grad også har vært relatert til endringer i prisen på energi i forhold til prisen på andre produksjonsfaktorer og varer, her indikert ved realprisen på energi. Tabellen viser gjennomsnittlig årlig endring i prosent i hhv. energiintensiteter og realprisindekser på energi for periodene 1978-1982 og 1982-1988. Den prosentvise nedgangen i energiintensitetene var vesentlig større i den første perioden da energiprisen steg, enn i den andre da energiprisen falt.

Det er store forskjeller landene imellom mht. mønsteret i energiforbruket. Figur 2.20 angir fordelingen av sluttforbruket av energi på energibærere i de ulike landene i 1978 og 1989. Utenom i Norge og Nederland, er olje den

Figur 2.19. Energiintensiteter i 9 vest-europeiske land. 1978-1988. 1000 toe/BNP (faste 1988-US Dollar)



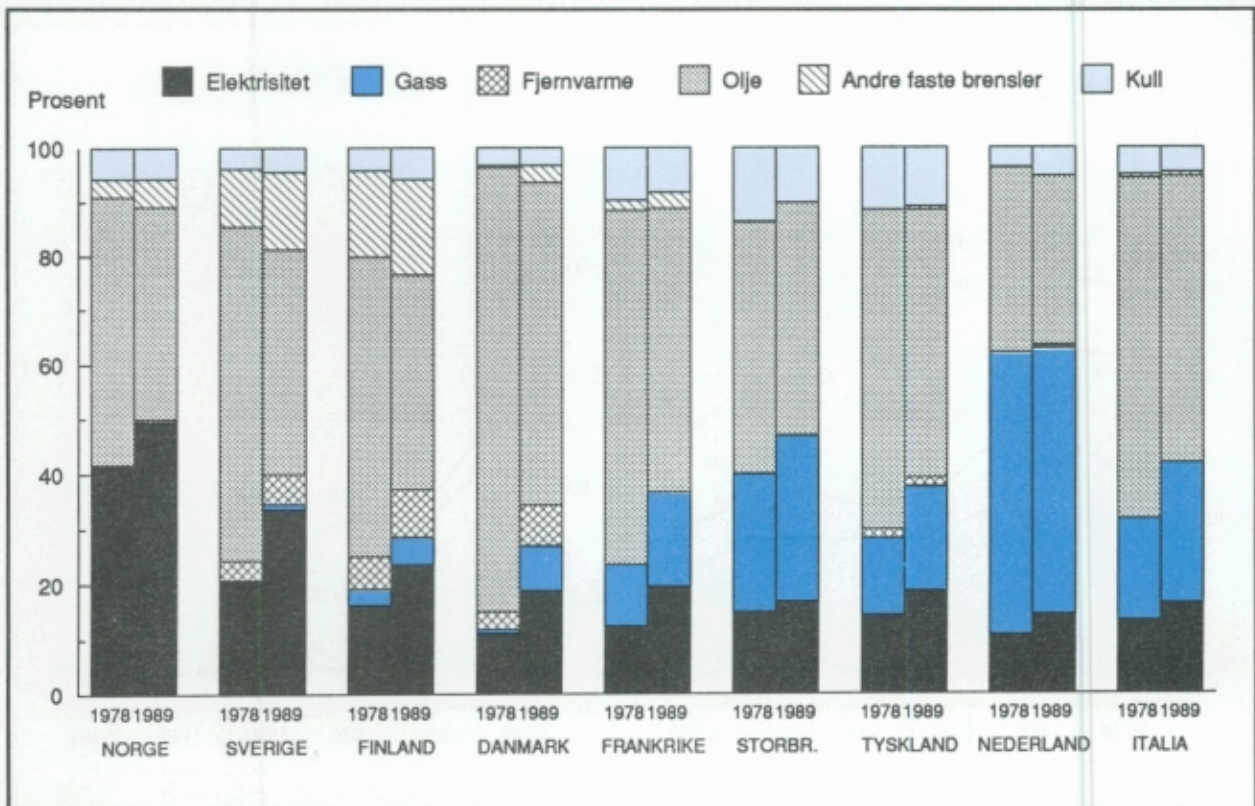
Tabell 2.10 a. Gjennomsnittlig årlig endring i energiintensitet i 9 vest-europeiske land. 1978-1982 og 1982-1988. Prosent

	Danmark	Finland	Norge	Sverige	Stor- britannia	Tyskland, Frankrike V.	Neder- land	Italia
1978-82	-6,58	-4,69	-2,65	-4,81	-3,20	-3,73	-4,37	-3,75
1982-88	-1,14	-0,77	-1,33	-1,15	-1,76	-0,93	-1,04	-0,64

Tabell 2.10 b. Gjennomsnittlig årlig endring i realpris på energi i 9 vest-europeiske land. 1978-1982 og 1982-1988. Prosent

	Danmark	Finland	Norge	Sverige	Stor- britannia	Tyskland, Frankrike V.	Neder- land	Italia
1978-82	15,85	6,48	5,70	10,72	6,30	9,30	9,02	9,68
1982-88	-5,32	-6,54	-1,40	-3,06	-4,01	-7,45	-5,66	-6,33

Figur 2.20. Fordeling av energiforbruket på energibærere i 9 vest-europeiske land. 1978 og 1989. Prosent



energivaren det brukes mest av. I Norge og Sverige brukes det forholdsvis mye elektrisitet, mens andelen av gass er stor i Nederland, Italia og Storbritannia. I alle landene har oljens andel sunket, mens elektrisitetsandelen har økt. I flere av landene har også gassandelen steget. For Sverige, Finland og Danmark har andelen av fjernvarme og andre faste brenslar enn kull gått noe opp i løpet av 80-tallet. En slik utvikling i forholdet mellom energibærerne kan i en viss grad ha sammenheng med utviklingen i de relative prisene, men kan også knyttes til en trendmessig vekst i bruken av elektrisitetsspesifikt utstyr og til utbyggingen av infrastruktur for naturgass og fjernvarme.

Energibruk i energisektorene

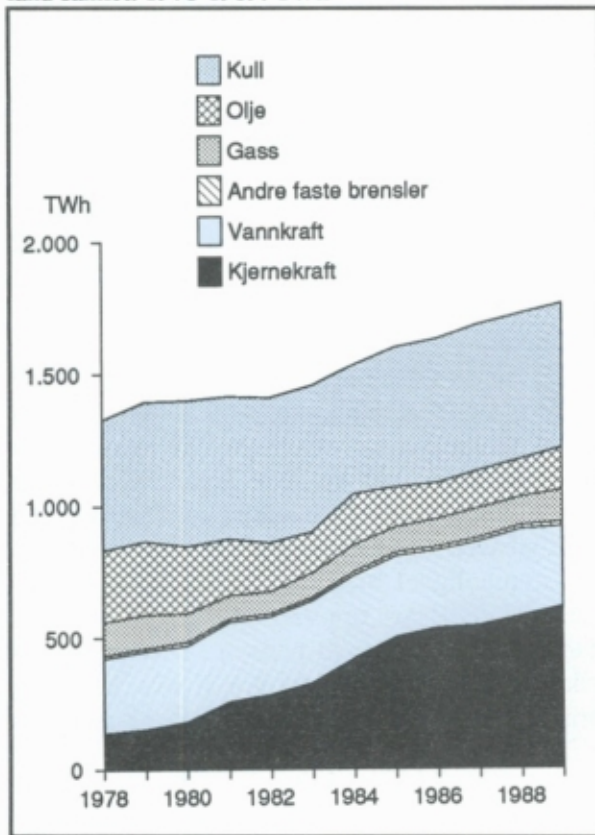
Bruken av energi i produksjonen av elektrisitet er ikke inkludert i sluttforbruket av energi. Dette forbruket vil imidlertid være av stor betydning for forurensningsbildet, da mange land baserer sin elektrisitetsproduksjon på forbren-

ning av fossile brenslar. Figur 2.21. viser sammensetningen av og utviklingen i total kraftproduksjon i de samme ni landene som ble omtalt i forrige avsnitt.

Kraftproduksjonen økte med 33 prosent i perioden 1978-1989. Samtidig falt olje- og gasskraftproduksjonen i området med hhv. 5 og 40 prosent. Den avtakende produksjonen av olje- og gasskraft ble mer enn oppveid av sterk satsing på kjernekraft i flere land. Også produksjonen av kull- og vannkraft økte, men bidrog mindre til økningen i total kraftproduksjon enn hva kjernekraft gjorde.

Kraftproduksjon fra alternative energikilder som geotermisk varme, vindkraft og biomasse tok til på 70-tallet. Årsaken til satsingen var særlig knyttet til usikre reserver av olje og gass, økende energipriser og en stigende skepsis mot bruken av kjernekraft. På tross av betydelige teknologiske fremskritt gjorde utviklingen i energiprisene utover 80-tallet at de alternative energikildene forble kommersielt ulønnsomme. Veksten i kraftproduksjonen fra disse

Figur 2.21. Total kraftproduksjon i 9 vest-europeiske land samlet. 1978-1989. TWh

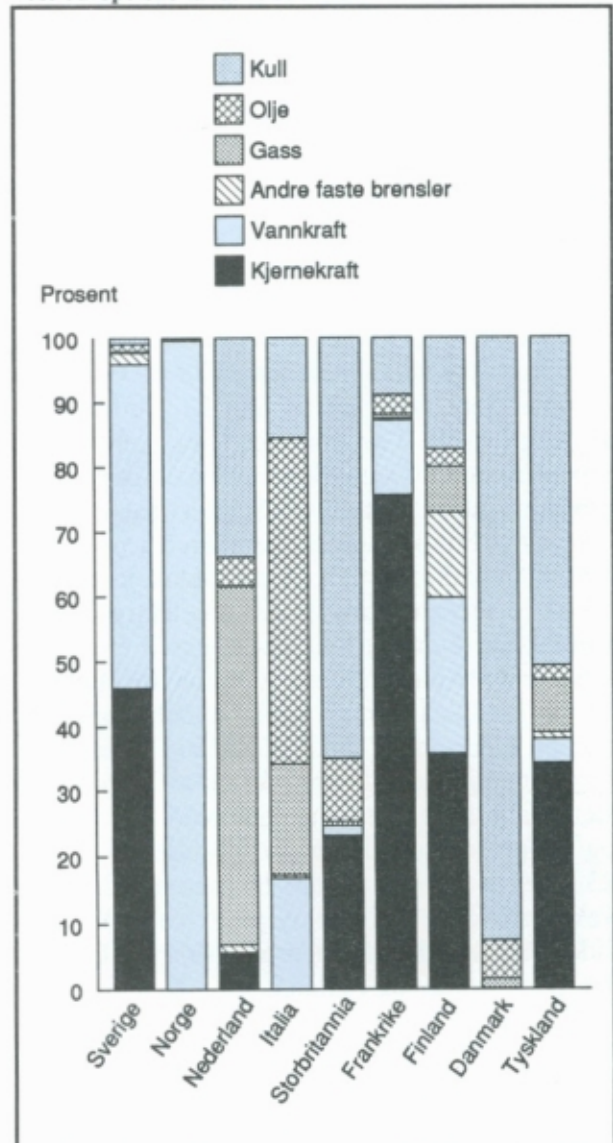


kildene i perioden 1978-1989 er derfor i hovedsak et resultat av subsidiert forskningsvirksomhet i de ulike landene.

Av figur 2.22 framgår det at produksjonen av elektrisk kraft er svært ulikt sammensatt i de ulike landene. Et fellestrekk for flere av landene er imidlertid at de har satset på få energibærere i sin kraftforsyning. Bak dette ligger det, foruten lønnsomhetsbetraktninger, også et ønske om å utnytte egne energiforekomster. Tydeligst er dette i Norge, som nesten utelukkende baserer seg på vannkraft. De øvrige landene har nær uttømt sin mulighet til ytterligere vannkraftutbygging eller, som Sverige, vedtatt stans i slik utbygging. Land med store kullforekomster, som Tyskland (Vest) og Storbritannia, dekker over 50 prosent av sitt kraftbehov ved kullkraft, mens Nederland produserer størstedelen av sin kraft ved naturgass.

Økningen i realprisen på olje har ført til at kull og gass har vunnet markedsandeler fra olje i kraftproduksjonen alle land utenom Italia. Særlig sterk var overgangen fra olje til kull i

Figur 2.22. Sammensetningen av kraftproduksjonen i 9 vest-europeiske land. 1989. Prosent



Danmark og Nederland der oljens markedsandel falt med hhv. 40 og 35 prosentpoeng til 6-7 prosent i løpet av 80-tallet. Årsaken til at substitusjonen var relativt sterkere i disse landene enn i de øvrige landene, var den høye andel av kraftverk som kunne fyres med begge energikildene. Omstillingskostnadene var dermed lavere i disse landene enn ellers.

Avtalefestede koblinger mellom prisen på olje og gass førte til at gassprisen økte med oljeprisen. Dette kan forklare noe av reduksjonen i bruken av gasskraft i Tyskland (Vest) og Storbritannia. I Finland, Italia og Nederland økte derimot gasskraftproduksjonen moderat.

Dette skyldes forhold som er spesielle for hvert enkelt av disse landene. Distribusjonsnettene for naturgass er meget godt utbygd i Nederland, noe som ga relativt lave overføringstariffer. Mens man i de øvrige landene benytter olje og gass som topplastkraft (kapasitets-reserve for å dekke etterspørselstopper), benyttes gasskraft både som topplast- og grunnlastkraft i Nederland. Finland hadde handelsavtaler med det tidligere Sovjetunionen som sterkt bidro til å initiere bruk av gass i Finland på 80-tallet.

Den største endringen i sammensetningen av kraftproduksjonen i perioden 1978 til 1989 har kommet som følge av en betydelig utbygging av kjernekraft. For området som helhet, har produksjonen av kjernekraft økt med drøyt 340 prosent i løpet av tolv år. Sterkest satsing har det vært i Frankrike, der kjernekraft i perioden økte sin markedsandel i kraftproduksjonen fra 13 til 75 prosent. Lave priser på elektrisk kraft i Frankrike bidro til en sterk vekst i elektrisitetsetterspørselen. Denne veksten ble dekket ved at produksjonen av kjernekraft ble nær 10-doblet i perioden. Også Tyskland (Vest) og Storbritannia økte sin produksjon av kjernekraft sterkt, slik at markedsandelene økte fra hhv. 10 og 13 prosent på slutten av 70-tallet til 33 og 23 prosent i 1989. Andre land som bidro til veksten i første halvdel av perioden, men som siden har stabilisert sin produksjon av kjernekraft, er Sverige og Finland.

Årsaken til utflatingen i Sverige og Finland og det stabile produksjonsnivået i Nederland, med en markedsandel på 7-8 prosent i hele den aktuelle perioden, er en foreløpig stans i utbyggingen av kjernekraftverk. Utbyggingsstansen har kommet etter politisk press. Av samme grunn stanset Italia sin kjernekraftproduksjon i 1986.

2.6. Analyseprosjekt: Energietterspørsel i de nordiske land

I forbindelse med arbeidet med å bygge en energimodell for Norden er etterspørselen etter energi analysert (Johnsen og Mysen, 1992). Her presenteres noen resultater for industrien og transportsektoren.

Energietterspørsel i industrisektorene

Et karakteristisk trekk ved utviklingen i forbruk av energibærere i de nordiske landene i de siste 20 årene, er at forbruket av elektrisitet har økt mens forbruket av olje har blitt redusert. Fram til 1982/83, hvor oljeprisen steg relativt til elektrisitetsprisen, virker en slik utvikling av elektrisitets- og oljeforbruket rimelig. Siden 1982/83 har imidlertid det relative prisforholdet beveget seg i motsatt retning, mens elektrisitetforbruket har fortsatt å øke relativt til oljeforbruket.

Det finnes flere mulige forklaringer på denne tilsynelatende paradoksale utviklingen. For det første har bruken av elektrisitet til elektrisitetsspesifikt utstyr økt de siste årene. Videre har kapitalkostnadene i forbindelse med installering av oljebasert oppvarmingsutstyr blitt svært store sammenlignet med tilsvarende kostnader til elektrisitetsbasert oppvarmingsutstyr. Demest kan usikkerheten med hensyn til framtidig utvikling av oljeprisen virke inn. F. eks. kan oljeprisen komme til å stige som følge av miljøavgifter på fossilt brensel.

Andre momenter som kan være med på å forklare elektrisitetforbrukets relative vekst i forhold til oljeforbruket, er at oljeprissjokkene på 70-tallet førte til en teknologisk utvikling som favoriserer bruk av elektrisitet. Krav om renseutstyr ved "end of pipe" reguleringer har også gjort bruk av olje dyrere i deler av industrien.

Dessverre er ikke datagrunnlaget godt nok til å få testet hypotesene nevnt ovenfor på en stringent måte. Som en forenkling beskrives forholdet mellom bruken av elektrisitet og olje i modellen som en funksjon av det relative prisforhold og tiden (trend). For enkelte av sektorene gir ikke denne modellen tilfredsstillende resultater. For disse sektorene tas det utgangspunkt i enklere relasjoner som beskrevet i Risø (1986).

For industriens energietterspørsel fokuseres det på substitusjon mellom elektrisitet og olje. Industrien er aggregert opp til tre sektorer. Sektorinndelingen i Danmark avviker noe fra sektorinndelingen i Norge og Sverige.

Et hovedresultat fra estimeringene er at trendparameteren, som forteller med hvor stor andel forholdet mellom elektrisitet og olje endres på et år (gitt at de relative priser er uendret), er signifikant større enn 0 i alle sektorene. Dette

betyr at det har vært en overgang fra olje til elektrisitet som ikke kan forklares ved prisendringer. Et annet viktig resultat er at substitusjonselastisitetene, som forteller med hvor mange prosent forholdet mellom elektrisitet og olje endres etter en endring på en prosent i de relative priser, er relativt lave.

Tabell 2.11. Estimeringsresultater for substitusjon mellom elektrisitet og olje i industrisektorene

Sektor	Parameter	Danmark	Norge	Sverige
Metall	Subst.elast.	0,29		0,28
	Trend	0,14		0,06
Treforedling	Subst.elast.		1,64	0,08*
	Trend		0,24	0,17
Annen industri	Subst.elast.		0,41	0,19*
	Trend		0,09	0,13

* Ikke signifikante på fem prosents nivå (enhalet t-test)

Tabell 2.11 viser at i *metallsektoren* synes muligheten for substitusjon mellom olje og elektrisitet etter endring i den relative faktorpris, å være om lag like stor i Danmark som i Sverige. Dette viser seg ved at de estimerte substitusjonselastisitetene er av samme størrelsesorden. Trenden mot økt elektrisitetsforbruk synes å være større i Danmark enn i Sverige. Den prisuavhengige substitusjonen fra olje til elektrisitet synes med andre ord å skje raskere i metallsektoren i Danmark enn i metallsektoren i Sverige.

For *treforedlingssektorens* vedkommende er det verdt å merke seg at den estimerte substitusjonselastisiteten er dramatisk større i Norge (1,64) enn i Sverige (0,08). Trenden er noe sterkere i Norge enn i Sverige. I *resten av industrien* er den estimerte substitusjonselastisiteten i Norge (0,41) om lag dobbelt så stor som den i Sverige (0,19). Trenden i resten av industrien synes noe større i Sverige enn i Norge, men er generelt mindre enn i treforedlingssektoren.

Som en oppsummering kan det sies at resultatene med signifikant trend for så godt som

alle sektorene, tyder på at hypotesene framsatt innledningsvis er relevante, men bedre data trengs for å studere disse forhold nærmere. Et annet viktig poeng er at de relativt lave substitusjonselastisiteter vil gi lav effekt av avgifter på fossilt brensel ved simulering på en modell med disse energirelasjonene. Derimot vil energiligningene med en trend som grovt sagt impliserer en årlig 10 prosents økning i forholdet mellom elektrisitet og olje, gi en referansebane med høyere elektrisitetsforbruk og lavere oljeforbruk enn energiligninger uten en slik trend. Ut fra et miljøsynspunkt vil en slik referansebane med lavt oljeforbruk være gunstig.

Etterspørsel etter energi i veitransport

En del av hensikten med analyseprosjektet er å sammenligne pris- og inntektselastisiteter mellom de nordiske land. For å skaffe oss informasjon om dette er det laget en økonometrisk modell for energiforbruket i veisektoren. Ved å sammenligne pris- og inntektselastisiteter i de ulike landene, kan vi danne oss et inntrykk av hvor mye avgiftene på f.eks. bensin må økes for å redusere utslippene med en viss prosent.

Energiforbruket i veitransport utgjør både en stor andel av totalt energiforbruk og vokser langt sterkere enn energiforbruk til andre formål. Veitransport er derfor en av de viktigste kildene til utslipp av forskjellige luftforurensingskomponenter. Ulike komponenter medfører ulik grad av helseskader. Utslipp av NO_x utgjør en stor del av de totale utslippene fra veitrafikk, og disse utslippene skjer oftest i byer og tettbygde strøk hvor mange mennesker blir påvirket. Det vil derfor være viktig å vite i hvilken grad avgifter på drivstoff vil påvirke etterspørselen etter drivstoff, og derved også utslippene, i de ulike landene.

Tabell 2.12 viser energiforbruket i veisektoren i forhold til totalt energiforbruk i de nordiske landene Danmark, Finland, Norge og Sverige. Tabellen viser at energiforbruket i veitransport i Danmark og Sverige utgjør hhv. 18 og 19 prosent av totalt energiforbruk, mens tallene for Finland og Norge er hhv. 15 og 14 prosent. Årsakene til disse forskjellene er å finne i ulike næringsstrukturer i landene. Danmark har en lite energiintensiv industri i forhold til de andre landene, mens industrien i Norge og

Tabell 2.12. Veisektorens andel av totalt energiforbruk, vekstrater for energiforbruk og BNP i nordiske land. Prosent

	Vei-sektorens andel av totalt energi-forbruk (1988)	Årlig vekstrate i energi-forbruk for vei-sektoren 1970-1988	Årlig vekstrate for totalt energi-forbruk 1970-1988	Årlig vekstrate i BNP 1970-1988
Danmark	19	1,9	-0,5	2,1
Finland	15	3,7	1,7	3,4
Norge	14	3,5	1,9	4,0
Sverige	18	2,6	0,1	2,0

Kilde: OECD (1970-88)

Finland forbruker en stor andel av landenes totale energiforbruk.

Tabell 2.12 viser også gjennomsnittlig årlig vekstrate for energiforbruket i veitransport i perioden 1970-1988. Danmark og Sverige har hatt den laveste årlige veksten med hhv. 1,9 og 2,6 prosent. Finland og Norge har hatt en sterkere veksttakt med hhv. 3,7 og 3,5 prosent.

Veksten i energiforbruket i veisektoren har vært langt høyere enn veksten i totalt energiforbruk i alle nordiske land, men vekstratene er ulike. En mulig årsak til dette kan være ulik økonomisk vekst. Danmark og Sverige hadde lavest BNP-vekst i perioden og har lavest vekst i energiforbruk både i veisektoren og totalt. BNP-veksten i Norge og Finland har vært langt sterkere og veksten i energiforbruket har også vært sterkere i disse landene.

I modelleringen av veitransport er en metode som er brukt i Pindyck (1979) og Kouris (1983) benyttet. Denne metoden bestemmer energiforbruket som en funksjon av antall kjøretøyer, gjennomsnittlig kjørelengde pr. kjøretøy og drivstoffeffektiviteten.

Motiveringen for å modellere etterspørselen på denne måten er at etterspørselen etter drivstoff er avledet av etterspørselen etter transporttjenester. Forbruket av drivstoff i veitransport er derfor i sterk grad knyttet til størrelsen på bilparken, utnyttelsen av bilparken (kjørelengde) og effektiviteten. Ved å simulere modellen med en referansebane og et alternativ hvor prisen på hhv. drivstoff og inntekt økes

Tabell 2.13. Langsiktige pris- og inntektselastisiteter for bensin

	Pris	Inntekt
Danmark	-1,39	1,67
Finland	-0,70	1,36
Norge	-0,86	0,84
Sverige	-1,48	1,06

med en prosent, får vi ut pris- og inntektselastisitetene som er vist i tabell 2.13.

Tabellen viser at den langsiktige priselastisiteten er størst i Danmark og Sverige. I Norge og Finland er den langsiktige priselastisiteten lavere enn 1. Dette innebærer at en 1 prosents økning i bensinprisen vil gi større reduksjon i forbruket i Danmark og Sverige enn i Finland og Norge. Dette kan skyldes at befolkningen i Sverige og Danmark bor mer konsentrert enn i Norge og Finland, slik at offentlig kommunikasjon kan være et alternativ til å kjøre selv. Det bør understrekes at alle anslag på elastisiteter av denne type er beheftet med en viss usikkerhet.

Inntektselastisiteten er over 1 for alle land unntatt Norge. En inntektselastisitet større enn 1 innebærer at en 1 prosents økning i inntekten isolert sett vil øke forbruket med mer enn 1 prosent.

I alle energietterspørselsanalyser er spørsmålet om substitusjon mellom forskjellige energityper viktig. I veitransport er det bare to energibærere som er aktuelle, nemlig bensin og diesel. Prisutviklingen på disse to energibærerne har i alle de nordiske land vært så lik at noen substitusjon mellom disse ikke kan skyldes ulik prisutvikling på drivstoff. Substitusjon mellom bensin og diesel skyldes nok heller forhold som ulik prisutvikling på dieseler og bensiner, ulik utvikling i kilometeravgifter og komforthensyn.

2.7. Analyseprosjekt: Modell for kraftsektoren i Norge

For å gjøre den makroøkonomiske modellen MSG mer egnet til analyser av energi- og miljøproblemstillinger, er det utført arbeid med sikte på en bedret modellering av kraftsektoren og kraftmarkedet i Norge.

Aktuelle problemstillinger

Forurensningsproblemene knyttet til forbrenning av fossile brensler kan initiere tiltak med tanke på å redusere bruken av slike energibærere. Virkemidler som kvoter, direkte reguleringer, standarder og avgifter kan være aktuelle tiltak. Tiltak rettet mot forbrenning av fossile brensler vil gi en vridning av energietterspørselen i retning av vannkraft.

Energiloven som trådte i kraft 1. januar 1991, legger opp til en markedsbasert omsetning av elektrisk kraft i Norge. Loven pålegger energiverkene å skille mellom enheter som produserer kraft og enheter som overfører og fordeler kraft. I løpet av 1991 er det også vedtatt å dele opp Statkraft i to statsforetak; et produksjonsselskap og et selskap som skal produsere overføringstjenester. Disse reformene gjør det påkrevet med en bedret modellering av adferd, kostnadsforhold og mekanismer i kraftmarkedet.

Produksjon av elektrisitet i form av gasskraft er stadig en aktuell problemstilling. Gassreservene i Nordsjøen er store, og anvendelse av naturgassen i kraftproduksjon er ett av flere foreslåtte bruksområder. Introduksjon av gasskraft vil påvirke tilbudet av elektrisitet. Lokaliseringen av eventuelle gasskraftverk vil kunne påvirke etterspørselen etter og produksjonen av overføringstjenester.

Samarbeid og kraftutveksling mellom aktører i de nasjonale kraftmarkedene i Norden utvides stadig. Større muligheter for norsk krafteksport kan øke alternativverdien av norsk elektrisitetsproduksjon. Det kan påvirke lønnsomheten i den norske kraftsektoren og bidra til å endre fordeling mellom eksport og innenlandsk anvendelse av elektrisitet. Økt handel vil også bedre mulighetene for kraftimport i perioder med lav innenlandsk produksjon av elektrisitet.

Endringer i den norske næringsstrukturen vil påvirke produksjonen i ulike deler av kraftsektoren. Leveranser av kraft til kraftintensiv industri krever mindre fordelingstjenester enn leveranser til for eksempel tjenesteyting. En næringsutvikling der kraftforbruket i tjenesteytende sektorer vokser raskere enn kraftforbruket i kraftintensiv industri, vil implisere at produksjonen av fordelingstjenester må økes i en raskere takt enn selve elektrisitetsproduksjonen.

I Norge varierer prisen på elektrisitet mellom ulike kjøpergrupper. Deler av prisforskjellene kan forklares med forskjeller i brukstid, overførings- og fordelingskostnader. I tillegg eksisterer det prisforskjeller på elektrisitet som ikke kan begrunnes i kostnadsforskjeller. Disse prisforskjellene antas å være et resultat av prisdiskriminering mellom ulike kjøpere av elektrisk kraft. Kostnadsforholdene i overførings- og fordelingsnettene er av stor betydning ved analyser der en ønsker å studere effekter av endret prisdiskriminering i kraftmarkedet.

Hovedtrekk i modellen

I den empiriske modellen for kraftsektoren som er utarbeidet, se Johnsen (1991), har en valgt å la kraftsektoren bestå av fire produksjonssektorer: *vannkraft*, *gasskraft*, *overføringstjenester* og *fordelingstjenester*. I modellen er det spesifisert kostnadsfunksjoner for hver av disse sektorene. Etterspørerne etter kraft er inndelt i sektorer som svarer til sektorinndelingen i MSG.

Årsaken til at en har valgt å etablere kraftsektormodellen som en del av MSG, er at det i enkelte analyser vil være av interesse å studere samspillet mellom kraftmarked og resten av økonomien. Kraftutbygging krever store investeringer, og det kan ofte være interessant å studere de makroøkonomiske konsekvensene av økt kapitaletterspørsel fra kraftsektoren. Kraftprisutviklingen som bestemmes i kraftsektormodellen, vil på den annen side kunne være viktig for næringsutviklingen i økonomien.

Hver sektors kraftetterspørsel dekomponeres i fast og tilfeldig kraft. Fra fordelingen mellom fast og tilfeldig kraft avledes hver sektors etterspørsel etter fordelings- og overføringstjenester. Ved å summere alle sektors etterspørsel etter elektrisitet og legge til beregnede tap i overfør-

ings- og fordelingsnett, finnes samlet etterspørsel etter elektrisitet ved kraftstasjonsvegg.

Kjøperprisen på elektrisitet til en sektor består av pris på elektrisitet levert kraftstasjonsvegg, pris på overføringstjenester, pris på fordelingstjenester, elektrisitetsavgift og merverdiavgift for sektorer som ikke får refundert innbetalt moms. Prisen på fastkraft levert kraftstasjonsvegg er i utgangspunktet lik for alle brukere. Gitt realisererte kjøperpriser, avgifter og overførings-/fordelingskostnader i basisåret, beregnes en prisdiskrimineringskoeffisient for hver sektor. Denne koeffisienten inngår som en sektorspesifikk variabel i kjøperprislikningene.

Kraftsektormodellen knyttes til MSG som en egen blokk. MSGs tall for elektrisitetsetterspørsel brukes i kraftsektorblokken til å finne kraftpriser som gir likevekt mellom etterspørsel og tilbud i kraftmarkedet. Det sjekkes også om den beregnede likevektspris er høy nok til at det er lønnsomt å foreta utvidelse av produksjonskapasiteten for vann- eller gasskraft. På denne måten beregner modellen en likevektsløsning der tilbud og etterspørsel etter kraft balanserer.

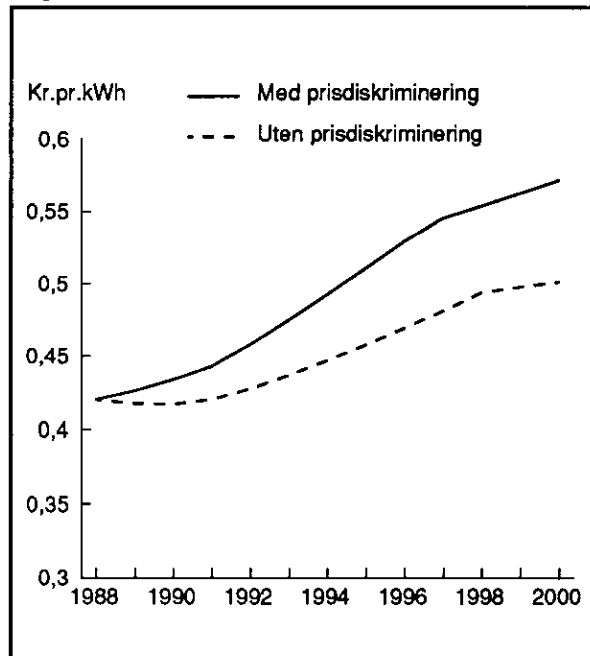
Kraftsektormodellen kan også benyttes mer passivt/partielt. For eksempel kan en på forhånd definere de ulike sektorenes elektrisitetssetterspørsel (eksogene variabler). Modellen vil da kunne beregne hvilke priser på elektrisitet som må til for at det skal være lønnsomt å skaffe til veie det etterspurte kvantum elektrisitet.

Eksempel på bruk av modellen

Kraftsektormodellen er foreløpig ikke benyttet til grundige analyser. I figur 2.23 gis likevel en illustrasjon på en type resultat modellen gir. Figuren viser utviklingen i kjøperpriser på elektrisitet til husholdninger under to ulike forutsetninger om prisdiskriminering i kraftmarkedet. I det ene tilfellet er prisdiskrimineringen i det norske kraftmarkedet fjernet, mens den er beholdt på 1988-nivå i den andre banen.

Dersom prisdiskrimineringen i kraftmarkedet fjernes, vil prisutviklingen bli moderat. Det skyldes at etterspørselen faller sterkere i sektorer som i utgangspunktet nyter godt av prisdiskrimineringen enn i sektorer som står overfor en høy elektrisitetspris. Prisfølsomheten er stør-

Figur 2.23. Beregnet pris på elektrisitet til husholdninger (inkl. alle avgifter) med og uten prisdiskriminering, 1988-2000. Kr/kWh



re i sektorer som får prisvekst. Samtidig er veksten i kjøperpris sterkest i disse sektorene siden dette er sektorer der prisen på fordelingstjenester utgjør en liten andel av samlet kjøperpris. Årsaken til utflatingen i prisbanene mot årtusenskiftet er at betalingsvilligheten for kraft gjør det lønnsomt å introdusere gasskraft.

Prisbanene i figur 2.23 genererer ulike baner for forbruket av elektrisitet i husholdningene. En mer markedsmessig prising av elektrisitet i Norge vil gi høyere forbruk av elektrisitet i husholdningssektoren enn om prisdiskrimineringen opprettholdes på 1988-nivå.

2.8. Enheter og omregningsfaktorer

Tabell 2.14. Gjennomsnittlig energiinnhold, virkningsgrader og tetthet, etter energivare

Energibærer	Teoretisk energiinnhold	Enhet	Virkningsgrader			Tetthet
			Industri Bergverk	Transport	Annet forbruk	
Kull	28,1	TJ/ktonn	0,80	0,10	0,60	..
Ved	8,4	TJ/kfm ³	0,65	-	0,65	0,5 tonn/fm ³
Avlut (tørrstoff)	12,6-15,5	TJ/ktonn	..	..	..	..
Treavfall (tørt)	15,0-18,5	TJ/ktonn	..	..	..	..
Råolje	42,3	TJ/ktonn	..	..	..	0,85 tonn/m ³
Naturgass	40,6	TJ/MSm ³	..	..	..	0,77-1,07kg/Sm ³
Flytende propan og butan (LPG)	46,0	TJ/ktonn	0,95	-	0,95	0,53 tonn/m ³
Bensin	44,0	TJ/ktonn	0,20	0,20	0,20	0,74 tonn/m ³
Parafin	42,7	TJ/ktonn	0,80	0,30	0,75	0,79 tonn/m ³
Diesel-, gass-, fyringsolje nr. 1 og 2	42,3	TJ/ktonn	0,80	0,30	0,70	0,83 tonn/m ³
Tungolje	41,9	TJ/ktonn	0,90	0,30	0,75	0,95 tonn/m ³
Elektrisitet	3,6	TJ/GWh	1,00	0,95	1,00	.

Tabell 2.15. Energienheter¹

	PJ	TWh	quad (olje)	Mtoe (olje)	Mfat (gass)	GSm ³ (bcm) (gass)	GScuft
1 PJ	1	0,278	9,50x10 ⁻⁴	0,024	0,175	0,025	0,83
1 TWh	3,60	1	3,42x10 ⁻³	0,085	0,629	0,088	3,00
1 quad	1053	292,5	1	24,9	184,1	25,6	877,5
1 Mtoe	42,3	11,8	0,04	1	7,4	1,03	35,3 (olje)
1 Mfat (olje)	5,72	1,59	5,4x10 ⁻³	0,135	1	0,141	4,8
1 GSm ³ (bcm) (gass)	40,6	11,3	3,9x10 ⁻²	0,97	7,1	1	33,7
1 GScuft (gass)	1,20	0,33	1,1x10 ⁻³	0,028	0,21	0,03	1

¹ 1 quad = 10¹⁵ Btu (British thermal units).

1 Mtoe = 1 mill. tonn (rå)oljeekvivalenter.

1 Mfat = 1 mill. fat råolje (1 fat = 0,159 m³).

1 GSm³ = 1 mrd. standard kubikkmeter naturgass.

1 GSm³ = 1 mrd. standard kubikkmeter naturgass.

1 GScuft = 1 mrd. standard kubikkfot naturgass. (1 Scuft = 0,0283 Sm³).

Tabell 2.16. Prefikser

Navn	Symbol	Faktor
Kilo	k	10 ³
Mega	M	10 ⁶
Giga	G	10 ⁹
Tera	T	10 ¹²
Peta	P	10 ¹⁵
Exa	E	10 ¹⁸

2.9. Tabellvedlegg

Tabell 2.17. Reserveregnskap for råolje. Utbygde og besluttet utbygde felt. 1979-1991. Mtoe.

	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Reserver pr. 1/1	733	838	870	1028	916	1094
Nye felt	29	60	156		105	94
Omvurderinger	118	22	59	-38	155	11
Uttak	-42	-49	-57	-75	-82	-93
Reserver pr. 31/12	838	870	1028	916	1094	1107
R/P-rate	20	18	18	12	13	12

Kilde: OD, SSB.

Tabell 2.18. Reserveregnskap for naturgass. Utbygde og besluttet utbygde felt. 1979-1991. Mtoe

	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Reserver pr. 1/1	387	1259	1247	1267	1258	1230
Nye felt	893	8	17	-	19	54
Omvurderinger	7	10	33	22	-18	19
Uttak	-28	-30	-30	-31	-28	-27
Reserver pr. 31/12	1259	1247	1267	1258	1230	1275
R/P-rate	45	42	43	41	44	47

Kilde: OD, SSB.

Tabell 2.19. Utvinning, omforming og bruk¹ av energivarer. 1990*. PJ

	I alt	Kull	Koks	Ved, tre- avfall, avlut, avfall	Rå- olje	Natur- gass	Petro- leums- pro- dukt ²	Elek- trisi- tet	Fjern- varme
Uttak av									
energivarer	5041	9	-	-	3418	1129	48	436	-
Energibruk i uttakssektorene ...	-87	-	-	-	-	-79	-2	-6	-
Import og norske kjøp i utlandet	559	20	28	0	69	-	442	1	-
Eksport og utenlandske									
kjøp i Norge	-4378	-7	-4	0	-2897	-1030	-380	-58	-
Lager (+Ned, -Opp)	-61	0	-1	.	-62	.	1	.	-
Primærtilgang									
Oljeraffinerier	1074	21	23	0	527	20	109	373	-
Andre energisekt., annen tilgang	-35	-	6	-	-539	0	500	-2	-
Andre energisekt., annen tilgang	43	-1	-	36	-	-	3	0	5
Registrerte tap, statistiske feil ..	-38	0	0	-	12	-20	-1	-26	-2
Registrert bruk utenom									
energisektorene	1044	21	29	36	-	-	610	346	3
Utenriks sjøfart	309	-	-	-	-	-	309	-	-
Innenlandsk bruk	736	21	29	36	-	-	302	346	3
Landbruk og fiske	32	0	-	-	-	-	28	4	0
Kraftintensiv industri	200	13	24	0	-	-	54	109	0
Annen industri og bergverk ..	109	7	5	17	-	-	24	56	0
Andre næringer	190	-	-	-	-	-	117	71	1
Private husholdninger	204	0	0	19	-	-	78	106	1

1) Inkl. energivarer brukt som råstoff.

2) Inkl. gass gjort flytende. Petrolkoks er ført under koks.

Tabell 2.20. Utvinning, omforming og bruk¹ av energivarer, 1990*

	Kull	Koks	Ved, tre- avfall, avfall	Rå- olje	Natur- gass	Petro- leums- pro- dukt ²	Elek- trisi- tet	Fjern- varme
	1000 t	1000 t	1000 toe	1000 t	Mill. Sm ³	1000 t	GWh	GWh
Uttak av								
energivarer	311	-	-	80812	27817	1050	121137	-
Energibruk i uttakssektorene ...	-	-	-	-	-1942	-54	-1554	-
Import og norske kjøp i utlandet	713	901	0	1623	-	10380	283	-
Ekspert og utenlandske								
kjøp i Norge	-254	-119	0	-68493	-25380	-8800	-16233	-
Lager (+Ned, -Opp)	-9	-15	.	-1473	.	42	.	-
Primærtilgang	762	767	0	12469	495	2618	103633	-
Oljeraffinerier	-	161	-	-12743	0	11651	-449	-
Andre energisekt., annen tilgang	-23	-	844	-	-	66	114	1435
Registrerte tap, statistiske feil ..	-5	-7	-	274	-496	-14	-7298	-552
Registrert bruk utenom								
energisektorene	734	922	844	-	-	14316	96000	883
Utenriks sjøfart	-	-	-	-	-	7353	-	-
Innenlandsk bruk	734	922	844	-	-	6963	96000	883
Landbruk og fiske	6	-	-	-	-	652	1223	3
Kraftintensiv industri	458	779	3	-	-	1182	30160	106
Annen industri og bergverk ..	263	142	401	-	-	565	15438	109
Andre næringer	-	-	-	-	-	2764	19737	349
Private husholdninger	7	1	440	-	-	1800	29442	316

1) Inkl. energivarer brukt som råstoff.

2) Inkl. gass gjort flytende. Petrolkoks er ført under koks.

Tabell 2.21. Elektrisitetsbalanse¹. 1975 - 1991. TWh

	1975	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990*	1991*
Produksjon	77,5	84,1	103,3	97,3	104,3	110,0	119,2	121,6	110,9
+Import	0,1	1,8	4,1	4,2	3,0	1,7	0,3	0,3	3,2
-Eksport	5,7	2,3	4,6	2,2	3,3	7,4	15,2	16,2	6,0
=Brutto innenl. forbruk	71,9	83,6	102,7	99,3	103,9	104,4	104,3	105,7	108,1
-Pumpekraft	0,1	0,5	0,8	0,9	0,7	1,0	0,4	0,3	0,7
-Tilfeldig kraft	3,2	1,2	4,8	2,7	4,1	4,5	5,6	5,8	7,2
-Tap ved eksport og tilfeldig kraft	0,8	0,3	1,0	0,3	0,5	0,8	1,5	1,5	0,9
=Brutto fastkraftforbruk	67,7	81,6	96,2	95,4	98,6	98,1	96,9	98,1	99,3
Kraftintensiv industri	27,0	28,7	30,9	29,2	29,8	30,5	30,5	30,6	29,5
Alminnelig forbruk ²	40,7	52,9	65,3	66,2	68,8	67,6	66,4	67,5	69,8
-Tap i linjenettet, eget forbruk i stasjonene, statistisk diff. ³	6,3	7,7	8,7	9,1	9,2	9,2	8,8	8,7	8,6
=Netto fastkraftforbruk ³	61,4	73,9	87,5	86,4	89,3	88,9	88,1	89,4	90,7
Kraftintensiv industri	26,2	27,9	30,0	28,4	28,9	29,6	29,6	29,7	28,6
Alminnelig forbruk ²	35,2	46,0	57,5	58,0	60,4	59,3	58,5	59,7	62,0
Alminnelig forbruk ² temperaturkorrigert	36,3	45,1	55,0	57,1	58,6	60,2	61,7	63,7	63,3
Gjennomsnittlig årlig endring, Prosent		4,4	4,0	3,8	2,6	2,7	2,5	3,2	-0,6

1) Definisjonene i tabellen følger Elektrisitetsstatistikens definisjoner.

2) Fastkraftforbruk utenom kraftintensiv industri.

3) Summen av tap og statistisk differanse registreres i Elektrisitetsstatistikken. Den delen som tapet utgjør er fra 1983 beregnet som differansen mellom brutto og netto kraftforbruk i kraftintensiv industri pluss et beregnet tap i alminnelig forsyning på 14 prosent (i 1989 13,5, i 1990 13,0 og i 1991 12,5 prosent). Nettoforbruket framkommer som differansen mellom brutto forbruk og beregnet tap. Denne beregningsmåten gjør at forbrukstallet for alminnelig forsyning avviker noe fra Elektrisitetsstatistikken og Energiregnskapet.

Tabell 2.22. Bruk av energivarer utenom energisektorene og utenriks sjøfart¹. 1976 - 1991. PJ

Energivare	1976	1980	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990*	1991*
I alt	607	680	714	735	739	764	753	735	736	736
Elektrisitet	241	269	319	329	324	335	339	340	346	356
Fast kraft	232	265	302	312	315	321	323	320	325	330
Tilfeldig kraft	9	4	17	17	10	15	16	20	21	26
Olje i alt	301	336	304	315	327	339	323	305	302	292
Olje utenom transportolje	159	138	76	81	91	84	77	66	60	54
Bensin	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Parafin	17	16	7	9	10	11	10	8	7	6
Mellomdestillater	66	63	41	43	43	45	42	39	37	34
Tungolje	66	56	28	29	37	29	25	19	16	14
Olje til transport	141	157	178	182	197	200	194	196	194	187
Bil-, jetbensin, jetparafin ...	74	82	89	92	100	102	103	103	103	99
Mellomdestillater	64	71	81	83	89	90	85	87	86	85
Tungolje	3	5	8	7	8	7	6	6	4	3
Gass gjort flytende	1	41	50	52	40	56	52	43	49	51
Fjernvarme .....	.	.	.	.	.	3	3	3	3	3
Fast brensel	65	74	91	91	88	86	88	87	85	85
Kull, koks	47	49	60	57	53	51	53	51	50	50
Ved, treavfall, avlut, avfall ..	18	25	31	34	34	35	34	36	36	36

1) Endring i tilbakegående tall pga. endring i grunnlagsmaterialet.

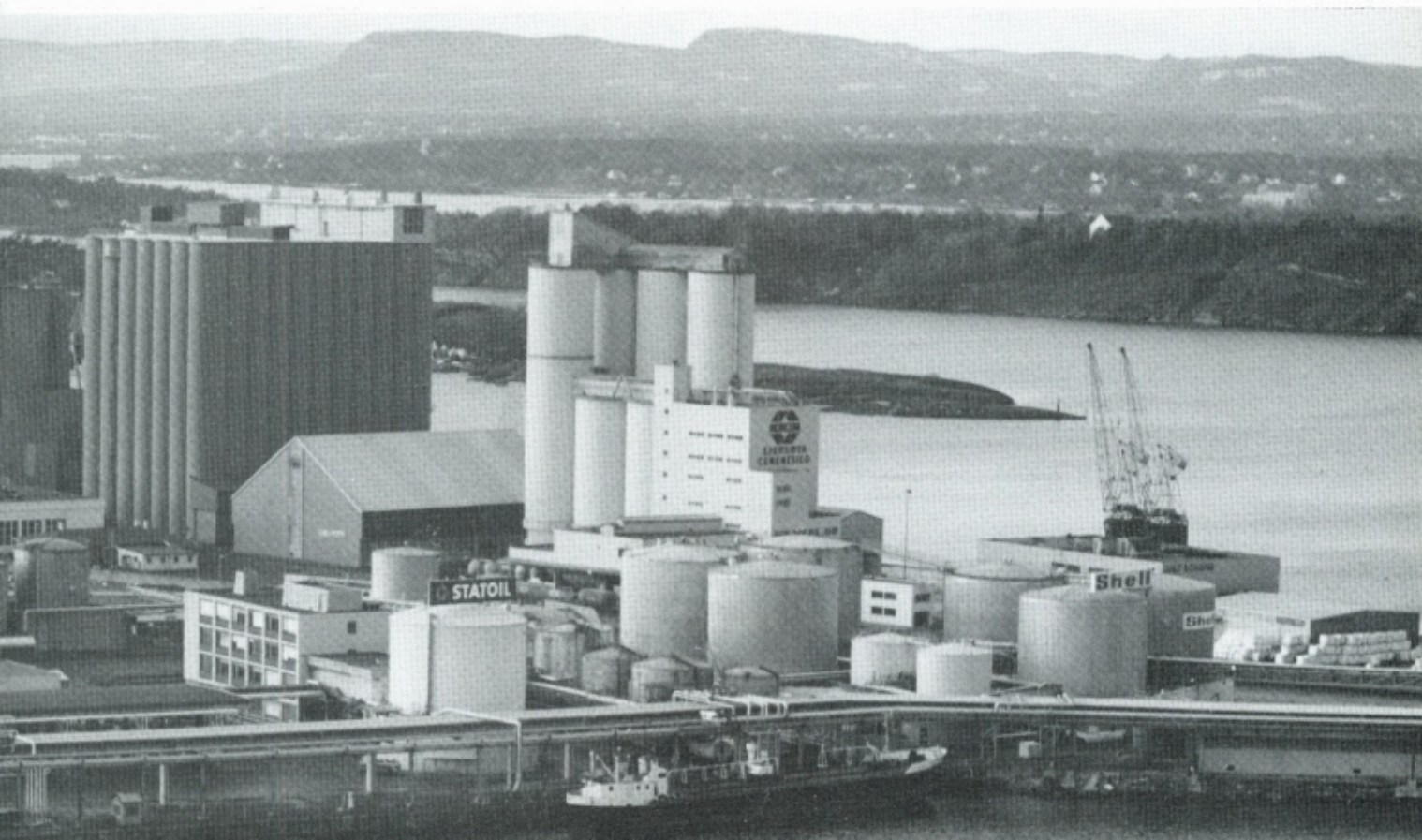
Tabell 2.23. Gjennomsnittspriser¹ på elektrisitet² og noen utvalgte oljeprodukter. Tilført energi. 1981-1991

Energivare	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990*	1991*
Fyringsprodukter:											
Pris i øre/kWh											
Elektrisitet ³	20,1 (17,5)	23,2 (20,2)	26,9 (23,4)	30,5 (26,5)	32,7 (28,5)	35,6 (31,6)	37,9 (34,3)	41,7 (37,2)	43,0 (38,6)	45,9 (41,4)	47,3 (42,2)
Fyringsparafin . . .	26,9	30,5	31,8	32,5	32,8	24,8	25,0	25,7	28,3	33,9	40,1
Fyringsolje 1	22,8	25,1	26,2	26,9	27,2	19,4	19,6	19,7	21,6	26,6	31,9
Fyringsolje 2	21,7	23,8	25,0	25,7	25,7	18,1	18,3	18,8	20,7	25,7	30,8
Tungolje	13,8	13,7	14,8	17,7	17,8	10,4	12,4	11,7	14,7	19,1	23,3
Transportprodukter:											
Pris i øre/liter											
Bensin, høy oktan	435,0	460,5	492,5	520,9	512,8	476,0	510,0	536,0	578,5	642,8	741,0
Bensin, lav oktan .	427,0	451,7	480,2	505,3	501,8	.	.	.	.	.	.
Bensin, blyfri . . . .	.	.	.	.	521,2	457,0	489,0	503,0	540,5	596,9	681,2
Autodiesel	240,0	262,7	272,3	280,3	282,0	207,6	210,0	214,0	233,0	285,9	341,0

1) Alle avgifter inkludert.

2) Husholdninger og jordbruk.

3) Tallene i parentes utgjør den variable del av prisen (energileddet i en H4-tariff).



Referanser:

Birkelund, H., J. Fuglestvedt, E. Gjelsvik, J. Nergård og M. Aaserud (1991): *Energi-etterspørsmodell for Vest-Europa*. Upublisert dokumentasjonsnotat. Statistisk sentralbyrå, Oslo.

Bjerkholt O., E. Gjelsvik (1991): *New developments in the perspectives for natural gas trade in Europe*. Economic Survey 4/91. Central Bureau of Statistics, Oslo.

Bye B. og H. T. Mysen (1991): *Energisubstitusjon, forurensninger og virkemidler*. Sosialøkonomen nr. 2 februar 1991, Sosialøkonomenes forening, Oslo.

Howarth, R.B., L. Schipper, P.A. Duerr og S. Strøm (1991): *Manufacturing energy use in eight OECD countries: decomposing the impacts of changes in output, industry structure and energy intensity*. I Energy Economics, Volume 13 Number 2, 1991.

Johnsen, T.A. (1991): *Modell for kraftsektoren*. Rapport 91/12, Statistisk sentralbyrå, Oslo.

Johnsen, T., Mysen H.T. (1991): *Energy demand in the Nordic countries*. International Energy Market Modelling. Proceedings fra AEA konferanse, Montpellier 1991.

Kouris, G. (1983): *Fuel consumption for road transport in the USA*. Energy Economics, April 1983.

Ljones, A. (1984): *"Energiundersøkelsen 1983"*. Rapport 84/20, Statistisk sentralbyrå, Oslo

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

OECD (1970-88): *Energy Statistics*.

OECD (1970-88): *Economic Outlook*.

Oil and Gas Journal (1991): *Oil and Gas Journal - "Worldwide Oil" issue, 30/12-1991*

Oljedirektoratet (1991): *Årsberetning 1990*. Oljedirektoratet, Stavanger.

Pindyck, R. S. (1979): *The structure of world energy demand*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, and London, England.

Risø (1986): *INDUS en teknisk-økonomisk prognosemodell for industriens energiforbruk*. Risø-M-2606.

Statistisk sentralbyrå (1982): *"Folke- og bolig telling 1980"*, NOS 1982, Statistisk sentralbyrå, Oslo.

Statistisk sentralbyrå (1991): *"Folke- og bolig telling 1990. Foreløpige hovedtall"*. NOS 1991, Statistisk sentralbyrå, Oslo.

Sæbø, H.V. (1979): *"Energiforbruk etter formål"*. Rapport 79/1, Statistisk sentralbyrå, Oslo.



3. LUFT

SSB lager i samarbeid med Statens forurensningstilsyn oversikter over norske utslipp til luft av en rekke forurensningskomponenter. Utslippstallene for de siste par årene er preget av at bruken av petroleumsprodukter i Norge har gått gradvis ned, men samtidig av at aktiviteten i Nordsjøen har økt. Rensing, bedret forbrenningsteknologi og kvalitetskrav til oljeprodukter har også påvirket utslippstallene. For noen komponenter (SO₂, Pb og CO) viser utslippstallene en avtagende tendens, mens for andre (NO_x, CO₂, partikler, N₂O, VOC og CH₄) er det bare små endringer. Endrede utslipp er i sin tur med på å forklare utviklingen i konsentrasjonsnivået av luftforurensningene. Utslippsoversiktene er et ledd i miljøovervåkingen og danner også grunnlaget for analyser av framtidige utslipp til luft og virkninger av ulike utslippsreducerende tiltak. Slike tiltak medfører vanligvis utgifter for samfunnet, men kan gi nytte-effekter ved reduserte skader på helse, natur og materialer.

Betydningen av metan for endringer i drivhuseffekten har blitt gjenstand for økt forskning de siste årene. Metans rolle som drivhusgass blir kort gjennomgått.

3.1. Luftforurensning - noen kilder og virkninger

Utslipp til luft i Norge stammer fra tre hovedkilder: stasjonær forbrenning, mobil forbrenning og såkalte prosessutslipp. Ved stasjonær forbrenning blir kull, koks og oljeprodukter forbrent i store og små ovner, turbiner eller fakler. Formålet er gjerne varme eller strøm til industriprosesser og annen oppvarming. Utslipp fra mobil forbrenning er kjennetegnet ved at fossile brennstoff blir brukt til å drive en motor. Eksempler er biler, båter, fly og motorredskap. Prosessutslippene er karakterisert ved at de skyldes andre aktiviteter enn forbrenning. En god del av disse utslippene stammer fra industriprosesser, men også utslipp fra andre aktiviteter som f.eks. husdyrhold/gjødsling og avfallsdeponering, blir klassifisert som prosessutslipp. Bruk av kull eller koks som reduksjonsmiddel ved produksjon av metaller blir også regnet som en prosess. Fordampningsutslipp er knyttet til bruk av løsemidler og distribusjon av oljeprodukter. Klassifisering av utslippene etter kilde er viktig for å kunne vurdere tiltak. Tiltakene kan rettes inn mot både forbrenningsbe-

tingelsene (ovner og motorer) og energibærere. Eksempler på virkemidler er katalysator på biler, økt kvalitetskrav til oljeprodukter og/eller avgifter for å redusere bruken av spesielt forurensende produkter. Utslippene kan også reduseres ved rensingstiltak eller endringer i produksjons-/distribusjonsrutiner.

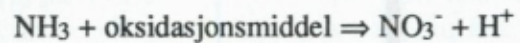
Luftforurensningen i Norge skyldes både norske utslipp fra industri, transport og oppvarmingsformål og langtransportert luftforurensning fra andre land. *Norske utslipp* bidrar mest til lokal forurensning som skader helse og materialer, mens *langtransportert forurensning* er hovedkilden til forurensningsskader i naturen. Skadevirkningene kan være vanskelige å forutsi. De er blant annet avhengige av konsentrasjoner av de ulike forurensningskomponentene og eksponeringstid for mennesker og natur. Konsentrasjonsnivået er bestemt av mengde og lokalisering av utslipp samt meteorologiske og andre forhold som kan påvirke spredning og omdanning av utslippene. For mange komponenter opptrer det ikke skader før konsentrasjonen overstiger en terskelverdi. For andre komponenter vil selv lave konsentrasjoner innebære en risiko for skade. Dette gjelder særlig forurensninger som har kreftfremkallende egenskaper.

I de siste årene har det vært stor interesse rettet mot globale miljøproblemer som følge av økte utslipp til luft. Jordas varmebalanse er blant annet avhengig av den kjemiske sammensetningen av atmosfæren. Uten atmosfære ville jordas middeltemperatur vært ca. 32 grader Celsius lavere enn den er i dag. Atmosfæren absorberer en del av varmestrålingen fra jorda, men slipper inn nesten all stråling fra sola. Det er dette som kalles *drivhuseffekten*. Mange frykter at økte utslipp av enkelte komponenter det siste hundreåret er i ferd med å ødelegge den naturlige varmebalansen, slik at klimaet på jorda endres. Karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O), freoner, ozon (O₃) og vanndamp er de viktigste drivhusgassene. Utslipp av andre komponenter kan indirekte påvirke jordas varmebalanse via atmosfærekjemiske reaksjoner.

Mennesker og natur på jorda blir beskyttet mot skadelig ultrafiolett stråling ved at ozon fungerer som et filter i stratosfæren (15-50 km høyde). Flere målinger tyder på at dette ozonlaget er blitt tynnere de siste årene. Årsaken til dette kan være økte utslipp av forurensningskomponenter. Særlig utslipp av klorfluorkarbo-ner (KFK) og haloner blir regnet som skadelig, fordi disse klassene av kjemiske forbindelser har en meget lang levetid, 100-200 år, i tropo-

sfæren (0-15 km høyde). Når de når stratosfæren vil de derimot spaltes, og starte kjedereaksjoner hvor hvert molekyl kan bidra til at tusenvis av ozonmolekyler brytes ned.

Virkninger av luftforurensninger er noen ganger knyttet til sekundære forurensningsprodukter. Dette er forbindelser som blir dannet som følge av for eksempel oksidasjon av komponenten i det opprinnelige utslippet. Et eksempel: Utslipp av basen ammoniakk (NH₃) gir en netto sur effekt i jord ved oksidasjon.



Ozon dannes i troposfæren ved reaksjoner mellom nitrogenoksider (NO_x) og hydrokarboner eller karbonmonoksid (CO) under påvirkning av sollys. Økte konsentrasjoner av ozon i troposfæren har skadevirkninger på mennesker og natur. Sulfat (SO₄²⁻) blir dannet ved oksidasjon av svoveldioksid (SO₂) eller andre svovelforbindelser.

Tabell 3.1 gir en oversikt over noen kilder, virkninger og grenseverdier knyttet til aktuelle luftforurensningsproblemer. Med "grenseverdier for helsevirkninger" menes et eksponeringsnivå som man ut fra nåværende viten antar at befolkningen kan utsettes for uten fare for helseskader.



Tabell 3.1. Kilder, skadevirkninger og grenseverdier knyttet til noen ulike forurensningskomponenter

Komponenter	Kilder	Skadevirkninger	Grenseverdi
Svoveldioksid	Oljeforbrenning Transport Prosessutslipp: - Raffinering - Metallproduksjon - Silisiumkarbid - Treforedling	<i>Helse:</i> SO ₂ sammen med svevestøv øker faren for luftveislidelser <i>Natur:</i> Vegetasjonsskader av SO ₂ . Bidrar til forsuring av jord og vann Korrosjon av materialer Påvirker jordas varmebalanse	<i>Helse:</i> 100-150 µg/m ³ (døgn) 40-60 µg/m ³ (halvår) Vegetasjon: 30 µg/m ³ (halvår)
Nitrogenoksid	Transport Oljeforbrenning Prosessutslipp: - Gjødselsproduksjon - Metallproduksjon	<i>Helse:</i> Øker faren for luftveissykdommer. NO ₂ er mer skadelig enn NO <i>Natur:</i> Bidrar til forsuring av jord og vann. Danner ozon sammen med NMVOC eller CO under påvirkning av solstråling Korrosjon av materialer (lite) Påvirker atmosfærens oksidasjonskapasitet	<i>Helse:</i> (NO ₂) 200 µg/m ³ (time) 100-150 µg/m ³ (døgn) 75 µg/m ³ (halvår)
Karbonmonoksid	Transport Oljeforbrenning Vedfyring Prosessutslipp: - Silisiumkarbid - Metallproduksjon	<i>Helse:</i> CO binder seg til de røde blodlegemene og hindrer opptak av oksygen. - Økt risiko for hjertekrampe - Redusert aktivitet hos friske mennesker - Lavere fødselsvekt på nyfødte - Natur: Påvirker atmosfærens oksidasjonskapasitet. Danner ozon sammen med NO _x under påvirkning av solstråling	<i>Helse:</i> 25 mg/m ³ (time) 10 mg/m ³ (8-timer)
Flyktige organiske komponenter	Transport Vedfyring Totaksmotorer Oljeforbrenning Bensindistribusjon Løsningsmidler Oljelasting Utvinning: olje og gass Raffinering	<i>Helse:</i> Kan inneholde kreftfremkallende stoffer slik som PAH og benzen. <i>Natur:</i> Danner ozon sammen med NO _x under påvirkning av solstråling. Påvirker atmosfærens oksidasjonskapasitet	
Polysykliske aromatiske hydrokarboner	Vedfyring Aluminiumsverk	<i>Helse:</i> PAH via luft kan gi kreft i luftveis-systemet.	
Ammoniakk	Bruk av kunst- og husdyrgjødsel Ammoniakkproduksjon	<i>Natur:</i> Bidrar indirekte til forsuring av vann og jord. Direkte skader på vegetasjon nær utslippskilder.	
Sot	Kullfyring Vedfyring Transport	<i>Helse:</i> Sot sammen med SO ₂ kan gi luftveissykdommer. Sot er ofte også bærer av kreftfremkallende stoffer (bly, PAH)	<i>Helse:</i> 100-150 µg/m ³ (døgn) 40- 60 µg/m ³ (halvår)
Støv	Kullfyring Veistøv (piggdekk)	<i>Trivsel:</i> Nedsmussing av vegetasjon og materiale nær utslippskildene	
Bly	Bensinbiler	<i>Helse:</i> Risiko for hjerte- og karsykdommer og spontanabort. Endret adferdsmønster og nedsatt intelligens og fruktbarhet. Anemi	<i>Helse:</i> 1,5 µg/m ³ (halvår)
Fotokjemiske oksidanter (Ozon, PAN)	Dannes i atmosfæren ved reaksjoner mellom NO _x , CO, hydrokarboner og solstråling	<i>Helse:</i> Kan gi luftveislidelser <i>Natur:</i> Skader på skog og vegetasjon <i>Materialer:</i> Skader på f.eks. gummi og plast	Vegetasjon: 200 µg/m ³ (time) <i>Helse:</i> 100-200 µg/m ³ (time) målt ved O ₃ -innhold

Tabell 3.1. (forts.).

Komponenter	Kilder	Skadevirkninger	Grenseverdi
Karbon- dioksid	Fossilt brensel Avskogning/endret arealbruk, biomasse- brenning Sementproduksjon	Bidrar til økt drivhuseffekt	
Metan	Husdyr/gjødsel Avfallsdeponering Utvinning: olje, gass, kull Oljelasting Vedfyring Fossilt brensel	Bidrar direkte til økt drivhuseffekt, medfører O ₃ -dannelse i troposfæren og endring av atmosfærens egenskaper og sammensetning (også av betydning for stratosfærisk ozon)	
Dinitrogen- oksid (lystgass)	Mikrobiologiske prosesser, forbren- ning av fossilt bren- sel, biomassebrenning, kunstgjødsel	Bidrar til økt drivhuseffekt, reduserer ozonlaget i stratosfæren	
Klorfluor- karboner	Kjøleanlegg, kjemisk rensing, drivgass i spraybokser, produk- sjon av skumplast	Reduserer ozonlaget i stratosfæren, Bidrar til økt drivhuseffekt	
Haloner	Brannslökkingsanlegg	Reduserer ozonlaget i stratosfæren	

3.2. Utslipp til luft i Norge

Svoveldioksid	SO ₂
Sulfat	SO ₄ ²⁻
Nitrogenoksider	NO _x (NO og NO ₂)
Karbonmonoksid	CO
Karbondioksid	CO ₂
Bly	Pb
Ozon	O ₃
Metan	CH ₄
Lystgass	N ₂ O
Klorfluorkarboner	KFK
Haloner	Br _x Cl _y F _z C
Ammoniakk	NH ₃
Flyktige organiske komponenter (eksklusive metan)	NMVOG

Boks 3.1. Noen kjemiske betegnelser.

Oversikter over utslipp til luft av svoveldioksid (SO₂), nitrogenoksider (NO_x), karbonmonoksid (CO), karbondioksid (CO₂), flyktige organiske forbindelser utenom metan (NMVOG), partikler og bly (Pb) er laget for årene 1973-1989. Oversikter over utslipp av metan (CH₄) og lystgass (N₂O) er laget for årene 1987-1989. Utslipp av ammoniakk (NH₃) er i år beregnet for 1988 og 1989. For 1990 og 1991 har Statens forurensningstilsyn (SFT) utarbeidet foreløpige tall. Det foreligger også grovere oversikter over utslipp av enkelte komponenter for perioden 1960-1972. Generelt er utslippstallene for tidligere år mindre detaljerte og mer usikre enn for senere år. Utslippstallene er beregnet på grunnlag av oversikter over energiforbruk (Resursregnskapet for energi og Industristatistikk fra Statistisk sentralbyrå). Forbruket av de enkelte energivarene er fordelt på antatt formål innen hver økonomisk sektor (MODIS IV).

Tabell 3.2. Utvalgte utslippskoeffisienter for NO_x, NMVOC, CO og partikler. 1989

	NO _x	NM-VOC	CO	Partikler
	kg/tonn			
Stasjonær forbrenning				
Naturgass				
Industri	13,3	0,5	1,8	0,00
Fyringsparafin				
Husholdninger	2,5	0,6	6,5	0,30
Industri	3,0	0,4	2,0	0,25
Fyringsolje				
Husholdninger	2,5	0,6	6,5	0,30
Industri	3,0	0,4	2,0	0,25
Tungolje				
Husholdninger	4,2	0,3	0,4	1,30
Industri	5,0	0,3	0,2	1,30
Kull				
Husholdninger	1,4	10,0	100,0	8,50
Industri	4,5	0,8	3,0	1,40
Trevirke				
Husholdninger	0,7	6,9	100,0	10,00
Industri	0,9	1,3	15,0	2,40
Mobil forbrenning				
Marint brensel				
Sjøfart	70,0	2,5	5,0	1,20
Veitrafikk	g/km			
Lette kjøretøy				
Bensin	1,97	1,60	15,5	0,05
Diesel	1,40	1,00	2,0	0,41
Tunge kjøretøy				
Bensin	7,00	4,60	44,4	0,13
Diesel	12,7	1,38	2,4	0,78

Kilde: SSB, SFT

Dette kobles sammen med utslippskoeffisienter som er knyttet til forbrenningskilde, energivare og type næring. Det tas videre hensyn til opplysninger om konsesjonsbehandlede bedrifter fra SFT, ved at beregnede utslippstall erstattes med rapporterte og/eller målte verdier. Beregning av prosess- og fordampningsutslipp utføres ut fra kunnskap om de enkelte aktiviteter. Dette omfatter data rapportert til SFT, konklusjoner fra aktuelle utredninger og spesifikke utslippskoeffisienter knyttet til f.eks. produksjonsvolum. Det er knyttet usikkerhet både til brenselsforbruket, utslippskoeffisientene, kildefordelingen og andre parametre. Usikkerheten er minst for forbrenningsutslipp av CO₂, Pb og SO₂. Her er utslippskoeffisientene bare knyttet

Tabell 3.3. Utslippskoeffisienter for SO₂ og CO₂. 1989

	Kg SO ₂ /tonn energivare	Tonn CO ₂ /tonn energivare ¹
Naturgass	0,0	2,75
LPG (propan)	0,0	3,00
Parafin	0,4	3,15
Bensin	0,6	3,15
Fyringsoljer	3,4	3,15
Diesel	3,4	3,15
Marint brennstoff	3,4	3,15
Spesialdestillat	7,0	3,15
Tungolje LS	18,2	3,15
Tungolje NS	39,4	3,15
Kull, industri	16,0	2,42
Kull, husholdninger ..	20,0	2,42
Trevirke	0,4	- ²

¹ Utslippskoeffisientene for CO₂ er basert på totalmengde karbon; dvs. at karbonet i andre karbonholdige stoffer er regnet med i koeffisientene.

² Fornybar energikilde, utslippet inngår i den naturlige karbonsyklusen.

Kilde: NP, SFT, SSB.

til henholdsvis karbon-, bly- og svovelinnholdet i brennstoffet. For å beregne brenselsutslipp av de andre komponentene er det nødvendig å ha kjennskap til forbrenningsbetingelsene. Usikkerheten i utslippskoeffisienter er størst for komponentene NMVOC, N₂O og CH₄. Prosessutslippstall som ikke gjelder industribedrifter, er generelt usikre.

Utslippskoeffisientene endres noe fra år til år som følge av endret kjemisk sammensetning av brenselet, endret teknologi eller ny viten. Historiske tall for NMVOC fra flere kilder, NO_x i tilknytning til oljevirkomheten, metan fra vedfyring og lystgass fra bensinbiler er i år endret pga. ny kunnskap om utslippskoeffisienter. Nye kilder eller nye beregningsmetoder blir også tatt hensyn til, de fleste i kategorien prosess/fordampningsutslipp. Også her er historiske utslippstall oppdatert. Dette gjelder prosessutslipp av bly, NMVOC fra bensindistribusjon og oljeraffinerings, oljeutvinning (metan og NMVOC), metan fra kullutvinning og husdyrhold, samt flere kilder i industrien. Estimatet av utslipp fra bruk av løsemidler er meget usikkert. Utslippstallet antas å ligge i intervallet 30 000-50 000 tonn hvert år. Beregningsrutinen for utslipp fra luftfart er endret f.o.m. i år. Utslipet er beregnet ut fra drivstofforbruket til norske fly og spesifikke utslippskoeffisienter

estimert fra et arbeid utført av NILU. Utslipps-tallet dekker utslipp fra norske fly i Norge i alle faser av flyvningen. Bortsett fra for CO₂, CH₄ og N₂O, var beregningsgrunnlaget tidligere bare antall avgangs- og landingssyklus. Energiforbruket som ligger til grunn for beregning av utslipp fra innenriks sjøfart, er også justert ned, og er i overensstemmelse med statistikk over salg av petroleumprodukter.

Tabell 3.2 og 3.3 viser noen av utslippskoeffisientene som er benyttet ved beregningen av brenselutslippene.

Utslippoversiktene indikerer forurensningsbelastningen. De danner grunnlag for å vurdere effekten av forskjellige tiltak for å redusere utslippene, og viser effekten av iverksatte tiltak.

Utslippoversiktene danner også basis for framskrivninger som kan gi en indikasjon på om Norge greier å følge opp avtaler og mål om begrensning av utslipp til luft.

Utslipp til luft etter næring og kilde

Utslipp av SO₂, NO_x, NMVOC, CO, CO₂, partikler, Pb, CH₄, N₂O og NH₃ i 1989 fordelt på næring er vist i tabell 3.4. Tabell 3.5 viser de samme utslippene fordelt etter utslippskilde. I tabell 3.6 er utslippstall for noen hovednæringer fordelt på kildene stasjonære, mobile og prosess/fordampning. Utslipp fra fordampning av løsemidler er bare grovt fordelt på økonomisk sektor. Utslipp fra utenriks sjøfart i norske farvann er ikke inkludert i oversikten.

Tabell 3.4. Utslipp til luft etter næring. 1989. 1 000 tonn når ikke annet er oppgitt

Næring	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	NM-VOC	Partikler	Pb	CH ₄	N ₂ O	NH ₃
				Mill. tonn			Tonn			
I alt	59,4	232,9	603,4	33,9	216,2	20,9	265,3	288,4	16,7	36,7
Energisektorene	7,3	45,6	9,5	7,8	103,0	1,0	1,7	33,5	0,6	-
Utvinning av olje og gass ¹	1,3	41,9	4,9	6,4	95,9	0,3	0,0	27,2	0,4	-
Utvinning av kull	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	0,0	-
Oljeraffinering	5,1	2,1	0,0	1,1	6,4	0,1	0,0	0,1	0,1	-
Elektrisitet og vannforsyning ²	0,9	1,6	4,6	0,2	0,7	0,6	1,7	0,1	0,1	-
Industri og bergverk	36,0	25,0	73,7	10,1	21,0	1,9	12,3	1,5	8,1	0,6
Treforedling	3,8	1,4	2,1	0,3	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	-
Produksjon av kjemiske råvarer ..	7,5	5,3	43,5	1,7	1,6	0,1	0,0	1,0	7,4	-
Mineralsk produksjon	3,4	5,4	0,7	1,7	0,3	0,3	0,1	0,0	0,1	-
Produksjon av jern, stål og ferrolegeringer	11,6	6,4	0,1	3,1	1,8	-	10,0	0,0	0,0	-
Produksjon av andre metaller	5,3	1,6	20,2	2,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	-
Produksjon av metallvarer, båter, skip og plattformer	0,4	1,0	1,0	0,2	7,2	0,1	0,5	0,0	0,0	-
Produksjon av tre-, plast, gummi, grafiske og kjemiske varer	1,6	1,4	4,8	0,3	8,4	0,7	0,6	0,1	0,1	-
Produksjon av forbruksvarer	2,5	2,6	1,3	0,7	1,5	0,3	0,6	0,0	0,1	-
Andre	16,0	162,3	520,1	15,9	92,3	18,0	251,1	253,5	7,9	36,1
Bygg og anlegg	0,5	6,8	3,6	0,5	4,3	0,5	1,2	0,1	0,0	-
Jordbruk og skogbruk	0,8	6,5	11,6	0,8	2,9	0,9	2,0	81,0	6,5	36,1
Fiske og fangst	1,9	31,4	2,8	1,4	1,2	0,6	0,4	0,4	0,1	-
Landtransport, innenriks	2,1	27,3	17,5	2,0	4,9	2,1	7,2	0,2	0,2	-
Sjøtransport, innenriks	5,7	27,5	2,4	1,2	1,0	0,5	0,4	0,4	0,1	-
Luftransport, innenriks	0,1	3,0	2,6	1,0	0,5	0,1	2,1	0,0	0,1	-
Annen privat tjenesteyting	1,2	16,8	81,7	2,1	20,4	0,7	55,0	0,7	0,2	-
Offentlig kommunal virksomhet ² .	0,4	0,3	0,5	0,3	0,1	0,0	0,2	158,4	0,0	-
Offentlig statlig virksomhet	0,5	6,2	2,5	0,8	0,5	0,2	0,7	0,1	0,1	-
Private husholdninger	2,8	36,4	395,0	5,7	56,5	12,5	181,3	12,3	0,6	-

¹Inkluderer gassterminal. ²Inkluderer utslipp fra søppelforbrenningsanlegg.

Tabell 3.5. Utslipp til luft etter kilde. 1989. 1 000 tonn når ikke annet er oppgitt

Kilde	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	NM- VOC	Par- tik- ler	Pb	CH ₄	N ₂ O	NH ₃
	Mill. tonn						Tonn			
I alt	59,4	232,9	603,4	33,9	216,2	20,9	265,3	288,4	16,7	36,7
Stasjonær forbrenning	14,7	41,7	130,0	13,2	12,5	13,8	1,8	14,8	2,0	-
Kjeler og direktefyrte ovner i										
industrien	10,2	11,9	6,7	4,4	1,0	1,7	0,4	0,5	0,9	-
Gassturbiner	0,0	20,1	2,9	4,6	0,8	0,0	-	1,4	0,3	-
Fakler	0,0	5,4	0,6	1,2	1,9	0,0	-	2,7	0,1	-
Kjeler og småovner utenom										
industrien	4,0	3,4	119,5	2,9	8,5	12,1	0,1	10,1	0,7	-
Avfallsforbrenning	0,4	1,0	0,2	0,1	0,3	-	1,3	-	-	-
Mobil forbrenning	14,1	180,4	410,1	14,1	61,8	7,2	253,3	4,4	0,9	-
Veitrafikk	3,8	83,1	364,3	8,0	42,1	4,0	243,3	3,2	0,5	-
Lette kjøretøy	1,4	44,0	330,3	5,5	35,5	1,8	224,3	2,7	0,3	-
Bensin	1,0	41,5	326,9	5,0	33,7	1,1	224,2	2,7	0,2	-
Diesel	0,5	2,4	3,4	0,4	1,7	0,7	0,0	0,0	0,1	-
Tunge kjøretøy	2,4	39,1	34,0	2,6	6,6	2,2	19,1	0,4	0,2	-
Bensin	0,1	4,3	27,4	0,4	2,8	0,1	19,0	0,2	0,0	-
Diesel	2,3	34,8	6,6	2,2	3,8	2,1	0,1	0,2	0,2	-
Motorsykler, totaktsmotorer, traktorer og motorredskap	0,7	10,1	35,6	0,8	15,1	1,5	7,1	0,1	0,0	-
Jernbane	0,1	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	-
Lufttrafikk	0,2	4,1	3,5	1,4	0,6	0,2	2,1	0,0	0,1	-
Skip og båter	9,3	82,6	6,5	3,8	3,9	1,4	0,6	1,1	0,2	-
Prosesser og fordampning	30,6	10,7	63,3	6,6	142,0	-	10,0	269,2	13,7	36,7
Husdyrhold og gjødsling	-	-	-	-	-	-	-	80,9	6,4	36,1
Kalking	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
Biologisk nedbryting av avfall	-	-	-	0,0	-	-	-	158,4	-	-
Fordampning, løsemidler	-	-	-	-	31,6	-	-	-	-	-
Bensindistribusjon	-	-	-	-	9,4	-	-	-	-	-
Oljelasting	-	-	-	-	82,7	-	-	6,3	-	-
Raffinering av råolje og naturgass ...	4,2	-	-	-	6,6	-	-	0,4	-	-
Utvinning: råolje, naturgass og kull .	-	-	-	-	8,6	-	-	22,2	-	-
Omforming av nitrogen til kunst- gjødsel	-	3,9	-	0,4	-	-	-	-	7,3	0,6
Reduksjon av malm til metaller og legeringer	15,6	6,8	20,0	4,7	1,3	-	-	-	-	-
Bruk av kull og koks for produksjon av karbider	4,9	-	43,3	0,4	-	-	-	1,0	-	-
Omforming av gass til basisplast	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-
Bruk av svovelholdig løsning, produksjon av cellulose	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Omforming til mineralske produkter .	0,9	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-
Andre industriprosesser ¹	2,8	-	-	-	0,8	-	10,0	-	-	-

¹ Produksjonsprosesser for svovelsyre (SO₂), anodemasse (SO₂) og titandioksid (SO₂), samt fermenteringsprosesser (NMVOC), bearbeiding av svovelholdig malm (SO₂) og gjenvinning av skrapjern (Pb).

Tabell 3.6. Utslipp til luft i 1989 etter hovedkilde og hovednæring. 1 000 tonn dersom ikke annet er oppgitt

Kilde	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	NM- VOC	Par- tik- ler	Pb	CH ₄	N ₂ O	NH ₃
Stasjonær forbrenning	14,7	41,7	130,0	13,2	12,5	13,8	1,8	14,8	2,0	-
Energisektorene	1,9	30,9	7,6	7,1	3,5	0,7	1,2	4,3	0,6	-
Primærnæringene	0,4	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Industri og bergverk	9,2	7,7	6,5	3,3	0,8	1,6	0,4	0,4	0,8	-
Tjenesteyting	1,3	0,8	0,7	1,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	-
Private husholdninger	1,9	2,1	115,1	1,6	8,0	11,3	0,0	10,0	0,4	-
Mobil forbrenning	14,1	180,4	410,1	14,1	61,8	7,2	253,3	4,4	0,9	-
Energisektorene	1,2	14,6	1,9	0,7	1,5	0,3	0,5	0,2	0,0	-
Primærnæringene	2,3	37,7	14,2	1,8	4,0	1,4	2,5	0,5	0,1	-
Industri og bergverk	0,4	6,6	3,9	0,4	0,9	0,3	1,9	0,1	0,0	-
Tjenesteyting	9,3	87,1	110,1	7,0	16,9	3,9	67,0	1,5	0,5	-
Private husholdninger	0,9	34,4	280,0	4,1	38,5	1,2	181,3	2,2	0,2	-
Prosesser/fordampning	30,6	10,7	63,3	6,6	142,0	0,0	10,0	269,2	13,7	36,7
Energisektorene	4,2	-	-	-	98,0	-	-	28,9	-	-
Primærnæringene	-	-	-	0,2	-	-	-	80,9	6,5	36,1
Industri og bergverk	26,4	10,7	63,3	6,4	19,3	-	10,0	1,0	7,3	0,6
Tjenesteyting	-	-	-	0,0	14,7	-	-	158,4	-	-
Private husholdninger	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-

Kilde: SSB, SFT.

Utslipp i Norge i perioden 1973-1991

Den historiske utviklingen av utslipp til luft kan stort sett forklares ut fra endringer i økonomisk aktivitet, energibruk, teknologi og tiltak. Utviklingen i bruken av ulike energivarer er nærmere beskrevet i kapittel 2. Her beskrives kort de viktigste endringene i utslipp av SO₂, NO_x, CO, NMVOC, partikler, bly og CO₂ i perioden 1973-1991. Oversikt over utslipp av metan og lystgass foreligger kun for de siste tre årene. Beregninger av utslipp av ammoniakk er bare utført for 1988 og 1989. Utslippstallene for 1990 og 1991 er foreløpige overslag fra SFT, og er ikke fordelt på økonomisk sektor eller kilde.

Utslippene av SO₂ er kraftig redusert i perioden 1973-1991, se figur 3.1. Utslippene fra stasjonær forbrenning er gått ned fra 73 000 tonn i 1973 til 15 000 tonn i 1989. Prosessutslippene har sunket fra 67 000 tonn til 31 000 tonn i den

samme perioden. Flere faktorer er med på å forklare nedgangen i SO₂-utslippene:

-Svovelinnholdet i ulike oljeprodukter er redusert. Forskrifter om svovelinnhold i tungolje trådte i kraft i 1977 i kystfylkene i Sør-Norge, og ble skjerpet for de 13 sørligste fylkene fra og med 1986.

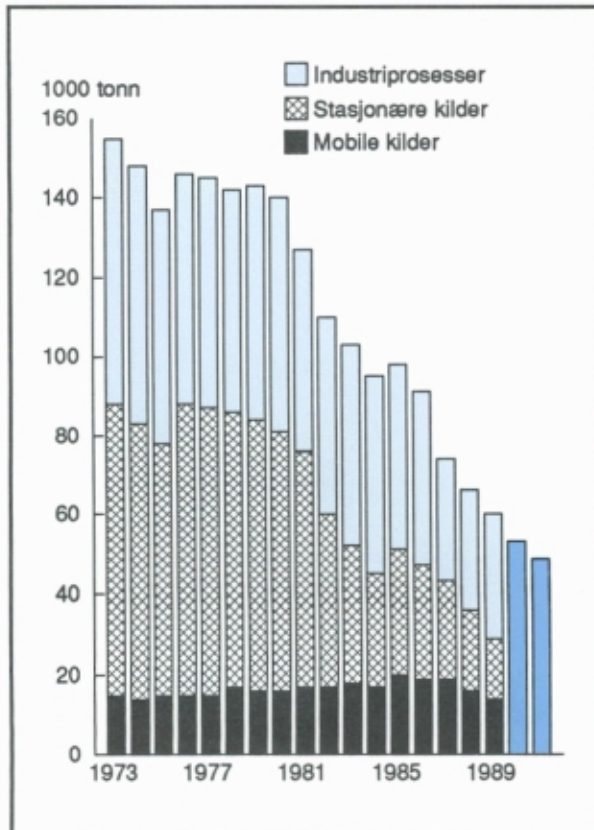
-Et 10-års program for opprydding i eldre forurensende industri ble iverksatt i 1974. Programmet innebar konsesjonsbehandling av utslipp og pålegg om installering av renseanlegg i en rekke bedrifter.

-Tilgangen på tilfeldig kraft har vært god i 1980-årene. Dette har redusert forbruket av olje, særlig i treforedlingsindustrien.

-Sist i perioden har det vært en rekke milde vintre som har ført til et lavere forbruk av energivarer til oppvarmingsformål.

Totalutslippene er blitt mer enn halvert i perioden som følge av tiltakene beskrevet over.

Figur 3.1. Utslipp av SO₂ etter kilde. 1973-1991*.
1 000 tonn SO₂

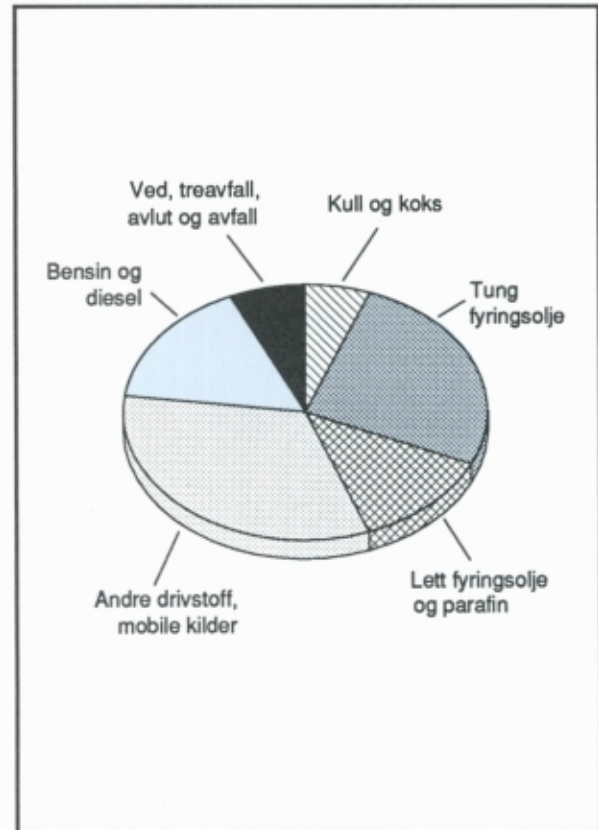


Kilde: SSB, SFT.

De største utslippsreduksjonene har skjedd i treforedlingssektoren. Utslippene herfra er redusert fra 33 000 tonn i 1976 til 3 800 tonn i 1989. Denne sektoren er den største brukeren av tilfeldig kraft. F.o.m. 1987 har smeltehytta ved A/S Sulitjelma gruver vært nedlagt, med en reduksjon i SO₂-prosessutslippene som følge. Fra 1988 til 1989 har det ikke vært store endringer i prosessutslipp. Utslipp fra stasjonære kilder ble redusert med ca. 5 000 tonn fra 1988 til 1989. For mobile kilder var reduksjonen 1 000 tonn i samme periode. Totalt var reduksjonen i SO₂-utslipp 10 prosent. Også fra 1989 til 1990 er det forventet en nedgang på ca. 10 prosent. Foreløpige anslag antyder at det fra 1990 til 1991 vil være en noe svakere nedgang.

Om lag halvparten av SO₂-utslippene i Norge stammer fra industriprosesser. De resterende utslippene er likt fordelt mellom stasjonære og mobile kilder. Figur 3.2 viser hvordan brenselutslippene var knyttet til bruk av ulike energivarer i 1989.

Figur 3.2. Forbrenningsutslipp av SO₂ fordelt på energivarer. 1989

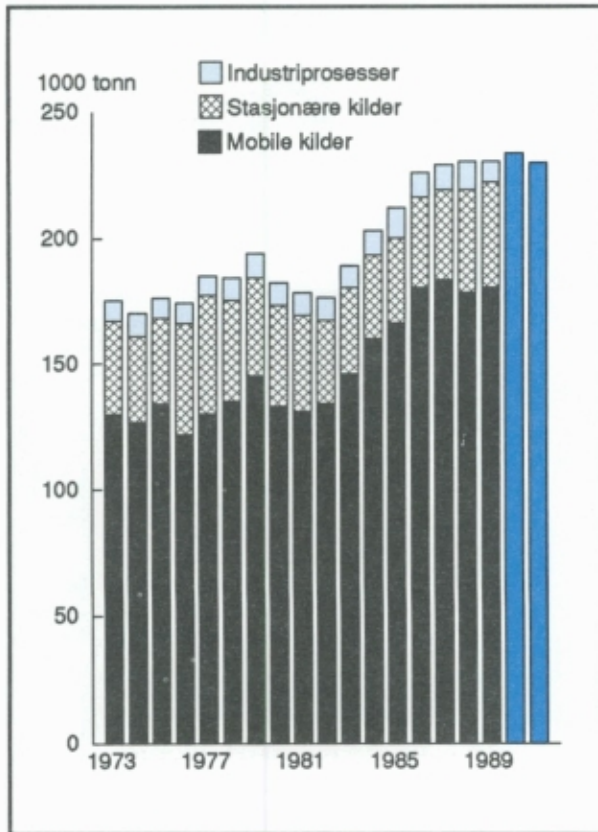


Kilde: SSB, SFT.

Aktiviteter i industrisektorene var årsaken til 61 prosent av de totale SO₂-utslippene. Av dette var om lag halvparten knyttet til produksjon av metaller. SO₂-utslippet er her vanligvis avhengig av både svovelinnholdet i kull eller koks og svovel i malmen. Andre næringer med vesentlige utslipp er produksjon av kjemiske råvarer, oljeraffinerier og innenriks sjøfart.

NO_x-utslippene økte kraftig på første halvdel av 1980-tallet, men har vært nærmest uendret de siste årene, se figur 3.3. Den sterke veksten tidligere på 1980-tallet skyldes i hovedsak økt bruk av privatbiler. Mobil forbrenning var årsaken til 77 prosent av utslippene i 1989. Skip og veitrafikk var de dominerende kildene. Bedre energieffektivitet på nye biler har ført til at NO_x-utslippene pr. forbrent enhet har økt. Fra og med 1989 er det innført katalytisk avgassrensing på nye bensindrevne bensinbiler. Om lag 18 prosent av totalutslippet var knyttet til stasjonær forbrenning. NO_x-utslippene fra stasjonær forbrenning er blitt redusert i perioden

Figur 3.3. Utslipp av NO_x etter kilde. 1973-1991*.
1 000 tonn NO_x



Kilde: SSB, SFT.

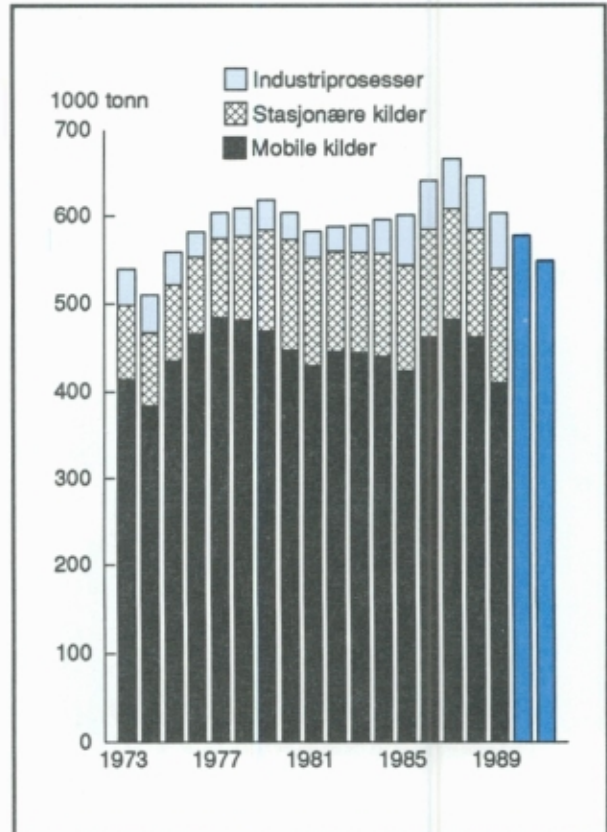
pga. redusert forbruk av fyringsoljer, mens prosessutslippene har vært relativt stabile.

Næringer knyttet til olje- og gassutvinning, fiske og fangst, transport, samt private husholdninger hadde de største utslippene.

Utslippene av CO var relativt stabile på 1980-tallet fram til 1985, økte deretter fram til 1987, for så å avta, se figur 3.4. Økningen fra 1985 til 1987 skyldes at salget av bensin økte. Nesten 64 prosent av de totale CO-utslippene stammer fra forbrenning av bensin. Økningen i bruk av privatbiler på 1980-tallet var sterkere enn virkningen av forbedringer i forbrenningsteknologi. De siste par årene har salget av transportoljer (inklusive bensin) avtatt noe. Utslipsreduksjonene de senere år har spesielt vært store for mobile kilder. Ca. 62 prosent av utslippene fra mobile kilder skyldtes privatbiler.

Prosessutslipp av CO har vært stabile de siste årene. Produksjonsprosessene til magnesium, og særlig karbider er de viktigste kildene. Ca. 10 prosent av totalt utslipp stammet fra indu-

Figur 3.4. Utslipp av CO etter kilde. 1973-1991*.
1 000 tonn CO



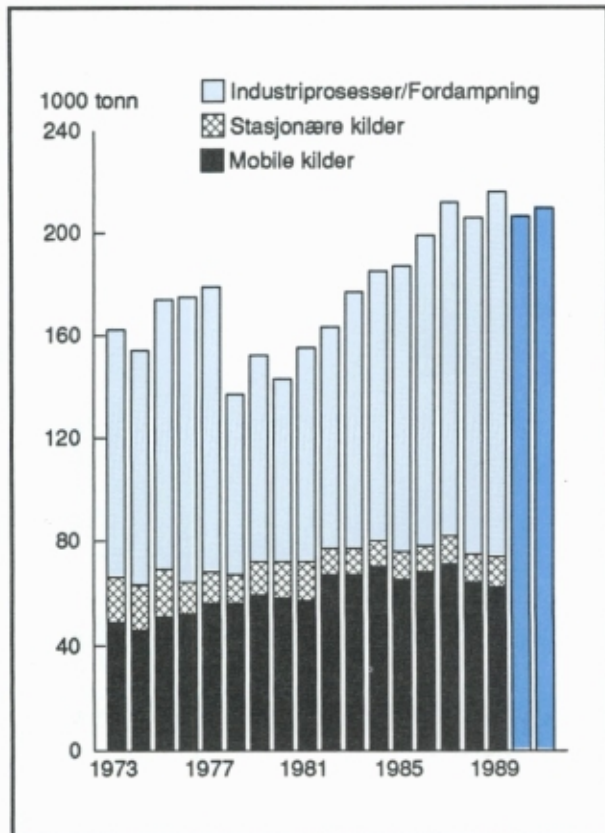
Kilde: SSB, SFT.

striprosesser. Stasjonære forbrenningskilder var årsaken til 22 prosent av de totale utslippene. Av dette utgjorde vedfyring ca. 92 prosent. Mesteparten av dette utslippet igjen, 92 prosent, skyldtes forbrenning i småovner i private husholdninger. Utslippene fra stasjonære kilder har økt noe på 1980-tallet som en følge av økt vedforbruk. Datagrunnlaget benyttet for å anslå vedforbruket er imidlertid usikkert.

Utslippene av NMVOC vokste rundt midten av 70-tallet som følge av økt aktivitet i oljesektoren. Utslippene fra denne sektoren avtok igjen da man gikk over til andre måter å ilandføre oljen på. Økningen i totalutslipp fram til 1987 kan dels tilskrives ilandføring fra nye felt, og dels økte utslipp fra mobile kilder, se figur 3.5. Det er generelt knyttet stor usikkerhet til NMVOC-utslippstall.

Utslipp av flyktige organiske forbindelser (NMVOC) stammer hovedsakelig fra fordampning, distribusjon av oljeprodukter og prosesser tilknyttet utvinning av olje og gass. Om lag 66 prosent av NMVOC-utslippene kan knyttes til

Figur 3.5. Utslipp av NMVOC etter kilde. 1973-1991*.
1 000 tonn NMVOC

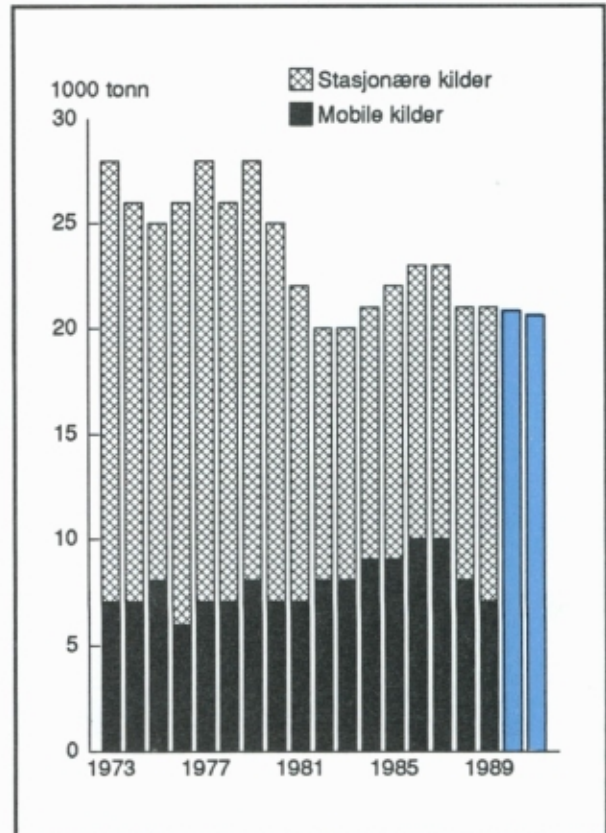


Kilde: SSB, SFT.

prosess- eller fordampningskilder. Utslipp fra oljevirkomheten (inkludert råoljetransport og gassterminal) utgjorde nesten 45 prosent av totalutslippet i 1989. Skipning av råolje var her den absolutt største kilden. Utslipp fra bruk av løsemidler utgjorde ca. 15 prosent av totalt NMVOC utslipp, men som tidligere nevnt, er dette utslippstallet meget usikkert. Årets estimat av utslipp fra bruk av løsemidler er vesentlig lavere enn det som har vært antatt før. Det virker sannsynlig at utslipp av løsemidler har avtatt i de senere år. Etter at informasjon om helseskader ved innånding av løsemidler er blitt lettere tilgjengelig, har det antagelig i mange næringer og i private husholdninger vært en overgang mot bruk av vannbaserte produkter.

Ufullstendig forbrenning i mobile kilder utgjorde om lag 29 prosent av totalutslippet. Spesielt bruk av personbiler, men også to-taktsmotorer var viktig. Stasjonær forbrenning var årsaken til bare 6 prosent av NMVOC-utslippene i 1989. Vedfyring i private husholdninger var her den viktigste kilden.

Figur 3.6. Utslipp av partikler etter kilde. 1973-1991*.
1 000 tonn partikler



Kilde: SSB, SFT.

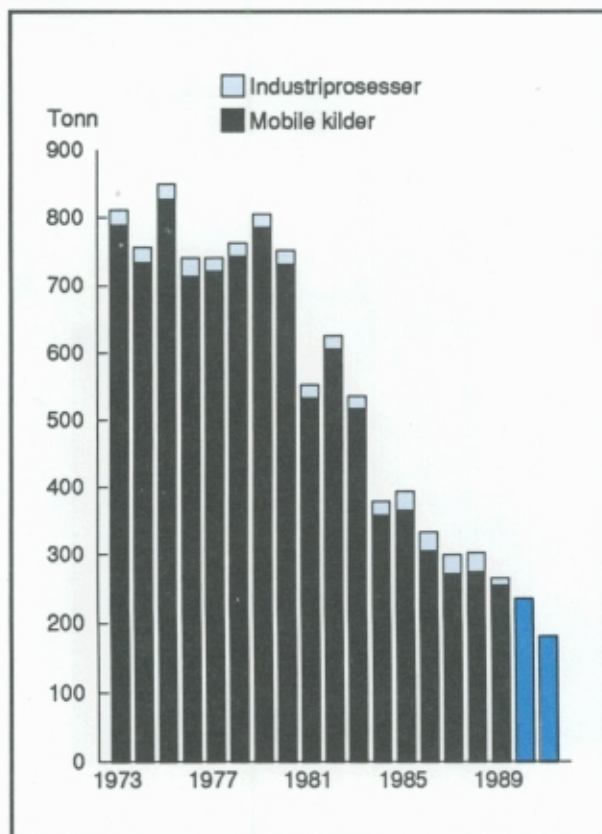
Partikkelutslippene ble redusert fra 1973 og fram til 1983, se figur 3.6. Dette skyldes hovedsakelig mindre omfang av stasjonær forbrenning av tungolje. Deretter var det en økning fram til 1987 på grunn av høyere forbruk av ved i private husholdninger i tillegg til økningen i biltrafikk. Det har ikke vært større endringer i totalutslippet av partikler etter 1988.

Mobile kilder utgjorde 34 prosent av totalutslippet, og dieseldrevne motorer stod for 57 prosent av de mobile partikkelutslippene.

Private husholdninger stod i 1989 for 60 prosent av de samlede utslipp av partikler. Dette skyldes spesielt vedfyring, men også bruk av privatbil. Innenriks samferdsel stod for 13 prosent av utslippene i 1989.

Utslippene av bly har avtatt de senere år, se figur 3.7. Dette skyldes redusert blyinnhold i bensin (forskrifter trådte i kraft i 1980 og 1983), i tillegg til innføring av blyfri bensin 1986. Salget av blyfri bensin utgjorde i 1989 nesten 30 prosent av totalsalget. A/S Christiania Spigerverk ble nedlagt i 1989. Dette er den

Figur 3.7. Utslipp av bly etter kilde. 1973-1991*.
Tonn Pb



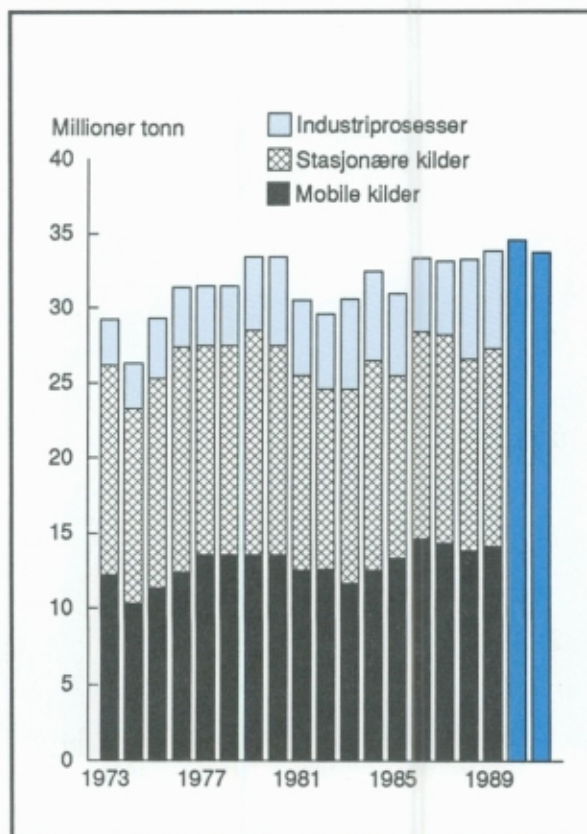
Kilde: SSB, SFT.

viktigste årsaken til nedgangen i prosessutslipp fra 1988 til 1989. Tallene for utslipp av bly fra prosesser er betydelig justert, også historisk. Prosess- og stasjonære kilder (forbrenning av avfall og olje) utgjorde bare henholdsvis 4 og 0,5 prosent av totalutslippet.

Over 95 prosent av blyutslippene i 1989 stammet fra mobile kilder og skyldes nesten utelukkende tilsetning av bly i bensin. Private husholdninger, tjenesteyting og innenriks landtransport er de viktigste utslippssektorene.

Utslippene av CO₂ har variert en del i perioden. Av figur 3.8 ser en at utslippene gikk sterkt ned fra 1973 til 1974 for så å stige igjen fram til 1979/1980. Etter dette gikk utslippene ned fram til 1982. Deretter har det vært en svak vekst fram til 1988. De to markerte nedgangene skyldes redusert forbruk av oljeprodukter som følge av oljeprisøkningene i 1973-74 og 1979-80. De foreløpige tallene antyder at CO₂-utslippene har vært stabile i perioden 1988-1991. Forbruket av petroleumprodukter har generelt

Figur 3.8. Utslipp av CO₂ etter kilde. 1973-1991*.
Millioner tonn CO₂

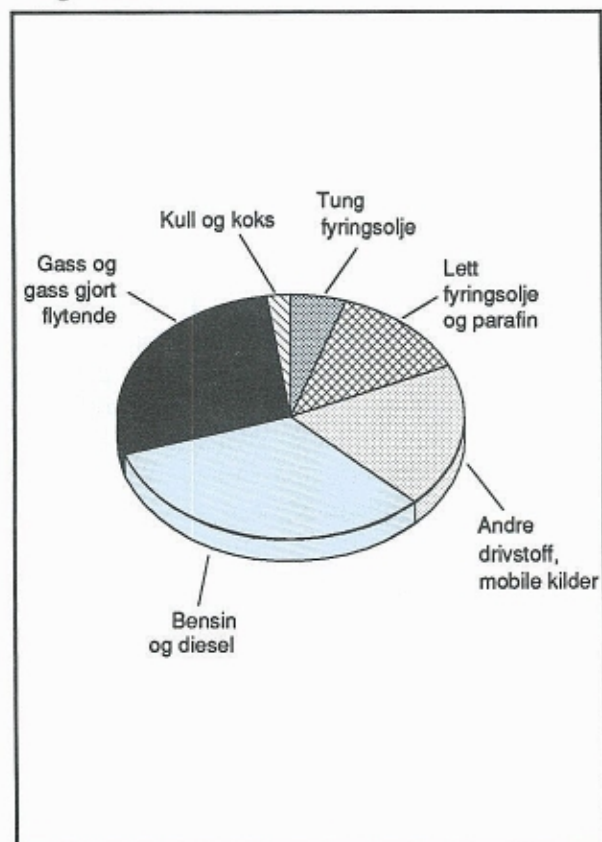


avtatt noe, mens forbrenning i tilknytning til utvinning og behandling av olje og gass har økt. Figur 3.9 viser hvordan forbrenningsutslippene av CO₂ er knyttet til bruk av ulike energivarer i 1989.

Mobile og stasjonære kilder bidro med ca. 40 prosent hver av karbondioksid-utslippene i 1989. Resten kommer fra industriprosesser (19 prosent), hvor metallproduksjon er den største kilden. Sektoren for utvinning av olje og gass står for den største andelen av totalutslippet (19 prosent) etterfulgt av private husholdninger (17 prosent), metallproduksjon (15 prosent) og transport (13 prosent).

Utslippene av metan har økt noe i Norge fra 1987 til 1989, fra ca. 277 tonn til 288 tonn. De to viktigste kildene til metanutslipp var husdyrhold/gjødsling og avfallsdeponering som bidro med henholdsvis 28 og 55 prosent av totalutslippet i 1989. Utslipp av metan fra aktiviteter i tilknytning til utvinning av olje og gass (inkludert skipning av råolje og gassterminalen på

Figur 3.9. Forbrenningsutslipp av CO₂ fordelt på energivare, 1989



Kårstø) bidrog med 10 prosent. Stasjonære og mobile kilder utgjorde henholdsvis 5 og 1,5 prosent av totalutslippet, vedfyring i private husholdninger er her den viktigste bidragsyteren.

N₂O-utslippene domineres av to kilder. Bruk av husdyr- og kunstgjødsel i landbruket og produksjon av salpetersyre. Disse kildene utgjorde henholdsvis 39 og 44 prosent av totalutslippet av lystgass i 1989. Stasjonære og mobile kilder stod for henholdsvis 12 og 5 prosent. Utslipp av lystgass i Norge har vært relativt konstant i den aktuelle perioden.

Utslippene av NH₃ var 36,6 tonn i 1988 og 36,7 tonn i 1989. Dette utslippet var hovedsakelig avhengig av antall husdyr og spredning av gjødsel (79 prosent), samt bruk og sammensetning av kunstgjødsel (21 prosent). Produksjon av ammoniakk bidrog i meget liten grad til totalt utslipp. Utslippstallet for ammoniakk er beheftet med en stor usikkerhet.

Tabell 3.7. Råvareimport av KFK og haloner til Norge i 1986, 1989, 1990 og 1991¹. Tonn

	1986	1989	1990	1991
KFK, i alt	1 411	990	773	478
KFK-11 (CFCl ₃)	680	418	314	97
KFK-12 (CF ₂ Cl ₂)	311	234	200	169
KFK-113 (C ₂ F ₃ Cl ₃) ..	350	262	194	122
KFK-114 (C ₂ F ₄ Cl ₂) ..	-	1	1	1
KFK-115 (C ₂ F ₅ Cl) ...	70	75	64	89
Haloner, i alt	151	90	136	90
Halon 1211 (CF ₂ BrCl) .	13	4	4	3
Halon 1301 (CF ₃ Br) ..	136	86	132	87
Halon 2402 (C ₂ F ₄ Br) .	2	-	-	-

¹ Import i produkter er ikke inkludert.

Kilde: SFT.

Utslipp av KFK og haloner

Statens forurensningstilsyn har samlet inn tall over råvareimport av KFK og haloner i 1986, 1989, 1990 og 1991. Tidsserien er vist i tabell 3.7. Det finnes ikke gode tall på årlige utslipp av disse forbindelsene, men midlet over tid indikerer importstatistikken utviklingen også i utslippsnivå. Importtallene for KFK-forbindelser har avtatt med 66 prosent fra 1986 til 1991.

Det har vist seg å være vanskelig å erstatte haloner til brannslukkingsformål, men reduksjonen her har likevel vært på 40 prosent i forhold til 1986. Spesielt aktiviteter i Nordsjøen gjør at forbruket av haloner i Norge er vanskelig å redusere. Fra 1. juli 1991 trådte nye forskrifter i kraft som forbyr bruk av KFK i Norge. Det er imidlertid gitt enkelte dispensasjoner fra dette forbudet. Det finnes i dag hydrogensubstituerte forbindelser som benyttes som erstatning for KFK-forbindelser, såkalte HKFK. De fleste av disse vil også ha en ozonnedbrytende effekt, men i mindre grad enn KFK. Fluorete hydrokarboner, uten klor, blir nå benyttet i kjøleanlegg. Disse forbindelsene har ingen kjente skadevirkninger på stratosfærisk ozon, men er mindre driftsikre og dyrere i bruk. Disse erstatningene for KFK blir imidlertid alle regnet som drivhusgasser.

Utslipp til luft i andre land

Utslippstall for komponentene SO₂, NO_x, NMVOC og CO₂ i noen OECD-land er vist i tabell 3.8. Tabellen viser også utslipp pr. innbygger og pr. brutto nasjonalprodukt. USA og Canada skiller seg ut med store utslipp også på relativ skala. Noen land kan imidlertid ha utelatt betydelige kilder i totalestimatet som f.eks. båttrafikk, offshoreaktiviteter og enkelte prosessutslipp. Utslippstallene i denne tabellen er derfor ikke nødvendigvis direkte sammenlignbare.

Bidrag fra andre land til langtransportert forurensning

Gjennom EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme), et samarbeidsprogram for overvåking og vurdering av langtransportert

luftforurensning i Europa, er Norges bidrag og mottak av oksidert svovel og nitrogen blitt beregnet for årene 1985, 1987, 1988, 1989 og 1990. Bare bidrag til og fra europeiske land er med i beregningene. Beregningsgrunnlaget er rapporterte og estimerte utslippstall koblet med meteorologiske, fysiske og kjemiske data for å modellere horisontal transport i atmosfæren. Beregnede konsentrasjoner er sammenlignet med observerte verdier. Oksidert nitrogen foreligger stort sett som NO₂ og NO₃⁻, mens oksidert svovel er SO₂ og SO₄²⁻. Resultatet av beregningene for 1990 er vist i figurene 3.10 og 3.11. Bare land som berører Norge i signifikant grad er med i oversikten. Under posten andre land er det summert små bidrag fra Ungarn, Italia, Romania, Spania og Jugoslavia. Aktuelle havområder for både utslipp og mottak er Østersjøen, Norskehavet og Atlanterhavet. En

Tabell 3.8. Utslipp til luft i noen land. 1988 dersom ikke annet er oppgitt

	SO ₂	NO _x	NM-VOC	CO ₂ ¹	SO ₂	NO _x	NM-VOC	CO ₂ ¹	SO ₂	NO _x	NM-VOC	CO ₂ ¹
	Totalt utslipp				Utslipp pr. innbygger				Utslipp pr. BNP			
	1 000 tonn			10 ⁶ tonn C	kg	tonn C			1000 tonn/10 ⁹ US\$			1 000 tonn C/10 ⁹ US\$
Belgia	414 ²	297 ²	..	33,0	41,9	30,1	..	3,3	3,6	2,6	..	286
Danmark	242	249	146 ⁴	17,7	47,2	48,5	28,5	3,5	3,7	3,8	2,2	270
Finland	302	276	181 ⁴	17,8	61,1	55,8	36,6	3,6	4,8	4,4	2,9	283
Frankrike	1223	1656	1877 ⁴	106,1	21,9	29,6	33,6	1,9	1,7	2,4	2,7	152
Irland	174 ²	115 ²	108 ²	7,9	49,2	32,5	30,5	2,2	6,6	4,4	4,1	299
Italia	2006	1705	827	112,4	34,9	29,7	14,4	2,0	2,9	2,5	1,2	164
Japan	835 ²	1176 ³	..	280,2	6,8	9,6	..	2,3	0,5	0,7	..	171
Canada	3800	1959 ⁴	2315 ⁴	131,1	146,4	75,5	89,2	5,1	8,7	4,5	5,3	301
Luxembourg ...	12	22 ⁴	20 ⁴	2,5	32,0	58,7	53,3	6,7	2,2	4,1	3,7	462
Nederland	259	585	396	53,3	17,5	39,6	26,8	3,6	1,5	3,4	2,3	307
Norge	67	225	248	8,8	15,9	53,4	58,9	2,1	1,1	3,7	4,0	143
Portugal	205	122	156	10,5	19,9	11,8	15,1	1,0	3,4	2,0	2,6	173
Spania	2156 ⁴	826 ⁴	843 ⁵	58,5	55,3	21,2	21,6	1,5	6,4	2,4	2,5	172
Storbritannia ...	3813	2642	2013	164,9	66,1	46,3	35,3	2,9	5,4	3,7	2,8	232
Sveits	74	194	311	12,6	11,1	29,1	46,6	1,9	0,7	1,9	3,1	124
Sverige	213	396	440	22,1	25,2	46,9	52,1	2,6	1,9	3,5	3,8	193
Tyskland (vest) .	1237	2859	2603 ²	198,0	20,3	46,8	42,7	3,2	1,6	3,6	3,3	248
USA	20700	19800	18500	1463,9	84,0	80,4	75,1	5,9	4,7	4,5	4,2	331
Østerrike	121	213	466	16,7	15,9	28,0	61,4	2,2	1,4	2,4	5,4	192

¹ CO₂-tallene inkluderer bare utslipp fra bruk av energivarer som brensel. ² 1987-tall. ³ 1986-tall. ⁴ 1985-tall. ⁵ 1983-tall.

Kilde: OECD, 1991.

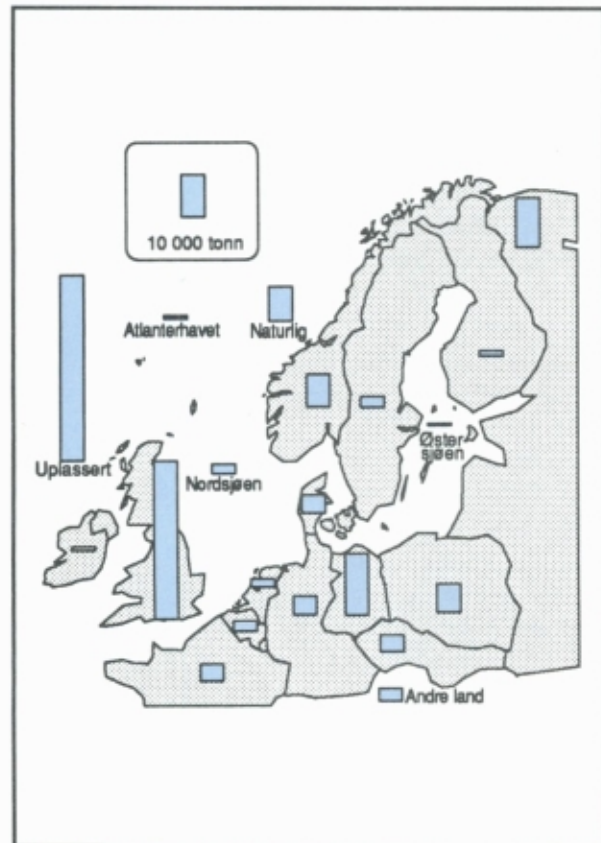
del av svoveloksidutslippene stammer fra naturlige kilder, hovedsakelig marine bioprosesser.

Totalt mottar Norge 160 000 tonn oksidert svovel (målt som S) og 98 000 tonn oksidert nitrogen (målt som N). Bare henholdsvis 5 og 6 prosent av dette er bidrag fra utslipp i Norge. Storbritannia, Tyskland, Polen og tidligere Sovjetunionen er de viktigste bidragsyterne. Beregningene viser også at det er store forskjeller innen Norge. Det er de sørligste fylkene som blir utsatt for størst belastning. De norske utslippene havner hovedsakelig i nære havområder. Sverige og tidligere Sovjetunionen er også viktige mottakere.

Avtaler

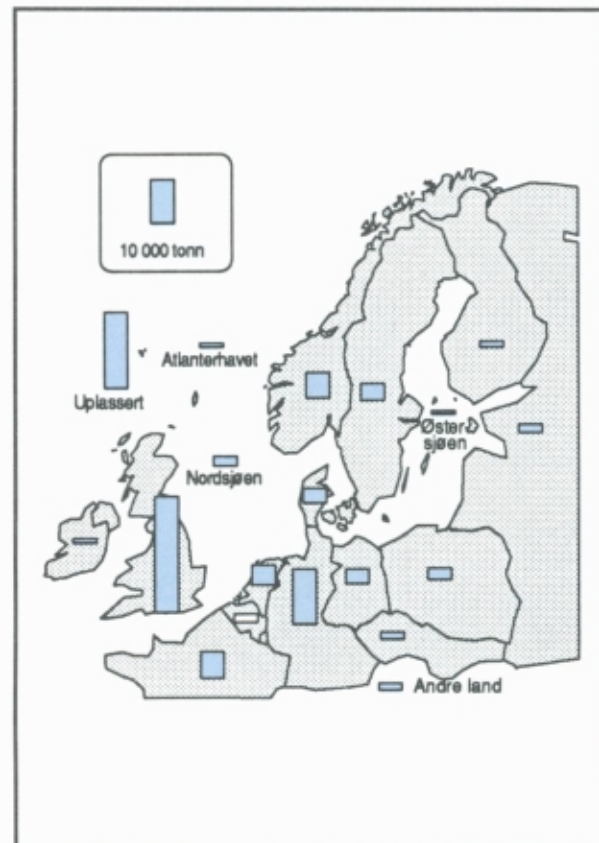
Norge har forpliktet seg til utslippsreduksjoner av enkelte komponenter. Boks 3.2 viser en oversikt over disse avtalene og nasjonale målsettinger. Den nyeste avtalen (1991) gjelder reduksjon av utslipp av flyktige organiske forbindelser, eksklusive metan (NMVOC).

Figur 3.10. Tilførsel av oksidert svovel (målt som S) til Norge fra europeiske land og havområder. 1990



Kilde: EMEP.

Figur 3.11. Tilførsel av oksidert nitrogen (målt som N) til Norge fra europeiske land og havområder. 1990



Kilde: EMEP.

Internasjonale miljøavtaler kan ta mange former og være mer eller mindre forpliktende. De viktigste avtalekategoriene er:

Deklarasjoner som stort sett er politiske villighetserklæringer, ofte ganske vage i formen.

Konvensjoner som angir generelle forpliktelser og mål overfor en gruppe av miljøproblemer for de enkelte avtalepartene.

Protokoller som vanligvis inneholder konkrete forpliktelser for de enkelte landene.

Konvensjoner og protokoller er i prinsippet juridisk bindende, men hittil er det ikke etablert sanksjonsmekanismer som kan sikre dette. Som tillegg til internasjonale avtaler, eller i forkant av forhandlinger om slike, er det ikke uvanlig at enkelte land offentlig gir til kjenne nasjonale målsettinger om stabilisering eller reduksjoner av ulike typer miljøskadelige utslipp.

Nedenfor følger en kortfattet oversikt over noen internasjonale miljøavtaler som Norge deltar i. Årstallet for undertegnelse er angitt i parentes. Merk at avtalene kan inneholde bestemmelser og pålegg i tillegg til de som er nevnt her.

Deklarasjoner

Nordsjødeklarasjonen (1990)

Miljøgifter	50 prosent reduksjon innen 1995 med 1985 som basisår. 70 prosent for stoffene kadmium, kvikksølv, bly og dioksiner.
Næringssalter PBC	50 prosent reduksjon Stans bruk innen 1995

Konvensjoner

ECE (1979)

Begrensning av langtransportert grenseoverskridende luftforurensning

Wien (1987)

Beskytte det stratosfæriske ozonlag

Protokoller

Helsinki (1985)

SO₂ 30 prosent reduksjon innen 1993 med 1980 som basisår

Sofia (1988)

NO_x Stabilisering på 1987-nivå innen 1994.

Montreal (1987)

KFK Redusere bruk av KFK med 50 prosent innen 1998 med 1986 som basisår.

London (1990)

Haloner Stabilisere bruken på 1986-nivå innen 1992.

KFK Med 1986 som basisår: 20 prosent reduksjon innen 1993, 85 prosent reduksjon innen 1997 og full utfasing innen år 2000.

Haloner 50 prosent reduksjon innen 1995 med full utfasing før år 2000.

Karbondetra- klorid 85 prosent reduksjon innen 1995 og utfases innen år 2000.

Metylkloroform 30 prosent reduksjon innen 1995, 70 prosent reduksjon i år 2000, og full utfasing i år 2005.

Genève(1991)

NMVOG 30 prosent reduksjon innen 1999 med 1989 som basisår.

Gjelder hele fastlandet og økonomisk sone sør for 62. breddegrad.

Nasjonale målsettinger

SO₂ 50 prosent reduksjon innen 1993 med 1980 som basisår.

NO_x 30 prosent reduksjon innen 1998 med 1986 som basisår.

CO₂ Stabilisering på 1989-nivå innen år 2000.

KFK 50 prosent reduksjon i 1991 med 1986

Haloner som basisår. Full utfasing i 1995

Boks 3.2. Internasjonale miljøavtaler som Norge er part i.

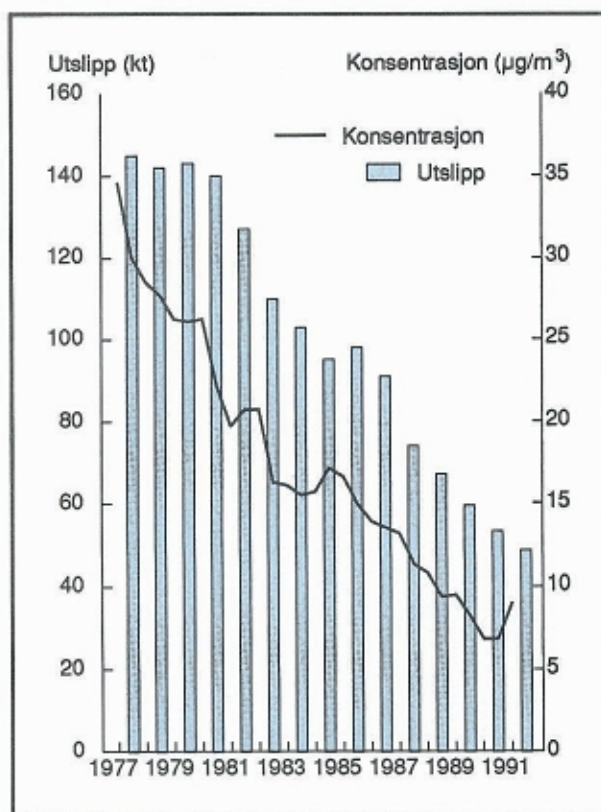
3.3. Utvikling i regional forurensningskonsentrasjon

Målinger av svoveldioksid, sot og bly i luft er siden 1977 rutinemessig blitt utført på forskjellige steder i Norge av Norsk institutt for luftforskning (NILU) på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåkning). Målinger av NO₂ er foretatt siden 1986. Fra april 1990 til mars 1991 er døgnmiddelverdier for konsentrasjoner av disse forurensningskomponentene registrert ved 37 stasjoner i 29 byer og tettsteder. Målingene av de enkelte komponentene er foretatt på ulike tider av året.

Resultatene av målingene viser at alle komponenter har tydelige årstidsvariasjoner med relativt høye konsentrasjoner i vinterhalvåret og lavere konsentrasjoner om sommeren. Dette skyldes et høyere forbruk av energivarer (olje, parafin og ved) til oppvarming om vinteren og dermed større utslipp. I tillegg er spredningsforholdene dårligere i vinterhalvåret enn i sommerhalvåret. Figurene 3.12, 3.13 og 3.14 viser sesongvariasjoner og endringer i gjennomsnittskonsentrasjoner av svoveldioksid, sot og bly i større norske byer (Fredrikstad, Oslo, Drammen, Kristiansand, Stavanger, Bergen, Trondheim og Tromsø). Figurene viser også nasjonale utslipp av de samme komponentene. Midlere endring i luftkvalitet for disse byene er i store trekk korrelert med utslippet av den tilsvarende komponenten.

Figur 3.12 viser at gjennomsnittlig konsentrasjon av svoveldioksid i byene har gått klart ned siden måleserien startet. Fra vintersesongene 1989/90 til 1990/91 har det imidlertid ikke vært noen gjennomsnittlig endring. Vinteren 1990/91 har på Østlandet vært kaldere enn de foregående, noe som har gitt en liten økning i måleverdiene fra de berørte stasjonene. Måleverdiene ved byer andre steder i landet har sunket. Gjennomsnittsverdier kan imidlertid tilsløre problemer med episoder med dårlig luftkvalitet. For noen komponenter, som SO₂ og NO₂, er slike episoder mest skadelig. Målingene har vist at det i den aktuelle perioden har vært et lite antall slike SO₂-episoder. Overskridelse av nedre (100 µg/m³) og øvre (150 µg/m³) døgnmiddelgrenseverdier ble registrert ved hen-

Figur 3.12. Gjennomsnittlig SO₂-konsentrasjon i luft i endel større norske byer. µg SO₂/m³ luft. Nasjonale utslipp av SO₂. 1 000 tonn. 1977-1991

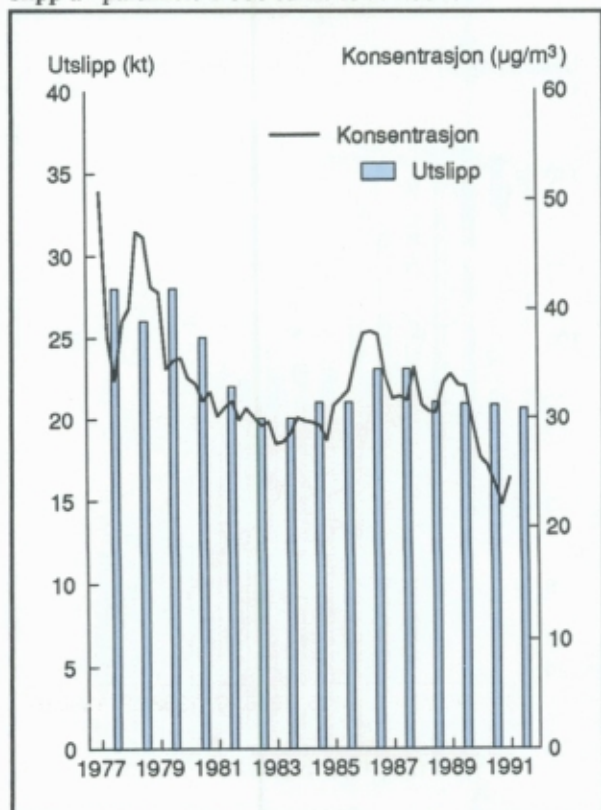


Kilde: NILU, SSB.

holdsvis syv og en stasjon. Svoveldioksid-episoder inntreffer oftest på steder med store utslipp fra lokale industribedrifter. De høyeste SO₂-verdiene måles nå på stasjoner i Sarpsborg, Halden, Årdalstangen og Øvre Årdal. Ingen overskridelser ble registrert i de største byene i den aktuelle perioden. Øvre Årdal var også eneste sted i landet hvor det ble målt overskridelse av nedre grenseverdi for halvår, 40 µg/m³. Utenom det statlige overvåkningsprogrammet blir det også målt overskridelser i Sør-Varanger. Dette skyldes SO₂-utslipp fra russiske nikkilverk i Nikel og Zapoljarnij.

Sotkonsentrasjonene viste en fallende tendens i begynnelsen av perioden, økte på midten av åtti-tallet men har avtatt igjen de siste årene, se figur 3.13. Døgnmiddelverdien (100 µg/m³) ble i 1990/91 overskredet på flere stasjoner med stor biltrafikk. Det ble generelt målt høyere konsentrasjoner 1. kvartal 1991 i forhold til samme periode 1990. Dette skyldes en kaldere vinter med dårligere spredningsforhold. Anta-

Figur 3.13. Gjennomsnittlig sot-konsentrasjon i luft i endel større norske byer. μg sot/ m^3 luft. Nasjonale utslipp av partikler. 1 000 tonn. 1977-1991.



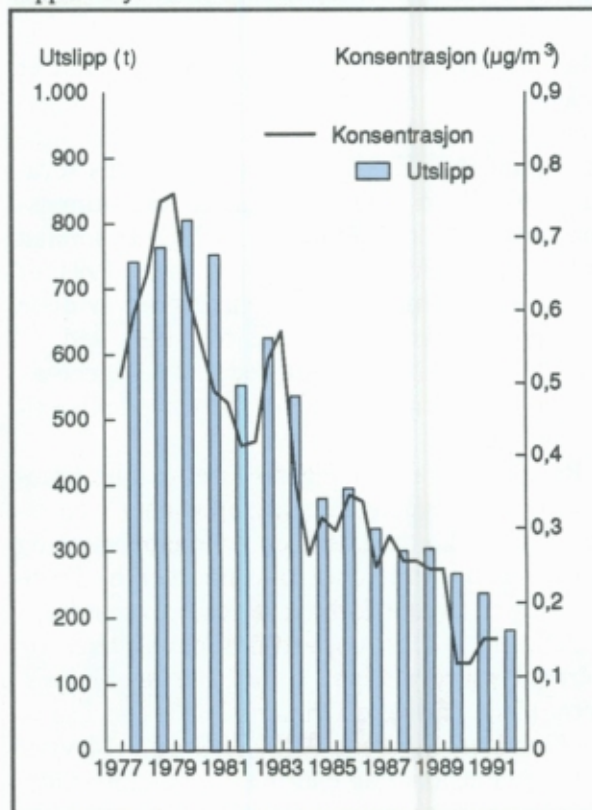
Kilde: NILU, SSB.

gelig er biltrafikk den største kilden til sot i større byer i dag, mens det i begynnelsen av måleperioden var forbrenning av fyringsoljer.

Konsentrasjonen av bly er blitt redusert mye som følge av en gradvis overgang til blyfri bensin. Etter en periode med kraftige reduksjoner av blykonsentrasjonen i byluft tidlig på 1980-tallet, har måleverdiene vist en noe svakere reduksjon de senere årene, se figur 3.14. Det ble ikke registrert overskridelser av Verdens helseorganisasjons grenseverdi for konsentrasjon av bly i luft ($0,5\text{--}1\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) ved noen stasjon vintren 1990/91.

NO_2 -målinger ble først startet høsten 1986. Det ble registrert overskridelser av grenseverdien for døgnmiddel ($100\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) ved 9 av 13 målestasjoner vinteren 1990/91. De høyeste verdiene ble målt i Bergen og Trondheim. Grenseverdien for halvårsmiddel ($75\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) ble ikke overskredet, men i Drammen ble det målt $73\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Middelveidien for alle stasjoner vinteren 1990/91 ($50\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) er høyere enn for sesongen 89/90 ($43\ \mu\text{g}/\text{m}^3$), men er på samme

Figur 3.14. Gjennomsnittlig bly-konsentrasjon i luft i endel større norske byer. μg Pb/ m^3 luft. Nasjonale utslipp av bly. Tonn. 1977-1991.



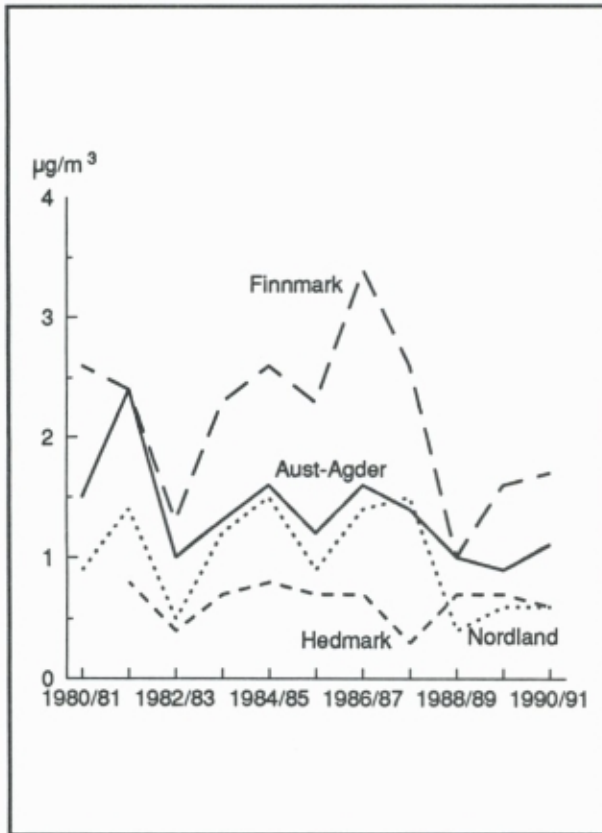
Kilde: NILU, SSB.

nivå som målinger for tidligere år. Biltrafikk blir regnet som den viktigste kilden til høye NO_2 -konsentrasjoner i luft.

Luftkvaliteten ved norske bakgrunnsstasjoner

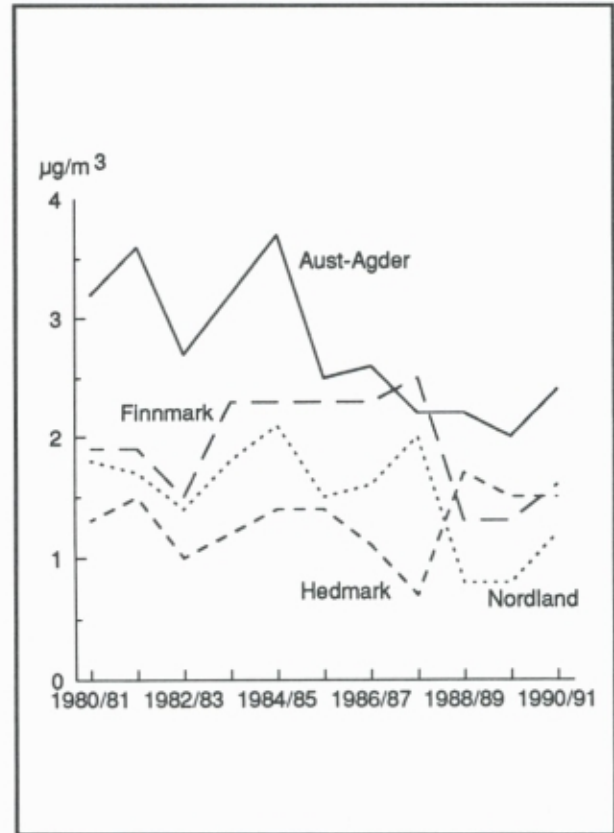
Langtransportert forurensning i luft og nedbør blir registrert ved 7 bakgrunnsstasjoner. Dette er målestasjoner som i liten grad blir påvirket av lokale utslippskilder. Mye av forurensningen kommer fra andre land, se figurene 3.10 og 3.11. Utviklingen i gjennomsnittlige halvårsmiddelkonsentrasjoner av henholdsvis svovel dioksid og partikulært sulfat ved noen stasjoner er vist i figurene 3.15 og 3.16. De målte konsentrasjonene har totalt vist en svak fallende tendens, men har variert lite de siste årene. Figurene viser også at det er regionale forskjeller i svovelbelastningen på bakgrunnsstasjonene. De høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene blir registrert på Jergul i Finnmark, Skreådalen i Vest-Agder og Birkenes i Aust-Agder.

Figur 3.15. Årsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ ved noen bakgrunnsstasjoner. µg/m³ luft. 1980-1991



Kilde: NILU, SFT.

Figur 3.16. Årsmiddelkonsentrasjoner av partikulært sulfat ved noen bakgrunnsstasjoner. µg/m³ luft. 1980-1991



Kilde: NILU, SFT.



3.4. Noen nyttevirkninger av klimatiltak

Miljøavgiftsutvalget har nettopp avgitt sin innstilling om bruk av økonomiske virkemidler i klimapolitikken (Miljøavgiftsutvalget, 1992, se også Miljøavgiftsutvalget, 1991). Som bakgrunnsinformasjon for innstillingen ble det utviklet ulike modellbaserte scenarier for utviklingen av norsk økonomi fram mot århundreskiftet. Beregningene ble gjort på den makroøkonomiske modellen MODAG (Cappelen, 1991) og omfattet foruten en *referansebane*, dvs. en økonomisk vekstbane der det forutsetningsvis ikke innføres spesielle skatter eller avgifter på utslipp av klimagasser, også alternativer med slike avgifter. Et alternativ baserer seg på at norske utslipp av CO₂ skal stabiliseres på 1989-nivå i en verden som forøvrig ikke innfører spesielle tiltak mot klimagassutslipp (*stabiliseringsalternativet*). I det andre alternativet tenker en seg at Norge sammen med de viktigste industrilandene inngår en avtale om tiltak mot klimagassutslipp (*avtalealternativet*). Statistisk sentralbyrå har gjennomført forsøksvise beregninger av noen nyttevirkninger knyttet til disse tiltakene mot klimagassutslipp. I dette avsnittet vil disse beregningene bli kort gjengitt. Tilsvarende beregninger ble også gjort i forbindelse med arbeidet i det Interdepartementale Klimautvalget (Miljøverndepartementet, 1991) og ble referert i *Naturressurser og miljø 1990* (Statistisk sentralbyrå, 1991). Dette arbeidet er dokumentert i Moum (1992).

Noen effekter av klimaendringer og kostnader ved reduserte klimagassutslipp

Utslipp av klimagasser som CO₂, CH₄, N₂O og KFK påvirker det globale klimaet gjennom å endre strålingsbalansen for jorda. Hvordan klimaendringene vil skje og hvilke konsekvenser dette vil ha for levekårene på jorda, er gjenstand for stor usikkerhet. Vanligvis regner en med at en dobling av det ekvivalente CO₂ innholdet (det er vanlig å angi samlet effekt av drivhusgasser i atmosfæren med *ekvivalente CO₂-enheter*, dvs. hvor mye CO₂ som skal til for å oppnå tilsvarende drivhuseffekt) i atmosfæren relativt til nivået i før-industriell tid, vil

medføre en temperaturøkning fra 2 til 5 grader Celsius. De økonomiske kostnadene av slike endringer er svært vanskelige å anslå, men enkelte forsøk er likevel gjort.

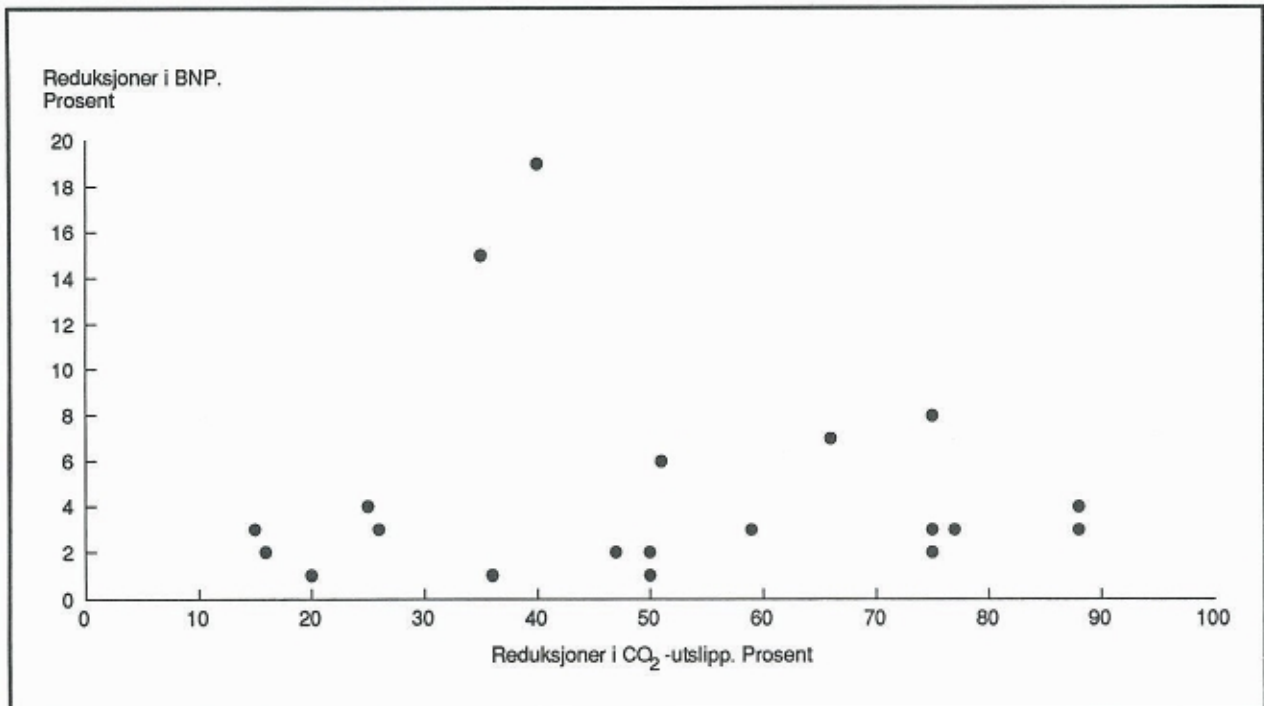
Nordhaus (1991) refererer for eksempel anslag over skader ved klimagassutslipp som fører til en heving av den globale middeltemperaturen med 3 grader Celsius. Anslaget, som bare omfatter økonomiske skader som det har vært mulig å kvantifisere og som blant annet utelater skader knyttet til eventuelt tap av genmateriale og estetiske verdier, gir en skade på US\$ 6,60 pr. tonn CO₂-ekvivalente utslipp. Dette må sies å være et meget lavt anslag på skaden av klimagassutslipp. Nordhaus presenterer også to andre mer *ad hoc*-pregete estimater på skaden. Et midlere anslag er US\$ 26,80 pr. tonn CO₂-ekvivalenter, mens et høyt anslag er US\$ 238 pr. tonn CO₂-ekvivalenter.

I den samme artikkelen refereres også anslag over kostnader ved å redusere globale klimagassutslipp. I et teoretisk optimum der marginal skade av klimagassutslipp settes lik marginal kostnad, finner Nordhaus at med det lave skadeanslaget bør klimagassutslippene utenom KFK nesten ikke reduseres. I mellomalternativet bør klimagassutslippene reduseres med 11 prosent fra dagens nivå, mens i det høye alternativet bør utslippene reduseres med om lag en tredjedel.

Kostnadene ved å redusere utslipp av CO₂, målt ved reduksjoner i BNP fra en tenkt referansebane uten klimatiltak, er analysert i en rekke internasjonale studier. Figur 3.17 viser summarisk resultater fra disse studiene. Studiene er imidlertid ikke uten videre sammenliknbare, da de kan bygge på svært ulike forutsetninger.

Ikke i noen av disse beregningene tas det hensyn til at redusert bruk av fossilt brensel også vil redusere utslippene av andre forurensende stoffer enn klimagasser, og at høyere priser på fossilt brensel vil kunne gi andre gevinst-er enn de som er knyttet til bedre miljø. Det er disse "tilleggs-gevinstene" som vil bli behandlet i resten av dette avsnittet.

Figur 3.17. Empiriske analyser av sammenhenger mellom reduksjoner i CO₂-utslipp og reduksjoner i BNP



Kilde: Hoeller et al. (1991).

Nytte av redusert luftforurensning og biltrafikk

To typer av "tilleggs-gevinster" anslås her ved hjelp av etterberegninger til de økonomiske modellscenariene representert i Miljøavgiftsutvalget (1991). Den ene typen er relatert til reduksjoner i utslipp til luft av svoveldioksid (SO₂), nitrogenoksider (NO_x), karbonmonoksid (CO) og partikler. Gevinstene er knyttet til reduserte skader på skog, vassdrag, visse typer realkapital og helse som følge av redusert forurensningsnivå. Den andre typen gevinster er relatert til enkelte bivirkninger av biltrafikk som trengsel-effekter (køer), trafikkulykker, vegslitasje og vegtrafikkstøy. Det er gjort grundigere rede for forutsetninger og datagrunnlag for disse beregningene i Brendemoen et al. (1992). Verdsettingen av kostnadselementene bygger på ulike metoder, dels benyttes priser observert i markedet, f.eks. ved verdsetting av korrosjonskostnader, dels benyttes betalingsviljeundersøkelser, som ved verdsetting av forsurskader, og dels er miljøskadene verdsatt subjektivt av en ekspertgruppe (helseskader). At ulike, og lite sammenliknbare, metoder er benyttet, bidrar til usikkerheten i resultatene og gjør

at disse må tolkes med varsomhet. Når en likevel velger å presentere beregningene, er det fordi lite alternativ informasjon om nyttevirkinger av miljøtiltak foreligger.

Beregningsresultater

Scenariene

Konsekvensene for norsk økonomi av en økt bruk av miljøavgifter kan beregnes som forskjellen mellom utviklingen i en referansebane uten særskilte tiltak og i baner med alternative utforminger av miljøavgifter. De detaljerte forutsetningene for referansebanen og de to alternativene som ligger til grunn for beregningene gjengitt her, er presentert i Miljøavgiftsutvalget (1991). Her kommenteres bare enkelte hovedtrekk av særlig betydning for beregningen av kostnadsbesparelsene knyttet til redusert bruk av fossilt brensel og tilhørende utslipp.

Referansebanen

Referansebanen illustrerer en økonomisk utvikling med moderat vekst og bedret ressursutnytting i norsk økonomi fram mot år 2000. Bare vedtatte miljøkrav er innarbeidet i referanse-

scenariet. Av disse er de fleste allerede satt i verk. Det gjelder miljøavgifter på bensin og mineralolje som ble satt i verk fra 1991, og avgasskrav til personbiler og lette varebiler. Også avgasskrav til tunge varebiler er lagt inn i utslippsberegningen basert på referansescenariet.

Det er lagt til grunn en energieffektivisering på mellom 1 og 1,5 prosent pr. år over perioden 1990-2000 for boliger og yrkesbygg, mens energieffektiviseringen i prosessindustrien er antatt å være på mellom 0,5 og 1 prosent i året. Kraftkrevende industri er å forutsatt å beholde sine rammebetingelser for tildeling av kraft, mens kraft til alminnelig forsyning skjer til en pris som omtrent tilsvare langtids grensekostnad. Det er videre lagt til grunn at kraftterspørselen i år 2000 kan dekkes opp med vannkraft alene.

I referansebanen vokser forbruket av olje og bensin med om lag 1,4 prosent årlig fram til år 2000. Veksten i husholdningenes forbruk av petroleumsprodukter er markert lavere enn tilsvarende vekst innen næringsvirksomhet, se tabell 3.9.

Tabell 3.10 viser anslått utvikling i utslipp til luft i referansebanen, samt målsettinger for utslippsnivåer med angivelse av årstall for opp-

Tabell 3.9. Forbruk av elektrisitet og petroleumsprodukter. Referansebanen

	1988	2000	Vekstrate 1988- 2000 (Prosent)
Elektrisk kraft, TWh			
Netto innenlandsk forbruk	92,8	105,0	1,0
Kraftkrevende industri	30,4	31,0	0,2
Alminnelig forsyning	62,3	74,0	1,4
Petroleumsprodukter, 1000 tonn			
Transportoljer (unntatt bensin) og fyringsoljer	4 963	5 869	1,4
Næringsliv og forvaltning	4 390	5 257	1,5
Husholdninger	573	612	0,6
Bensin	1 899	2 254	1,4
Næringsliv og forvaltning	654	867	2,4
Husholdninger	1 245	1 386	0,9

fyllelse av målsettingene. Tabellen viser bare utslipp av komponenter som inngår i skadeberegningene i tillegg til utslipp av CO₂.

Tabell 3.10. Framskrivning av utslipp til luft. Referansebanen

	1988 (1000 tonn)	2000 (1000 tonn)	Vekstrate 1988-2000 (prosent)	Mål- setting	År for målopp- fyllelse
SO ₂	74	77	0,3	71 ¹	1993
NO _x	228	212	-0,6	155 ²	1998
CO	635	514	-1,7	Ikke satt	
Partikler	25	23	-0,7	Ikke satt	
CO ₂	35 ³	41 ³	1,4	35 ^{3,4}	2000

¹⁾ 30 prosent reduksjon i forhold til nivået i 1980.

²⁾ 30 prosent reduksjon i forhold til nivået i 1986.

³⁾ Millioner tonn.

⁴⁾ Foreløpig målsetting: Stabilisering på 1989-nivå.

Vedtatte tiltak gjør at veksten i utslipp blir vesentlig lavere enn veksten i bruk av fossile brensler. For enkelte komponenter oppnås også en reduksjon i samlede utslipp fram mot år 2000. Det er allikevel et stykke igjen til de nasjonale målsettingene blir oppfylt. Dette gjelder særlig NO_x-utslippene som ligger 37 prosent over målsettingen i år 2000.

Stabiliseringsalternativet

I stabiliseringsalternativet tas det utgangspunkt i den norske målsettingen om å stabilisere CO₂-utslippene på 1989-nivå innen år 2000, og at dette målet skal nås ved å legge en CO₂-avgift på fossile brensler. Avgiftsnivået er beregnet å bli på om lag 900 1990-kroner pr. tonn CO₂. Det er lagt til grunn at CO₂-målet skal oppnås kostnadseffektivt, slik at alle forurenserne stilles overfor samme pris på karboninnholdet i sine utslipp. For bensin vil denne prisen være om lag kr 1,75 høyere pr. liter i år 2000 enn i referansebanen (1990-kroner). Tilsvarende vil prisen på diesel og fyringsoljer øke med om lag 2,30 1990-kroner pr. liter. Alternativet forutsetter at det ikke gjennomføres tilsvarende tiltak i utlandet. Forutsetningene om petroleumpriser og internasjonal økonomi forøvrig er derfor

ikke endret fra referansealternativet. Alternativet anses ikke å representere en sannsynlig utvikling, men illustrerer typen virkninger som kan oppstå ved ensidig norsk satsing på tiltak for å begrense utslipp av klimagasser. Tabell 3.11 viser hvilke utslag dette ventes å gi på forbruk av energi.

Tabell 3.11. Forbruk av elektrisitet og petroleumsprodukter. Stabiliseringsalternativet. År 2000

	Nivå År 2000	Vekst- rater 1988- 2000 (prosent)	Endring fra referanse- banen (prosent)
Elektrisk kraft, TWh			
Netto innenlandsk			
forbruk	92,7	0,0	-11,7
Kraftkrevende industri	17,2	-4,6	-44,5
Alminnelig forsyning	75,5	1,6	2,0
Petroleumsprodukter, 1000 tonn			
Transportoljer (unntatt			
bensin) og fyringsoljer			
Næringsliv og	4 986	0,0	-15,0
forvaltning	4 518	0,2	-14,1
Husholdninger	468	-1,7	-23,5
Bensin	2 014	0,5	-10,6
Næringsliv og			
forvaltning	844	2,1	-2,7
Husholdninger	1 170	-0,5	-15,6

Fordi det i dette alternativet er forutsatt at tiltak mot bruk av fossile brenslere og CO₂-utslipp ikke innføres i andre land, vil konkurransesituasjonen for eksportnæringene, og særlig kraftkrevende industri, forverres dramatisk. Bruttoproduktet i metallsektoren, som har relativt store CO₂-utslipp på grunn av kullet i anodematerialet som benyttes ved elektrolyse, er for eksempel anslått å gå ned med hele 40 prosent i dette alternativet. Dette preger i stor grad endringene man finner i elektrisitetsforbruket.

Svekkelsen av blant annet metallsektoren, gjør at utenriksøkonomien blir forverret i dette alternativet. Således reduseres Norges netto fordringer på utlandet, målt som andel av BNP, med litt over 1 prosentpoeng relativt til situasjonen i referansebanen i år 2000.

Miljøavgiften i dette alternativet vil redusere bruken av transportoljer (utenom bensin) og

fyringsoljer med 15 prosent i forhold til referansebanen i år 2000. Husholdningenes forbruk består omtrent bare av fyringsolje til oppvarming. Dette forbruket reduseres i beregningen med om lag 25 prosent. Når det gjelder forbruket av bensin, påvirkes husholdningene klart sterkere enn næringsliv og forvaltning. Husholdningenes forbruk av bensin vil i dette alternativet faktisk ligge under forbruket i 1988. Tabell 3.12 viser endringer i utslipp til luft relativt til referansebanen i år 2000.

SO₂-utslippene er i år 2000 markert under utslippsmålet for 1993 i dette alternativet. NO_x-utslippene er også klart lavere enn i referansebanen, men er likevel over 20 prosent høyere enn målsettingen for 1998.

Tabell 3.12. Framskrivning av utslipp til luft. Stabiliseringsalternativet. År 2000

	Nivå (1000 tonn)	Vekstrater 1988- 2000 (prosent)	Endring fra referanse- banen (prosent)
SO ₂	61	-1,6	-20,8
NO _x	189	-1,6	-10,8
CO	390	-4,0	-24,1
Partikler	22	-1,1	-4,3
CO ₂	35 ¹	-0,0	-13,6

¹ Millioner tonn.

Avtalealternativet

Avtalealternativet bygger på at det inngås en internasjonal avtale om å avgiftsbelegge karbonutslipp med 650 kr pr. tonn CO₂. Siden Norge allerede har innført en avgift på karbon (fra 1991), vil prisstigningen for norske forbrukere som følge av avtalen, være noe mindre enn dette. I forhold til prisanslagene i referansebanen i år 2000, er bensinprisen i avtalealternativet om lag 75 øre høyere pr. liter, mens prisen på diesel og fyringsoljer er om lag 1,40 1990-kroner høyere pr. liter. Avtalen er forutsatt å tre i kraft fra 1995.

En internasjonal avtale vil ventelig redusere etterspørselen etter råolje på verdensmarkedet. Produsentprisen på råolje er derfor forutsatt å falle med 15 prosent relativt til prisbanen i re-

feransebanen. Brutto realdisponibel inntekt for Norge reduseres derved med om lag 2 prosent.

En internasjonal CO₂-avgift vil bedre konkurransesituasjonen for den vannkraftbaserte kraftkrevende industrien ved at utenlandske produsenter må betale en høyere pris på sin elektriske kraft som i stor utstrekning produseres ved å brenne fossilt brensel. Sektoren vil likevel rammes gjennom dens forbruk av kull.

Selv om samlet eksport reduseres noe i forhold til situasjonen i referansebanen i år 2000 i dette alternativet, reduseres importen mer. Alt i alt blir derfor utenriksøkonomien noe styrket.

I annen industri og bergverk går elektrisitetsforbruket noe ned. Årsaken er at effekten av lavere inntekt og etterspørsel etter varer er sterkere enn effekten av at elektrisitet blir relativt billigere enn oljeprodukter. I tjenesteytende næringer er det en noe sterkere motsatt effekt, slik at elektrisitetsforbruket samlet i næringsliv og forvaltning øker med rundt 3 TWh i dette beregningsalternativet, se tabell 3.13.

Bruken av fyringsoljer og transportoljer utenom bensin går ned med om lag 8 prosent i år 2000 sammenliknet med referansebanen. Denne reduksjonen er omtrent halvparten av tilsvarende reduksjon i stabiliseringsalternativet. Ned-

Tabell 3.13. Forbruk av elektrisitet og petroleumprodukter. Avtalealternativet. År 2000

	Nivå År 2000	Vekst- rater 1988- 2000 (prosent)	Endring fra referanse- banen (prosent)
Elektrisk kraft, TWh			
Netto innenlandsk forbruk	105,2	1,1	0,2
Kraftkrevende industri	29,8	-0,2	-3,9
Alminnelig forsyning	75,4	1,6	1,9
Petroleumprodukter, 1000 tonn			
Transportoljer (unntatt bensin) og fyringsoljer	5 411	0,7	-7,8
Næringsliv og forvaltning	4 854	0,8	-7,7
Husholdninger	557	-0,2	-9,0
Bensin	2 180	1,2	-3,3
Næringsliv og forvaltning	865	2,4	-0,2
Husholdninger	1 315	0,5	-4,1

gangen er relativt jevnt fordelt på husholdninger, som bruker mest fyringsoljer, og næringslivet som bruker mest transportoljer. Innenlandsk bruk av bensin blir i beregningene redusert med noe over 3 prosent i år 2000. Reduksjonen i husholdningene er størst med en nedgang på nesten 5 prosent relativt til referansebanen, mens reduksjonen i næringsliv og forvaltning er svært liten. Konsekvensene for utslipp til luft er vist i tabell 3.14.

Tabell 3.14. Framskrivning av utslipp til luft. Avtalealternativet. År 2000

	Nivå (1000 tonn)	Vekstrater 1988- 2000 (prosent)	Endring fra referanse- banen (prosent)
SO ₂	74	0,0	-3,9
NO _x	203	-1,0	-4,2
CO	409	-3,6	-20,4
Partikler	23	-0,7	0,0
CO ₂	39 ¹	0,9	-4,0

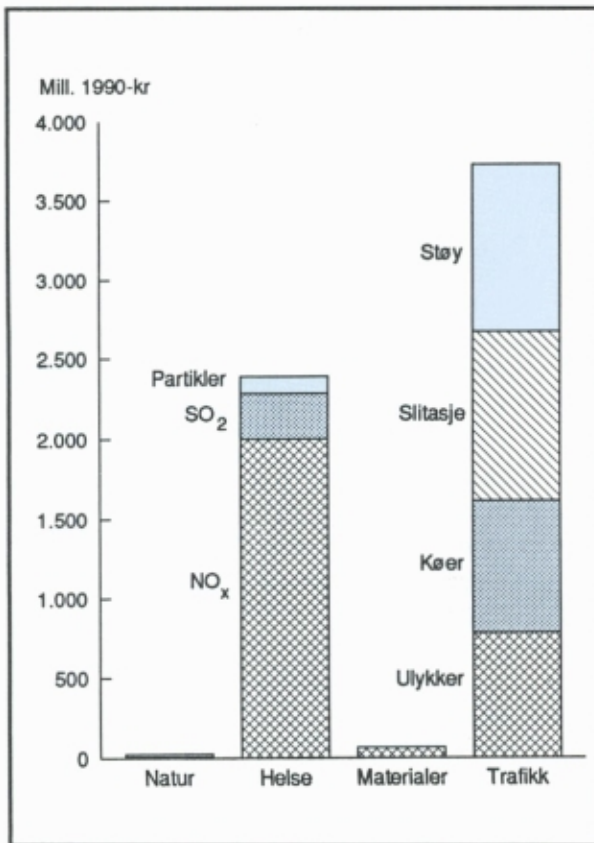
¹ Millioner tonn.

Beregningene indikerer at Norge i avtalealternativet vil oppfylle avtalen om reduserte SO₂-utslipp i 1993 uten å innføre nye tiltak, mens utslippene i år 2000 vil ligge noe over målsettingen på 71 tusen tonn SO₂. NO_x-målsettingen vil ikke bli oppfylt i dette alternativet. Avviket er på over 30 prosent. Det er derfor klart behov for ytterligere tiltak for å redusere utslippene av NO_x, også under forutsetning om en internasjonal CO₂-avtale.

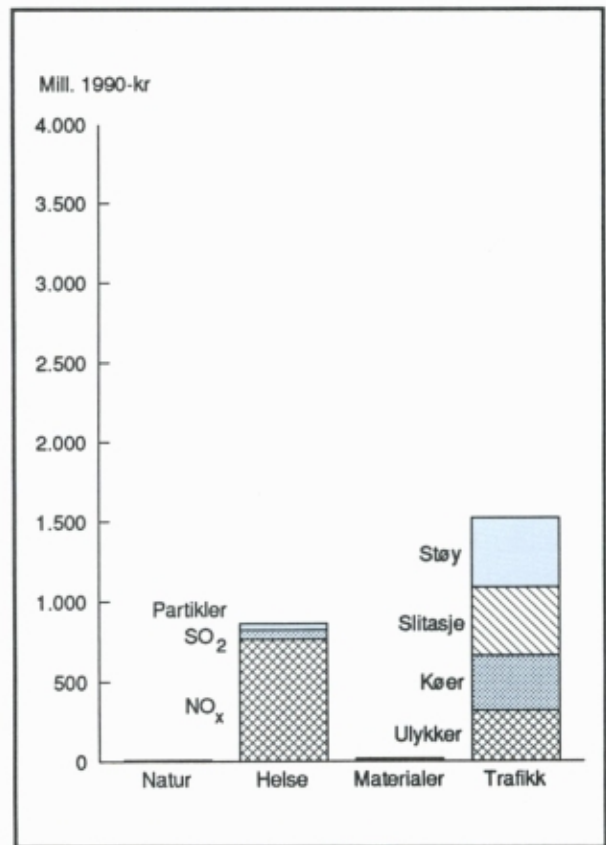
Reduksjoner i forurensnings- og trafikkrelaterte kostnader i år 2000 relativt til referansebanen
Figurene 3.18 og 3.19 viser anslag for kostnadsreduksjoner i henholdsvis stabiliserings- og avtalealternativet relativt til referansebanen i år 2000.

Beregningene, som bygger på anslag over marginal skade av utslipp av de ulike komponenter (se Brendemoen et al, 1992), antyder at en ensidig norsk miljøavgift vil medføre redusert miljø- og trafikkbelastning til en verdi av over 6 milliarder 1990-kroner i stabiliseringsal-

Figur 3.18. Kostnadsreduksjoner i stabiliseringsalternativet relativt til referansebanen i år 2000. Millioner 1990-kroner



Figur 3.19. Kostnadsreduksjoner i avtalealternativet relativt til referansebanen i år 2000. Millioner 1990-kroner



temativet. Gevinsten ved lavere utslipp og mindre trafikk mer enn oppveier nedgangen i privat konsum som følger av miljøavgiften. Denne er beregnet til noe over 1,6 milliarder 1990-kroner. Reduksjonen i bruttonasjonalprodukt (BNP) er beregnet til noe under 13 milliarder 1990-kroner. Reduksjonen i BNP har sin motpart dels i en svakere utenriksøkonomi og dels i at investeringene reduseres noe.

En internasjonal avtale (avtalealternativet) vil medføre et konsumtap på om lag 2,6 milliarder 1990-kroner i år 2000. Reduksjonen i BNP er beregnet til 3,1 milliarder kroner. Både konsum- og BNP-nedgangen oppveies langt på vei av gevinsten ved redusert belastning av utslipp og trafikk, som er anslått til om lag 2,4 mrd. 1990-kroner i år 2000.

Skog og vassdrag blir lite berørt av utslippsreduksjonen. Grunnen er at langtransportert forurensning fra utlandet er hovedkilden til sur nedbør i Norge. En har i beregningen av kost-

nadsreduksjonene ikke tatt hensyn til at en internasjonal CO₂-avgift vil medføre reduksjoner i utenlandske utslipp av stoffer som forårsaker forurensningsskader på norsk natur.

Reduksjonen i NO_x-utslipp gir en betydelig helsegevinst. Utslipp av NO_x er hovedsakelig knyttet til transportaktiviteter, og store deler av utslippene er konsentrert til byer og tettsteder. NO_x-utslipp og endringer i disse påvirker dermed relativt mange mennesker. Helsevirkningen fra reduksjon av andre komponenter er relativt ubetydelig på grunn av lave konsentrasjoner i utgangspunktet, og på grunn av at færre personer berøres av utslippene.

Gevinsten av mindre trafikkbelastning må sies å være stor; over 1,5 milliarder 1990-kroner i avtalealternativet og over 3,7 milliarder kroner i stabiliseringsalternativet.

Beregningene er beheftet med usikkerhet av mange slag. Usikkerheten knyttet til datagrunnlaget for anslagene av nytten ved miljøtiltak vil

bli kommentert nærmere nedenfor. Her knyttes bare noen kommentarer til noen mer prinsipielle forhold.

Anslagene på hvor stor andel av utslippene som medfører skader er forutsatt konstant i beregningsperioden. I virkeligheten er dette avhengig av utslippenes geografiske plassering i forhold til bosetting. En gitt reduksjon av NO_x-utslipp fra fiskeflåten vil f.eks. ha minimale velferdsvirkninger i forhold til samme reduksjon i utslipp fra biler i Oslo. På samme måte vil en halvering av trafikken i Oslo gi betydelige gevinster i form av færre støyplagede og mindre køer, mens en halvering av trafikken i et lite belastet område ikke gir slike fordeler. Geografisk fordeling av transportarbeidet er imidlertid også forutsatt konstant. Hvis utviklingen i bosettingsmønster fortsetter som før, vil stadig fler utsettes for trafikkbelastninger og helseskadelige utslipp. Også dette trekker i retning av at gevinsten av en brenselsavgift kan være høyere enn beregningene antyder. I tillegg er det en rekke andre positive miljøeffekter som ikke er med i beregningen (som for eksempel reduserte skader på betong, kulturelle minnesmerker, gummi- og plastprodukter, etc.)

Usikkerhet i datagrunnlaget

Som en illustrasjon på betydningen av usikkerheten i datagrunnlaget for anslagene over nytten av miljøtiltak, kan det nevnes at vedlikeholdsbudsjettet for statlige og fylkeskommunale veger nå er på om lag 4 milliarder kroner. Om budsjettet vokser i takt med bensinforbruket i referansebanen, vil det være på ca. 4,8 milliarder kroner i år 2000. I stabiliseringsalternativet reduseres bensinbruken med ca. 10 prosent i år 2000. Dersom vedlikeholdsbudsjettet reduseres tilsvarende, vil dette gi en innsparing på om lag 0,5 milliarder kroner. Dette er om lag halvparten av anslaget vist i figur 3.18 på 1 milliard kroner. I dag er mye av vedlikeholdet rettet mot naturlige skader som oppstår mer eller mindre uavhengig av trafikkbelastningen. Hvor mye er uklart. Videre går en del av midlene over vedlikeholdsbudsjettet til investeringer i vegstrekninger på under 100 m. På bakgrunn av dette kan anslaget om innsparing som følge av mindre vegslitasje synes høyt.

Det er forsøkt tatt hensyn til noe av denne usikkerheten ved å anslå rimelige intervaller for

parametrene som inngår i beregningene, se Brendemoen et al. (1992). For eksempel er intervallet for koeffisienten som knytter vegslitasje til bensin- og autodieselforbruk satt fra null til to ganger punktanslaget benyttet ovenfor. Betydningen av usikkerheten i denne og andre parameterverdier kan så undersøkes ved å anslå rimelige sannsynlighetsfordelinger for parametrene og foreta såkalte Monte Carlo-simuleringer. Ved gjentatte trekninger av parameterverdier fra sannsynlighetsfordelinger over intervallene, og ved å beregne kostnadsreduksjoner basert på de trukne parameterverdiene, kan man få et inntrykk av sannsynlighetsfordelingen av kostnadsreduksjonene.

Et konservativt mål for usikkerhetsintervallet til kostnadsreduksjonen forårsaket av usikkerhet i skademodellen (parameterverdiene) kan være henholdsvis den laveste 10% og den høyeste 90% fraktilen blant de simulerte fordelingene. Dette gir at kostnadsreduksjonen i avtalealternativet ligger mellom 1,0 og 3,8 milliarder 1990-kroner, mens stabiliseringsalternativet gir kostnadsreduksjoner på mellom 2,5 og 9,0 milliarder 1990-kroner i år 2000, se tabell 3.15 i "Oppsummering og konklusjon".

I tillegg til usikkerheten knyttet til beregningen av kostnadsreduksjonene, er det selvfølgelig også knyttet usikkerhet til framskrivningene av den underliggende økonomiske veksten og de tilhørende utslippsnivåene. Det er ikke gjort forsøk på å kvantifisere denne usikkerheten her.

Fordelingsvirkninger av miljøavgifter

Fordelingsvirkningene av miljøavgifter vil avhenge av en rekke forhold som hvordan prisendringer vil påvirke forbruket til den enkelte husholdning, hvordan miljøforbedringer fordeles seg blant grupper og hvordan inntektene fra miljøavgiftene fordeles i samfunnet.

I det følgende vil vi begrense oss til å si noe om virkningene på totale konsumutgifter av prisendringer som følge av CO₂-avgiften. En miljøavgift på fossilt brensel vil medføre en prisøkning på de fleste konsumvarer. Oljeprodukter er en viktig innsatsfaktor i produksjonen av en rekke varer og tjenester. En prisøkning på oljeprodukter vil derfor nødvendigvis medføre en kostnadsøkning for både norske og

utenlandske produsenter, som i en viss grad veltes over på forbrukerne. Avhengig av hvor stor andel oljeprodukter utgjør av produksjonskostnadene for den enkelte vare eller tjeneste og i hvilken grad økte produksjonskostnader kan veltes over i produktprisen, kan prisøkningen bli betydelig.

Fordelingseffektene er beregnet på grunnlag av en rekke forenklerende forutsetninger samt forbruksdata for anslagsvis 1500 husholdninger fra Forbruksundersøkelsen 1986-88. I beregningene antas det at husholdningenes velferd er bestemt av deres konsum av vanlige varer og tjenester ved en såkalt Cobb-Douglas nyttefunksjon. Fordelingsvirkninger av miljøavgiftene anslås ved å beregne hvor stor prosentvis økning i samlet forbruksmulighet hver gruppe av husholdningene vil kreve for å komme like godt ut i alternativet med prisøkninger som følge av miljøavgiften som i situasjonen uten miljøavgift, se figur 3.20.

Ved en ensidig norsk miljøavgift (stabiliseringsalternativet) vil en gjennomsnittshusholdning som får økt sin samlede forbruksmulighet med 3 prosent, komme like bra ut som i referansebanen rent materielt sett. I tilfellet med en internasjonal avtale (avtalealternativet) stiger prisene mer (siden alle importpriser øker) og husholdningen må kompenseres med 7,2 prosent.

Fra figur 3.20 ser en at den prosentvise kompensasjonen som kreves ved innføring av en miljøavgift for å opprettholde det materielle velferdsnivået uten miljøavgift, er svakt stigende med inntekt. Dette skyldes at andelen av inntekten som brukes på bensin er økende med inntekt, og en prisøkning på bensin vil dermed medføre størst økning i totale levekostnader for de som har høyest inntekt. En prisoppgang på bensin alene virker dermed inntektsutjevne. Økningen i prisen på elektrisitet og brensel til oppvarming motvirker den utjevne effekten siden disse budsjettandelene er avtakende med inntekt. Siden bensinprisen øker relativt mest i forhold til andre priser i alternativet med ensidige norske tiltak (stabiliseringsalternativet), er den inntektsutjevne effekten av miljøavgiften størst her. De som rammes mest i dette alternativet, må kompenseres med om lag 0,8 prosent mer enn de som kommer heldigst ut,

mens i avtalealternativet er forskjellen bare på 0,3 prosent.

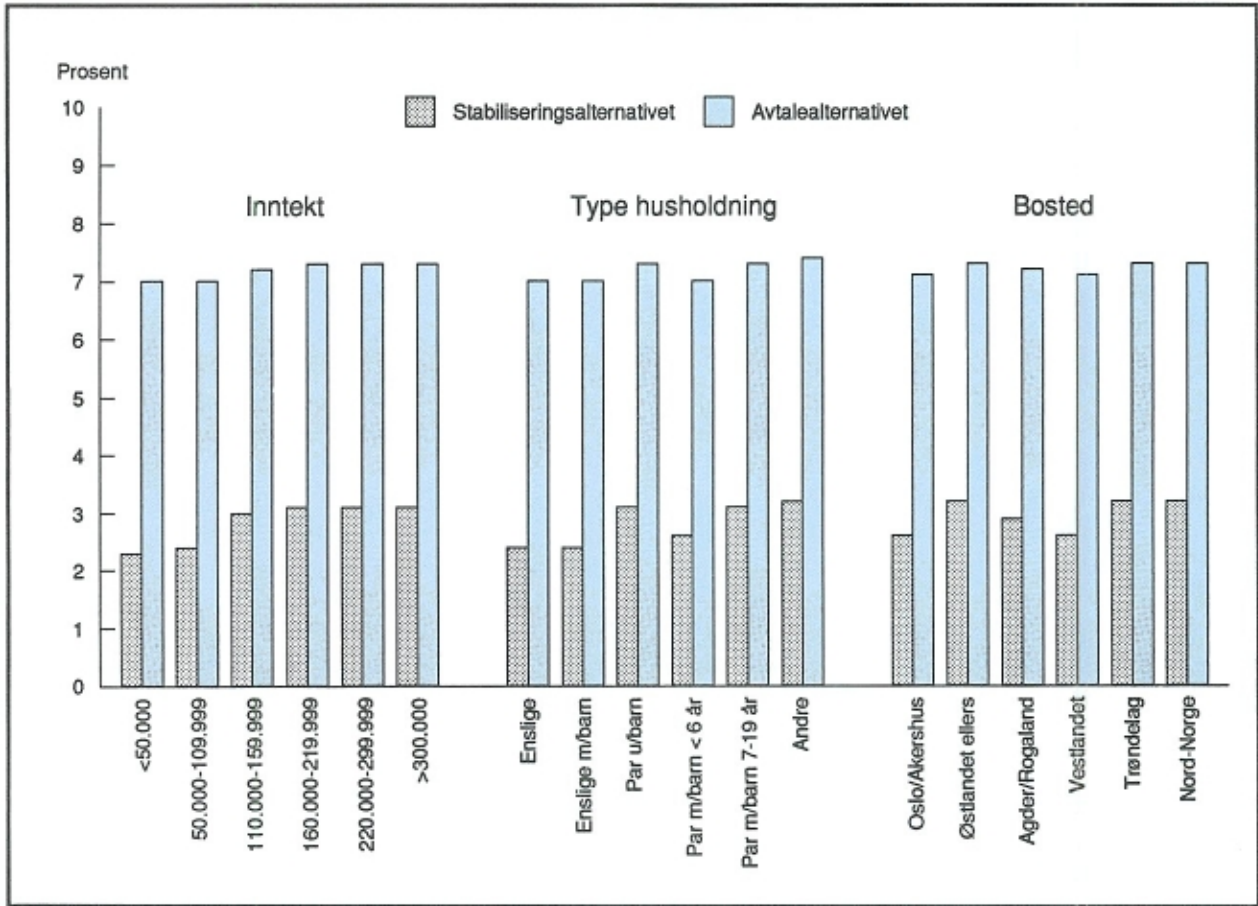
Om lag det samme avviket mellom de som rammes hardest og de som rammes minst, finner vi når husholdningene er gruppert etter type. Også i dette tilfellet er endringen i favør av grupper en vanligvis ønsker å tilgodese (enslige med barn og par med små barn). Årsaken ligger for det første i at disse husholdningstypene kjører lite bil. Vel så viktig er imidlertid utviklingen i boligprisen. Realrenten, og dermed også realprisen på bolig, faller i begge alternativene. Den delen av forbruksutgiften som går til bolig, er svært høy for par med små barn og enslige med barn, og dette trekker levekostnadene mindre opp her enn for andre husholdningstyper. Gruppen "andre husholdninger", som omfatter ulike former for bofelleskap, rammes sterkest av avgiften fordi de har en spesielt lav budsjettandel for bolig og en høy for bensin.

Grupperes husholdningene geografisk, blir fordelingen av det materielle velferdstapet ved miljøavgiften enda jevnere. Dette skyldes at husholdningene fordeler sine utgifter på de ulike varer og tjenester relativt likt uavhengig av bosted.

Alt i alt antyder beregningene at det materielle velferdstapet som følger av en miljøavgift, vil fordeles relativt likt mellom ulike grupper av husholdninger slik gruppene er definert her. Denne konklusjonen gjelder enten husholdningene grupperes etter inntekt, type eller geografisk plassering.

Det må understrekes at konklusjonen kan bli en annen med andre forutsetninger for beregningene enn de som er gjort her. Det er for eksempel rimelig å tro at husholdninger ulike steder i landet har forskjellige valgmuligheter med hensyn på bruk av bensin og olje. Husholdninger i Oslo har for eksempel lettere tilgang til kollektive transportmidler enn husholdninger i utkantstrøk. Dette er det ikke tatt hensyn til her. Fordelingen av de ikke-økonomiske, positive velferdseffekter som skyldes lavere belastning på miljøet, vil også påvirke resultatet, men lar seg ikke innarbeide i opplegget ovenfor.

Figur 3.20. Kompenserende økning i samlet forbruksmulighet for ulike grupper av husholdninger ved innføring av CO₂-avgifter. År 2000. Prosent av inntekt



Oppsummering og konklusjon

I dette avsnittet er det sett på noen mulige gevinster knyttet til reduserte skader på skog og vassdrag, helseskader og korrosjonskader på visse typer materialer som følge av økt satsing på miljøavgifter. Dessuten er noen vanligvis neglisjerte kostnader ved biltrafikk, så som køkostnader, ulykker o.a., behandlet. Anslagene over mulige gevinster er vanskelige å anslå og må anses som usikre. En indikasjon på betydningen av usikkerheten er presentert ved å simulere sannsynlighetsfordelingen til kostnadsreduksjonen under noen ulike antakelser om sannsynlighetsfordelingen til noen av de parametre som inngår i beregningen. Tabell 3.15 gjengir hovedresultatene og sammenholder disse med beregnet reduksjon i BNP og privat konsum i de to alternativene som er med i denne beregningen. Endringene er relativt til referansebanens tall for år 2000 og er i milliarder 1990-kroner.

Tabell 3.15. Endringer i forhold til referansebanen i år 2000. Milliarder 1990-kroner

	Avtalealternativet	Stabiliseringsalternativet
Anslått nedre grense for kostnadsreduksjon	1,0	2,5
Punktanslag for kostnadsreduksjon	2,4	6,2
Anslått øvre grense for kostnadsreduksjon	3,8	9,0
Reduksjon i BNP	3,1	13,0
Reduksjon i privat konsum	2,6	1,6

3.5. Metans effekter på jordens klima

Innledning

De siste årene har metan (CH_4) blitt gjenstand for økt forskning fordi gassen absorberer infrarød stråling og dermed bidrar til drivhuseffekten. Den globale middel-konsentrasjonen i atmosfæren er i dag 1,72 ppm (1720 ppb, se forklaring i boks 3.3). Dette er langt mindre enn konsentrasjonen av CO_2 (ca. 355 ppm), men pr. molekyl er metan ca. 20 ganger mer effektiv enn CO_2 som drivhusgass. Metan har sitt absorpsjonsmaksimum i det området der jorden sender ut det meste av sin strålings-energi. Metan er også kjemisk aktiv i atmosfæren og påvirker konsentrasjonene av en rekke andre viktige komponenter, f.eks. OH-radikalet og ozon (O_3). Dette medfører at metan i tillegg til den direkte virkningen også *indirekte* påvirker klimaet.

Tidsutviklingen for atmosfærisk metan

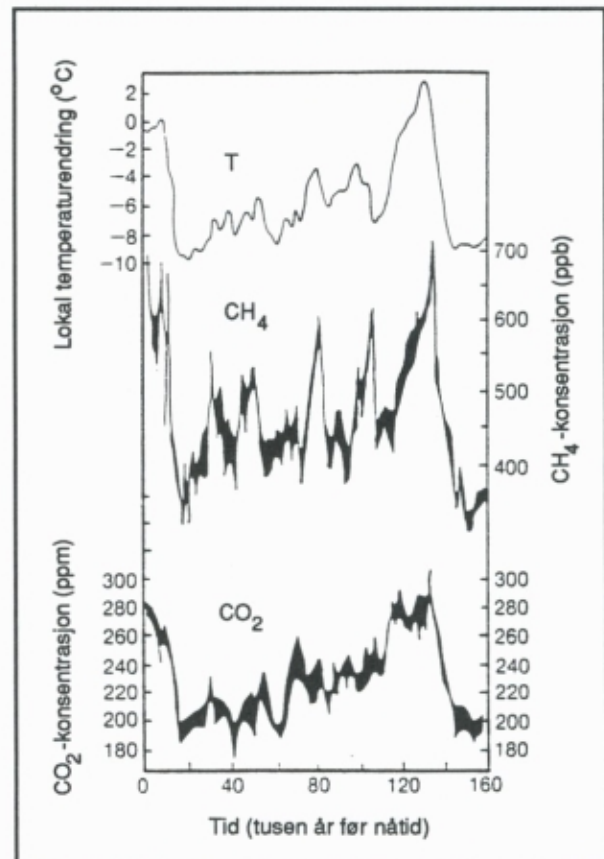
Konsentrasjonen av metan øker nå med 12-14 ppb pr. år eller 0,8-1 prosent pr. år. Målinger av luft innelukket i iskjerner tyder på at for 200 til 2000 år siden var konsentrasjonen stabil rundt 0,8 ppm før den begynte å stige til dagens nivå på mer enn det dobbelte. Iskjernepøver er også benyttet til å utlede konsentrasjonsutviklingen så langt som 160 000 år tilbake. Figur 3.21 viser konsentrasjons-variasjonene for metan sammen med utviklingen for CO_2 og temperatur i Antarktis. For begge gassene antyder figuren en samvariasjon med klimavariasjonene, men dette sier selvsagt ikke noe om årsaksforholdet. Metankonsentrasjonen svingte mellom ca. 350 ppb i kalde perioder og nesten 700 ppb i varmere perioder. Utviklingen de siste århundrene kommer ikke frem her, men er vist i figur 3.22. Raskeste endring ved klimaovergangene var 0,2-0,3 ppb/år, mens endringen var 1,5 ppb/år fra 1700-1900. Dette er vesentlig lavere enn dagens vekst på 12-14 ppb/år. I tillegg til at vi nå har nådd den høyeste konsentrasjonen av metan i løpet av de siste 160 000 årene, ser det altså ut til at økningen skjer i et langt høyere tempo enn noen gang tidligere.

Hva er årsaken til denne sterke veksten? Den faller sammen med den raske utviklingen i verdens befolkning og industrialiseringen. Konsentrasjonsøkningen kan skyldes både økte utslipp og redusert nedbrytning, eller en kombinasjon av disse. En gjennomgang av kilder og tapsprosesser (sluk) for metan kan være nyttig før dette diskuteres nærmere.

Kilder

Naturlige våtmarker gir store utslipp av metan. Produksjonen skjer ved biologiske prosesser under anaerobe forhold i et komplisert samspill mellom en rekke spesialiserte bakterier som bryter ned organisk materiale. Menneskelige aktiviteter kan ha påvirket disse utslippene. Det er f.eks. beregnet at utslipp fra våtmarker i Sverige er redusert med ca. 13 prosent pga. drenering av myrer. *Rismarker* er sannsynligvis den største menneskeskapte kilden, men bidraget er

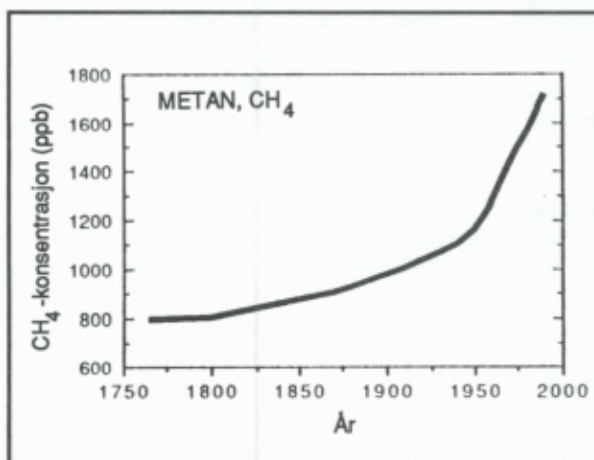
Figur 3.21. Variasjoner i konsentrasjon av CO_2 og CH_4 og temperatur i Antarktis de siste 160 000 år



Kilde: IPCC, 1990.

svært usikkert, og det er et presserende behov for bedre kunnskap om denne kildens globale betydning. Hele 60 prosent av verdens rismarkareal ligger i India og Kina, men gode data fra disse områdene finnes ikke. Metan som produseres under anaerobe forhold, transporteres til atmosfæren via diffusjon, bobler eller gjennom plantens karsystem. Fluksenes størrelse er avhengige av en rekke forhold knyttet til dyrkingen, så som gjødseltype og gjødslingspraksis, plantetype, jordtype, pH, temperatur m.m. Mye av metanet som produseres, oksideres før det når atmosfæren.

Figur 3.22. Konsentrasjonsutvikling for metan siden 1700-tallet



Kilde: IPCC, 1990.

Bakteriell nedbrytning av organisk materiale i *tarmsystemene hos dyr* fører også til metandannelse. Utslippene avhenger av mengde og type fôr, og det er stor variasjon mellom dyreartene.

Metan er hovedkomponenten i naturgass (rundt 90 prosent). Utslipp og lekkasjer ved *produksjon av olje og gass, og distribusjon og bruk av naturgass* kan derfor være en betydelig kilde. Bidraget er imidlertid meget usikkert, og det kan være store regionale forskjeller. Metan finnes også i gasslommer i *kullgruver* og kan frigjøres ved utvinning og transport av kull.

Anaerob nedbrytning i *avfallsdeponier* fører sannsynligvis til et betydelig globalt utslipp, men en rekke forhold gjenstår å avklare (avfallsmengder og typer, deponeringspraksis, oksidasjon, etc.). Nyere studier tyder også på at det er store utslipp fra behandling av avløps-

vann og dyreavfall. *Biomassebrenning* i forbindelse med avskogning og jordbruks- og husholdningspraksis i tropiske og sub-tropiske områder antas å være en kilde som har økt i det siste århundret. Det har lenge vært diskutert om *termitter* kan være en stor global kilde. Felt- og laboratoriestudier har gitt globale estimater fra 2 til hele 150 Tg CH₄/år, men sannsynligvis er utslippet nærmere den nedre grensen.

Metan kan også lagres i *klatrater* der metanmolekyler ligger innelukket i en gitterstruktur av vann. Slike finnes under kontinentalsokkelen og der det er permafrost. Temperatur- og/eller trykkendringer kan destabilisere og frigjøre metanet, men om dette er av betydning i dag er svært usikkert. Slike endringer kan ha vært viktige ved tidligere klimaoverganger og kan bli en forsterkende effekt i fremtiden. *Hav og ferskvann* antas å stå for beskjedne utslipp av metan, men foreløpig finnes lite data, og prosessene er dårlig kjent. Eldre målinger fra da metankonsentrasjonen i atmosfæren var 20 prosent lavere enn i dag, viste at åpent hav var lett overmettet med metan i forhold til partialtrykket i atmosfæren.

Sluk

Den dominerende tapsprosessen for atmosfærisk metan er reaksjonen med det ekstremt reaktive hydroksylradikalet, OH, men metan reagerer også med eksiterte oksygenatomer og klor-radikaler. De to siste reaksjonene skjer hovedsakelig i stratosfæren. Høyere opp i atmosfæren kan metan også brytes ned av kortbølget stråling.

Målinger viser at metan ikke bare frigjøres fra ulike jordtyper, men også kan tas opp i jord av bakterier som lever av metan. Det er anslått at opptaket kan utgjøre hele 60 Tg/år, men dette er svært usikkert.

Figur 3.23 viser variasjonene i metankonsentrasjonen i de senere årene for ulike breddegrader. Figuren gjenspeiler hvordan styrken på de omtalte kildene og slukene varierer over året og fra nord mot sør. Konsentrasjonene er høyest på den nordlige halvkule siden utslippene er størst her. OH-konsentrasjonen er sannsynligvis høyere på den sydlige halvkule, noe som i så fall vil bidra til lavere metankonsentrasjoner der.

Isotopforhold

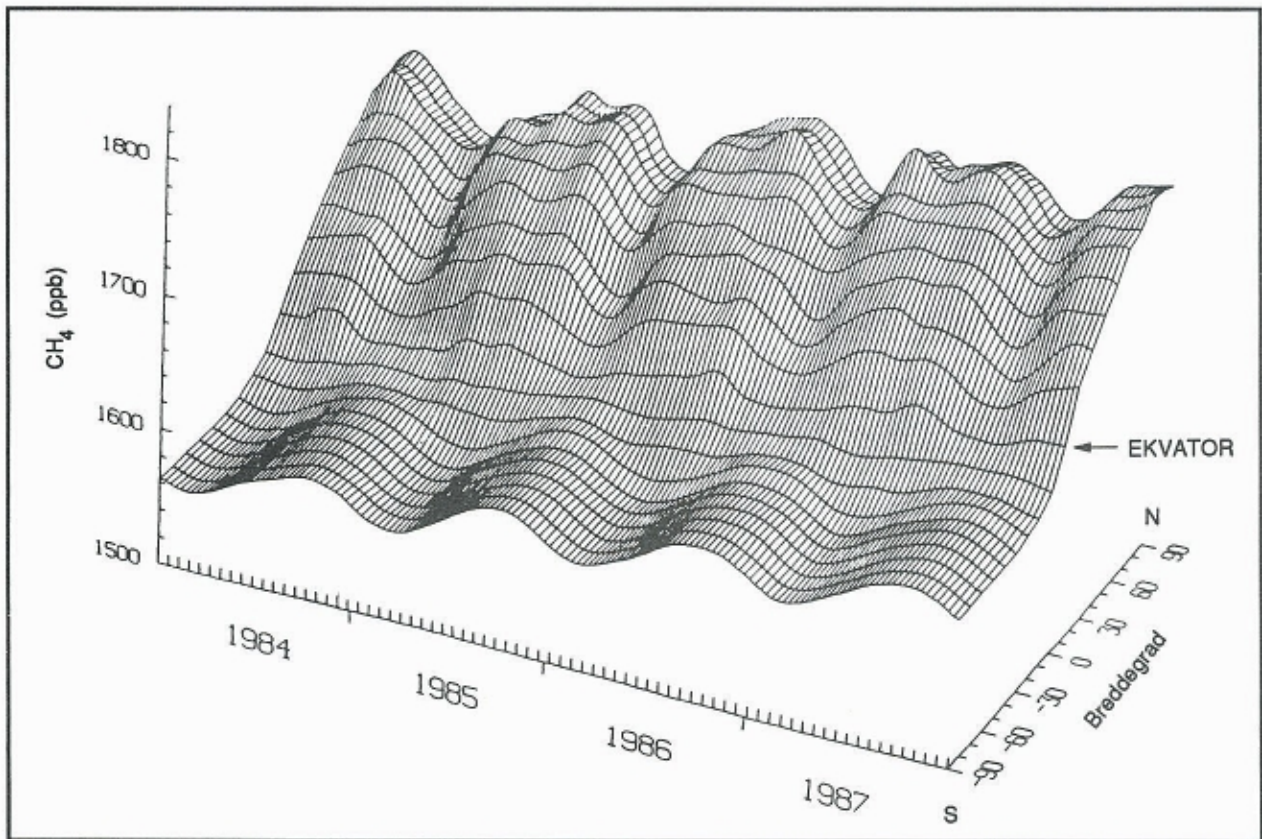
Forekomsten av de ulike karbon- og hydrogenisotopene i metan kan benyttes til en bedre kvantifisering av metankildene. Noen kilder er fattige på ^{13}C , mens andre er rikere. $^{13}\text{CH}_4$ reagerer litt langsommere enn $^{12}\text{CH}_4$ med OH. Hvis en tar hensyn til dette, og kjenner konsentrasjonene av $^{13}\text{CH}_4$ i atmosfæren og i de ulike utslippskildene, fås en betingelse som fordelingen på kilder må tilfredsstillte. Foreløpig har man få og usikre data, men på sikt kan dette bli en nyttig metode for å bestemme kildefordelingen. Siden ^{14}C er ustabil og brytes ned med en halveringstid på 5720 år, kan forekomsten av $^{14}\text{CH}_4$ benyttes til å bestemme hvor stor andel av utslippene som er "gammelt" eller fossilt og hvor mye som er av ny opprinnelse. Hvis hydrogenisotopene også trekkes inn, kan slike metoder bli et meget nyttig hjelpemiddel for å øke forståelsen av det globale budsjettet for metan.

CH_4 -budsjettet slik vi forstår det i dag

Når en skal beregne det totale globale utslippet av metan, kan en ta utgangspunkt i hvor mye som brytes ned ved reaksjon med OH og i de andre tapsprosessene. Ved å ta hensyn til konsentrasjonsøkningen i atmosfæren, kan de globale utslippene beregnes. En kjenner hastighetskonstanten for metans reaksjon med OH. Foreløpig har man imidlertid ikke gode måledata for OH. Konsentrasjonen kan estimeres med atmosfære-kjemiske modeller, eller utledes indirekte ved hjelp av kunnskap om andre stoffer som reagerer med OH.

Ved siden av estimatet av hvor mye metan som forsvinner fra atmosfæren, må det ved beregning av utslipp fra ulike kilder tas hensyn til at målinger viser at ca. 20 prosent av det totale utslippet må være fritt for ^{14}C for å stemme med observasjoner. For en del kilder, f. eks. våtmarker, har en også direkte målinger i noen områder. Ved å sammenholde all denne infor-

Figur 3.23. Variasjoner i metankonsentrasjonen på ulike breddegrader for perioden 1984-1987



Kilde: Fung et al., 1991.

masjonen kommer en fram til budsjettet som er vist i figur 3.24. Det er betydelige usikkerheter knyttet til de ulike kildenes bidrag.

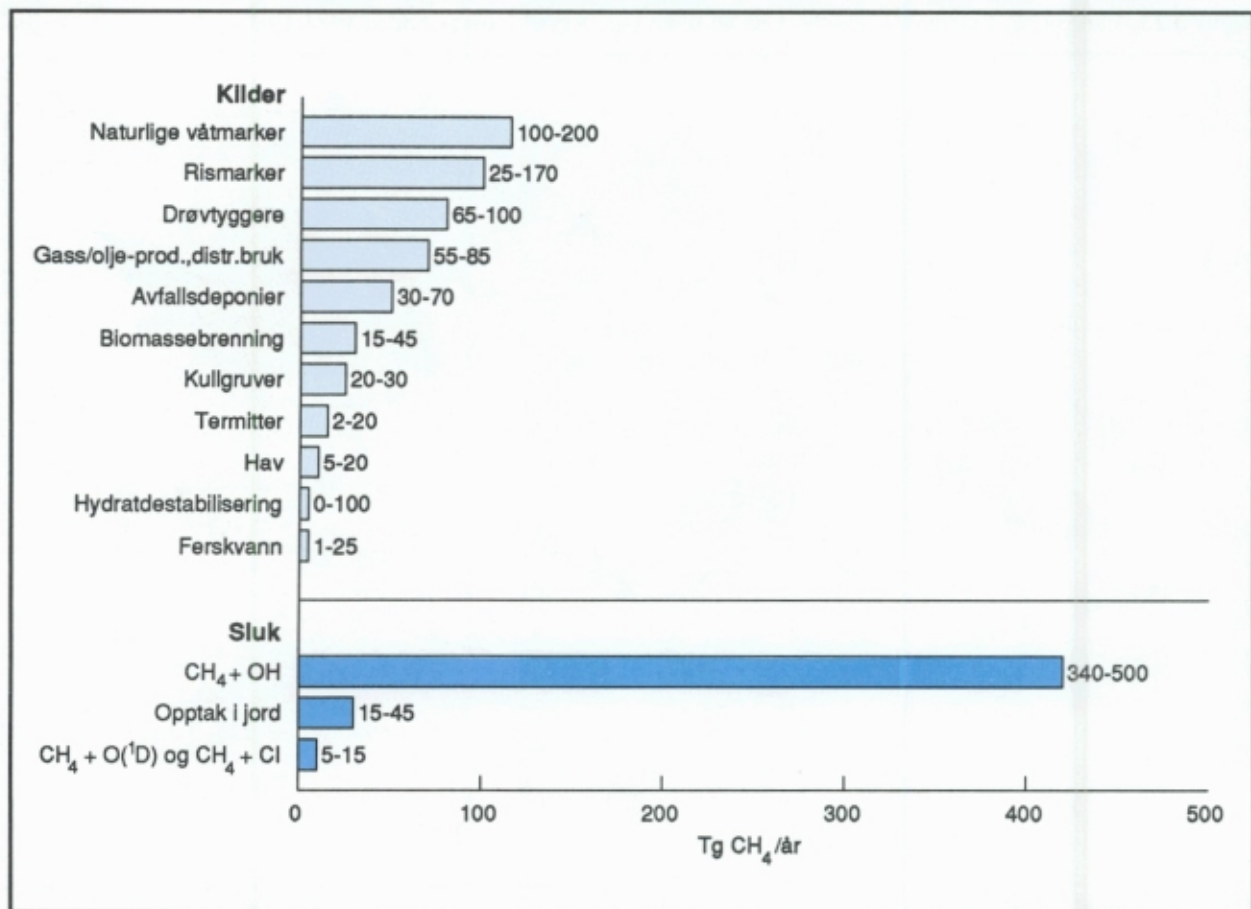
Direkte og indirekte effekter

Reaksjonen mellom metan og OH er starten på en lang nedbrytningskjede som kan gå i ulike retninger og gi ulike effekter på atmosfærekjemien. Vi kan eksempelvis se på effekten på OH og ozon (O_3) i troposfæren (grovt regnet de nederste 15 km av atmosfæren). OH er det viktigste oksidasjonsmiddelet og er derfor avgjørende for at syklusene for en rekke stoffer er i balanse slik at gasser ikke akkumuleres i atmosfæren. O_3 er en viktig klimagass og kan dessuten gi skader på planter, materialer og menneskers helse. Imidlertid er andre hydrokarboner enn metan viktigere i utviklingen av ozonepisoder i de nederste 1-2 km av atmosfæren.

Nitrogenoksid (NO) spiller en nøkkelrolle ved nedbrytningen av metan. Noe forenklet kan en si at når NO-konsentrasjonen er over en viss verdi dannes ozon og OH-radikaler. Er konsentrasjonen under denne verdien *forbrukes* disse komponentene. Metan vil ved endringen i OH-nivået pga. disse reaksjonene, påvirke såvel sin egen nedbrytning som nedbrytningen av andre gasser. Karbon-monoksid (CO) står for rundt 60 prosent av OH-nedbrytningen og vil derfor også påvirke metan og andre komponenter. Enkelte modellstudier kan tyde på at det har vært en reduksjon i OH, først og fremst pga. økte CO-utslipp. Dette vil i så fall ha bidratt til metanøkningen. Når det tas hensyn til økte NO_x -utslipp, gir modellstudiene imidlertid ingen reduksjon i OH.

I stratosfæren (ca. 15 - 50 km) er det svært lave konsentrasjoner av vanddamp; om lag halvparten dannes ved nedbrytning av metan. H_2O produserer OH og andre radikaler som

Figur 3.24. Kilder og sluk for metan. Stolpene viser mest sannsynlig verdi. Øvre og nedre grenser er angitt



Kilde: Basert på Crutzen, 1991.

deltar i den katalytiske nedbrytning av ozon i stratosfæren og kan også bidra til økt forekomst av polare stratosfæreskyer som gir kraftig økning i O₃-nedbrytningen. Dette representerer en tilleggseffekt til en eventuell temperaturnedgang i stratosfæren forårsaket av redusert ozonlag eller økt CO₂ i stratosfæren. Klima- og ozonlag-problemene er altså sterkt koplet.

Økt konsentrasjon av metan medfører også økt O₃-dannelse i nedre del av stratosfæren. Dessuten påvirker metan klor-kjemien i stratosfæren. Via dannelse av HCl vil økte metan-konsentrasjoner fjerne mer klor slik at ozonnedbrytningen dempes.

Modellberegninger viser at metan står for ca. 17 prosent av endret strålings-balanse fra 1765 til i dag. Hvis effekten av økt H₂O i stratosfæren pga. metanøkningen inkluderes, øker bidraget ytterligere. Grovt regnet vil da metan utgjøre om lag 1/3 av effekten av CO₂.

Via bidrag til endret strålingsbalanse bidrar CH₄ (sammen med de andre klima-gassene) til å sette i gang viktige geofysiske tilbakekoblinger (endring i jordens albedo, effekter på skydannelsen, vanddampinnhold). Siden vanddamp er kilden til OH, vil dette igjen kunne gi effekter på atmosfærekjemien.

Mikroorganismer spiller en helt sentral rolle for det globale metanutslippet. I mange tilfeller foregår produksjonen ved sub-optimale temperaturer. En kan derfor vente at for flere av kildene vil utslippene øke hvis en oppvarming skulle finne sted. Produksjonen er også avhengig av andre klima-parametre. Endrede vindforhold kan f.eks. endre betingelsene fra anaerobe til aerobe, og en kan få opptak av metan i stedet for frigjøring, mens oversvømming kan øke utslippene sterkt. Videre kan en temperaturøkning med opptining av permafrost frigjøre nedbrytbart organisk materiale som delvis vil omdannes til metan, eller nedfrosset metan kan frigjøres direkte. Som tidligere nevnt, kan metan i klatrater også frigjøres ved temperatur- og trykkendringer.

Konklusjoner

Økningen i metankonsentrasjonen skyldes sannsynligvis først og fremst økt risproduksjon, husdyrhold og biomassebrenning, samt økt uttak og bruk av naturgass. Det er også mulig at

menneskelig aktivitet har forstyrret de naturlige kildene.

Det er videre mulig at redusert OH-nivå kan ha bidratt til økte metan-konsentrasjoner og at opptak i jord har vært et viktigere metansluk tidligere. Det er påvist at nitrogentilførsel (f.eks. via gjødsel eller nedbør) reduserer opptaket av metan fra atmosfæren.

Sannsynligvis er den menneskeskapt andelen av totalutslippene i underkant av 70 prosent. Siden metan har en relativt kort levetid i atmosfæren (ca. 10 år) vil man, sammenlignet med de andre klimagassene, få en rask effekt av eventuelle utslippsreduksjoner. For å stabilisere konsentrasjonen i atmosfæren må totalutslippene reduseres med ca. 10 prosent. Dette er langt mindre enn for de andre viktige klimagassene. Det er imidlertid vanskelig å gjennomføre en reduksjon på en effektiv måte når en ikke har bedre kjennskap til kildenes relative betydning. Økt forskningsinnsats på metans kilder, sluk og atmosfærekjemi vil derfor være nødvendig.

Dette avsnittet er basert på en artikkel i KJEMI nr.9, 1991, av Jan Fuglestvedt, SSB, og Hans Martin Seip, Kjemisk Institutt, Universitetet i Oslo.

Albedo: Refleksjonsevne. Jordens albedo angir hvor stor andel av den innkommende solstrålingen som blir reflektert tilbake til verdensrommet fra jordoverflaten, skyene og gassene i atmosfæren.

Anaerobe forhold: Når frie oksygenmolekyler ikke er tilstede.

Diffusjon: Molekyler eller atomer som beveger seg slik at konsentrasjonsforskjeller utjevnes.

Eksitert atom: Et atom som har absorbert energi slik at det er mer energirikt enn det var i utgangspunktet. Slike atomer er ofte svært reaktive.

Isotoper: Varianter av samme grunnstoff, men med ulik vekt.

Klatrater: Består av gassmolekyler innelukket i et krystallgitter, f.eks. av vannmolekyler.

Partialtrykk: I en blanding av flere gasser er partialtrykket det trykket en av gassene ville utøve dersom den var tilstede alene (ved samme temperatur og i samme volum).

Radikal: Atom eller gruppe atomer med ett eller flere uparrede elektroner. De er derfor ofte meget reaktive.

1 ppb: 1 molekyl pr. 10⁹ luftmolekyler

1 ppm: 1 molekyl pr. 10⁶ luftmolekyler

1 Tg = 10¹² g = 10⁶ tonn

Boks 3.3. Faguttrykk og enheter.

Referanser:

Brendemoen, Anne, Solveig Glomsrød og Morten Aaserud (1992): *Makroøkonomisk perspektiv på miljøkostnader*. Kommer i serien Rapporter. Statistisk sentralbyrå. Oslo

Cappelen, Ådne (1991): *MODAG: A medium term macroeconomic model of the Norwegian economy*. Discussion paper no. 67. Central Bureau of Statistics. Oslo.

Hoeller, Peter, Andrew Dean and Jon Nicolaisen (1991): *Macroeconomic implications of reducing greenhouse gas emissions: A survey of empirical studies*. OECD Economic Studies, No. 16. Paris.

Miljøavgiftsutvalget (1992): *Mot en mer kostnadseffektiv miljøpolitikk i 1990-årene: Prinsipper og forslag til bedre prising av miljøet*. Endelig innstilling fra Miljøavgiftsutvalget. Oslo, 31. januar 1992.

Miljøavgiftsutvalget (1991): *Mot en mer bærekraftig utvikling: Prinsipper og forslag til bedre prising av miljøet*. Delutredning fra Miljøavgiftsutvalget.

Miljøverndepartementet (1991): *Drivhuseffekten: Virkninger og tiltak*. Rapport fra Den Interdepartementale Klimagruppen, Mars 1991. Miljøverndepartementet T-841

Moum, Knut (red) (1992): *Klima, økonomi og tiltak (KLØKT)*. Rapport 92/3. Statistisk sentralbyrå. Oslo.

Nordhaus, William D. (1991): *A sketch of the economics of the greenhouse effect*. American Journal of Economics, Vol. 81, No. 2, pp.146-150.

OECD (1991): OECD Environmental Data. Compendium. 1991

Statistisk sentralbyrå (1991): *Naturressurser og miljø 1990*. Rapport 91/1.

Fuglestvedt, J.S., Seip, H.M., (1991): *Metans direkte og indirekte effekter på jordens klima*. KJEMI nr. 9, 1990.

Fung I., J. John, J. Lerner, E. Matthews, M. Prather, L.P. Steele and P.J. Fraser, (1991): *Three dimensional model synthesis of the global methane cycle*. J. Geoph. Res. Vol. 96, No. D7, pp 13033-13066.

IPCC, CLIMATE CHANGE, (1990): *The IPCC Scientific Assessment*. World Meteorological Organization/United Nations Environment Programme.

Crutzen, P., (1991): *Methane's sinks and sources*. Nature, 350, 380-381.

4. FISK

Bestanden av norsk-arktisk torsk viser en positiv utvikling, og den var i 1991 på 1,2 millioner tonn. Kvoten for 1992 er på 300 tusen tonn, hvorav norske fiskere kan ta 125 tusen tonn. I tillegg kan det tas 40 tusen tonn kysttorsk. Gytebestanden av norsk vårgytende sild er ved begynnelsen av 1991 anslått til å være på 1,6 millioner tonn. Over 80 prosent av bestanden utgjøres av årsklassen fra 1983. Loddebestanden i Barentshavet har økt sterkt siden 1990, og det ble åpnet for fiske i 1991 for første gang siden 1986.

Det totale fangstkvantumet av fisk i norske fiskerier i 1991 var 1,9 millioner tonn. Dette er en oppgang på 380 tusen tonn fra 1990. Inkludert skalldyr, skjell, tang og tare var totalfangsten i 1991 på 2,1 millioner tonn til en førstehåndsverdi av 5,6 milliarder kroner.

Eksportverdien av fiskevarer (oppdrettslaks inkludert) økte med 12 prosent i 1991 til nær 15 milliarder kroner. Av dette utgjorde eksport av oppdrettslaks om lag 4,5 milliarder kroner. Både eksportverdi og -volum av oppdrettslaks gikk ned for første gang, til tross for at produksjonen i 1991 nådde et rekordnivå på mellom 150 og 160 tusen tonn.

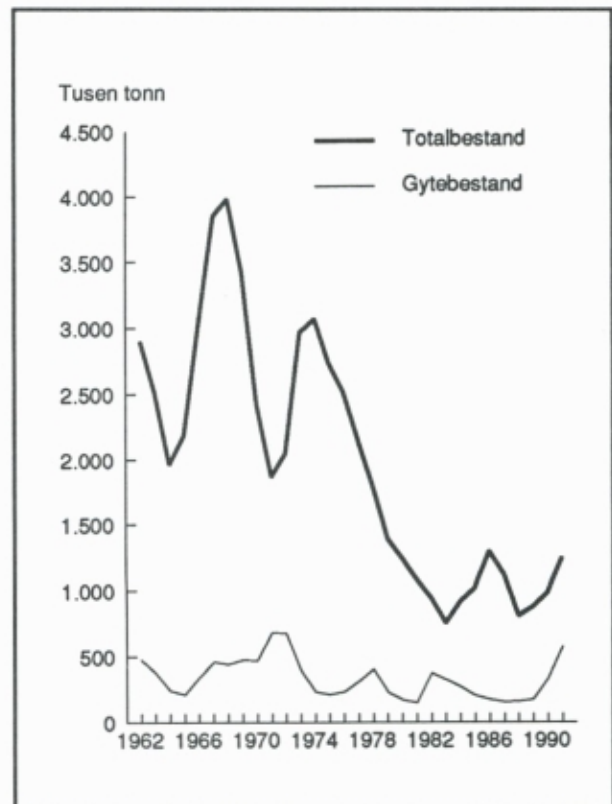
4.1. Bestandsutvikling

I dette avsnittet presenteres en oversikt over utviklingen av noen viktige fiskebestander, i hovedsak basert på rapporter fra Det internasjonale havforskningsrådet (ICES).

Norsk-arktisk torsk

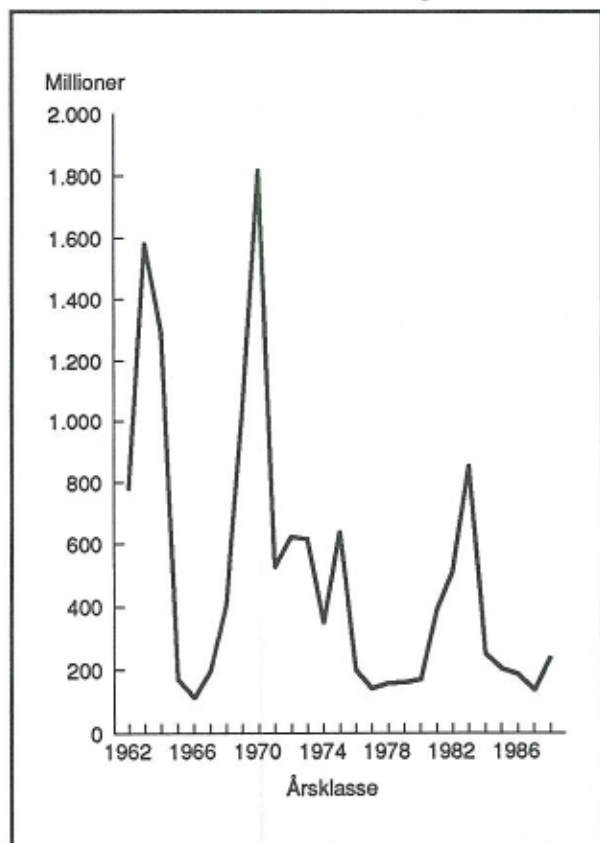
Størrelsen på bestanden av norsk-arktisk torsk ble anslått til 1 240 tusen tonn ved begynnelsen av 1991, se figur 4.1. Anslaget for gytebestanden er på 570 tusen tonn. Bestandsregnskapet for norsk-arktisk torsk omfatter fisk som er over 2 år ved årsskiftet. Figur 4.2 viser rekrutteringen til bestanden, målt ved styrken til årsklassene når de går inn i den regnskapsførte bestanden som treåringer. Alle årsklassene fra 1980-tallet, bortsett fra den sterke 1983-årsklassen og de mer "normale" årsklassene fra 1981 og 1982, har vært svake. En regner imidlertid med at det har vært god gyting i både 1990 og 1991. Torsken blir vanligvis gytemoden som 7-8 åring.

Figur 4.1. Totalbestand¹ og gytebestand av norsk-arktisk torsk, 1962-1991. 1 000 tonn



¹ Fisk som er over 2 år.

Figur 4.2. Rekruttering av norsk-arktisk torsk. 1962-1988. Millioner individer som treåring

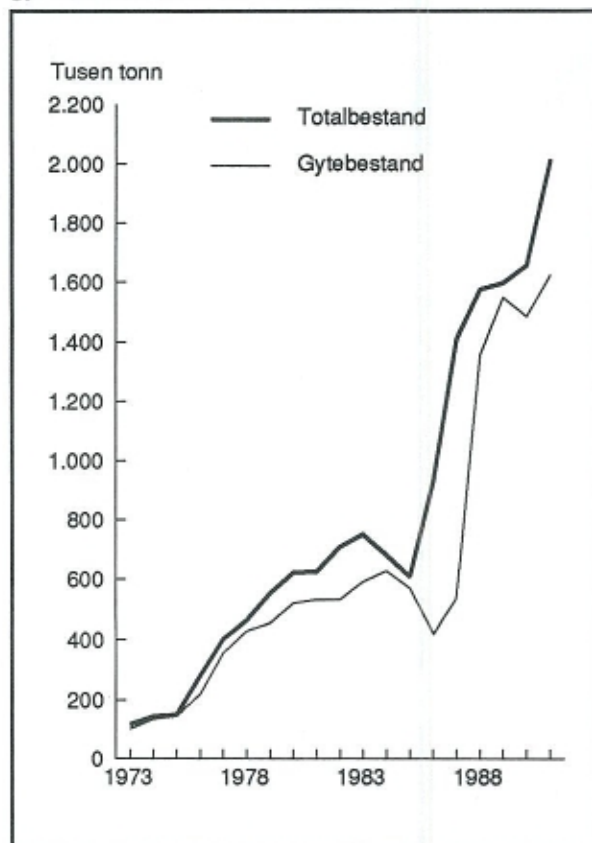


Tabell 4.1. Bestandsutvikling¹. Norsk-arktisk torsk. 1975-1991. 1 000 tonn

År	Første anslag (1)	1991-anslag (2)	Omvurdering (3) = (2) - (1)
1975	3 600	2 730	-870
1976	4 110	2 510	-1 600
1977	2 500	2 150	-350
1978	1 920	1 790	-130
1979	1 690	1 390	-300
1980	1 500	1 240	-260
1981	1 560	1 090	-460
1982	1 410	940	-470
1983	960	750	-260
1984	730	910	180
1985	1 020	1 010	-10
1986	1 880	1 290	-590
1987	1 500	1 120	-380
1988	900	810	-90
1989	680	870	190
1990	830	980	150
1991	1 240	1 240	.

¹ Bestandsstørrelse vurdert for første gang samme år og i 1991.

Figur 4.3. Totalbestand¹ og gytebestand av norsk vårgytende sild. 1973-1991. 1 000 tonn



¹ Fisk som er over 2 år.

På bakgrunn av det nyeste bestandsanslaget gjør havforskerne tilbakeregninger over bestandsutviklingen på grunnlag av data for fangst og naturlig dødelighet. Dermed blir bestandsanslag for tidligere år omvurdert. Tabell 4.1 viser bestandsstørrelsen for norsk-arktisk torsk, slik den ble vurdert første gang for hvert enkelt år og slik den blir vurdert i 1991. I 1991 ble bestanden i 1987 vurdert til å ha vært 1 120 tusen tonn; 380 tusen tonn mindre enn det første anslaget.

Norsk vårgytende sild

Bestanden av norsk vårgytende sild i 1990 er vurdert til 1,7 millioner tonn, se figur 4.3. I en prognose har ICES anslått totalbestanden av norsk vårgytende sild pr. 1. januar 1991 til 2,0 millioner tonn.

Fra å være på et nivå mellom 7 og 10 millioner tonn i 1950-årene ble bestanden fisket helt

ned i slutten av 1960-årene. I begynnelsen av 1970-årene ble det ikke registrert noen gytebestand, men en rimelig god årsklasse i 1969 gav om lag 80 tusen tonn kjønnsmoden sild, hvorav mesteparten ble gytemoden i 1973. En del av årsklassene fra 1973 og utover gav rimelig bra rekruttering, og i 1983 ble det registrert en spesielt rik årsklasse, se figur 4.4. Denne årsklassen er nå rekruttert til gytebestanden. Anslaget for gytebestanden i 1991 på 1,6 millioner tonn er om lag tre ganger større enn gytebestanden i 1987. Årsklassene etter 1983 er vurdert til å gi lite tilskudd til gytebestanden, som på kort sikt forventes å avta selv uten beskatning. Foreløpige undersøkelser tyder imidlertid på at 1991-årsklassen blir meget god. Det er knyttet stor usikkerhet til bestandsutviklingen, som er sterkt avhengig av hva som skjer med 1983- og 1991-årsklassene i årene framover. Årsklassen fra 1983 utgjør over 80 prosent av både antall og biomasse av sild som er tre år eller eldre. Den

norske vårgytende silda blir gytemoden i en alder av 3-6 år.

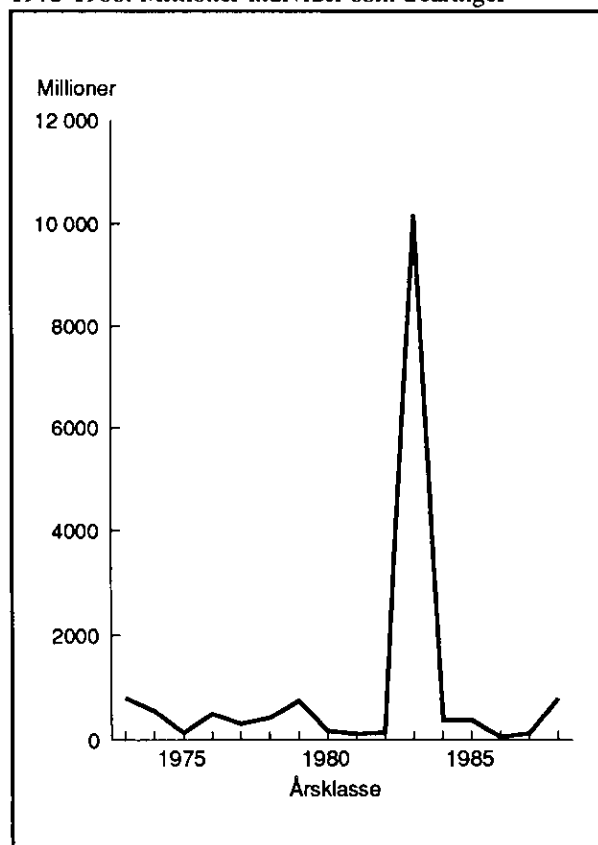
Fangstkvoten for sild i 1991 var på 85 tusen tonn. Tilrådd største fangst for 1992 er 78 tusen tonn. Til sammenligning kan nevnes at de totale årlige fangster av norsk-vårgytende sild i perioden 1964-1967 varierte fra 1,3 til 2 millioner tonn.

Lodde i Barentshavet

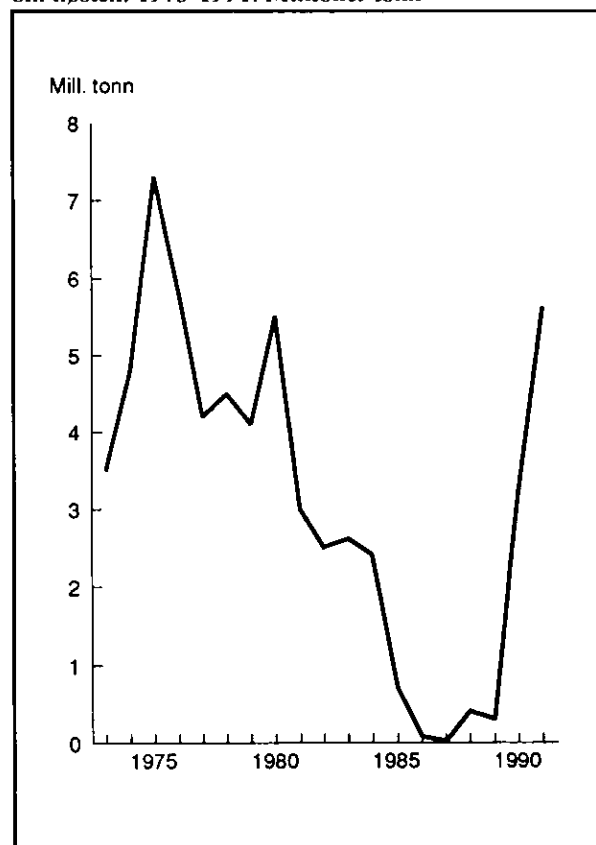
Figur 4.5 viser anslag over størrelsen av loddebestanden (fisk som er 2 år og eldre) i Barentshavet basert på akustiske målinger om høsten. I årene 1986-1989 var bestanden svært liten. Siden 1989 har den vært i sterk vekst, og størrelsen ble høsten 1991 anslått til 5,6 millioner tonn.

Den positive bestandsutviklingen av lodde har ført til at det ble åpnet for fiske på denne bestanden i 1991 for første gang siden 1986.

Figur 4.4. Rekruttering av norsk vårgytende sild. 1973-1988. Millioner individer som treåringer



Figur 4.5. Størrelse av loddebestanden¹ i Barentshavet om høsten. 1973-1991. Millioner tonn



¹ Fisk som er over 1 år.

Kilde: Havforskningsinstituttet.

Andre viktige bestander

Tabell 4.2 viser utviklingen for flere bestander som er viktige for norsk fiske.

Bestanden av norsk-arktisk hyse var i en periode i sterk tilbakegang. I 1984 nådde den et bunn-nivå på 60 tusen tonn, om lag 5 prosent av størrelsen i 1973. Deretter økte bestanden raskt til 340 tusen tonn i 1986. Siden har størrelsen på bestanden variert noe. Anslaget for bestanden i 1991 er på 250 tusen tonn, og det er anbefalt at hysa beskattes forsiktig.

Bestandsstørrelsen av nordlig sei i 1991 er anslått til om lag 430 tusen tonn. Bestandene av torsk og sei i Nordsjøen er i tilbakegang, og begge gytebestandene nådde historiske bunn-nivåer i 1990.

4.2. Kvoter og fangst

Tabell 4.3 viser kvoter og fangst av norsk-arktisk torsk og hyse, nordlig sei og lodde i Barentshavet.

Foreløpige tall for fisket etter norsk-arktisk torsk i 1991 antyder et oppfisket kvantum på 250 tusen tonn og i tillegg 26 tusen tonn kysttorsk. For 1992 er totalkvoten av norsk-arktisk

torsk satt til 300 tusen tonn (inkludert mur-mansk-torsk). I tillegg kommer 40 tusen tonn kysttorsk. Etter overføring fra tidligere Sovjetunionens kvote, kan norske fiskere i 1992 ta 125 tusen tonn norsk-arktisk torsk. I tillegg kan det fiskes 40 tusen tonn kysttorsk. Figur 4.6 illustrerer forholdet mellom kvoter og fangst av norsk-arktisk torsk siden 1978.

Etter 1984 var det en viss vekst i bestanden av hyse, og kvotene i 1987 og 1988 ble satt opp til rundt 250 tusen tonn. Fangstene lå imidlertid betydelig under kvotene med henholdsvis 151 og 92 tusen tonn. Kvoten for 1989 på 83 tusen tonn ble heller ikke oppfisket. I 1990 og 1991 lå kvotene under 30 tusen tonn, og dette ble tatt. Utsiktene for hysbestandene er nå noe bedre, og kvoten for 1992 er satt opp til 55 tusen tonn.

Som tidligere nevnt, har bestanden av lodde økt sterkt siden 1989. Fisket etter lodde ble åpnet i 1991 med kvoter på 850 tusen tonn for vinterfisket og 250 tusen tonn for høstfisket. Den norske fangsten ble på 564 tusen tonn (av en samlet norsk kvote etter overføringer på 590 tusen tonn). For vinterfisket i 1992 er det avtalt en totalkvote på 834 tusen tonn, hvorav Norge kan ta 500 tusen tonn. Et eventuelt høstfiske vil bli vurdert senere.

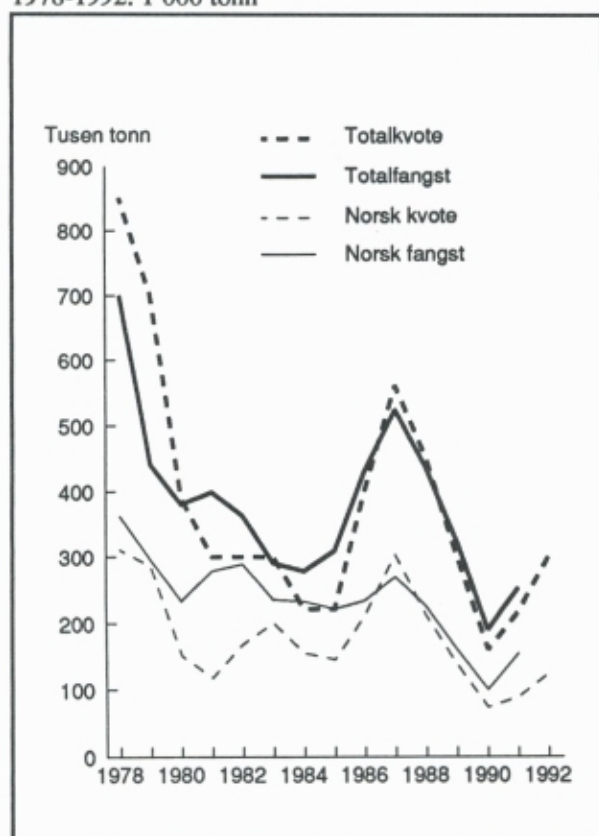
Tabell 4.2. Bestandsutvikling¹. 1976-1991. 1 000 tonn

År	Norsk-arktisk torsk	Norsk-arktisk hyse	Nordlig sei	Lodde i Barentshavet ²	Norsk vårgytende sild	Torsk i Nordsjøen	Sei i Nordsjøen
1976	2 510	470	620	3 800	290	240	630
1977	2 150	310	490	2 700	400	240	430
1978	1 790	280	470	2 000	460	200	360
1979	1 390	280	440	1 600	550	290	340
1980	1 240	240	570	3 600	620	270	320
1981	1 090	190	560	1 200	620	280	410
1982	940	120	520	1 200	710	310	430
1983	750	70	540	700	750	200	380
1984	910	60	460	1 000	680	200	390
1985	1 010	160	450	300	600	170	390
1986	1 290	340	420	40	930	180	380
1987	1 120	300	450	1	1 410	120	300
1988	810	220	460	4	1 560	170	240
1989	870	210	500	30	1 600	130	180
1990	980	220	460	400	1 660	100	200
1991	1 240	250	430	600	2 010	130	220

¹ Fisk som er over 2 år. ² Bestand om høsten ifølge akustiske målinger.

Tabell 4.3. Kvoter og fangst. Etter bestand. 1978-1992. 1 000 tonn

	Norsk-arktisk torsk		Norsk-arktisk hyse		Nordlig sei		Lodde i Barentshavet	
	Kvote	Fangst	Kvote	Fangst	Kvote	Fangst	Kvote	Fangst
1978	850	699	150	95	160	154	.	1 894
1979	700	441	206	104	153	164	1 800	1 783
1980	390	381	75	88	122	145	1 600	1 649
1981	300	399	110	77	123	175	1 900	1 987
1982	300	364	110	47	130	168	1 700	1 759
1983	300	290	77	22	130	157	2 300	2 375
1984	220	278	40	17	103	159	1 500	1 481
1985	220	308	50	41	85	107	1 100	868
1986	400	430	100	97	75	70	120	123
1987	560	523	250	151	90	92	-	-
1988	451	435	240	92	100	115	-	-
1989	300	323	83	55	120	122	-	-
1990	160	189	25	25	103	105	-	-
1991*	215	250	28	28	90	100	1 100	..
1992*	300	.	55	.	115	.	834	.

Figur 4.6. Kvoter og fangst. Norsk-arktisk torsk¹. 1978-1992. 1 000 tonn

¹ Norsk kysttorsk er ikke medregnet. ² Medregnet til- delinger av tidligere Sovjetunionens kvote. ³ Medreg- net Murmanskorsk.

Fisket i 1991

Tabell 4.4 gir en oversikt over norsk fangst i årene 1986-1991. Førstehåndsverdi og fangst- mengder i 1991 er vist i figur 4.7. Totalt opp- fisket kvantum i 1991 var 1,9 millioner tonn. Dette er en oppgang på 380 tusen tonn fra 1990. Økningen skyldes særlig at loddefisket ble gjenåpnet i Barentshavet, og loddefangsten ble mer enn femdoblet til 560 tusen tonn. Fangstene av torsk, sei, blåkveite og makrell gikk alle opp med 20 til 30 prosent. Fisket etter industrifisk gikk ned med 32 prosent, eller vel 200 tusen tonn.

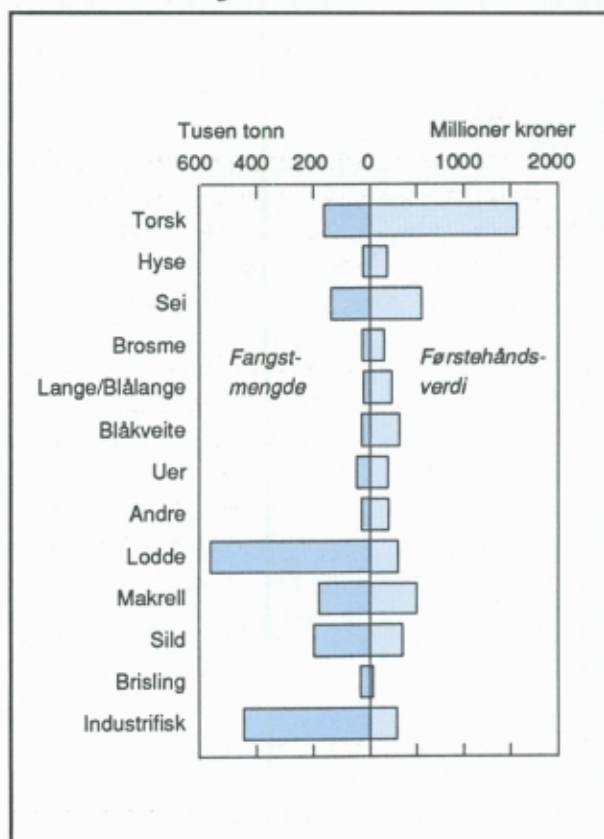
Førstehåndsverdien av de fiskeslagene som omfattes av tabell 4.4, økte med 23 prosent til 4,9 milliarder kroner. Den totale førstehånds- verdien av fiskeriene i 1991 (medregnet skall- dyr, skjell, tang og tare) gikk opp til 5,6 milli- arder kroner. Den totale fangstmengden var om lag 2,1 millioner tonn; en økning på 360 tusen tonn fra 1990.

Tabell 4.4. Norsk fangst, etter grupper av fiskeslag. 1986-1991. 1 000 tonn

	1986	1987	1988	1989	1990*	1991*
I alt	1 790	1 804	1 686	1 725	1 521	1 899
Torsk	270	305	252	186	124	162
Hyse	58	75	63	39	22	24
Sei	131	152	148	144	112	137
Brosme	33	30	23	32	28	26
Lange/Blålange	28	25	24	29	24	23
Blåkveite	8	7	9	11	22	29
Uer	24	18	25	27	41	47
Andre og uspesifiserte	24	34	29	29	39	30
Lodde	273	142	73	108	92	564
Makrell	157	159	162	143	150	179
Sild	331	347	339	275	207	198
Brisling	5	10	12	5	6	34
Annen industrifisk ¹	450	500	526	696	654	446

¹ Inkluderer strømsild/vassild, øyepål, tobis, kolmule, hestmakrell.

Figur 4.7. Norsk fangst, etter grupper av fiskeslag. 1991. 1 000 tonn og millioner kr



4.3. Overføring av fiskerettigheter

I 1977 opprettet Norge en 200-mils økonomisk sone etter flere år med betydelig overbeskatning av fiskeressursene. Det er generelt forbud mot utenlandsk fiske innenfor 200-mils-sonen, men regjeringen kan tillate et regulert og avgrenset utenlandsk fiske i samsvar med bilaterale avtaler.

De viktigste avtalene Norge inngår er med EF om fiske i Nordsjøen og med tidligere Sovjetunionen om fiske i Barentshavet. (I framtida vil Russland være motpart i avtalen om Barentshavet.) Formålet er å sikre en rimelig balanse i det gjensidige fisket og å fastsette regler for samarbeid om en effektiv forvaltning av fellesbestandene.

Eksklusive bestander, dvs. bestander som bare opptrer i ett lands sone, eies og forvaltes av dette landet alene.

I Barentshavet regnes torsk, hyse og lodde som fellesbestander. Torsk og hyse deles likt mellom Norge og tidligere Sovjetunionen, mens 60 prosent av lodda tilhører Norge og 40 prosent Sovjetunionen.

Tabell 4.5. Deling av bestander i Nordsjøen. Prosent

Bestand	Norges andel	EFs andel
Torsk	17	83
Hyse	23	77
Sei	52	48
Hvitting	10	90
Rødspette	7	93
Nordsjøtsild ¹	25-32	75-68

¹ Avhengig av gytbestandens størrelse. I 1991 var fordelingen 29 prosent til Norge og 71 prosent til EF.

Tabell 4.6. Overføring av fiskerettigheter mellom Norge og andre land. 1991. 1 000 tonn torskkekvivalenter

	Overført til Norge (1)	Overført fra Norge (2)	Balanse i norsk favør (3)=(1)-(2)
I alt	119,7	140,9	-21,2
EF	74,0	74,4	-0,4
Sovjetunionen	28,6	50,9	-22,3
Færøyene	12,3	9,5 ¹	2,8
Andre	4,8	6,0	-1,2

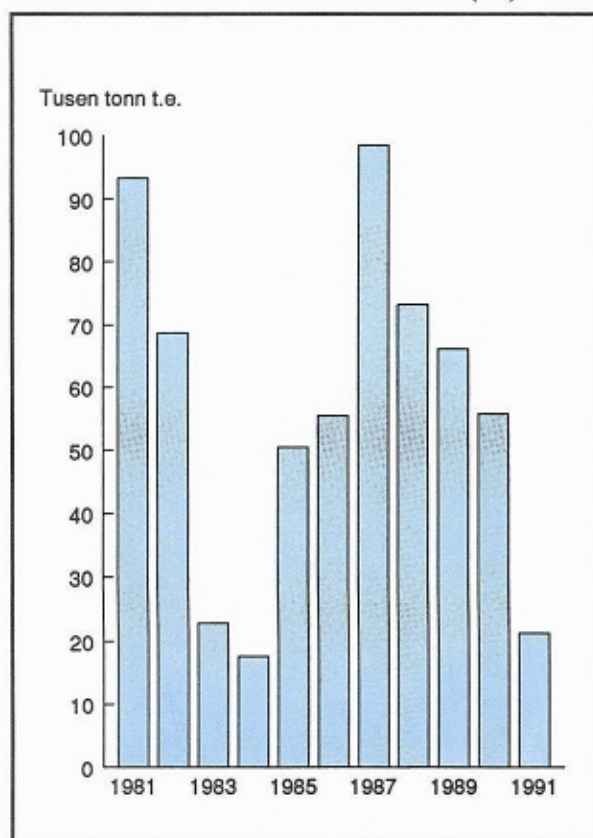
¹ Ikke medregnet kvoter i Svalbard-sonen.

I Nordsjøen har partene nådd fram til enighet om sonfordelingen av torsk, hyse, sei, hvitving, rødspette og nordsjøtsild, se tabell 4.5, mens de ennå ikke har blitt enige om delingen av nordsjømakrell.

For de øvrige fellesbestandene i Nordsjøen har det ikke vært avtalt særlige reguleringstiltak. Det fastsettes verken fordelingsnøkkel eller TAC ("Total Allowable Catch" eller totalkvote) for disse, siden det nåværende fisket ikke antas å true bestandene.

De årlige fiskeriforhandlingene med EF, tidligere Sovjetunionen, Færøyene og andre land har to siktemål. For det første fastsettes TAC på bakgrunn av anbefalinger fra Det internasjonale havforskningsrådet (ICES). For det andre fordeles og overføres det fiskerettigheter for at hver av partene skal kunne drive et fiske som samsvarer best mulig med deres behov. TAC deles i samsvar med den avtalte sonfordelingen, og disse sonkvotene danner så grunnlag

Figur 4.8. Nettooverføring fra Norge til utlandet. 1981-1991. 1 000 tonn torskkekvivalenter (t.e.)



for det byttet av fiskerettigheter som i det følgende omtales som overføringer.

Tabell 4.6 viser omfang og balanse i de bytteavtaler Norge inngikk med andre land for året 1991. Ved hjelp av et sett verdivekter regnes overføringer i tonn av hvert fiskeslag om til en tilsvarende mengde torsk, torskkekvivalenter (t.e.).

Tabellen viser at Norge i 1991 hadde underskudd på overføringsbalansen overfor daværende Sovjetunionen. Balansen overfor EF gikk svakt i EFs favør. Sovjetunionens overskudd på balansen i 1991 var mindre enn i de foregående årene. Årsaken er at overføringene fra Norge av kvoter på uer og kolmule ble redusert. Fiskeritavtalen med det tidligere Sovjetunionen omfatter også selfangst, med tildeling av norsk kvote i Østisen og sovjetisk kvote i Vestisen. Dette er ikke regnet med i overføringsbalansen.

Figur 4.8 viser utviklingen i Norges overføringsbalanse med utlandet i perioden 1981-1991.

I avtalen med Færøyene er det bestemt at også kvotene tildelt Færøyene av sovjetiske myndigheter kan fiskes i norsk sone. I tillegg er det avtalt færøysk fiske i fiskevernsonen ved Svalbard. Disse avtalene er formelt ikke betraktet som overføringer fra Norge og er dermed ikke med i tabell 4.6.

Kvotene til andre land omfatter svensk fiske i den norske delen av Nordsjøen og Skagerak og polske kvoter hovedsakelig på norske bestander av uer og kolmule i Barentshavet og ved Jan Mayen. Andre overføringer i tabell 4.6 omfatter også overføringer til Norge fra Canada.

I forbindelse med forslaget til EØS-avtale er det foreslått nye regler for tildeling av kvoter på norsk-arktisk torsk til EF. Tidligere har EF innenfor den balanserte utvekslingen av fangstretter fått en torskekvote på mellom 2 og 5 prosent av totalkvoten (TAC). I 1991 var andelen 2,14 prosent. Denne andelen vil for årene 1993 til 1997 bli satt til 2,9 prosent. I tillegg skal Norge i denne perioden stille en kvote til disposisjon for EF utenom balansen, dvs. uten at Norge får kvoter av andre fiskeslag som gjensytelse. Denne ekstrakvoten vil øke fra 6 tusen tonn i 1993 til 11 tusen tonn i 1997 under forutsetning av at TAC øker fra 300 tusen tonn til 700 tusen tonn i perioden. EF's samlede kvote vil i så fall bli 4,9 prosent i 1993 og 4,5 prosent i 1997. Etter 1997 skal den samlede kvoten settes til gjennomsnittet for årene 1993-1997. Da skal hele kvoten inngå i den balanserte utvekslingen.

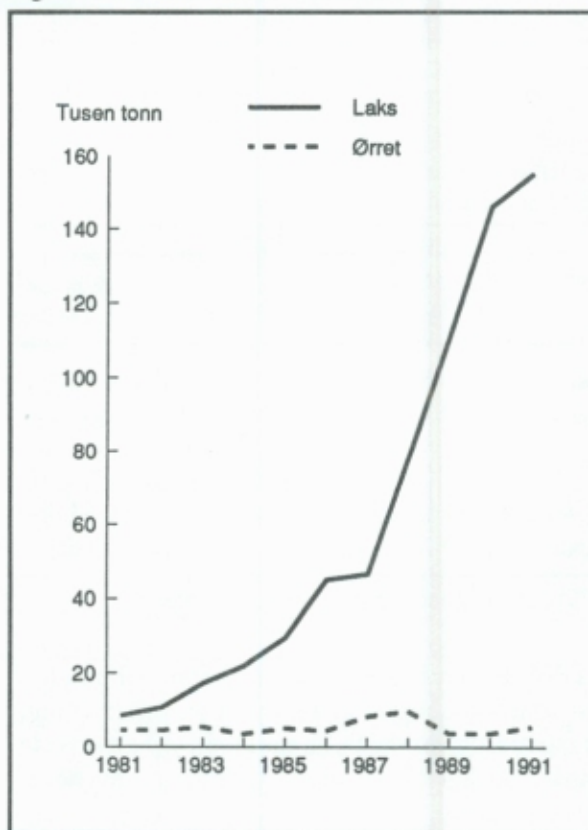
4.4. Fiskeoppdrett

Produksjonen av oppdrettsfisk har økt sterkt siden virksomheten tok til i begynnelsen av 70-årene. Figur 4.9 viser utviklingen i produksjonen av oppdrettsfisk etter 1980. I 1990 ble det ifølge offisiell statistikk slaktet 146 tusen tonn laks mot 111 tusen tonn året før. Produksjonen av ørret i 1990 var 3,8 tusen tonn. Ifølge foreløpige tall utarbeidet for Norske fiskeoppdretteres forening økte produksjonen av laks i 1991 til 150-160 tusen tonn, mens produksjonen av ørret var på 5-6 tusen tonn. Både i 1990 og 1991 var produksjonen høyere enn salget, noe som førte til oppbygging av et stort lager med

fryst laks. Prognoser for 1992 antyder en produksjon av laks på 120 tusen tonn og en ørretproduksjon på samme nivå som i 1991.

Det var i alt 739 anlegg som hadde slakt av laks eller ørret i 1990, se tabell 4.7. Hordaland hadde flest produksjonsanlegg og størst mengde slaktet fisk.

Figur 4.9. Fiskeoppdrett. Slaktet mengde laks og regnbueørret. 1981-1991. 1 000 tonn



Tabell 4.7. Fiskeoppdrett. Fylke. 1990

Fylke	Antall anlegg	Slaktet mengde. Tonn
I alt	739	149 786
Rogaland	55	11 647
Hordaland	134	30 483
Sogn og Fjordane ..	74	17 101
Møre og Romsdal ..	107	24 361
Sør-Trøndelag	72	12 242
Nord-Trøndelag ...	53	9 422
Nordland	132	28 783
Troms	60	9 382
Finnmark	32	4 518
Andre	20	1 849

Tabell 4.8. Forbruk av antibakterielle midler til oppdrettsfisk, 1981-1991. Kg aktiv substans

År	I alt	Oxytetra- cyklin- klorid	Nifura- zolidon	Oksolin- syre	Trimetoprim + sulfadiazin (Tribrissen)	Sulfa- merazin	Flumequin
1981	3 640	3 000	-	-	540	100	-
1982	6 650	4 390	1 600	-	590	70	-
1983	10 130	6 060	3 060	-	910	100	-
1984	17 770	8 260	5 500	-	4 000	10	-
1985	18 700	12 020	4 000	-	2 600	80	-
1986	18 030	15 410	1 610	-	1 000	10	-
1987	48 570	27 130	15 840	3 700	1 900	-	-
1988	32 470	18 220	4 190	9 390	670	-	-
1989	19 350	5 014	1 345	12 630	32	-	329
1990	37 432	6 257	118	27 659	1 439	-	1 959
1991	26 798	5 751	131	11 400	5 679	-	3 837

Kilde: Norsk medisinaldepot.

Investeringene i fiskeoppdrett var 326 millioner kroner i 1990. Av dette var 69 millioner kroner investert i klekkeri/settefiskanlegg og 257 millioner kroner i matfiskanlegg. Det var sysselsatt 4 500 personer ved oppdrettsanlegg i 1990, fordelt med 1 000 personer ved klekkeri/settefiskanlegg og 3 500 personer ved matfiskanlegg.

Med den økende produksjonen har også bruken av legemidler økt sterkt innen oppdrettsnæringen. Stoffene som brukes faller i tre hovedgrupper: antibakterielle midler, antiparasittmidler og bedøvelsesmidler. Utviklingen i bruken av antibakterielle midler er vist i tabell 4.8. Totalforbruket nådde en topp i 1987 og har senere svingt mye fra år til år. I 1991 var totalforbruket av antibakterielle midler 27 tusen kg, en nedgang på nær 30 prosent fra året før. Forbruket av antiparasittmidler var 6 tusen kg og av bedøvelsesmidler 800 kg.

Behandling av nøter med antigrostoff som inneholder tungmetaller, utgjør også et miljøproblem.

4.5. Eksport av fiskevarer

Eksportert mengde av de viktigste fiskevarene i perioden 1980-1991 er vist i tabell 4.9, hvor eksport av oppdrettsfisk også inngår. Eksportverdien for noen av varene er vist i figur 4.10.

Den samlede eksporten økte i 1991 med 12 prosent i verdi og med 28 prosent i volum. Det har vært økning i utførselen for de fleste varegruppene. Bare fersk fisk, filéter og hermetikk har uendret eller svakt redusert eksportverdi. Rundfryst fisk stod for snaut halvparten av eksportveksten, og utgjør nå nesten like stor andel av eksporten som fersk fisk. Det er særlig salget av frossen makrell som har økt. Resten av eksportveksten fordeler seg på røkt og saltet fisk, klippfisk/tørrfisk og fiskemel. For klippfisk og tørrfisk er det bedre priser som gir utslag i økt eksportverdi, mens det for røkt/saltet fisk og fiskemel er en sterk vekst i eksportvolumet.

Eksportverdien av oppdrettsfisk gikk i 1991 ned for første gang, etter en årlig vekst på nær 40 prosent gjennom hele 80-tallet. Eksporten består overveiende av laks, mens det meste av ørreten forbrukes innenlands. Tabell 4.10 viser at det i 1991 ble eksportert 127 tusen tonn (vel 80 prosent av slaktet mengde) oppdrettslaks til en verdi av 4,5 milliarder kroner. Dette tilsvarer 31 prosent av den totale eksportverdien av fisk og fiskevarer i 1991. Både fersk og fryst laks hadde en svak tilbakegang i eksportverdi.

Den totale eksportverdien av fiskevarer økte til 14,6 milliarder kroner i 1991, se tabell 4.11. Det tilsvarer 13,3 prosent av den samlede tradisjonelle vareeksporten (vareeksport unntatt råolje, naturgass, skip og oljeplattformer m.v.).

Tabell 4.9. Eksport av fiskevarer. 1981-1991. 1 000 tonn

År	Fersk	Rund- fryst	Filét	Saltet eller røyskt	Klippfisk og tørrfisk	Herme- tikk	Fiske- mel	Fiske- olje
1981	24,6	58,7	74,0	13,6	86,2	15,0	266,5	107,3
1982	46,2	100,2	76,3	14,9	68,8	11,2	228,6	101,1
1983	91,5	62,6	91,6	24,9	59,4	22,4	283,9	128,0
1984	72,9	78,7	98,5	24,6	69,5	22,7	248,9	76,9
1985	74,5	79,5	95,9	20,3	64,6	23,4	173,9	114,3
1986	139,4	98,8	95,2	22,7	62,9	24,4	92,6	38,8
1987	189,6	114,2	105,0	38,0	40,6	24,3	88,3	71,3
1988	212,5	126,7	105,1	36,9	47,0	22,9	68,9	45,6
1989	215,1	159,8	95,2	46,2	48,0	23,2	45,4	39,1
1990	238,8	263,4	71,0	34,6	50,6	23,9	45,3	42,7
1991*	250,0	366,7	62,6	48,8	50,2	23,0	110,8	58,8

Tabell 4.10. Eksport av oppdrettslaks. 1981-1991

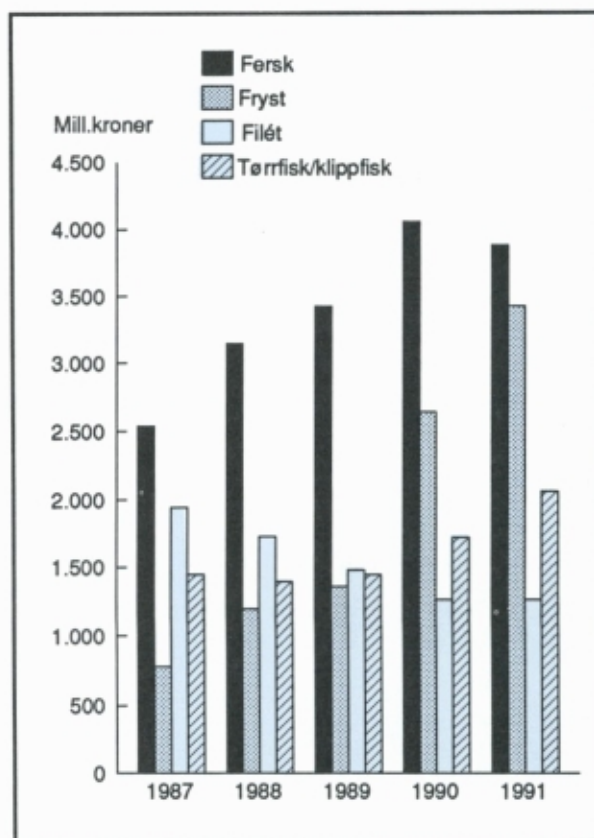
År	I alt		Fersk eller kjølt		Fryst	
	Mengde 1000 t	Verdi Mill.kr	Mengde 1000 t	Verdi Mill.kr	Mengde 1000 t	Verdi Mill.kr
1981	7,4	292,9	5,5	211,4	1,9	81,5
1982	9,2	395,3	7,9	330,8	1,3	64,5
1983	15,4	709,1	13,0	582,6	2,4	126,5
1984	19,7	944,9	17,3	819,1	2,4	125,8
1985	24,0	1 308,3	21,4	1 160,6	2,6	147,8
1986	38,9	1 663,7	34,4	1 458,6	4,5	205,1
1987	43,2	2 174,4	39,2	1 967,3	4,0	207,1
1988	66,0	3 079,7	56,0	2 594,9	10,0	484,8
1989	95,5	3 486,1	81,1	2 954,6	14,4	531,5
1990	130,7	4 834,9	92,8	3 423,8	37,9	1 411,1
1991*	126,9	4 453,3	91,6	3 152,8	35,4	1 300,5

Tabell 4.11. Eksportverdi av fiskevarer¹ i mill. kr og i forhold til verdi av annen tradisjonell eksport. 1981-1991

År	Fisk og fiskeprodukter	Fisk og fiskeprodukter som verdiandel av norsk vareeksport i alt	Fisk og fiskeprodukter som verdiandel av vareeksport unntatt råolje, naturgass, skip og oljeplattformer
	Mill. kr	Prosent	Prosent
1981	5 955	5,7	11,6
1982	5 931	5,2	11,4
1983	7 368	5,6	12,4
1984	7 675	5,0	11,1
1985	8 172	4,8	11,0
1986	8 749	6,5	12,6
1987	9 992	6,9	12,4
1988	10 693	7,3	11,6
1989	10 999	5,8	10,2
1990	13 002	6,1	11,6
1991*	14 599	6,6	13,3

¹ Tabellen inkluderer noen flere varer enn tabell 4.9.

Figur 4.10. Eksport av fersk fisk, rundfryst fisk, filét og klippfisk/tørrfisk. 1987-1991. Millioner kr





5. SKOG

Samlet produktivt skogareal i Norge er om lag 70 000 km². Dette utgjør om lag 23 prosent av Norges totale landareal. Eiendomsstrukturen domineres av relativt små privateide skogteiger. Årlig avvirkning av skog i Norge er mindre enn tilveksten. Målinger av skogens sunnhetstilstand i Norge i 1991 viser en svak forverring av kronetettheten for gran, mens tilstanden for furu har vært uendret. De fleste land i Europa rapporterer om svekket sunnhetstilstand på skog i 1990. Særlig alvorlig er tilstanden i Øst-Europa, men også i flere Vest-Europeiske land er det registrert betydelig svekket sunnhetstilstand på skogen.

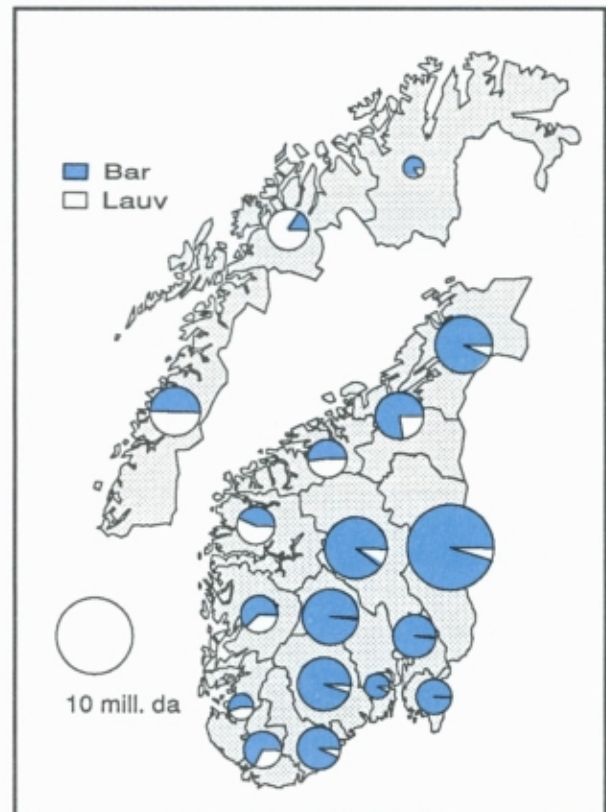
5.1. Skogen i Norge

Landbrukstellingen 1989 (SSB, 1992) viser at det var 70,4 mill. dekar produktivt skogareal i Norge. Sammenlignet med tilsvarende telling i 1979 har det produktive skogarealet økt med 5,7 mill. dekar. De viktigste årsakene til denne økningen er trolig bedre registrering av skogarealene og endret vurdering av hva som er produktiv skog. Prosentvis har økningen i produktivt skogareal vært størst i fylkene langs kysten fra Vest-Agder til Møre og Romsdal. Av det totale produktive skogarealet var 56,8 mill. dekar *barskog* og 13,5 mill. dekar *lauvskog*. Figur 5.1 viser at størstedelen av de produktive barskogarealene finnes i østlandsfylkene og i Sør- og Nord-Trøndelag, mens innslaget av produktiv lauvskog er størst i vestlandsfylkene, Nordland og Troms.

Ifølge landbrukstellingen 1989 var det i alt 125 000 eiendommer med minst 25 dekar produktivt skogareal. Enkeltpersoner eide 78,5 prosent av det produktive skogarealet og Staten 8,9 prosent. Mer enn halvparten av skogeiendommene ble drevet i kombinasjon med jordbruksdrift.

Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS) har i perioden fra 1981 til 1987 taksert skog og utmarksarealer i hele landet, med unntak for fylkene Finnmark og Sogn og Fjordane, samt enkelte kommuner i ytre strøk på Vestlandet, Trøndelag, Nordland og Troms. Takser-

Figur 5.1. Fylkesvis fordeling av produktivt bar- og lauvskogareal 1989



Kilde: SSB, Landbrukstelling 1989.

ingen omfatter om lag 90 prosent av det produktive skogarealet under barskoggrensa.

Registrert stående kubikkmasse i takserte områder var i alt 495,5 mill. m³ uten bark. Av dette stod 469,8 mill. m³ på produktivt skogareal. Kubikkmassen på det produktive skogarealet bestod av 51,8 prosent gran, 30,8 prosent furu

og 17,4 prosent lauvskog. Årlig tilvekst på det produktive skogarealet ble beregnet til 15,5 mill. m³ uten bark.

Årlig avvirkning har øket svakt de siste årene. I driftssesongen 1989/90 ble det avvirket 11,0 mill. m³ for salg og industriell produksjon. Ifølge landbrukstelingen 1989 ble det i tillegg til salgsvirke, avvirket 0,7 mill. m³ til eget bruk på eiendommene, samt til ved. Det skjer også en kontinuerlig naturlig avgang av skog på grunn av alder, klima, insekts- og råteangrep og selvtynning. Det er likevel grunn til å regne med at det gjennom mange år har foregått en akkumulering av kubikkmasse på det produktive skogarealet i Norge.

Stormfelling årsskiftet 1991/92 gjorde store skader på skogen i Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal og Sør- og Nord-Trøndelag. Foreløpige rapporter fra fylkesskogetaten viser at om lag 1,2 mill. m³ virke er skadet. Dette utgjør om lag 80 prosent av siste års samla avvirkning for salg i disse fylkene.

5.2. Skogens helsetilstand

Skogtilstanden i Norge

"Overvåkningsprogram for skogskader" ble påbegynt i 1985. Koordinering av programmet er lagt til Norsk institutt for skogforskning (NISK). Programmet inngår som en del av det internasjonale overvåkningssystemet for skogskader under FAO's europeiske kommisjon for skogbruk. Programmet har et todelt mål: Dels å følge nøye status for skogens sunnhetstilstand og sunnhetstilstandens utvikling over tid, og dels å utvikle metoder for å analysere luftforurensningenes rolle i denne utviklingen.

Overvåkningsprogrammet er inndelt i fire hoveddeler:

1. *Landsrepresentative registreringer* som danner grunnlag for en årlig rapport om skogtilstanden i hele landet. Registreringene gjøres av NIJOS. Datagrunnlaget skaffes ved observasjoner av flater i et systematisk rutenett på 9x9 km (se figur 5.2). Totalt ble det i 1991 gjort registreringer av 4 200 gran og 3 000 furu fordelt på 700 flater. På halvparten av flatene ble

arbeidet startet i 1988, mens de øvrige ble påbegynt i 1989.

2. *Fylkesvise lokale flater*, som gir årlig informasjon om skogens sunnhetstilstand på fylkesbasis. Disse registreringene ble startet opp i 1988 og består av 770 flater med til sammen 47 000 trær fordelt på 189 skogbrukssjefdistrikter fra Alta i nord til Lindesnes i sør. Registreringene utføres av skogetaten i de enkelte fylkene. NISK har ansvaret for koordinering og bearbeiding. Resultater fra disse registreringene er ikke representative for hele landet eller for all skog i det enkelte fylket, fordi alle flatene er subjektivt utvalgt og ikke representerer like store skogområder. Materialet består av svært mange trær og er verdifullt for å vise utvikling over tid.

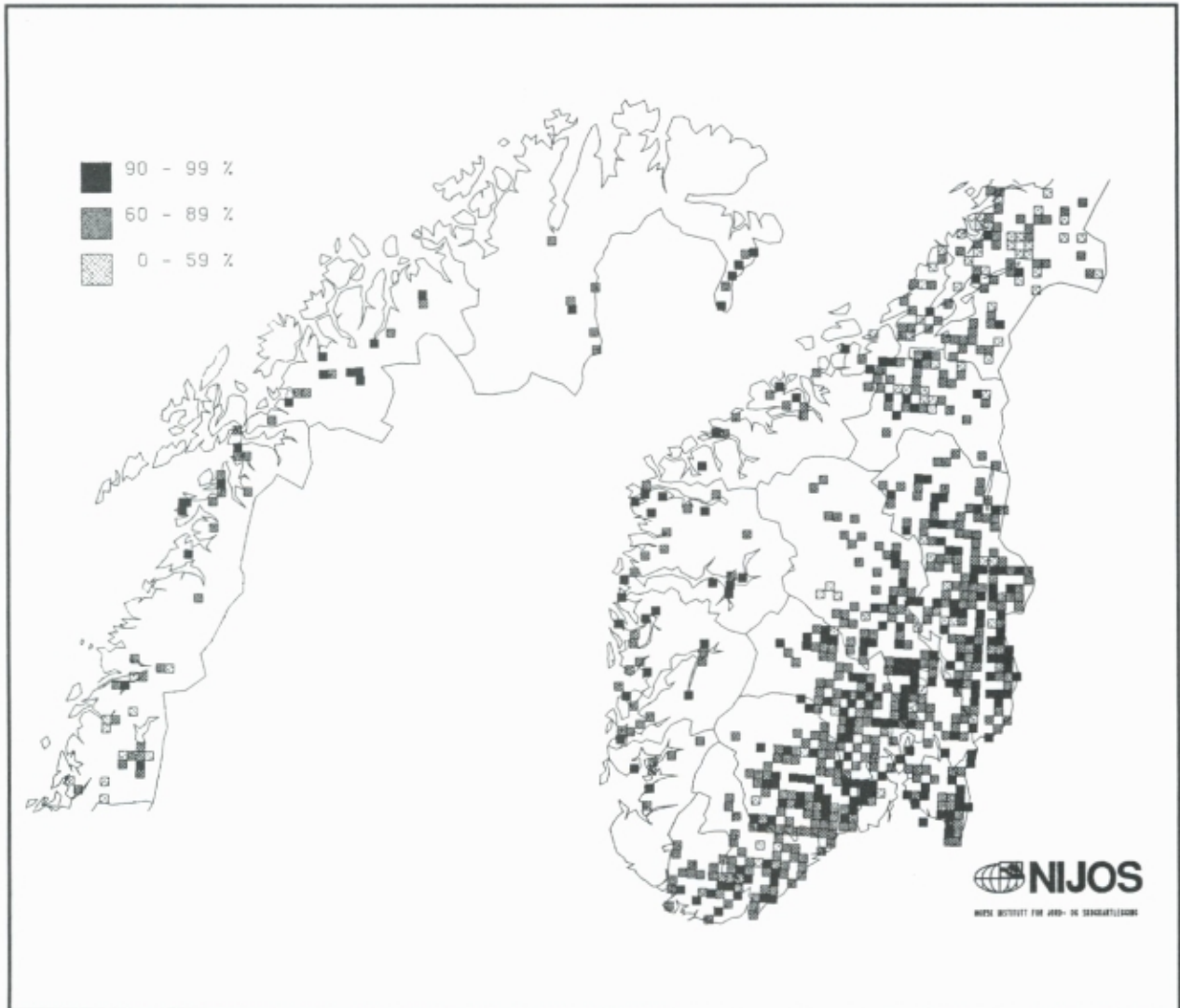
3. *Intensive skogøkologiske registreringer* på faste flater i hvert fylke. NISK har hatt ansvaret for skogøkologiske registreringer, og det er utført analyser av jord, vann og vegetasjon. Norsk institutt for luftforskning (NILU) er ansvarlig for måling av kvaliteten på luft og nedbør i tilknytning til de faste flatene.

4. *Befaring* ved rapportering om skogskader foretas av personale fra NISK.

Foreløpig er kronetetthet og kronefarge de viktigste kriteriene for å beskrive skogens sunnhetstilstand. Med kronetetthet menes en vurdering av gjenværende nålemasse i øvre halvdel av krona for gran og øvre 2/3 av krona hos furu. For bjørk vurderes gjenværende bladmasse i hele krona. Skalaen går fra 0 (uten bar/lauv) til 99 (full tetthet). De landsrepresentative registreringene (NIJOS, 1992) viser at kronetettheten for gran er redusert fra 84,6 prosent i 1990 til 82,5 prosent i 1991. Kronetettheten for furu er 86,1 prosent i 1991 og er uforandret siste år. Ved å sammenligne utviklingen i kronetetthet i hele perioden fra 1988 til 1991 kan det for gran ikke påvises endringer, mens kronetettheten for furu er svakt forbedret.

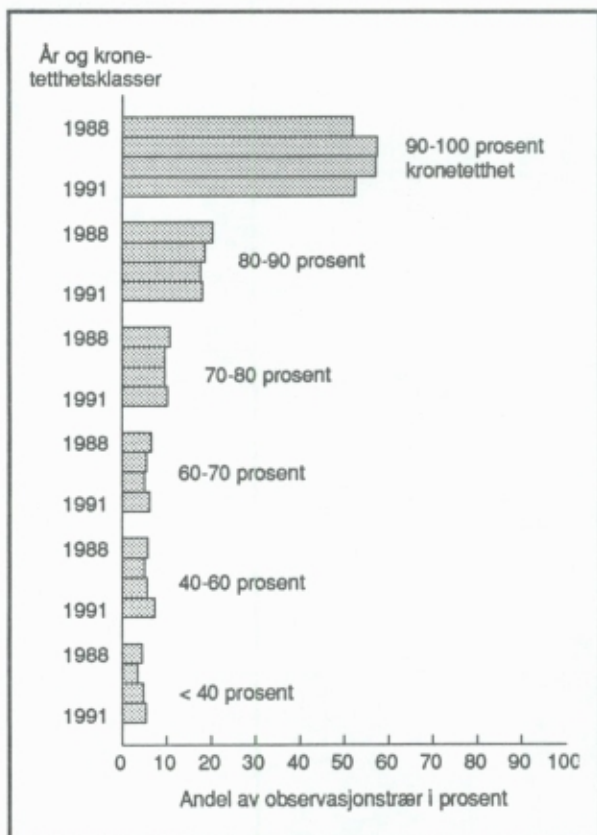
Kronetettheten for bjørk i barskog ble registrert for første gang i 1990 dersom det forekom bjørk på registreringsflatene. Kronetettheten for bjørk i barskog var for hele materialet gjennomsnittlig 79,7 prosent i 1990 og 79,3 prosent i 1991.

Figur 5.2. Gjennomsnittlig kronetetthet for observasjonsflatene. Gran. Prosent. 1991



Kilde: NIJOS.

Figur 5.3. Observasjonstræernes fordeling på kronetethetsklasser. Gran. 1988-1991



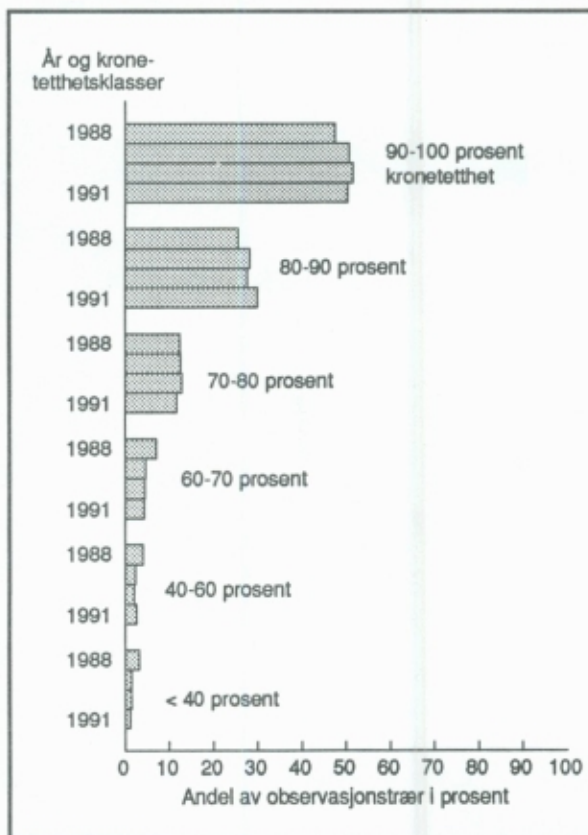
Kilde: NIJOS.

De fylkesvise registreringene (NISK, 1991a) av kronetethet i 1991 viser at det er betydelige regionale forskjeller. Lavest kronetethet finnes på flater med gran på Østlandet og i Trøndelag og på flater med furu i Finnmark.

Træernes kronetethet observeres og fordeles i 10-prosents klasser fra 0 til 90 prosent av full kronetethet. Figur 5.3 viser at det fra 1990 til 1991 for gran var en nedgang fra 57,1 prosent til 52,6 prosent av andelen trær i kronetethetsklasse 90-100 prosent, mens andelen av trær i øvrige kronetethetsklasser har øket. Figur 5.4 viser at for furu har utviklingen i kronetethet vært tilnærmet uendret i samtlige prosentklasser siden 1990.

Figur 5.5 og 5.6 viser at det er en klar tendens både for gran og furu at kronetetheten avtar med økende alder. Dette er delvis en naturlig prosess, men det er også grunn til å anta at økende alder og avtagende vekstintensitet kan gjøre trærne lettere påvirkelige for ytre "stressfaktorer". Det er derfor spesielt interessant å

Figur 5.4. Observasjonstræernes fordeling på kronetethetsklasser. Furu. 1988-1991



Kilde: NIJOS.

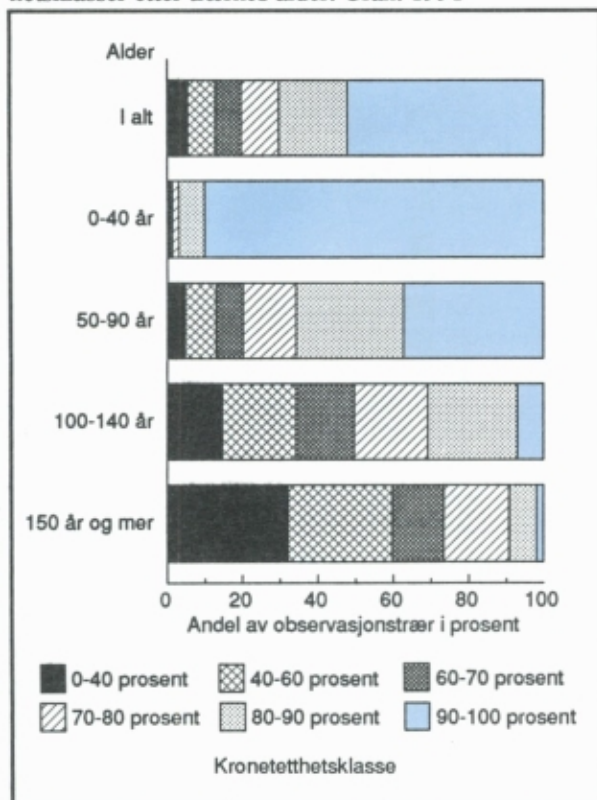
merke seg at det har vært reduksjon av kronetethet i samtlige aldersklasser for gran fra 1990 til 1991, mens det for furu bare kan påvises reduksjon i kronetethet for de eldste trærne.

Kronefarge er fra 1990 inndelt i fem klasser, fra klasse 1 normalt grønn (0 prosent misfarging) til klasse 5 sterkt gul (60 prosent misfarging). I 1991 var 89,4 prosent av undersøkte grantrær og 95,3 prosent av undersøkte furutrær gruppert i kronefargeklasse 1-2 (normalt grønn til flekkvis gul krone). De landsrepresentative registreringene viser for gran en svak økning i tallet på andel misfargete trær, mens det for furu viser et større antall normalt grønne trær i 1991 enn i 1990.

De fylkesvise registreringene (NISK, 1991a) viser regionale forskjeller med en forverring av kronefargen på granflatene i den sørlige del av Sørøst-Norge, og delvis i Nord-Norge fra 1990 til 1991.

I rapporten "Skogsjordas næringsinnhold i kystnære strøk i Sør-Norge" (NISK, 1991b) be-

Figur 5.5. Observasjonstrærnes fordeling på kronetthetsklasser etter trærnes alder. Gran, 1991

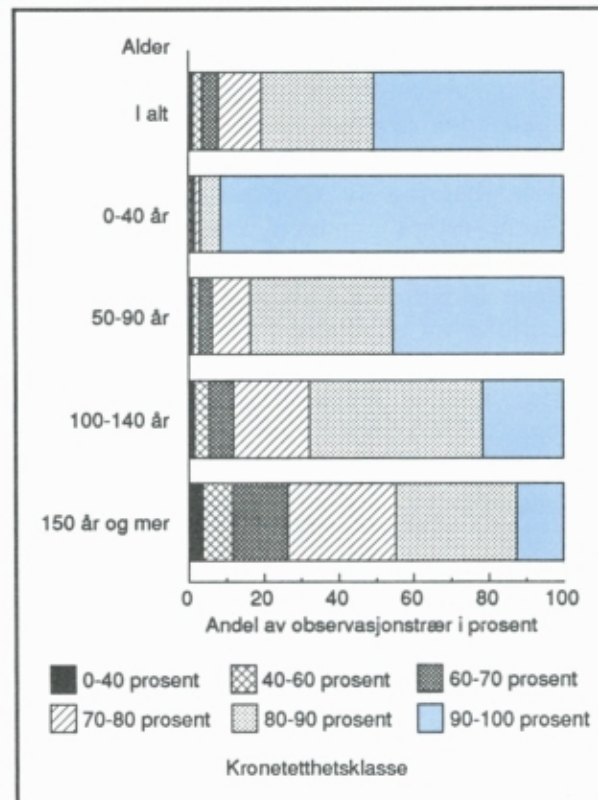


Kilde: NIJOS.

skrives en undersøkelse av jorddata samlet inn fra 300 prøveflater i NIJOS rutenett for landsrepresentative flater. Behandlingen av jordkjemiske data ble avgrenset til jordsmonns-typen podsol. Resultater fra undersøkelsen viser et mønster med bl.a. lavere pH, høyere svovel-, sink- og nitrogeninnhold i skogsjorda i Agderfylkene og kystnære deler av Telemark. Det er høyere pH, lavere svovel-, nitrogen- og sinkinnhold i Buskerud og øvre deler av Telemark. Områdene i Agder og deler av Telemark er spesielt forsuringfølsomme på grunn av sure bergarter i grunnfjellet og tynt, usammenhengende løsmassedekke, samt store årlige nedbørmengder. Ved utgangen av 1991 er registrering av jordsmonn fullført for alle flatene i NIJOS' landsomfattende nett.

Det er lansert en rekke hypoteser om luftforurensningenes betydning for skogen. De mest omtalte hypotesene antar at spesielt utslipp av svoveldioksid (SO_2) og nitrogenoksider (NO_x) kan medføre skogskader. Det antas at skader

Figur 5.6. Observasjonstrærnes fordeling på kronetthetsklasser etter trærnes alder. Furu, 1991



Kilde: NIJOS.

kan oppstå på nåler og blad ved sure avsetninger eller ved høye konsentrasjoner av SO_2 , NO_x og ozon. Det er også antatt at SO_2 og NO_x indirekte kan medføre skader gjennom virkninger på jordsmonnet i form av forsuring, økt utløsning av aluminium mv. Det anses derfor som viktig for den framtidige skogtilstanden i Norge at arbeidet med å begrense luftforurensningene lokalt og globalt holder fram.

Skogtilstanden i Europa

Med støtte fra ECE (Economic Commission for Europe) og UNEP (United Nations Environment Programme) har det fra 1985 foregått et internasjonalt samarbeidsprogram for registrering og overvåking av luftforurensningers virkning på skog. I 1991 deltok ialt 27 europeiske land eller regioner medregnet Estland, Litauen, Latvia, Ukraina og deler av Hviterussland. Samlet skogareal i Europa er om lag 1,8 mill. km^2 hvorav om lag 70 prosent inngår i et sys-

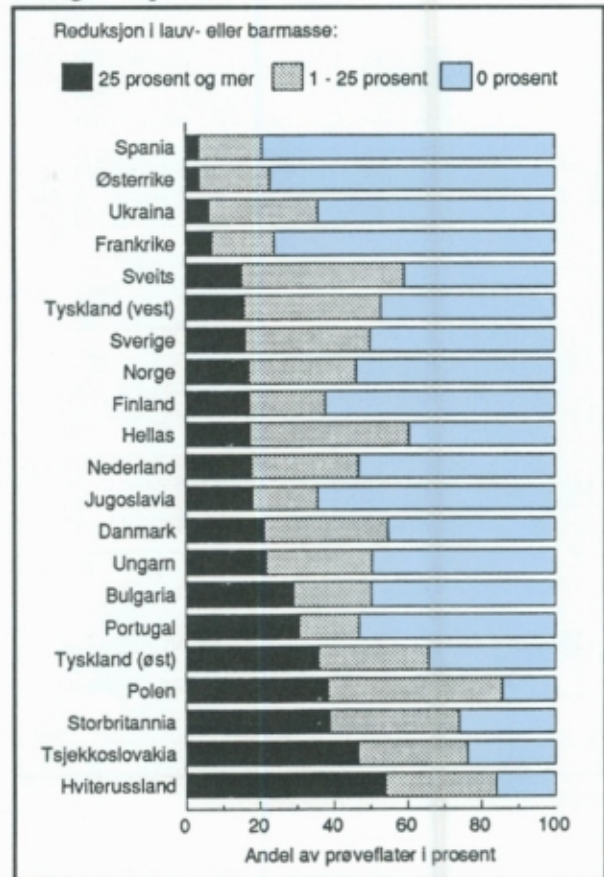
tematisk utlagt prøveflatenett. Det er undersøkt 27 000 prøveflater med til sammen 380 000 prøvetrær fordelt på 25 arter av nåletrær og 34 lauvtrearter. De økonomisk viktigste treslagene i mellomeuropa er furu, gran, edelgran, bøk og eik. Alle deltakerland benytter i hovedsak de samme ECE-baserte prinsipper ved registrering og klassifisering av skogskader. Resultatene publiseres årlig i rapporten "Skogskader og luftforurensninger" i serien GEMS (Global Environment Monitoring System), som er en sammenstilling av resultater fra de fleste europeiske land.

Erfaringer fra registrering av skogskader i Europa (GEMS, 1990) viser at en reduksjon av trærnes lauv- eller barmasse på opp til 20-25 prosent ikke nødvendigvis behøver å være tegn på redusert sunnhetstilstand, men kan skyldes trærnes naturlige tilpasning til variasjoner i klima og næringstilgang og kan betraktes som normalt. Skogskader, målt som unormalt stor reduksjon av blad- og barmasse forekommer i de fleste land i Europa, men det er store regionale forskjeller i skadeomfang. Innen hvert land varierer skadeomfanget bl.a. med høyde over havet og skogens alder og treslagssammensetning. På grunn av vurderingsmetodens subjektive karakter og store regionale forskjeller i klima, treslags-sammensetning, skogkultur og luftforurensning, bør det vises forsiktighet ved sammenligning av skogtilstanden mellom de enkelte land.

I 1991-rapporten fra Landbruksdepartementet i Tyskland (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1991) er det publisert resultater fra målinger av skogskader i de fleste europeiske land. Skogskader i et utvalg av europeiske land er vist i figur 5.7. Skadeomfanget på skogen er spesielt høyt i de øst-europeiske landene. Mer enn 30 prosent av prøveflatene i Litauen, Polen og Hviterussland hadde mer enn 25 prosent reduksjon av lauv- eller barmassen i 1990. Også i enkelte vest-europeiske land som Storbritannia og Danmark meldes det om alvorlige skogskader.

I Øst-Europa har skogskadene forverret seg fra 1989 til 1990. I Vest-Europa ser skadeomfanget ut til å ha stabilisert seg på et forholdsvis høyt nivå de siste årene. Flatevis utdøding av skog finnes i større omfang i høyereliggende skog i Bulgaria, Polen og Tsjekkoslovakia og i

Figur 5.7. Fordeling av andel prøveflater etter forekomst av redusert lauv- og barmasse på trærne. Alle treslag. Europeiske land. 1990



Kilde: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1991

østlige delstater i Tyskland. Det rapporteres i 1990 om spesielt alvorlig skadeomfang for lauvtrearter i Tsjekkoslovakia, Hviterussland og østlige deler av Tyskland. For eldre bestand av eik er andelen av prøvetrær med minst 25 prosent reduksjon av lauvmassen på mer enn 50 prosent. Også tilstanden for bøk i disse landene gir grunn til bekymring.

Tendensen til ulik regional utvikling i omfanget av skogskader har fortsatt i 1990, og dette kan befeste teorien om at skogskader har en kompleks årsakssammenheng. Det er forøvrig ulike oppfatninger om luftforurensningenes betydning for skogens sunnhetstilstand (GEMS, 1990). I noen land regnes luftforurensninger for å være den viktigste årsaken til svekket sunnhetstilstand på skog, mens andre land regner luftforurensning som en av mange faktorer som påvirker skogens sunnhetstilstand.

Referanser:

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1991): *Waldzustandsbericht des Bundes, Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1991.*

Global Environment Monitoring System - GEMS (1990): *Forest Damage and Air Pollution.* Report of the 1989 Damage Survey in Europe.

Norsk institutt for jord- og skogkartlegging - NIJOS (1992): *Rapport 1991. Program "Overvåkning av skogens sunnhetstilstand"*

Norsk institutt for skogforskning - NISK (1991a): *Fylkesvise lokale overvåkningsflater. Vitalitetsregistreringer 1991.*

Norsk institutt for skogforskning - NISK (1991b): *Overvåkningsprogram for skogskader, skogsjordas næringsinnhold i kystnære strøk i Sør-Norge.*

Statistisk sentralbyrå - SSB (1990): *NOS Skogavvirkning 1989/90.*

Statistisk sentralbyrå - SSB (1991): *NOS Skogstatistikk 1989.*

Statistisk sentralbyrå - SSB (1992): *Landbruksteljing 1989. NOS Skogbruk og Utmarksressursar.*





6. JORDBRUK. AREALBRUK OG FORURENSNING

Jordbruksarealet i Norge økte med litt over 4 prosent i perioden fra 1979 til 1989. Fulldyrket areal økte med om lag 11 prosent, mens overflatedyrket areal ble redusert med 30 prosent. Dette kan ha bidratt til økt avrenning av næringsstoffer fra jordbruksarealene. Redusert mengde husdyrgjødsel, lavere husdyrkonsentrasjon og mindre ekstrem bruk av kunstgjødsel drar imidlertid i motsatt retning.

I 1988 ble 74 prosent av husdyrgjødsla spredd i vekstsesongen, og i 1989 ble delt nitrogengjødsling til korn praktisert på 7 prosent av kornarealet. Begge disse tiltakene bedrer utnyttningen av næringsstoffene i gjødsla til plantevekst.

Redusert eller utsatt jordarbeiding i forhold til høstpløying på kornarealet vil kunne redusere jorderosjonen. I 1989/90 ble 82 prosent av kornarealet høstpløyd. Rogaland hadde lavest andel av fylkene med 10 prosent, mens i Østfold ble hele 91 prosent høstpløyd. Høstsådd korn vil normalt redusere arealavrenning. I 1989 ble 3 prosent av kornarealet tilsådd om høsten.

6.1. Arealbruk og arealressurser

Jordbruksarealet i Norge på bruk over 5 dekar dekket i 1989 om lag 9 900 km². Dette utgjør om lag 3,2 prosent av landarealet. Tallet i 1979 var 9 500 km², mens det i 1939 var oppe i 10 500 km². Figur 6.1 viser hvordan arealet med korn, annen åker, fulldyrket eng og overflatedyrket eng (ekstensiv drift) har utviklet seg siden 1939.

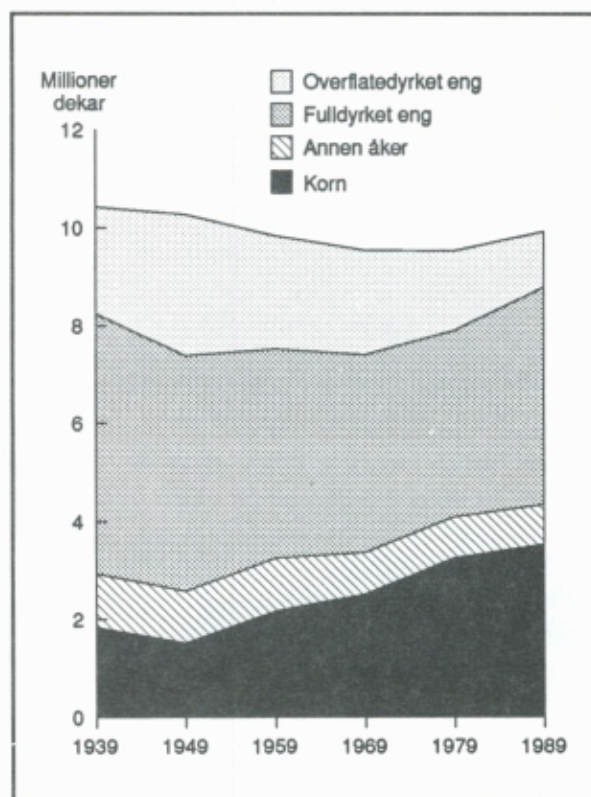
Korn og fulldyrket eng utgjør størstedelen av jordbruksarealet (80 prosent i 1989). I det siste ti-året har disse arealene økt, mens arealet av annen åker og i sær overflatedyrket eng har blitt redusert. I perioden fra 1949 til 1989 har kornarealet blitt fordoblet, mens arealet av de andre tre vekstgruppene er redusert.

Figur 6.2 illustrerer en fylkesvis fordeling av åker- og engarealet i 1989.

På åkerarealet dyrkes i all hovedsak korn. Mesteparten av denne produksjonen foregår på Østlandet der klimaforholdene er best, og terreng- og arronderingsforholdene har gjort det mulig å mekanisere driften.

Sammenliknet med mange land er jordbruksarealet i Norge lite sett i forhold til folketallet

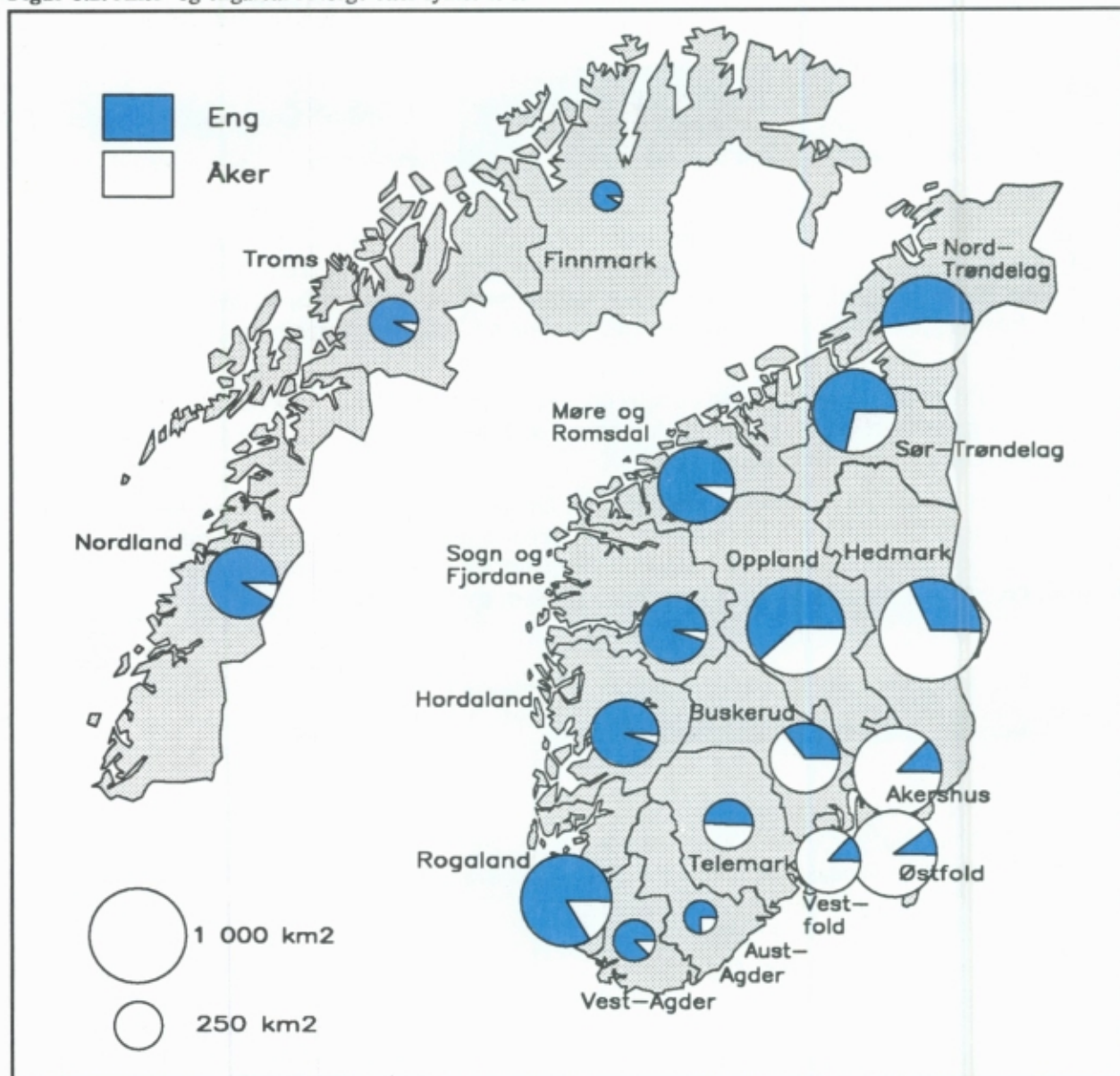
Figur 6.1. Jordbruksarealet¹ etter vekstgrupper. 1939-1989. Mill. dekar



¹ På driftsenheter større enn 5 dekar.

Kilde: SSB, Landbrukstellingene.

Figur 6.2. Åker- og engareal i Norge etter fylke. 1989



Kilde: SSB, Landbrukstillingen 1989.

og det totale arealet. Klimaet setter begrensninger for dyrking av mange vekster. Bare om lag 10 prosent av dyrkingsarealet er egnet til matkomndyrking (NIJOS, 1989).

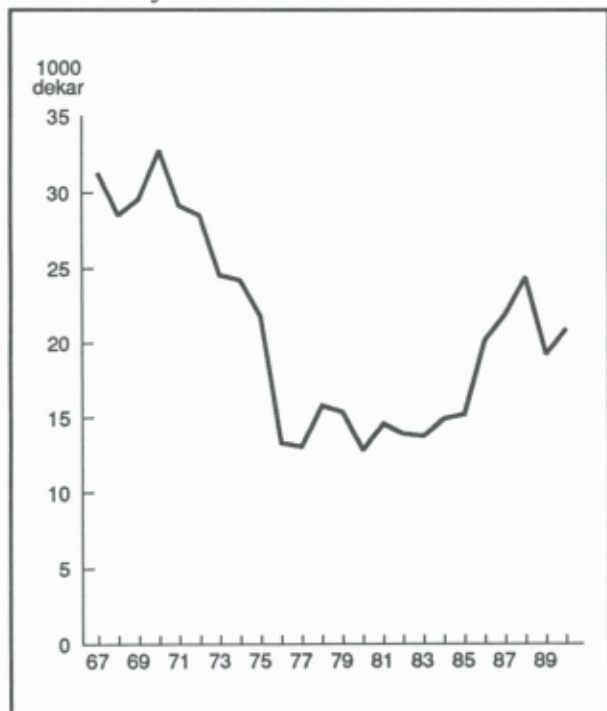
Presset til å nytte dyrket og dyrbar jord til annet enn jordbruksformål har økt med urbaniseringen og framveksten av andre næringer. Figur 6.3 viser antall dekar dyrket og dyrbar jord som er omdisponert til andre formål (veier, bebyggelse m.m.) siden 1967.

Årlig omdisponering av jordbruksareal avtok utover 1970-tallet, men har mot slutten av 1980-tallet igjen vist en økende tendens. Snaut

500 km² dyrket og dyrbar jord er omdisponert til andre formål siden 1967. Det utgjør om lag 5 prosent av dagens jordbruksareal. Det aller meste av dette er tapt for seinere jordbruksproduksjon. Størstedelen av den omdisponerte jorda ligger i områder med presserende arealbruksbehov - rundt byer og tettsteder. Her finnes også ofte det beste klimaet og den beste dyrkingsjorda.

Dersom alle egnede arealressurser ble tatt i bruk, ville en kunne øke arealet av dyrket jord fra om lag 10 millioner dekar til 17-18 millioner dekar (NIJOS, 1989). Det ville øke dyrket

Figur 6.3. Dyrket og dyrkbar¹ jord som er omdisponert til annet enn jordbruksformål, 1967-1990, 1 000 dekar



¹Dyrkbar jord (som er udyrket) ble ikke tatt med i denne statistikken før 1976, og er for årene før 1976 anslått ut fra forholdet mellom tap av dyrket og dyrkbar jord i påfølgende år.

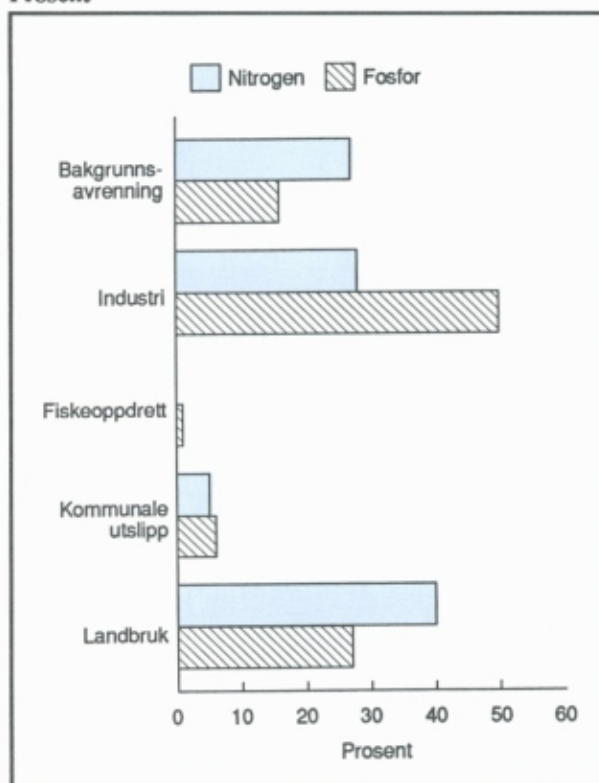
Kilde: Landbruksdepartementet.

areal pr. innbygger fra om lag 2,3 dekar til 4,1 dekar. Den gjenværende dyrkingsjorda er imidlertid av dårligere kvalitet fordi mye av den beste jorda allerede er tatt i bruk eller er nedbygd.

6.2. Forurensninger fra jordbruket

Følgende stoffgrupper lekker ut av produksjonssystemet i jordbruket og kan forurense: *nitrogen (N)* og *fosfor (P)*, *organisk materiale*, *jordpartikler* og *miljøgifter* (f.eks. tungmetaller og rester av kjemiske plantevernmidler). Informasjonen om landbruksforurensninger er i denne rapporten begrenset til utslipp av næringsalter av N og P. Næringssaltene forårsaker økt algevekst, noe som i sin tur kan forårsake oksygenbrist i vannmassene. Algene er iblant giftproduserende (se forøvrig kapittel 7).

Figur 6.4. Relativ fordeling av tilførslene av N og P til kyststrekningen Østfold-Lindesnes, etter kilde, 1990. Prosent



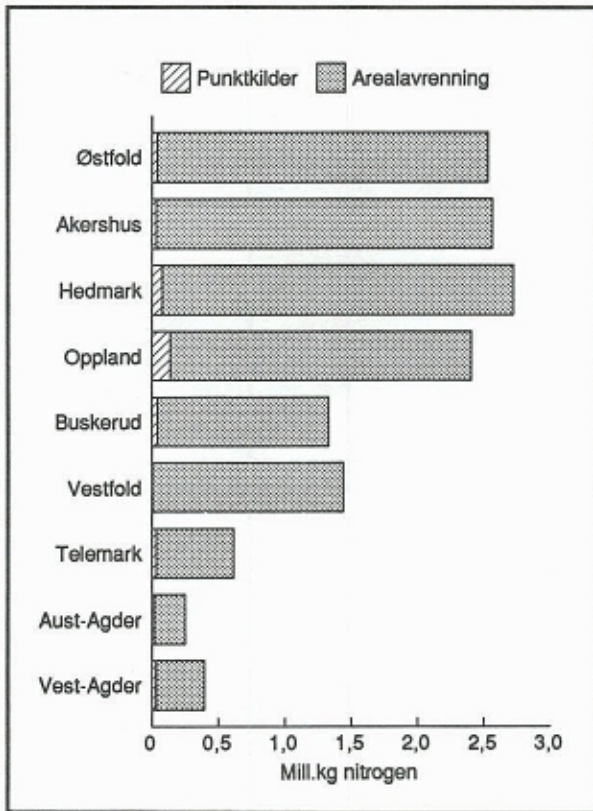
Kilde: SFT (1991).

Jordbrukets andel av de totale tilførsler til Nordsjøen

Jordbruket bidrar med en betydelig andel av de samlede utslipp av næringsalter i Norge. Figur 6.4 viser beregnet fordeling av totale nitrogen- og fosfortilførsler fra ulike kilder til kyststrekningen Østfold-Lindesnes. Dette er området som omfattes av "Nordsjøavtalen", som ble inngått gjennom Ministererklæringen av 24. og 25. november 1987 i London om beskyttelse av Nordsjøen, der landene rundt Nordsjøen bl.a. besluttet å halvere sine utslipp av næringsalter fra 1985 til 1995.

De totale tilførslene er anslagsvis 1 400 tonn P og 40 000 tonn N (SFT, 1991). Jordbruket bidrar med anslagsvis 27 og 16 prosent av hhv. nitrogen- og fosfortilførslene. "Bakgrunnsavrenning", dvs. avrenning fra skog og utmark utgjør 40 prosent av nitrogentilførslene og 27 prosent av fosfortilførslene. En stor del av bakgrunnsavrenningen av nitrogen skyldes menneskeskapt tilførsler via nedbøren. Kommunale

Figur 6.5. Nitrogenutslipp fra jordbruket. Punktkilder og arealavrenning i fylkene som omfattes av Nordsjøavtalen. 1985. Millioner kg



Kilde: Jordforsk, 1991.

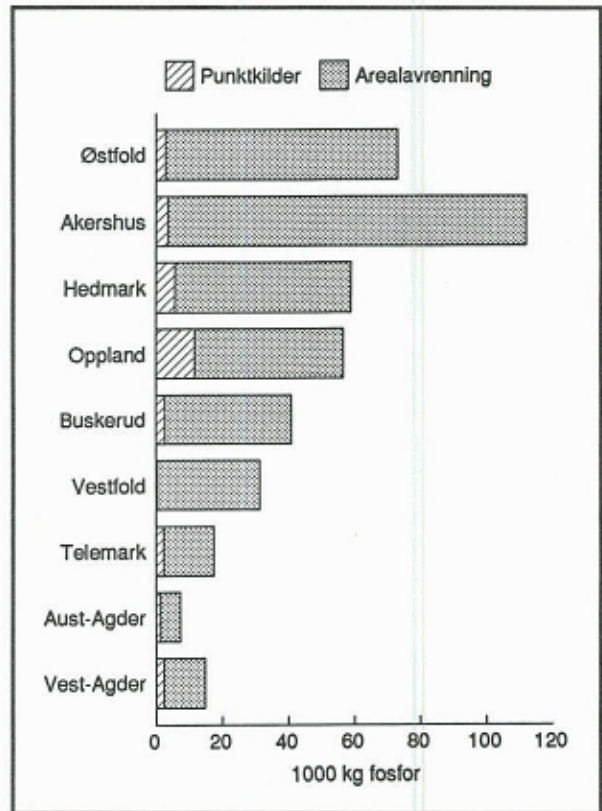
le utslipp (avløp fra husholdninger mm.) og avrenning fra landbruket står for storparten av de resterende tilførsler. Fiskeoppdrettsanlegg kommer lavt ut fordi de aller fleste anlegg er lokalisert fra Rogaland og nordover, altså utenfor området som omfattes av Nordsjødeklarasjonen.

Utslippskilder

Kildene for utslipp av næringsalter fra jordbruket kan deles i to; punktutslipp og diffuse utslipp (arealavrenning). Punktutslipp er i hovedsak lekkasje fra gjødsel- og silolagre. Til diffuse utslipp regnes næringsstoffer som tapes fra jordbruksarealene. Punktutslipp kan reduseres betydelig gjennom tetting av lagrene. Arealavrenning er mer komplisert å kontrollere fordi denne i stor grad henger sammen med driftsform, klimavariasjoner og jordtype.

Figurene 6.5 og 6.6 viser beregnede utslipp fra jordbruket av hhv. nitrogen og fosfor i fylk-

Figur 6.6. Fosforutslipp fra jordbruket. Punktkilder og arealavrenning i fylkene som omfattes av Nordsjøavtalen. 1985. 1000 kg



Kilde: Jordforsk, 1991.

ene som omfattes av Nordsjødeklarasjonen (i det følgende kalt "algefylkene"), fordelt på punktkilder og arealavrenning.

Beregningene viser at næringstapet fra arealavrenning er langt større enn fra punktkilder (Jordforsk, 1991). I gjennomsnitt er rundt 90 prosent av utslippene arealavrenning. Andelen fra arealavrenning er litt høyere for nitrogen enn for fosfor.

Punktutslipp forekommer sammen med husdyrproduksjon. I Oppland, hvor det er relativt mange husdyr, er det større andel fra punktutslipp enn i f.eks. Østfold og Vestfold hvor dyretettheten er liten. Stor arealavrenning av fosfor i Akershus skyldes stor jorderosjon.

Aktiviteter i jordbruket som påvirker forurensningssituasjonen

For å kunne følge utviklingen i forurensningene fra jordbruket, må en ta utgangspunkt i endringer i driftssystemer og arealbruk. Målte

verdier i resipientene vil være påvirket av tilførsler fra flere kilder, og tilførslene vil variere sterkt fra år til år på grunn av variasjoner i vær og snøsmeltingsforhold. De forhold ved drift og arealbruk som påvirker avrenningen mest, er gjødsling og jordarbeiding. I Norge finnes opplysninger om jordarbeiding i SSBs utvalgstillinger for landbruket 1990 og 1991. Spredning av handelsgjødsel til korn og eng er for nitrogen oppgitt i Landbrukstillingene 1979 og 1989, samt utvalgstillingen 1990. Om fosfor fra handelsgjødsel og disponering av husdyrgjødsel finnes opplysninger i tellingene fra og med 1989.

Annen relevant statistikk er oppgaver over husdyr og jordbruksarealer, som er tilgjengelige fra og med 1983 i søknader om produksjonstillegg.

I det følgende presenteres tilgjengelig statistikk som kan belyse hvordan jordbruket er årsak til forurensning.

Arealbruk

Avrenning av næringsstoffer fra fulldyrket jordbruksareal er større pr. arealenhet enn fra areal som skog og fjell. Jordbruksarealet kan deles i to hovedkategorier: åker (areal som vanligvis pløyes årlig) og eng (areal med grasvekster som bare pløyes med noen års mellomrom). Jordtapet (erosjon) er vesentlig større på åker enn på eng, og generelt er også tapet av næringsstoffer større på åker.

En endring i jordbruksarealet eller en vesentlig endring i forholdet mellom eng og åkerareal vil derfor indikere endring i utslippene gitt at andre forhold ikke endres. Både fulldyrket eng og åker har økt fra 1979 til 1989 (hhv. 16 og 6 prosent), noe som kan ha bidratt til økt avrenning.

Jordarbeiding

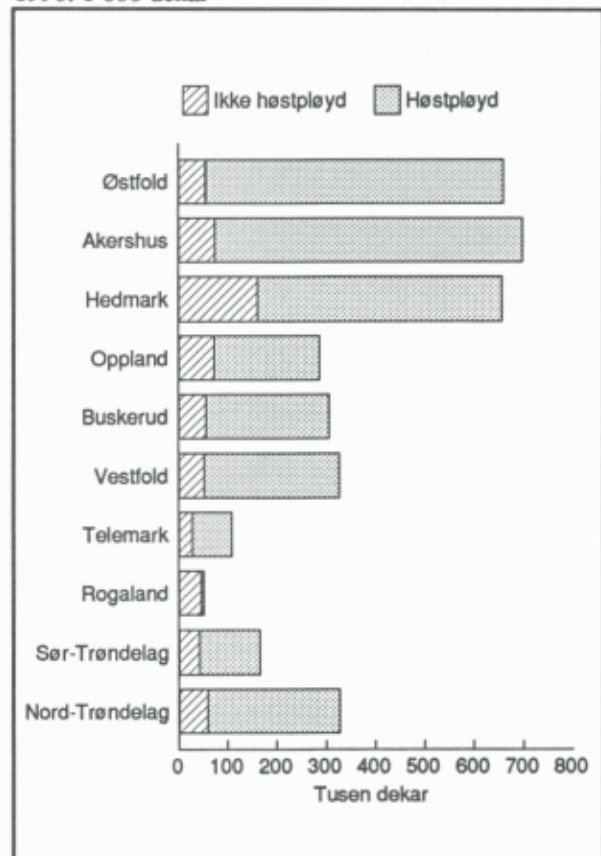
Tradisjonell jordarbeiding for korn innebærer at jorda pløyes om høsten og slåddes og harves om våren. Det medfører at jorda ligger utsatt for erosjon fra vann og vind uten beskyttende plantedekke gjennom høst og vinter. Jorderosjon er i åkerområdene viktigste årsak til fosforutslippene, samtidig som jordtapet på sikt kan redusere jordas produksjonsevne.

Med utsatt eller redusert jordarbeiding, i sær om høsten, vil erosjonen bli mindre. Høsthar-

ving uten høstpløying reduserer i gjennomsnitt erosjonen med 30-40 prosent, mens all jordarbeiding lagt til våronna reduserer erosjonen med om lag 60 prosent i gjennomsnitt (Jordforsk, 1990). I absolutte tall blir reduksjonen størst på arealer som er bratte eller består av lett eroderbare jordarter (silt). Foreløpig er ikke opplysningene om jordarbeiding kartfestet.

Figur 6.7 viser kornarealet fordelt på høstpløyde og ikke-høstpløyde arealer (harvet og/eller vårpløyd).

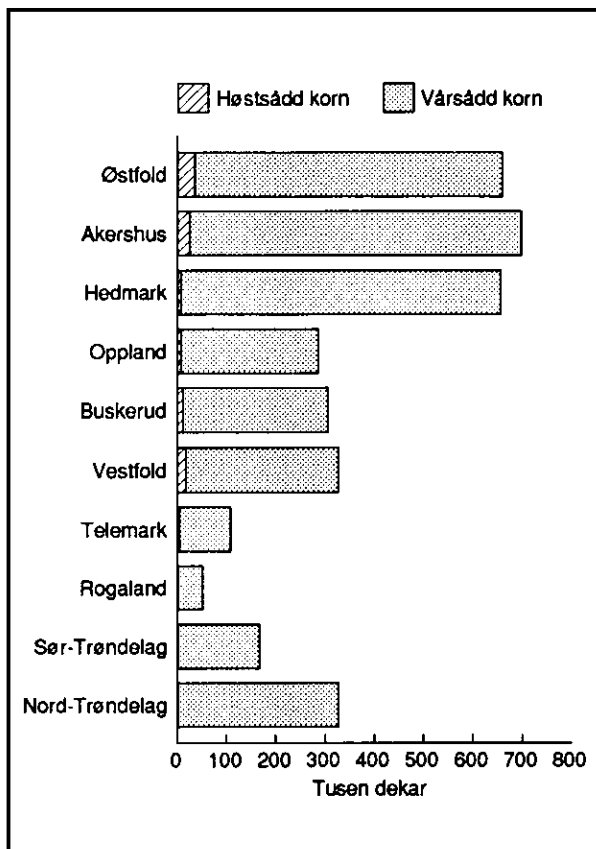
Figur 6.7. Kornarealet fordelt på høstpløyd/ikke høstpløyd i fylker med betydelig kornareal. Høst 1989/vår 1990. 1 000 dekar



Kilde: SSB, Utvalgstilling for landbruket 1990.

Rogaland har desidert lavest andel høstpløyd areal med snaut 10 prosent. I Hedmark, Oppland, Telemark og Sør-Trøndelag blir om lag 75 prosent av kornarealet høstpløyd. Både Akershus og Østfold, som er fylkene med mest erosjonsutsatt areal, kommer dårlig ut med hhv. 89 og 92 prosent høstpløyd kornareal.

Figur 6.8. Kornarealet fordelt på høstsådd og vårsådd korn. Utvalgte fylker. Høst 1989/vår1990. 1 000 dekar



Kilde: SSB, Utvalgstelling for landbruket 1990.

Høstkorn

Høstkorn er aktuelt i de områder som er best egnet for korndyrking. Plantedekket som etableres om høsten vil redusere erosjonen med i snitt 30-40 prosent i forhold til vårkorn med tidlig høstpløying. Også nitrogenavrenning om høsten vil kunne reduseres betydelig som følge av planteveksten. Figur 6.8 viser kornarealet som ble høstsådd i 1989.

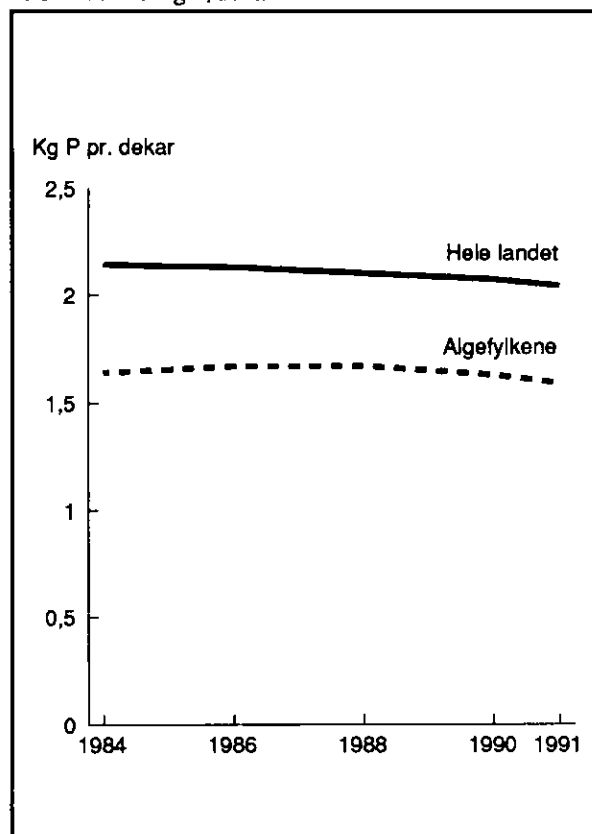
I hele landet ble 3,0 prosent høstsådd, mens tallet for "algefylkene" var 3,5 prosent.

Østfold og Vestfold er fylkene hvor høstsådd korn er mest utbredt med drøyt 5 prosent av kornarealet. Dette er også de to fylkene med best klimatiske forhold for dyrking av korn.

Disponering av husdyrgjødsel

Det er av stor betydning for avrenningen hvordan husdyrgjødsel disponeres. Jo mindre andel av næringsstoffene i gjødsel som utnyttes av

Figur 6.9. Mengde husdyrgjødsel i gjennomsnitt pr. dekar fulldyrket areal¹. Hele landet og "algefylkene". 1984-1991*. Kg P/dekar



¹ Areal på bruk uten husdyr er ikke medregnet.

Kilde: SSB, søknader om produksjonstillegg 1984-1991.

plantene, jo større andel vil forsvinne til luft (ammoniakkfordampning og denitrifikasjon) eller føres vekk med vannet som renner av arealet hvor gjødsel er spredd. For en bestemt gjødselmengde bestemmes utnyttingsgraden av tre viktige forhold:

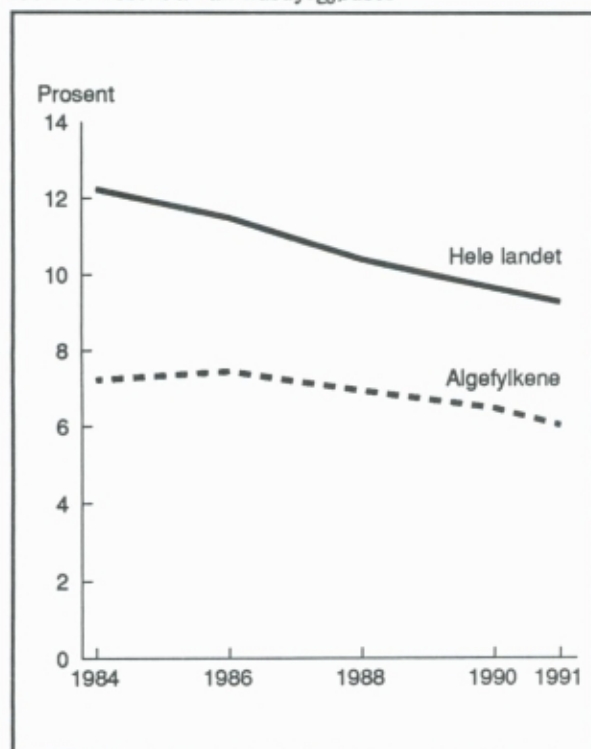
1. Mengde gjødsel spredd pr. arealenhet.
2. Spredetidspunkt i forhold til plantenes vekst.
3. Tidspunkt for nedmolding av gjødsel etter spredning.

For punkt 3. finnes ingen systematiske opplysninger. Figurene 6.9 og 6.10 gir indikasjoner på mengde husdyrgjødsel spredd pr. arealenhet.

Figur 6.9 viser at det er små endringer i mengde fosfor fra husdyrgjødsel pr. dekar fulldyrket areal på bruk med husdyr i perioden 1984-1991.

En måte å uttrykke lokalt overskudd (konsentrasjon) av husdyrgjødsel på er å beregne hvor stor andel av all husdyrgjødsel som måtte om-disponeres for at alle gårdsbrukene skulle hatt minst 4 dekar fulldyrket areal pr. gjødseldyrenhet. (Antall husdyr kan uttrykkes i såkalte "gjødseldyrenheter" i henhold til Landbruksdepartementet (1989)). Denne andelen er vist i figur 6.10. Ifølge Miljøverndepartementets forskrift for husdyrgjødsel (Miljøverndepartementet, 1989), skal hvert bruk innen 1995 disponere minst 4 dekar spredeareal pr. gjødseldyrenhet.

Figur 6.10. Overskytende gjødsel i forhold til et krav om 4 dekar fulldyrket areal pr. gjødseldyrenhet. 1984-1991*. Prosent av all husdyrgjødsel



Kilde: SSB, søknader om produksjonstillegg 1984-1991.

Figuren viser en klar reduksjon i mengden "overskuddsgjødsel" i perioden 1984 til 1991.

Andel av alle husdyrbruk som har mindre enn 4 dekar fulldyrket areal pr. gjødseldyrenhet, er redusert fra 19 til 18 prosent. Samtidig har antall husdyrbruk gått ned fra 72 000 til 60 000, mens antall gjødseldyrenheter (mengden husdyrgjødsel) er redusert med om lag 6 prosent.

Alt i alt tyder beregningene ovenfor på at konsentrasjon av husdyrgjødsel er et avtakende problem, og dette er en indikasjon på lavere avrenning av næringsalter.

Det er viktig å være klar over at konsentrasjonen av husdyrgjødsel også påvirkes av flere forhold enn de som er vist til ovenfor. For det første er det forutsatt at gjødselmengde pr. dyr ikke har endret seg i perioden. For det andre går en del av husdyrene (f.eks. sau, geit, ungdyr) på utmarksbeite en del av året. Dette reduserer mengden spredd til fulldyrket areal. For det tredje kan gårdbrukere utvide sitt spredeareal ved f.eks. å ta i bruk overflatedyrket areal eller leie jordbruksareal på andre bruk. Basert på opplysninger i Landbrukstillingen 1989 ble i 1988 2,5 prosent av husdyrgjødsel spredd på annet enn eget areal.

For effektiv utnytting av næringsstoffene i gjødsel er det viktig å spre husdyrgjødsel i vekstsesongen. Ifølge Landbrukstillingen 1989 og Utvalgstilling for landbruket 1990, ble både i 1988 og i 1989 om lag 74 prosent av husdyrgjødsel spredd i vekstsesongen. For de enkelte fylker var det også liten endring fra 1988 til 1989. Figur 6.11 viser spredning av husdyrgjødsel i 1988, fordelt på fylker og spredningstidspunkt.

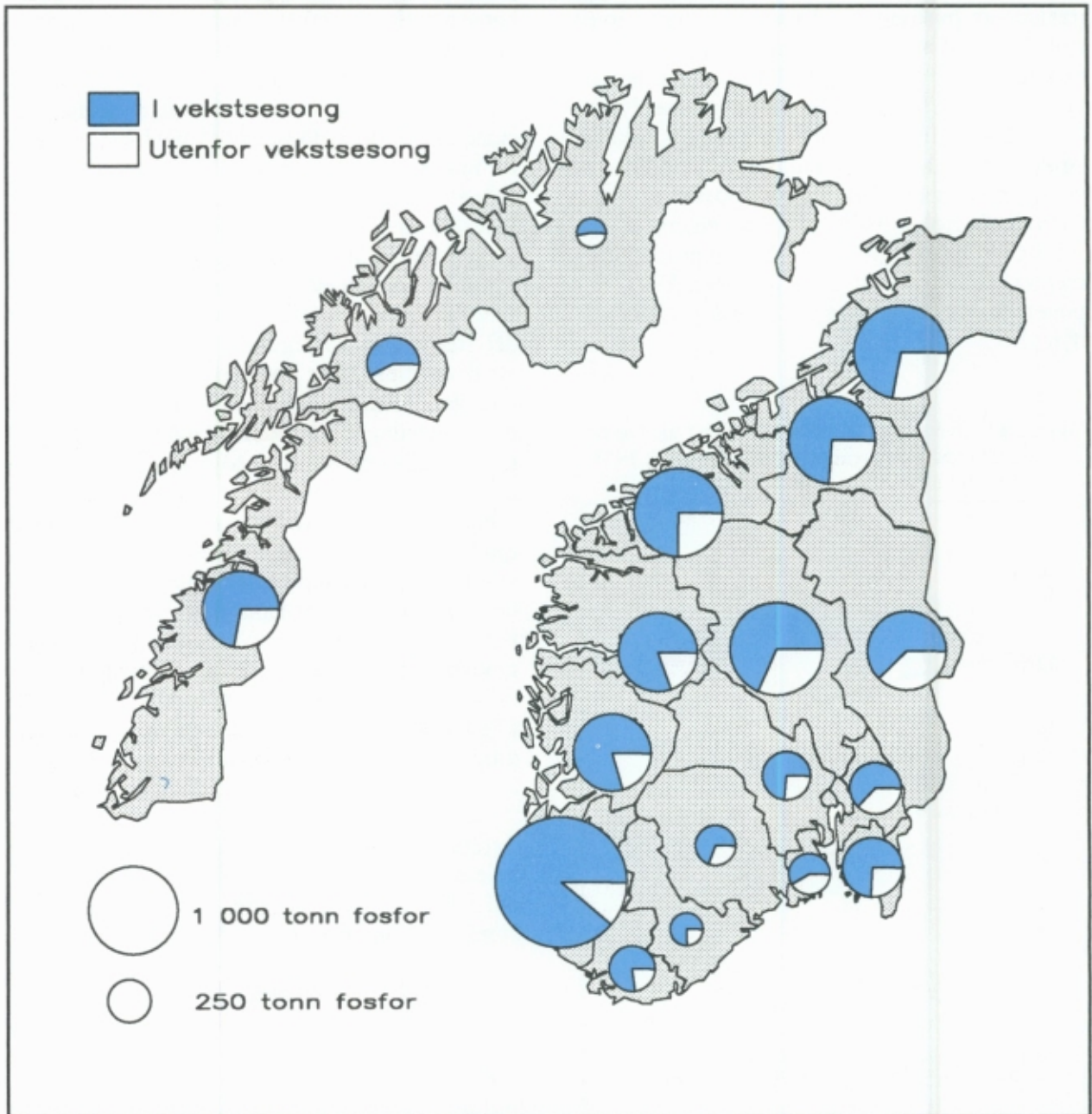
I Rogaland, som er fylket med desidert størst dyretetthet og husdyrgjødselmengder, spres hele 88 prosent av husdyrgjødsel i vekstsesongen. I fylkene som omfattes av Nordsjøavtalen, spres bare om lag 66 prosent i vekstsesongen, men her er mengden husdyrgjødsel ikke så stor i forhold til spredearealet.

Sammenheng mellom lagringskapasitet og spredning i vekstsesong

Ifølge "Forskrift om husdyrgjødsel" (Miljøverndepartementet, 1989) er det forbudt å spre husdyrgjødsel på snø og frossen mark. Det er tillatt å spre om høsten etter vekstsesongen under forutsetning av at gjødsel nedmoldes umiddelbart. Av arbeidshensyn er dette for mange et gunstig tidspunkt.

For å kunne spre gjødsel etter forskriftenes krav, er det nødvendig med lagringskapasitet for minst 8 måneder inneføring dersom dyra står inne hele året. Analyser basert på Landbrukstillingen 1989 viser at omtrent 80 prosent av all husdyrgjødsel er på bruk som har til-

Figur 6.11. Fosfor i husdyrgjødsel fordelt på spredning i og utenfor vekstsesong. Fylker. 1988

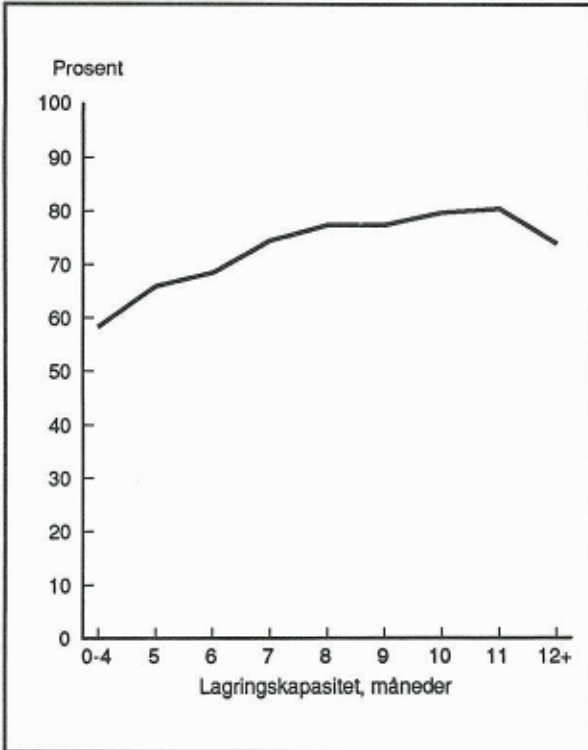


Kilde: SSB, Landbrukstelling 1989.

strekkelig lagringskapasitet for å kunne spre etter forskriftene.

Figur 6.12 viser sammenheng mellom lagringskapasitet for husdyrgjødsel og spredningspraksis.

Figur 6.12. Andel av husdyrgjødsel spredd i vekstsesongen fordelt på brukenes lagringskapasitet for husdyrgjødsel målt i måneder med inneføring. Hele landet. 1988



Kilde: SSB, Landbrukstelingen 1989.

Figuren viser at andelen spredd i vekstsesongen varierte mellom 60 og 80 prosent avhengig av lagringskapasitet. Det er ikke funnet noen god forklaring på hvordan bruk med svært liten lagringskapasitet kunne oppgi at over 60 prosent ble spredd i vekstsesongen. Bruk med liten lagringskapasitet spredde ikke mer av gjødsel utenfor eget areal.

For å kunne spre all husdyrgjødsel i vekstsesongen er det nødvendig med 10-11 mnd. lagringskapasitet. Figur 6.12 viser imidlertid at bruk med lagringskapasitet på 12 måneder eller mer ikke spredde større andel i vekstsesongen enn bruk med 8-10 måneders lagringskapasitet.

Siden 1989 er det gitt drøyt 300 millioner kroner i tilskudd til tekniske miljøtiltak (Landbruksdepartementet, 1990-92). Om lag halvpar-

ten av dette er blitt brukt til utviding av gjødsellagre. Formålet med å utvide lagringskapasiteten er å kunne spre gjødsel på gunstigst mulig tidspunkt, og tilskuddene er gitt av miljøhensyn. I Utvalgstilling for landbruket 1992 er det planlagt å undersøke om praksis for spredning av husdyrgjødsel har endret seg etter at disse investeringer i gjødsellagre er gjennomført.

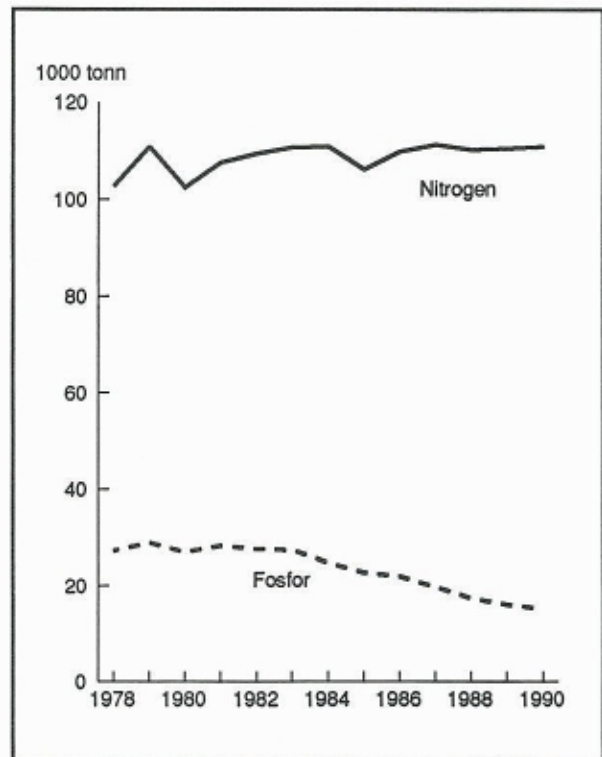
For en vurdering av kostnadseffektivitet mellom ulike tiltak i landbrukssektoren, vises det til SSB (1991).

Spredning av handelsgjødsel

Det siste tiåret har omsetningen av nitrogen i handelsgjødsel ligget stabilt på rundt 110 000 tonn i året. Omsetningen av fosfor har vært klart synkende, og var i 1990/91 på 15 200 tonn, mot hele 29 000 tonn i 1979/80. Figur 6.13 viser omsetningen av N og P i handelsgjødsel siden 1978.

Oppgaver over spredning av nitrogen i handelsgjødsel til korn og fulldyrket eng er gitt i Landbrukstellingene i 1979 og 1989 og utvalgs-

Figur 6.13. Omsetningen av nitrogen og fosfor i handelsgjødsel i Norge. 1978-1990. 1 000 tonn



Kilde: Felleskjøpenes Landsforbund.

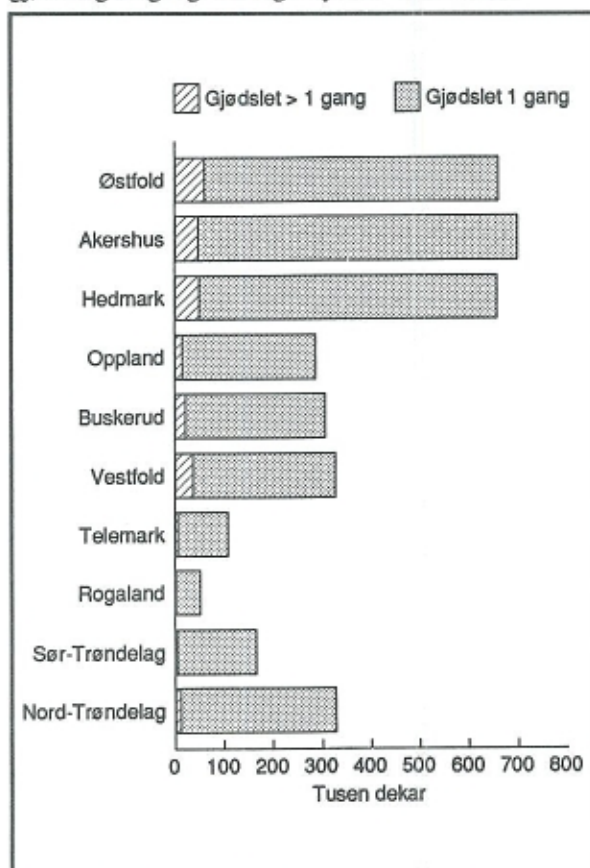
tellingene 1990 og 1991 (resultatene fra tellingen 1991 er foreløpig ikke klare). For fosfor foreligger tilsvarende statistikk bortsett fra i tellingen i 1979. Tabell 6.1 viser gjennomsnittsgjødsling av N og P til korn og eng i Sør-Norge og "algefylkene" basert på disse oppgavene.

Spredning av handelsgjødsel viser svært små endringer i den perioden som dekkes av statistikken. Den klareste tendensen er redusert P-gjødsling på eng med en reduksjon på 0,1 kg/dekar fra 1988 til 1989. Dataene for 1989 er basert på et 20 prosents utvalg, mens tallene for 1978 og 1988 er basert på en totalregistrering.

Ved å tilføre nitrogen i flere omganger under veksten, er det mulig å tilpasse gjødslingen bedre til plantenes næringsbehov. Dette vil gjøre at plantene utnytter en større andel av næringsstoffene, noe som både er økonomisk for gårdbrukeren og vil gi mindre gjødseloverskudd til avrenning. Figur 6.14 viser hvor stor andel av kornarealene som ble tilført delt gjødsling i 1989.

I alt er om lag 7 prosent av kornarealet gjødslet i flere omganger. Av fylkene har Vestfold størst andel med drøyt 11 prosent.

Figur 6.14. Kornarealet fordelt på delt gjødsling og gjødsling én gang. Utvalgte fylker. 1989. Dekar



Kilde: SSB, Utvalgstilling for landbruket 1990.

Tabell 6.1. Gjennomsnittlig spredning av handelsgjødsel til korn og fulldyrket eng i Sør-Norge og "algefylkene". 1978, 1988 og 1989. Kg N og P pr. dekar

	Nitrogen			Fosfor		
	1978	1988	1989	1978	1988	1989
Korn						
Sør-Norge	10,6	10,6	10,6	..	2,2	2,2
Algefylkene	11,0	11,0	11,0	..	2,2	2,2
Fulldyrket eng						
Sør-Norge	14,3	14,4	14,1	..	2,5	2,4
Algefylkene	12,7	12,9	12,8	..	2,6	2,5

Kilde: SSB, Landbrukstellingene 1979 og 1989. Utvalgstilling for landbruket 1990.

Referanser:

Jordforsk (1990): *Tiltak mot jorderosjon og avrenningstap av fosfor og nitrogen fra jordbruksarealer.* Senter for jordfaglig miljøforskning, Ås.

Jordforsk (1991): *Avrenning og effekt av tiltak i landbruket.* Delutredning til Nasjonal Nordsjøplan (Revidert utgave). Prosjekt nr. 1347, Senter for jordfaglig miljøforskning, Ås.

Landbruksdepartementet: Diverse Stortingsmeldinger 1968-1991 om praktiseringen av jord- og konsesjonsloven.

Landbruksdepartementet (1989): *Retningslinjer om lagring og spredning av husdyrgjødsel.*

Landbruksdepartementet (1990, 1991, 1992): Årsoppgaver for tekniske miljøtiltak fordelt på deltiltak. Ordinære søknader.

Miljøverndepartementet (1989): *Forskrift om husdyrgjødsel.*

NIJOS (1989): *Jordressursdata på nasjonalt nivå.* Norsk Institutt for Jord- og Skogkartlegging, Ås.

SFT (1990): *Forurensning fra landbruket - endringer fra 1985 til 1989.* SFT-dokument nr. 90:07. Oslo.

SFT (1991): *Nordsjø-deklarasjonen. Tiltak for å redusere næringssalttilførslene.* SFT-rapport 91:07. Oslo.

SSB (1991): *Naturressurser og miljø 1990.* Rapport 91/1. Statistisk sentralbyrå, Oslo-Kongsvinger.





7. AVLØPSRENSEANLEGG

Som et grunnlag for å overvåke et viktig vannforurensningsproblem, har Statistisk sentralbyrå og Statens forurensningstilsyn i samarbeid igangsatt en årlig registrering av data fra alle landets avløpsrenseanlegg. Ved utgangen av 1990 var det i Norge registrert 1387 avløpsrenseanlegg med en samlet hydraulisk kapasitet på om lag 3,9 millioner P.E. (personenheter) og en samlet hydraulisk belastning på om lag 2,9 millioner P.E. Tilsvarende registreringer ble i noe mindre omfang gjort for 1978, 1982, 1983 og 1988.

7.1. Bakgrunn

Statistisk sentralbyrå (SSB) og Statens forurensningstilsyn (SFT) etablerte i 1991 en database over alle landets avløpsrenseanlegg for at det skulle bli lettere å:

- kontrollere at pålegg blir fulgt opp
- kontrollere at de store investeringene i avløpssektoren gir miljømessige gevinster som forutsatt
- kontrollere at nasjonale mål blir gjennomført og at internasjonale avtaler som er inngått, blir oppfylt
- kartlegge problemområder og gi grunnlag for å vurdere hvor tiltak bør settes inn
- produsere offentlig statistikk fra avløpssektoren

Avløpssystemet kan i hovedsak deles i to hoveddeler; *ledningsnett*et med pumpestasjoner og overløp, og selve *renseanlegget* med sitt utløp.

Ledningsnett^{et} i Norge er av svært forskjellig alder. De eldste delene av ledningsnett^{et} er treledninger som ble lagt tidlig i dette hundreåret. I en mellomperiode ble det lagt mye betongrør, mens man i de siste årene i større grad har gått over til å legge PVC-rør. Den totale lengden avløpsledninger er om lag 30 000 km.

Ledningsnett^{et} kan også deles inn etter funksjon. I et *separatsystem* er overvannsledningen og spillvannsledningen atskilt, mens spillvann og overvann føres bort i samme ledning i et *fellessystem*.

Lekkasjer i ledningsnett^{et} er et stort problem. Overflatevann trenger inn i ledningene og avløpsvann lekker ut. Store deler av avløpsvannet kommer på den måten aldri fram til renselanleggene. I nedbørrike perioder uttynnes også avløpsvannet slik at innløpskonsentrasjonen av næringssalter og organisk stoff blir svært lav. Dette kan, sammen med store vannmengder, føre til driftsproblemer ved renselanleggene.

7.2. Metode

SSB og SFT har i samarbeid utviklet et elektronisk registreringsskjema med kontroller (SSBAVLØP) på PC for innsamling av informasjon om landets avløpsrenseanlegg. Alle miljøvernmyndighetene i fylkene har installert og bruker systemet og er ansvarlige for den årlige oppdateringen. Rapporteringen skjer til SSB, og data blir overført ved hjelp av diskett. Systemet ble satt i drift i 1991, slik at datasettet for 1990 er det første som er samlet inn ved bruk av denne metoden. Flere av fylkene har gitt uttrykk for usikkerhet knyttet til de dataene de har gitt for 1990, og SSB ser på 1991 som et innkjøringsår for systemet. Det er i hovedsak fylkene som ikke er knyttet til Nordsjøavtalen som har gitt uttrykk for usikkerhet.

Registreringen omfatter data om etableringstidspunkt, geografisk plassering, eierforhold, kapasitet, belastning, kjemikalier, rensesprinsipper, analyseresultater, slambehandlingsmetoder, slamdisponeringer og resipienter.

7.3. Resultater

Definisjoner

Avløpsrenseanlegg deles tradisjonelt inn i tre grunntyper renseprinsipp; *mekanisk*, *kjemisk* og *biologisk*. I tillegg kommer kombinasjoner av disse grunntypene.

Mekaniske anlegg omfatter slamavskillere, rister, siler, sandfang og sedimenteringsanlegg, og fjerner de største partiklene fra avløpsvannet enten ved sedimentering eller ved bruk av rister eller siler.

Såkalte *høygradige avløpsrenseanlegg* omfatter anlegg med biologiske og/eller kjemiske trinn.

Biologiske anlegg omfatter aktivslamanlegg, biofilter og biorotor. I biologiske anlegg fjernes i hovedsak lett nedbrytbart organisk stoff ved hjelp av mikroorganismer.

Kjemiske anlegg omfatter primærfellings- og sekundærfellingsanlegg. I kjemiske anlegg tilføres kjemikalier i renseprosessen for å fjerne fosfor fra avløpsvannet. Kjemikaliene er i hovedsak aluminiumsulfat, jernklorid eller kalk. I sekundærfellingsanlegg er det sedimentering før kjemisk felling.

Kjemisk/biologiske anlegg kombinerer et biologisk og et kjemisk trinn og omfatter forfelling-, etterfelling- og simultanfellingsanlegg. I forfellingsanlegg og etterfellingsanlegg tilsettes kjemikaliene henholdsvis før og etter det biologiske trinnet. I simultanfellingsanlegg foretas den kjemiske fellingen i forbindelse med den biologiske nedbrytingen.

Ukonvensjonelle anlegg omfatter sandfilteranlegg, infiltrasjonsanlegg, biodam, biodam med felling og fellingsdam.

Gruppen "*annet/ukjent*" omfatter anlegg med ukjent renseprinsipp, eller spesialtilpasninger som gjør at de ikke naturlig kan plasseres i noen av hovedgruppene angitt tidligere.

Personekvivalenter (p.e.) er avløp fra industri, institusjoner, servicevirksomhet o.l. omregnet til et ekvivalent antall personer med et gitt spesifikt avløp.

Personenheter (P.E.) er summen av antall fastboende personer og antall personekvivalenter innen et område.

Kapasitet og belastning

I 1990 er det totalt registrert 1387 avløpsrenseanlegg. Disse anleggene har en total hydraulisk kapasitet på om lag 3,9 millioner P.E. og en hydraulisk belastning på om lag 2,9 millioner P.E. Registreringen omfatter bare anlegg som har oppgitt en kapasitet på mer enn 50 P.E.

I den forrige oppdateringen av renseanleggsregisteret i 1988 ble det registrert 700 avløpsrenseanlegg med en samlet kapasitet på 2,9 millioner P.E. og en belastning på 2,3 millioner P.E. Tallene for 1988 og tidligere kan imidlertid ikke umiddelbart sammenlignes med registreringene for 1990, da klassifikasjonen av avløpsrenseanlegg er noe endret. Jordrenseanlegg, slamavskillere og rister var ikke inkludert i totaltallene for 1988. Disse anleggstypene ble i 1988 presentert for seg og utgjorde 590 anlegg med en samlet kapasitet på 439 000 P.E. og en belastning på 330 000 P.E.

Tabell 7.1 viser at antall anlegg totalt har økt fra 1290 til 1387 i perioden 1988 til 1990. Kapasiteten har i samme periode økt med 15,2 prosent og belastningen med 9,7 prosent. Antall *biologiske* anlegg er i perioden redusert med 16 prosent. Reduksjonen i kapasitet og belastning for denne anleggstypen har vært henholdsvis 17,2 prosent og 13 prosent. Antall *kjemiske* anlegg har økt med 13,4 prosent, og økningen i kapasitet og belastning har vært hhv. 17,9 prosent og 20,4 prosent. De *kjemisk/biologiske* anleggene har hatt en nedgang i antall på 4,4 prosent og en nedgang i kapasitet og belastning på hhv. 1,6 prosent og 20,6 prosent. Gruppen *mekanisk/ukonvensjonell* har hatt den sterkeste økningen i antall med 16,7 prosent og en kapasitets- og belastningsøkning på hhv. 26,8 prosent og 18 prosent.

Den store nedgangen i antall biologiske og kjemisk/biologiske anlegg er ikke reell, men skyldes i hovedsak at flere anlegg har oppgitt spesialtilpasninger som fører dem over i gruppen "*annet renseprinsipp*". En del mekaniske anlegg som tidligere er rapportert til SFT som en del av en samlekapasitet for fylket (*Kommunale utslipp i Norge. Status 1.1.1991*, SFT-rapport 91:08), er av forskjellige årsaker ikke rapportert i SSB AVLØP. Dette gjelder især for kyststrekningen fra Vest-Agder og nordover.

Hovedvekten av kapasiteten ved renseanleggene i 1990 utgjøres av *anlegg med kjemisk fel-*

Tabell 7.1. Avløpsrenseanlegg. Antall, anleggskapasitet og belastning etter renseprinsipp. 1988 og 1990.

År	Antall	Kapasitet	Belastning
		1 000 PE	
I alt			
1988	1 290	3 365	2 649
1990	1 387	3 877	2 907
Biologisk			
1988	156	87	54
1990	131	72	47
Kjemisk			
1988	149	1 604	1 333
1990	169	1 891	1 605
Biologisk/ kjemisk			
1988	296	732	606
1990	283	720	481
Mekanisk/ ukonv.^{1/} annet²			
1988	689	942	656
1990	804	1 194	774

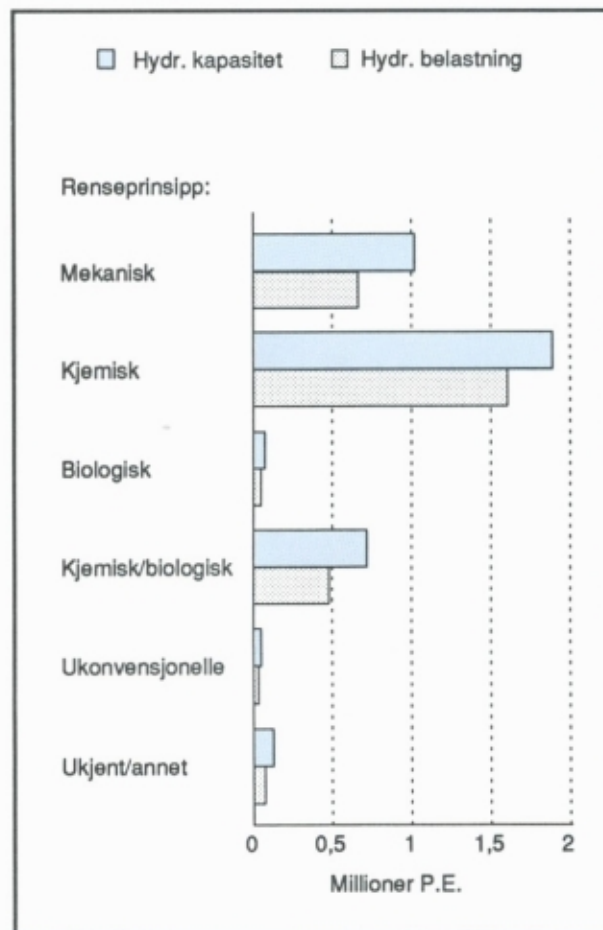
¹ For 1990 omfatter *ukonvensjonelle anlegg* biodammer og biodammer med felling. I statistikken for 1988 inngikk disse anleggstypene i hhv. biologiske og biologisk/kjemiske anlegg, men i tabellen over er de ført under ukonvensjonelle anlegg.

² *Annet* omfatter anlegg som ikke har oppgitt renseprinsipp og anlegg med spesialtilpasninger.

ling, enten alene, eller sammen med et biologisk trinn (se figur 7.1). I alt er det registrert 452 slike anlegg. Disse har en samlet kapasitet på 2,6 millioner P.E. (67 prosent av total kapasitet) og en samlet belastning på 2,1 millioner P.E. (72 prosent av total belastning).

De *mekaniske anleggene* er den største gruppen når det gjelder antall med 519 anlegg, og representerer en kapasitet på 1 million P.E. (26 prosent av total kapasitet). Belastningen på dis-

Figur 7.1. Avløpsrenseanlegg. Kapasitet og belastning, etter renseprinsipp. Millioner P.E. 1990



Kilde: SSB

se anleggene er på 0,7 millioner P.E. (24 prosent av total belastning).

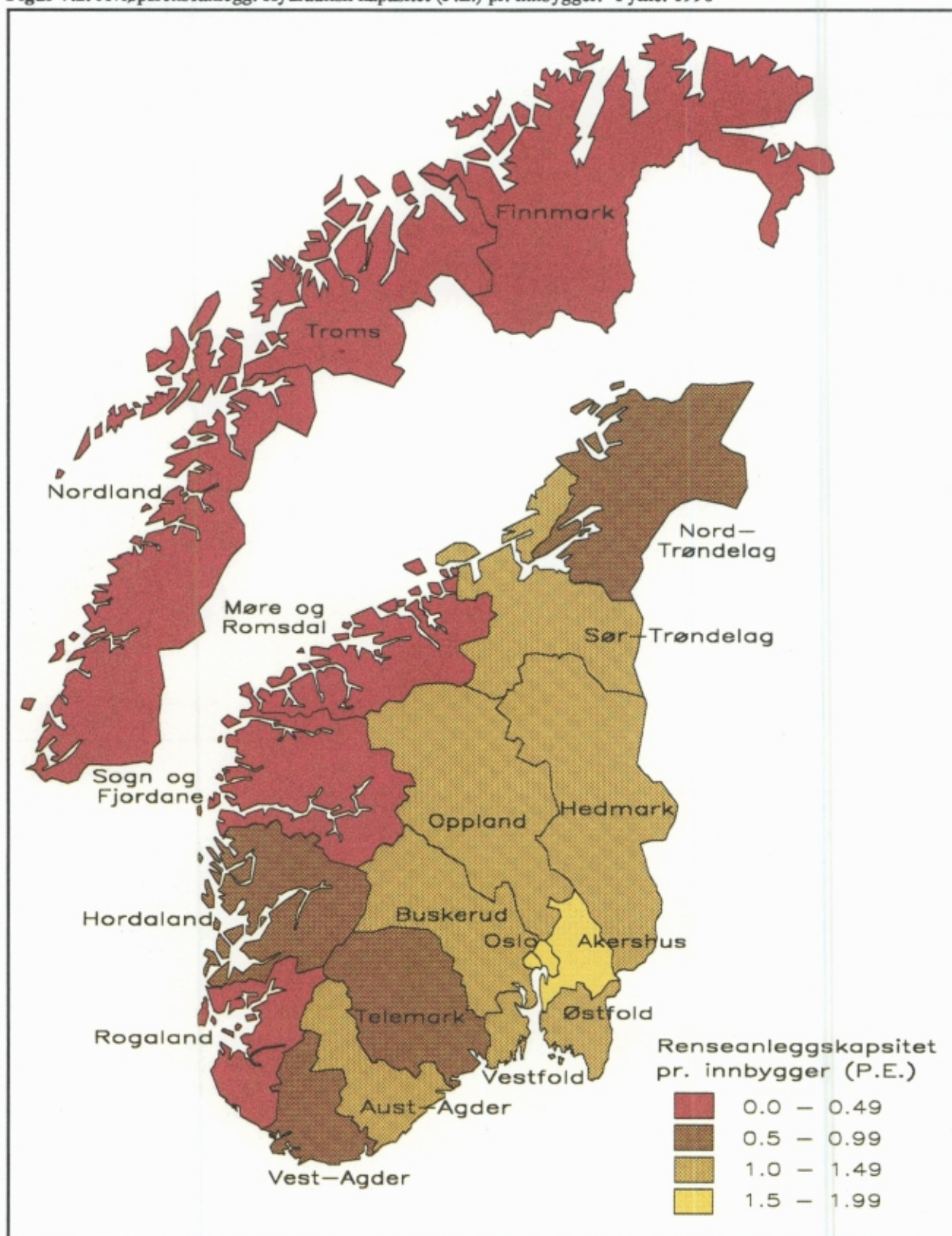
Biologiske anlegg har en samlet kapasitet på i overkant av 70 000 P.E. (2 prosent av total kapasitet) og har en belastning på om lag 45 000 P.E. (1,5 prosent av total belastning).

De resterende anleggene utgjør en kapasitet på 0,2 millioner P.E. (4,5 prosent av total kapasitet) og har en belastning på 0,1 millioner P.E. (2 prosent av total belastning).

De høyeste kapasitetene på avløpsrenseanlegg finnes på Østlandet (figur 7.2). Oslo/Akershus har f.eks. en rensekapasitet på mer enn 1,5 P.E. pr. innbygger.

Figur 7.3. viser at avløpsvannet på Østlandet i hovedsak renses ved høygradige renseanlegg, mens avløpsvann fra Vestlandet og nordover stort sett renses mekanisk. Det er ikke registrert rent mekaniske anlegg over 50 P.E. i drift i Oslo, Akershus, Oppland eller Hedmark.

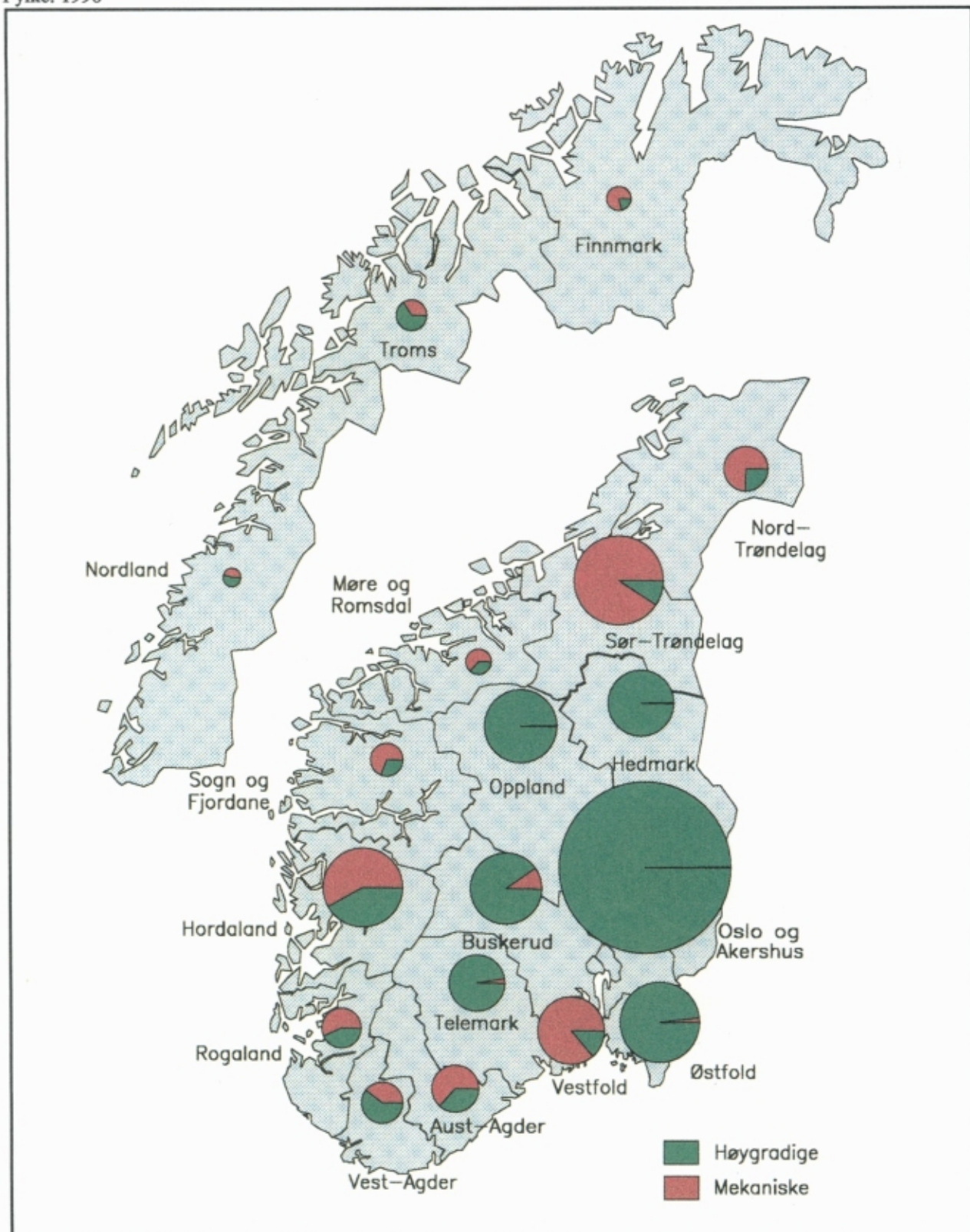
Figur 7.2. Avløpsrensseanlegg. Hydraulisk kapasitet (P.E.) pr. innbygger.¹ Fylke. 1990



¹ Figuren omfatter anlegg med oppgitt kapasitet på mer enn 50 P.E.

Kilde: SSB.

Figur 7.3. Avløpsrensning. Hydraulisk kapasitet (P.E.) fordelt på mekaniske og høygradige avløpsrensning¹. Fylke. 1990



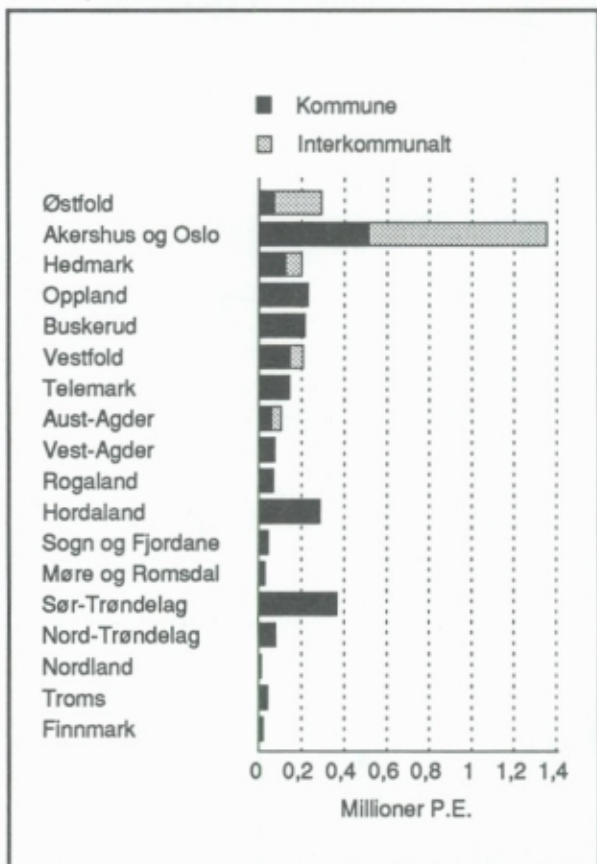
¹ Figuren omfatter anlegg med oppgitt kapasitet på mer enn 50 P.E.

Kilde: SSB.

Eierforhold

Det er i stor grad kommuner som eier avløpsrensningseanleggene, enten som eneeier eller som sameier med andre kommuner.

Figur 7.4. Avløpsrensningseanlegg. Kapasitet etter eierforhold. Fylke. Millioner P.E. 1990



Kilde: SSB.

De store interkommunale rensningseanleggene finnes i hovedsak i Østfold og Akershus (figur 7.4). Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS) i Akershus betjener store deler av Oslo samt deler av Akershus. Dette anlegget er kjemisk og har alene en kapasitet på 0,7 millioner P.E.

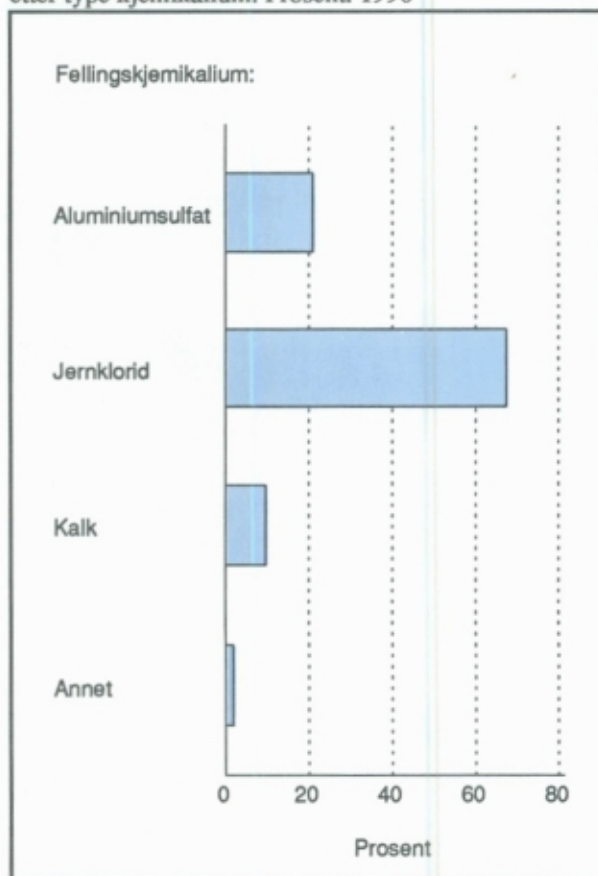
På Vestlandet, i Trøndelag og Nord-Norge er det nesten uten unntak kommunalt eide rensningseanlegg.

Kjemikalier

Kjemikalieforbruket er registrert i de fleste anleggene med kjemisk trinn (figur 7.5).

Det er i hovedsak aluminiumsulfat, jernklorid og kalk som blir brukt i fellingen av fosfor.

Figur 7.5. Avløpsrensningseanlegg. Kjemikalieforbruket etter type kjemikalium. Prosent. 1990



Kilde: SSB.

Noen få anlegg bruker prepolymeriserte aluminiumsalter i fellingen. Jernklorid utgjør mellom 60 og 70 prosent av kjemikalieforbruket, mens aluminiumsulfat utgjør i overkant av 20 prosent. De to største anleggene i Norge, som til sammen utgjør om lag 25 prosent av den totale kapasiteten, benytter i hovedsak jernklorid som fellingskjemikalium.

Renseeffekt

De kommunale rensningseanleggene har som hovedfunksjon å fjerne næringssalter og organisk materiale. Tilførsler av nitrogen (N), fosfor (P) og organisk stoff fra kommunalt avløpsvann, bidrar til forurensningen av innsjøer, vassdrag og fjorder. Generelt kan det sies at fosfor er begrensende næringssalt for algevekst i ferskvann. I saltvann er det mer usikkert, men det antas at nitrogen spiller en viktigere rolle her.

Alger bruker nærings saltene og sollys for å vokse (øke biomassen), og produserer gjennom denne prosessen oksygen. Denne oksygenproduksjonen foregår i de øvre vannmassene der det er lys. Ved økt tilførsel av nærings salter vil algeproduksjonen øke. Denne prosessen kalles *eutrofiering* og har konsekvenser for artssammensetningen i plante- og dyresamfunnene, vannkvaliteten og bunnforhold.

Organismene som lever i vannmassene, synker ned til bunnen når de dør. Her brytes de ned ved forråtnelse, en prosess som forbruker oksygen. Organisk stoff blir også tilført vannet fra renseanleggene. Hvis mengden organisk stoff som sedimenteres blir stor nok, kan det til slutt bli fritt for oksygen ved bunnen. Da vil nedbrytingen av organisk stoff skje uten bruk av oksygen (anaerob nedbryting). I denne prosessen kan det bl.a. dannes hydrogensulfid (H_2S), som er en svært giftig gass.

Forskjellige typer anlegg har forskjellig rensegrad (se tabell 7.2). Kjemiske og kjemisk/biologiske anlegg fjerner ifølge analyse-resultatene mer enn 90 prosent av fosforet fra avløpsvannet, henholdsvis 93 og 92 prosent. Mekaniske anlegg har en renseeffekt når det gjelder fosfor på i underkant av 20 prosent, mens de biologiske har en renseeffekt på om lag 50 prosent.

Den gjennomsnittlige vannmengden inn til anleggene er 441 liter pr. person pr. dag. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av fosfor inn til renseanleggene er på om lag 3,3 mg P/liter.

Anleggene med kjemisk rensetrinn har de laveste utslippsverdiene. De *kjemiske* anleggene har en utslippskonsentrasjon på i gjennomsnitt 0,24 mg P/l, mens de *kjemisk/biologiske* anleggene har en gjennomsnittlig utslippskonsentrasjon på 0,33 mg P/l. Disse skiller seg vesentlig fra de *mekaniske* og *biologiske* anleggene, som har et gjennomsnitt på henholdsvis 1,95 og 2,38 mg P/l. Årsaken til at mekaniske anlegg har en lavere utslippskonsentrasjon enn de biologiske, er at innløpskonsentrasjonen er tilnærmet dobbelt så høy på de biologiske anleggene. Dette har igjen sammenheng med at man er mindre restriktiv med hensyn på fremmedvann (overflatevann etc.) inn til et mekanisk anlegg.

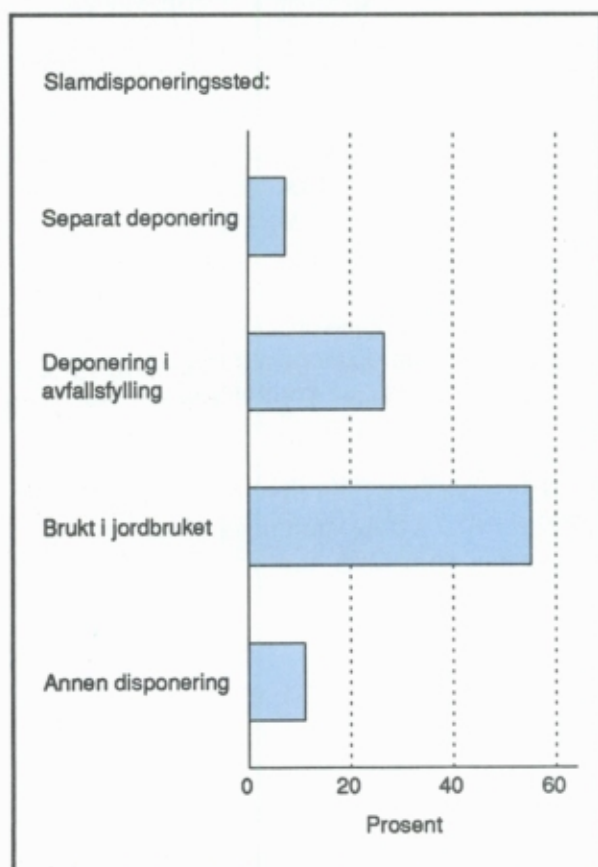
Kommunalt avløpsvann inneholder også ulike miljøgifter, som f.eks. tungmetaller. Det finnes imidlertid ennå ikke statistikk for slike tilførsler.

Tabell 7.2. Avløpsrenseanlegg. Gjennomsnittlig renseeffekt for fosfor, etter renseprinsipp.

	Antall	Kapasitet P.E.	Belastning P.E.	Innløps- konsentrasjon mg P/l	Utløps- konsentrasjon mg P/l	Rense- effekt prosent
I alt	504	3 037 972	2 437 046	3,30	0,64	80,6
Mekanisk	29	441 254	369 522	2,42	1,95	19,5
Kjemisk	149	1 837 683	1 573 808	3,36	0,24	93,0
Biologisk	51	29 955	19 915	4,77	2,38	50,1
Kjemisk/biologisk	233	653 740	430 559	4,05	0,33	91,8
Ukonvensjonelt	10	13 155	8 010	4,23	0,49	88,5
Annet	32	62 185	35 232	7,04	0,77	89,0

Slamdisponering

Figur 7.6. Avløpsrenseanlegg. Slamdisponering, etter anvendelsesområde. Prosent. 1990

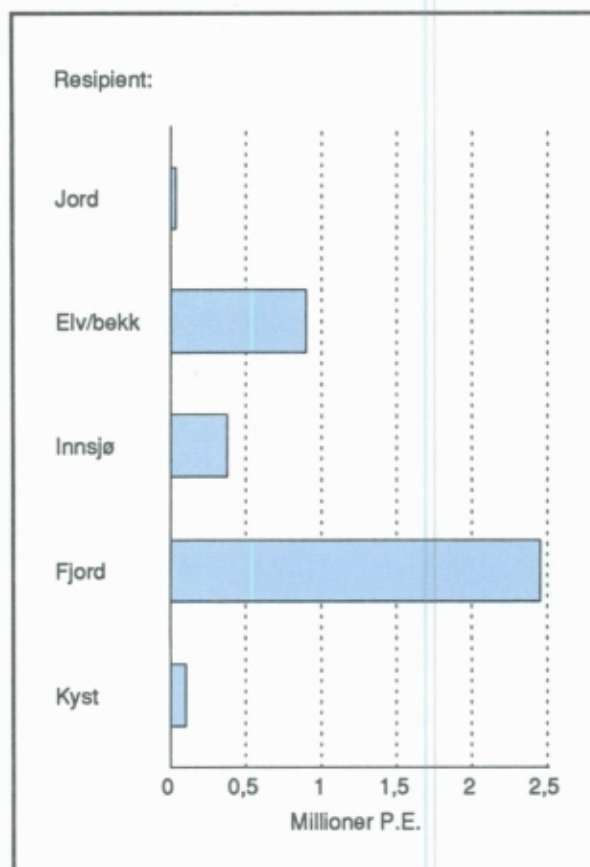


Kilde: SSB.

Figur 7.6 viser hvordan slam fra avløpsrenseanlegg blir disponert. De to største mottakerne av slam er jordbruket og avfallsfyllinger. Disse mottar mer enn 75 prosent av det produserte slammet. Med annen disponering menes her f.eks. toppdekke på avfallsfylling, overført til annet behandlingsanlegg etc.

Resipienter

Figur 7.7. Avløpsrenseanlegg. Kapasitet, etter resipient. Mill. P.E. 1990



Kilde: SSB.

Figur 7.7 viser at renseanlegg med en samlet rensekapasitet på nesten 2,5 millioner P.E. har utslipp til fjord, mens 1,3 millioner P.E. har utslipp til elv/bekk og innsjø. Anlegg med kjemisk rensetrinn (kjemiske og biologisk/kjemiske anlegg) utgjør 84 prosent av kapasiteten ved anlegg tilknyttet ferskvannsresipienter og 62 prosent av kapasiteten tilknyttet saltvannsresipienter. Holdes anleggene med utslipp til Indre Oslofjord utenfor, er kun 34 prosent av kapasiteten tilknyttet saltvannsresipienter kjemisk.

8. AVFALL

Norge mangler fortsatt en landsdekkende, regelmessig statistikk over avfall og gjenvinning. Dette har derfor blitt et viktig utviklingsområde for SSB, i samarbeid med Statens forurensningstilsyn (SFT) og internasjonale organer.

På området spesialavfall har datagrunnlaget blitt betydelig bedre de siste par årene. Norges geologiske undersøkelse (NGU) har på oppdrag fra SFT foretatt en landsdekkende kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn, der nær 2500 lokaliteter er registrert. Av disse ligger 90 prosent mindre enn 1000 m fra bebyggelse. Årlig oppstår det ca. 200 000 tonn spesialavfall i Norge, hvorav ca. 90 000 tonn behandles av industrien selv. I 1991 ble 66 000 tonn innlevert til det norske spesialavfallssystemet, og over 60 prosent av dette var oljeavfall.

Ifølge Folke- og bolig telling 1990 sorterte 37 prosent av landets private husholdninger en eller annen type avfall høsten 1990. De regionale forskjellene var imidlertid store, og andelen som sorterte avfall varierte fra 19 til 60 prosent i de ulike fylker. Sortering av batterier var vanligst forekommende.

Avfall fra husholdninger og industri representerer et stort forurensningsproblem. Problemene knytter seg både til eksisterende og tidligere avfallsbehandling. Mange nedlagte fyllplasser, særlig med industriavfall, kan inneholde skadelige stoffer som lekker ut til omgivelsene. Det oppdages også steder hvor det har foregått ulovlig deponering av skadelige stoffer.

Etter forurensningsloven kan restprodukter/avfall deles inn i følgende hovedtyper:

* *Forbruksavfall*: Som forbruksavfall regnes vanlig avfall, også større gjenstander som inventar o.l. fra husholdninger, mindre butikker o.l. og kontorer. Det samme gjelder avfall av tilsvarende art og mengde fra annen virksomhet.

* *Produksjonsavfall*: Som produksjonsavfall regnes avfall fra næringsvirksomhet og tjenesteyting som i art og mengde atskiller seg vesentlig fra forbruksavfall.

* *Spesialavfall*: Som spesialavfall regnes avfall som ikke hensiktsmessig kan behandles sammen med forbruksavfall på grunn av sin størrelse eller fordi det kan medføre alvorlige forurensninger eller fare for skade på menne-

sker eller dyr. (I praksis blir ufarlig grovavfall regnet til de andre to kategoriene).

Tabell 8.1 gir en oversikt over hvilke mengder avfall av ulike typer som oppstod årlig på slutten av 80-tallet.

Ved inngangen til 90-tallet har avfall og gjenvinning fått økt oppmerksomhet både i Norge (NOU, 1990:28) og internasjonalt (OECD, 1991). Dette har ført til økende behov for oversikt og kunnskap, bl.a. i form av regelmessig

Tabell 8.1. Oversikt over årlige avfallsmengder i Norge. Slutten av 1980-årene

Avfallstype	Avfallsmengde 1000 tonn pr. år
Kommunalt avfall ¹	2 000
Produksjonsavfall ²	12 000
Bilvrak, hvitevarer	70
Kloakkslam	100
Spesialavfall	200

¹ Inkluderer noe produksjonsavfall.

² Usikkert anslag. Inkluderer avfall fra bygg og anlegg og fra gruvedrift.

Kilde: SFT, 1989.

statistikk. Her i landet er det gjennomført flere avgrensede registreringer av avfall og avfallshåndtering, men disse er dels foreldet, dels for lite representative eller varierer i dekningsgrad.

SFT ser pålitelig statistikk som en forutsetning for fortsatt utvikling av avfallsfeltet i samsvar med miljømessige og samfunnsøkonomiske mål. Dette er nedfelt i rapporten "Avfallsstatistikk i Norge - forslag til framtidig system", som ble lagt fram våren 1991 (SFT-dokument 91:01). SSB er tildelt et hovedansvar i dette arbeidet og deltar dessuten i et felles EF/EFTA-prosjekt for utvikling av avfallsstatistikk. Det internasjonale samarbeidet er viktig for å komme fram til best mulig sammenlignbarhet mellom avfallsstatistikk fra ulike land (se bl.a. EUROSTAT, 1991).

På området *spesialavfall* er det i løpet av de siste par årene foretatt landsomfattende registreringer av gamle deponier og årlig innlevert mengde i regi av henholdsvis SFT og A/S Norsk Spesialavfallselskap (NORSAS). I avsnittene 8.1 og 8.2 blir noen hovedresultater fra disse registreringene presentert.

Til slutt (8.3) omhandles *sortering av avfall i private husholdninger*, basert på data innsamlet gjennom Folke- og bolig telling 1990 (FoB 90).

8.1. Spesialavfall i deponier og forurenset grunn

Miljøverndepartementet (MD) og SFT har som målsetting å rydde opp i de verste tilfellene av grunnforurensning innen år 2000. For å avdekke omfanget av problemet satte SFT i 1987 i gang arbeidet med en landsdekkende kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn. Norges geologiske undersøkelse (NGU) har vært ansvarlig for gjennomføringen av prosjektet og har utviklet en database hvor alle lokalitetene legges inn. Metodikken og resultatene pr. 8. april 1991 er presentert i to rapporter fra SFT (1991 a og b).

De registrerte lokalitetene er rangert i fem grupper etter opplysninger om mengde/type spesialavfall, konflikt mot omkringliggende miljø og behovet for oppfølgende undersøkelser/tiltak:

Gruppe 1 : Snarlig behov for undersøkelser eller tiltak

Gruppe 2* : Saken er til vurdering i SFT

Gruppe 2 : Behov for undersøkelser

Gruppe 3 : Behov for undersøkelser ved endret bruk av areal eller resipient

Gruppe 4 : Ingen undersøkelser behøves

Av totalt 2452 lokaliteter er det påvist, eller mistanke om, spesialavfall på 1742 lokaliteter (Gruppe 1-3). Av disse er 40 prosent kommunale fyllinger, 24 prosent industrifyllinger og 18 prosent forurenset grunn (se tabell 8.2).

Tabell 8.2. Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall, etter rangeringsgruppe¹ og lokalitet² 1991

Lokalitetstype	I alt	Gruppe				
		1	2*	2	3	4
I ALT	2 452	61	42	439	1 200	710
<i>Avfallsfyllinger</i>						
<i>Kommunale</i>						
fyllinger	1 032	12	1	149	533	337
Industrifyllinger	492	20	11	124	205	132
Andre fyllinger .	482	6	6	48	181	241
<i>Forurenset grunn</i>						
Industrigrunn ..	273	8	19	55	191	-
Annen forurenset grunn	70	3	1	19	47	-
<i>Avfallsfyllinger og forurenset grunn</i>	103	12	4	44	43	-

¹ For forklaring av gruppene, se teksten.

² 40 urangerte lokaliteter i Finnmark kommer i tillegg.

Kilde: SFT, 1991a.

Av tabell 8.3 går det fram at Akershus, Telemark, Vest-Agder og Nordland har større andel av lokaliteter i Gruppe 1 og 2* enn de andre fylkene. Ca. 90 prosent av lokalitetene ligger mindre enn 1000 m fra bebyggelse, og hovedmengden av disse ligger igjen mindre enn 200 m fra nærmeste bebyggelse, se figur 8.1.

Industri og annen næringsvirksomhet er direkte ansvarlig for de fleste av tilfellene med mistanke om spesialavfallsdeponier eller forurenset grunn. Andelen av industrirelaterte lokaliteter er høyest i Gruppe 1 og 2*, og her dominerer særlig kjemisk industri og metallproduksjon, med hhv. 26 og 22 prosent av det totale antall registreringer. Kommunale fyllinger med

Tabell 8.3. Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall. Fylke. 1991

	Antall lokaliteter	Av dette i gruppe 1 og 2*
Hele landet	2 452	108
01 Østfold	103	10
02 Akershus	228	13
03 Oslo	96	7
04 Hedmark	89	5
05 Oppland	112	6
06 Buskerud	182	2
07 Vestfold	180	2
08 Telemark	102	18
09 Aust-Agder	107	4
10 Vest-Agder	113	10
11 Rogaland	142	4
12 Hordaland	149	2
14 Sogn og Fjordane ..	111	4
15 Møre og Romsdal ..	99	2
16 Sør-Trøndelag	135	3
17 Nord-Trøndelag ...	153	1
18 Nordland	179	10
19 Troms	104	-
20 Finnmark ¹	68	-

¹ 40 urangerte lokaliteter kommer i tillegg.

Kilde: SFT, 1991a.

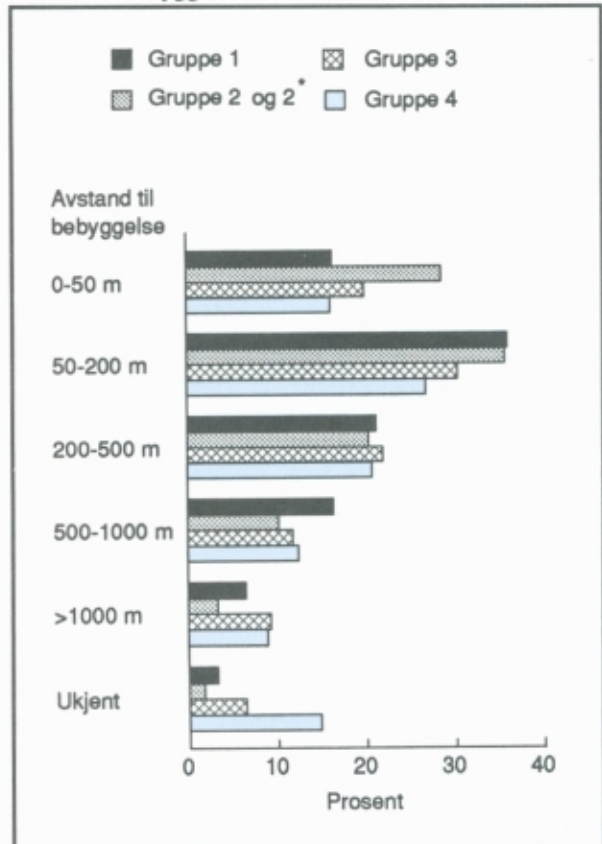
spesialavfall utgjør 50 prosent av samtlige fyllinger i Gruppe 1-3, mens de bare utgjør 18 prosent av alle fyllinger i Gruppe 1 og 2*. Spesialavfallstypene i kommunale fyllinger gjenspeiler ofte mindre og mellomstor industrivirksomhet, da storindustrien i mange tilfeller har etablert egne deponier.

De hyppigst registrerte typer spesialavfall er *organiske løsningsmidler og vannløselige tungmetaller*, se figur 8.2. Spillolje og andre oljerester, maling, lim og lakk, tjærestoffer og annet organisk stoff er også vanlig. Tjærestoffer og annet organisk avfall har i stor grad sammenheng med smelteverksindustrien.

For 75 prosent av lokalitetene i Gruppe 1, 2* og 2 er rangeringen begrunnet med fare for vannforurensning og konflikt med bruk av området til rekreasjonsformål. Lokalitetene ligger ofte langs vassdrag eller mot fjord/kyst, se figur 8.3.

Av figur 8.4 går det fram hvordan lokalitetene fordeler seg etter dominerende områdetype. Om lag halvparten ligger i områder med bebyg-

Figur 8.1. Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall. Lokaliteter i ulike grupper¹, etter avstand fra nærmeste bebyggelse. 1991. Prosent



¹ For forklaring av gruppene, se teksten.

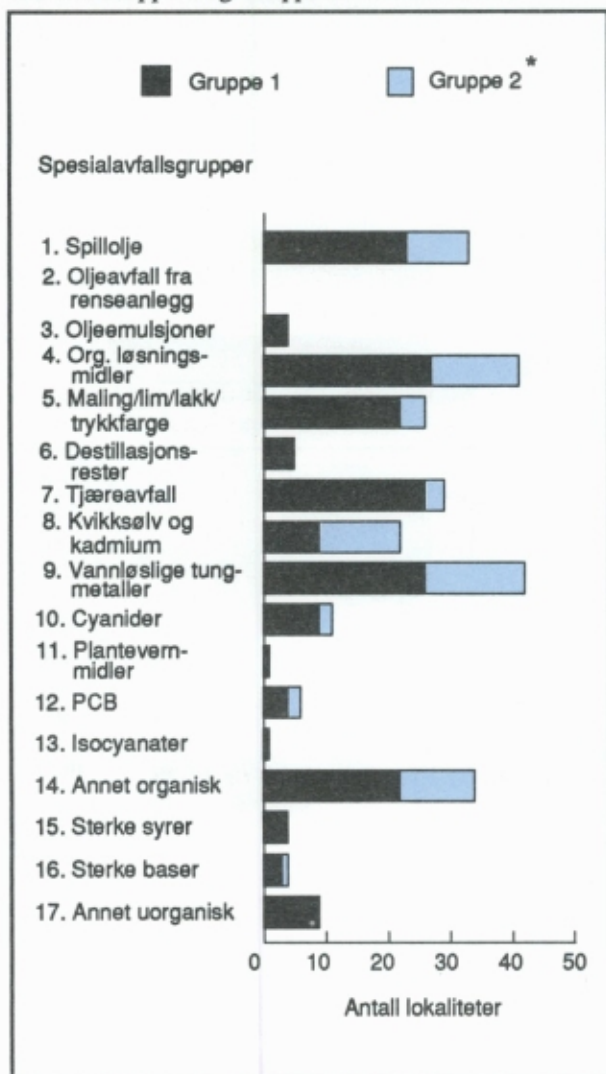
Kilde: SFT, 1991a.

gelse, industri, jordbruk eller i konflikt med rekreasjon.

Mange lokaliteter er med stor sannsynlighet fortsatt ikke avdekket. Dette skyldes at enkelte bransjer av kapasitetsgrunner er prioritert foran andre. En viss tilleggskartlegging kan være nødvendig innen Forsvaret, skipsverft, veibygging og bergverksindustri. Kommunale fyllinger vurderes som særlig godt dekket i kartleggingen, mens forurenset grunn sannsynligvis er mindre godt dekket i forhold til det faktiske problemomfanget.

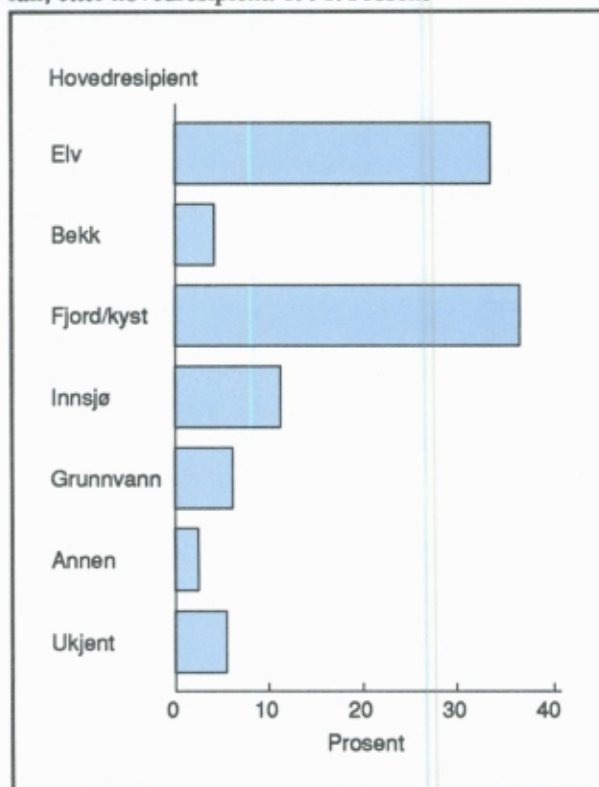
I Stortingsproposisjon nr. 111 (1988-89) "Om det videre arbeid med spesialavfall" er det bestemt at det skal lages en nasjonal handlingsplan for gjennomføring av tiltak/opprydding i avfallsfyllinger og industrigrunn som er forurenset av spesialavfall. Resultatene fra kartleggingsprosjektet vil være et viktig grunnlag for en slik handlingsplan.

Figur 8.2. Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall. Forekomst av ulike grupper spesialavfall på lokalitetene i Gruppe 1 og Gruppe 2¹ 1991. Prosent



¹ For forklaring av gruppene, se teksten.
Kilde: SFT, 1991a.

Figur 8.3. Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall, etter hovedresipient. 1991. Prosent



Kilde: SFT, 1991a.

Figur 8.4. Fyllinger og forurenset grunn med spesialavfall, etter dominerende områdetype. 1991. Prosent



Kilde: SFT, 1991a.

8.2. Innlevering av spesialavfall

Ukontrollert dumping av spesialavfall har ført til alvorlige miljøskader i mange land og resultert i tvangsopprydding for de impliserte firmar, samt utbetaling av milliardbeløp i skaderstatninger, saneringer og flere konkurser (MD, 1985).

Det rettslige grunnlaget for kontrollert håndtering og disponering av spesialavfall reguleres gjennom Forurensningsloven. Lovens forskrifter om spesialavfall omfatter følgende stoffgrupper (i parentes er angitt grensen for leveringsplikt):

1. Spillolje (200 kg)
2. Oljeavfall fra renseanlegg og oljeholdig avløpsvann (200 kg)
3. Oljeemulsjoner (1000 kg)
4. Organiske løsningsmidler (20 kg)
5. Maling, lim, lakk og trykkfargeavfall (200 kg)
6. Destillasjonsrester (200 kg)
7. Tjæreavfall (200 kg)
8. Avfall som inneholder kvikksølv eller kadmium i kjemisk forbindelse eller i metallisk tilstand (1 kg)
9. Avfall som inneholder vannløselige kjemiske forbindelser av bly, kopper, sink, krom, nikkel, arsen, selen eller barium (10 kg)
10. Avfall som inneholder cyanid (1 kg)
11. Kasserte plantevernmidler (5 kg)

I tillegg til de grupper som er regulert gjennom forskrift, er følgende grupper spesialavfall definert:

12. PCB-holdig avfall
13. Isocyanater
14. Annet organisk avfall
15. Sterke syrer
16. Sterke baser
17. Annet uorganisk avfall

Etter beregninger foretatt på slutten av 80-tallet, oppstår det grovt sett 200 000 tonn spesialavfall pr. år (SFT, 1989). Selv om mengden spesialavfall er relativt liten i forhold til kommunalt avfall (ca. 10 prosent), innebærer det li-

kevel en betydelig miljørisiko på grunn av tildels høye konsentrasjoner av miljøgifter. Ca. 90 000 tonn av spesialavfallet behandles av bedriftene hvor avfallet oppstår, enten ved gjenbruk eller ved disponering i egne godkjente ordninger. De øvrige 110 000 tonn (den såkalte *systemmengden*), går til eksternt håndtering i mer eller mindre kontrollerte former. Tabell 8.4 viser hvordan systemmengden fordeler seg på hovedgrupper av avfall. Husholdningenes bidrag antas å ligge under 5 prosent av den samlede systemmengden (SFT, 1989).

Tabell 8.4. Spesialavfall som går til eksternt håndtering (systemmengden). Slutten av 1980-årene

Hovedgruppe	Stoffgruppe ¹	Mengde 1000 tonn pr. år
I alt		110
Spillolje	1	40
Annet organisk avfall (brennbart)	2-7, 11-14	40
Uorganisk avfall (ikke brennbart)	8-10, 15-17	25
Blandet organisk/uorganisk avfall		5

¹ Se forklaring i teksten.

Kilde: SFT, 1989.

Tabell 8.5 viser at mengden spesialavfall som fanges opp av godkjente innsamlingsordninger, har vært økende de siste 5 årene. Mengden av spillolje holder seg relativt konstant og utgjorde 45 prosent i 1991.

Tabell 8.5. Innlevert spesialavfall, 1987-1991. 1000 tonn

Type avfall	1987	1988	1989	1990	1991
I alt	52	54	58	60	66
Spillolje	30	31	..	31	30
Annet avfall	22	23	..	29	36

Kilde 1987-89: SFT. Kilde 1990-91: NORSAS, 1992.

A/S Norsk spesialavfallselskap (NORSAS) ble opprettet i 1988 og har ansvar for koordinering av samtlige avfallsstrømmer som er underlagt forskrifter, og som bedriftene ikke kan behandle internt. NORSAS har utviklet en database (NorBas) for å registrere data om innlevert avfall til spesialavfallssystemet i Norge. Registreringene er basert på deklarasjonsskjemaer, og oppdateringer skjer månedlig. NORSAS publiserer statistikk helt ned til kommunenivå i sin årsmelding.

Tabell 8.6. Innlevert spesialavfall til spesialavfallssystemet. 1991

	Mengde tonn
I alt	65 681
1 Spillolje	29 901
2.1 Oljeavfall fra renseanlegg	8 256
2.2 Oljeboringsavfall ¹	16 590
3 Oljeemulsjoner	2 095
4.1 Organiske løsemidler med halogen .	228
4.2 Organiske løsemidler uten halogen .	2 150
5 Maling, lim, lakk og trykkfargeavfall	2 333
6/7 Destillasjonsrester og tjæreavfall ...	314
8/9 Tungmetallholdig avfall/batterier ...	1 099
10 Cyanidholdig avfall	20
11 Kasserte plantevernmidler	16
12 PCB-holdig avfall	16
13 Isocyanater	5
14 Annet organisk avfall	987
15 Sterke syrer	588
16 Sterke baser	288
17 Annet uorganisk avfall	762
18 Spraybokser	7
19 Laboratorieavfall	22
20 Ukjent	1

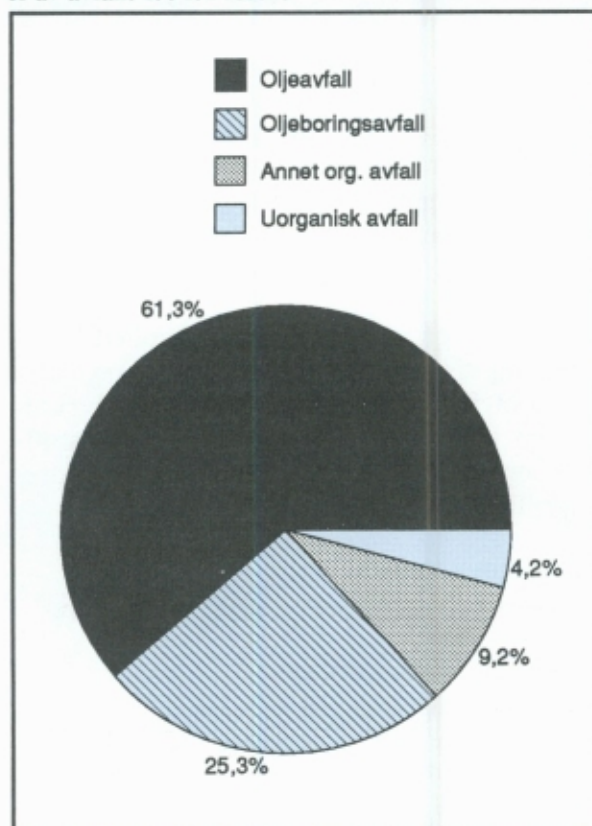
¹ Gjelder Vest-Agder (4), Rogaland (6849), Hordaland (9227) og Sogn og Fjordane (510).

Kilde: NORSAS, 1992.

Oljeavfall og oljeboringsavfall utgjør mengdemessig en svært dominerende del av innlevert spesialavfall, se tabell 8.6 og figur 8.5. Selv om oljeboringsavfall holdes utenfor, ligger Hordaland og Rogaland på topp blant fylkene når det gjelder innlevert mengde, se figur 8.6.

I 1990 kunne 90 prosent av spesialavfallet fordeles etter leverandørenes næringstilhørigh-

Figur 8.5. Innlevert spesialavfall fordelt på hovedtyper av avfall. 1991. Prosent



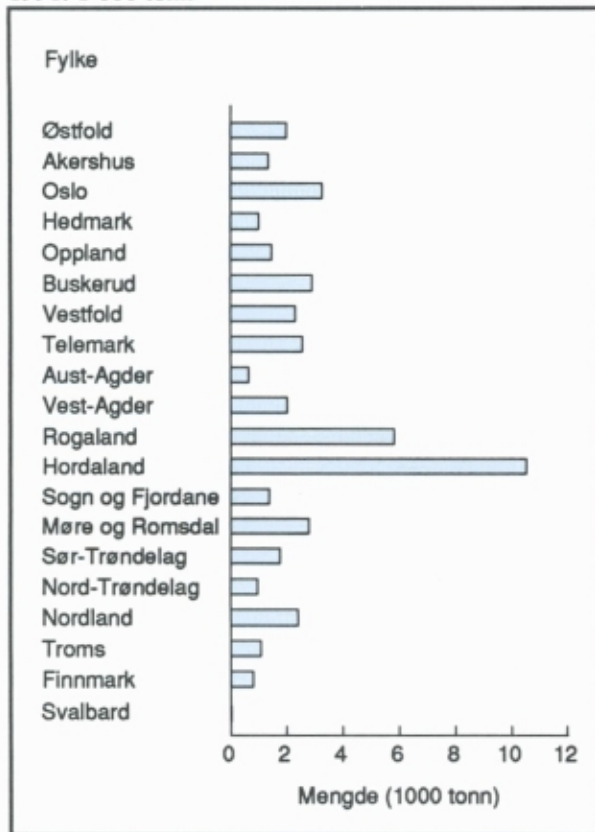
Kilde: NORSAS, 1992.

het. Oljeutvinning og bergverksdrift sto bak størst samlet leveranse, men industri, varehandel/hotell- og restaurant og offentlig/privat tjenesteyting lå også høyt, se figur 8.7. Når vi ser bort fra fra oljeutvinning og bergverksdrift, varierte gjennomsnittlig levert mengde pr. bedrift fra 2 kg i primærnæringene til 11 kg i industrien.

De viktigste spesialavfallsordningene er *inn-samling* (stort sett private transportfirmaer med konsesjon), *mottak* (lokale og regionale mottaksplasser) og *behandling*. Over 70 prosent av innlevert avfall fanges opp av innsamlere. Resten går i hovedsak direkte til godkjent mottak eller behandlingsanlegg. Det meste av spilloljen behandles i Norge, mens resten av avfallet lagres i kortere eller lengre tid før det behandles.

En del spesialavfall eksporteres etter tillatelse fra SFT til behandling i andre land. Tabell 8.7 viser lovlig eksport av spesialavfall for perioden 1987-1990.

Figur 8.6. Innlevert spesialavfall¹⁾ fordelt på fylke. 1991. 1 000 tonn



¹ Oljeboringsavfall er ikke inkludert.

Kilde: NORSAS, 1992.

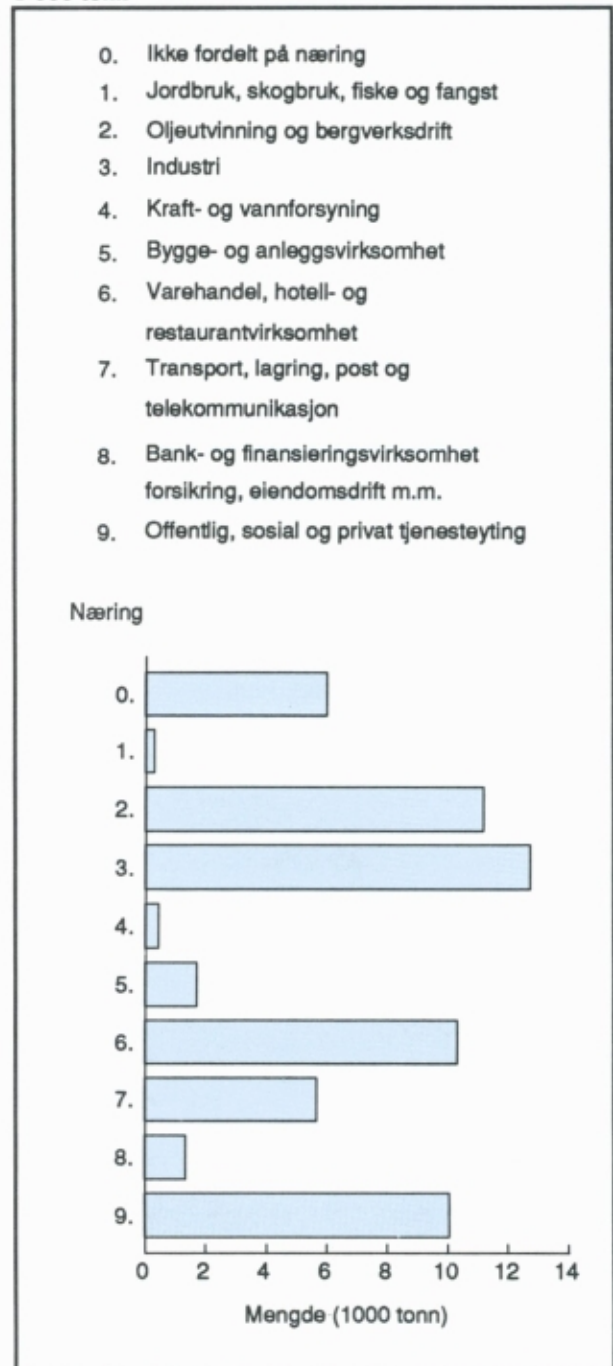
Tabell 8.7. Eksport av spesialavfall. 1986-1990. Tonn

	Total eksport	Av dette spillolje
1986	1 700	-
1987	18 000	12 000
1988	4 000	-
1989	8 000	4 800
1990	21 800	12 500

Kilde: SFT

NORSAS har startet arbeidet med å bygge et *sentrallager* for spesialavfall på Hjerkin, og dette skal stå ferdig i løpet av 1992. Selskapet "Norsk avfallshåndtering A/S" (NOAH) ble etablert mot slutten av 1991. Selskapet eies av

Figur 8.7. Innlevert spesialavfall, etter næring. 1990. 1 000 tonn



Kilde: NORSAS, 1992.

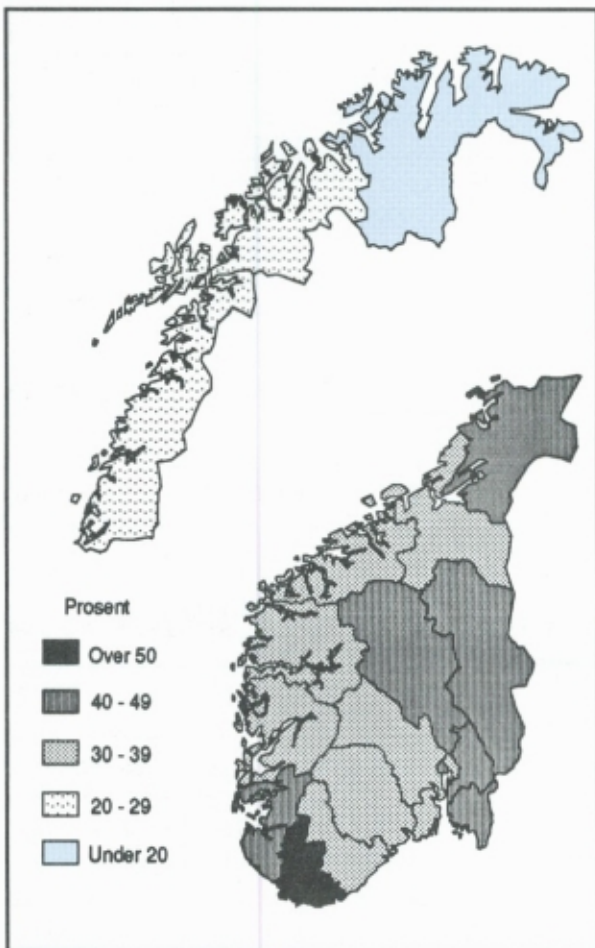
Staten, som har aksjemajoritet, Norsk Hydro, Statoil og 7 andre bedrifter. Stortinget har vedtatt at NOAH selv skal bestemme lokaliseringen av et sentralt *behandlingsanlegg* for spesialavfall.

8.3. Kildesortering i private husholdninger

Folke-og bolig tellingen 1990 (FoB 90) stilte spørsmål til husholdningene om de til vanlig sorterte sitt avfall. Oppgavegiverne skulle bare sette kryss for avfallstyper som ble levert/hentet etter utsortering.

Foreløpige tall fra tellingen viser at 37 prosent av husholdningene i Norge foretok sortering av en eller flere typer avfall høsten 1990. Det var imidlertid *betydelige regionale forskjeller*, se figur 8.8. I Nord-Norge sorterte bare 1/4 av husholdningene avfall, mens Vest-Agder lå på topp med hele 60 prosent av husholdningene. I Oslo var andelen 33 prosent, mot 40 prosent for resten av Østlandet.

Figur 8.8. Andel av private husholdninger i fylkene som sorterer avfall. November 1990



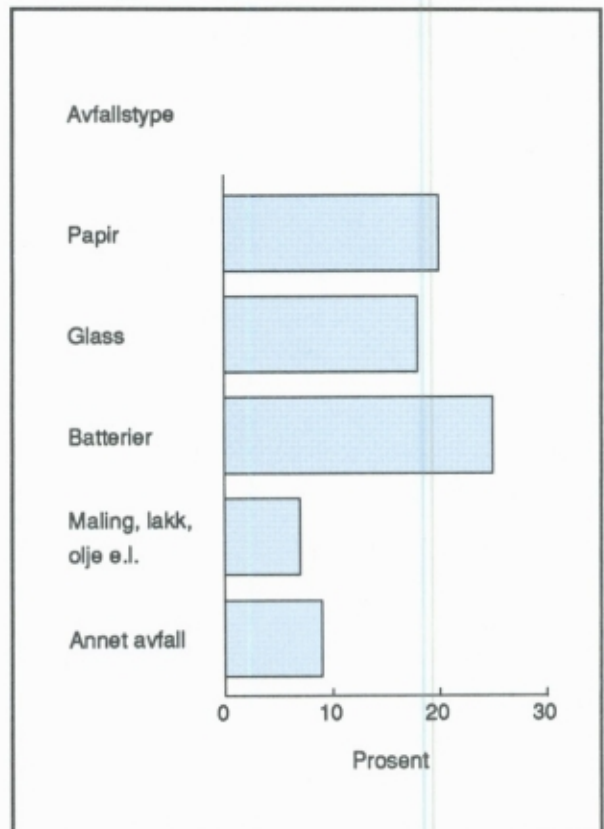
Kilde: FoB 90.

Sortering av batterier var vanligst forekommende, se figur 8.9, dernest fulgte papir og glass. Her skilte Vest-Agder og Rogaland seg ut ved at sortering av papir foregikk betydelig hyppigere enn sortering av batterier. Bare 7 prosent av husholdningene sorterte ut maling, lakk, olje mv.

Andel husholdninger som sorterte avfall varierer betydelig med *husholdningstype* (se figur 8.10) og *hustype* (se figur 8.11). Flerpersonshusholdninger, særlig de med barn, lå atskillig høyere enn enpersonshusholdninger. Andelen sank fra 40 prosent for husholdninger som bodde i frittliggende enebolig til 30 prosent for de som bodde i blokk.

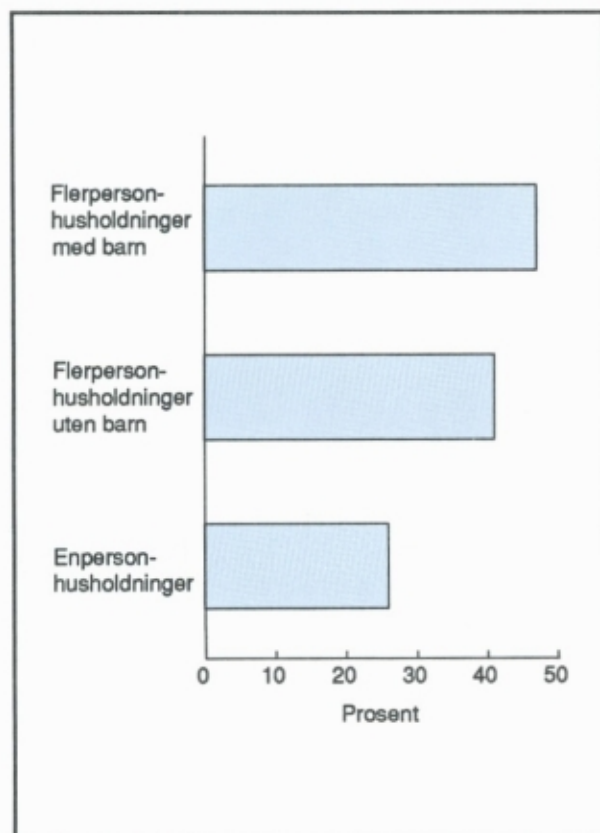
Stortinget vedtok høsten 1990 at alle landets kommuner skulle utarbeide planer for kildesortering innen 1. januar 1992. Det vil bli vurdert om de opplysninger som innhentes gjennom planarbeidet kan danne basis for en landsdekkende avfalls- og gjenvinningsstatistikk (MD, 1991).

Figur 8.9. Andel av private husholdninger som sorterer ulike typer avfall. November 1990. Prosent



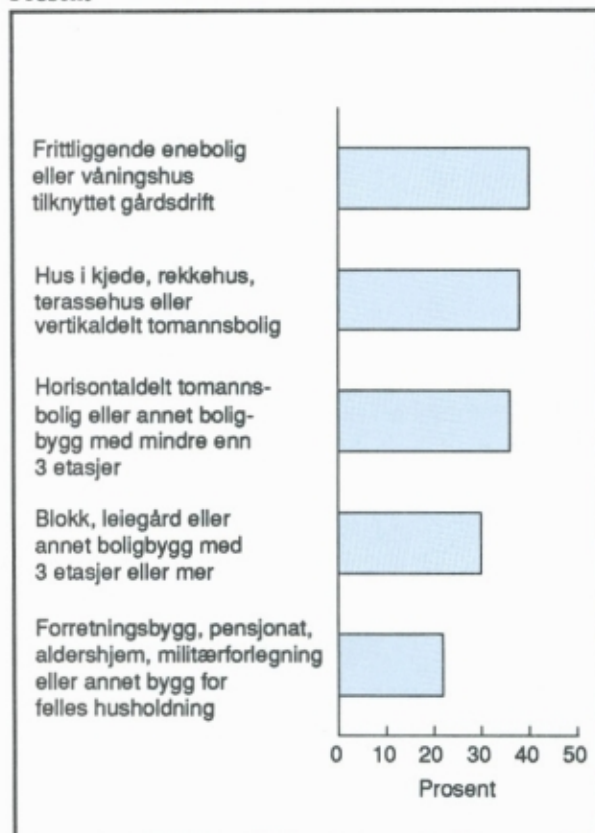
Kilde: FoB 90.

Figur 8.10. Andel av ulike husholdningstyper som sorterer avfall. November 1990. Prosent



Kilde: FoB 90.

Figur 8.11. Andel av private husholdninger bosatt i ulike hustyper som sorterer avfall. November 1990. Prosent



Kilde: FoB 90.

Referanser:

EUROSTAT (1991): *Draft final report Compilation of Community Statistics on Waste*. Working document. Luxembourg, september 1991.

FoB (90): *Folke- og bolig telling 1990. Foreløpige hovedtall*. NOS B 961.

MD (1985): *Miljøverndepartementets informasjonsbrosjyre om spesialavfall*.

MD (1991): *Kildesortering. Veileder i planlegging av kildesortering i kommunene*. T-847. Miljøverndepartementet.

NORSAS (1992): *Årbok for innlevert spesialavfall 1991*. AS Norsk Spesialavfallselskap. Oslo.

NOU (1990): *Avfallsminimering og gjenvinning*. NOU 1990:28.

OECD (1991): *The State of the Environment*. OECD, Paris. (97 91 01 1) ISBN 92-64-133442-5.

SFT (1989): *Langtidsplan 1990-1993*. Statens forurensningstilsyn.

SFT (1991a): *Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn - sluttrapport*. Rapport 91:01, Statens forurensningstilsyn.

SFT (1991b): *Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn - vedlegg til sluttrapport*. Rapport 91:01B, Statens forurensningstilsyn.



9. MILJØINDIKATORER

Både i Norge og i andre land publiseres det stadig mer miljøstatistikk. Antakelig er det likevel nokså variabelt hvor mye av denne informasjonen som når fram til et bredt publikum. Emnet er svært omfattende, og i tillegg er det ofte nødvendig med forkunnskaper for å forstå hva tallene innebærer. Den kunnskapen om utviklingen i miljøtilstanden som når fram, kan derfor bli tilfeldig og ufullstendig.

I SSB arbeides det nå med å lage et sett av miljøindikatorer. Disse indikatorene er ment å gi en enkel oversikt over miljøtilstanden. I dette kapitlet presenteres hovedtrekk i det foreløpige arbeidet som er gjort. En endelig presentasjon av indikatorsettet vil foreligge i løpet av 1992.

Det er i den senere tid fra flere hold uttrykt ønske om utarbeiding av et miljøkorrigert nasjonalprodukt. Noen indikator av denne typen vil ikke inngå i det indikatorsettet som nå er under utarbeiding. Miljøkorrigering av nasjonalproduktet drøftes imidlertid i avsnitt 9.5.

9.1. Hva er en miljøindikator?

En indikator er et tall som skal kunne gi et inntrykk av utviklingen i et nærmere spesifisert forhold. Det er ikke meningen at en skal kunne få detaljert og nøyaktig kunnskap ved å studere indikatoren; som navnet viser, er det snarere snakk om å *indikere* - dvs. gi en pekepinn om - grove trekk i utviklingen.

I samfunnsøkonomien er det vanlig å referere til størrelser som BNP, konsum, inflasjons- og arbeidsløshetsrate. Disse størrelsene kan betraktes som indikatorer for den samfunnsøkonomiske utviklingen, selv om det er svært mange viktige forhold i økonomien de *ikke* kan fortelle noe om. På samme måte bør et sett av miljøindikatorer gi et bilde av viktige sider ved utviklingen i miljøet.

Behovet for oversikt vil imidlertid lett komme i konflikt med ønsket om å gi mest mulig korrekt informasjon. For mange miljøforhold er det nettopp detaljene, det finstemte biologiske og kjemiske samspillet og de lokale forholdene som er betydningsfulle. Det må foretas en avveining mellom hensynet til detaljer og behovet for oversikt. En bør likevel huske at et indikatorsett ikke er ment å gi fullstendig informasjon om alle viktige sider ved et problem.

Målgruppe

Miljøindikatorsettet som utarbeides i SSB, er primært beregnet på et *alment publikum*, det vil si folk som ikke er eksperter på miljøspørsmål, men som likevel er interesserte. Indikatorene vil derfor bli presentert på en form som er mest mulig oversiktlig og lett å tolke. Dette kan av og til innebære et lavere presisjonsnivå enn det som er nødvendig i vitenskapelige analyser. Eksperter vil imidlertid kunne hente informasjon fra det omfattende datamaterialet som finnes på feltet.

Prioriteringen av almenheten som målgruppe, innebærer at indikatorsettet heller ikke primært er lagt opp som et verktøy for myndighetenes oppfølging av miljøpolitikken. Slik oppfølging krever ofte mer detaljert informasjon. Det er likevel slik at det er knyttet nasjonale målsettinger til en del av indikatorene som er valgt.

Det er nedsatt en referansegruppe for miljøindikatorer i Norge under ledelse av Miljøverndepartementet. Denne gruppen skal legge fram et forslag til indikatorsett for beskrivelse av miljøtilstanden i Norge. SSB er representert i denne gruppen, og SSBs arbeid med miljøindikatorer kan sees på som et bidrag til den nasjonale referansegruppens arbeid. Mange av indikatorene som SSB foreslår, vil inngå i referansegruppens indikatorsett.

Hva slags indikator?

Prinsipielt går det et viktig skille mellom indikatorer der det inngår elementer av økonomisk verdsetting og indikatorer der slik verdsetting ikke foretas. Det viktigste eksemplet på den første typen er "grønt BNP", et begrep som fra flere hold er foreslått innarbeidet i nasjonalregnskapet. Tanken er at nasjonalproduktet (brutto eller netto) bør korrigeres for verdien av den forringelse av naturen som har funnet sted i perioden. Prinsipielle sider ved en slik korrigerings av nasjonalproduktet er drøftet nærmere i avsnitt 9.5.

I SSB har en valgt å arbeide med indikatorer som er basert på fysiske måleenheter. Det inngår dermed ingen verdsetting av miljøgoder i kroner og øre i indikatorene.

Ethvert miljøproblem har en eller flere årsaker, men ofte har en bare begrenset kunnskap om disse. En må derfor ta stilling til om en vil forsøke å gi indikatorer for årsaken til et problem (stress- eller påvirkningsindikator), eller for virkningen (respons- eller virkningsindikator). Ofte vil årsaks-virkningskjedene være lange, og mange indikatorer vil derfor kunne betraktes både som påvirknings- og virkningsindikatorer.

Er indikatorene ment å være et redskap for myndighetenes miljøpolitikk, er det viktig å konsentrere seg om årsakene, da det særlig er her tiltak kan settes inn. Som nevnt over er imidlertid målgruppen i dette tilfellet et bredere publikum, ikke primært myndighetene. En har derfor valgt å utarbeide et indikatorsett som kan gi et bilde av viktige aspekter ved miljøets tilstand (virkningsindikatorer), uavhengig av hva som er årsaken til eventuelle problemer. Som et tillegg til dette indikatorsettet, vil det imidlertid bli presentert et sett med påvirkningsindikatorer.

Foreløpig er bare miljøindikatorer under utarbeiding, mens indikatorer for beholdningen av naturressurser vil bli utarbeidet senere. Avgrensningen mellom disse to indikortypene vil likevel av og til være uklar; for eksempel betraktes bestanden av fisk som en naturressurs, mens biologisk mangfold er behandlet som et miljøforhold.

9.2. Hvorfor er vi opptatt av miljøet?

Skal miljøindikatorsettet bli akseptert og brukt av dem som er målgruppen, må det kunne gi en beskrivelse av de sidene ved miljøtilstanden som oppfattes som viktige. Samtidig bør antallet indikatorer være begrenset, da en ellers lett mister oversikten. Et første skritt for å skille ut hva som er mest viktig, er å stille spørsmålet: Hvorfor er folk egentlig opptatt av miljøet? Et knippe mulige svar på dette spørsmålet er skissert nedenfor.

1. Fysisk helse

Forurensning av luft, mat og drikkevann kan ha negative konsekvenser for den fysiske helsetilstanden. Psykisk eller mental helse blir også berørt av miljøet, men dette faller mer naturlig inn under punktene nedenfor.

2. Økonomiske skader

Dette punktet har en viss sammenheng med punktet over, fordi dårlig helse hos arbeidskraften vil redusere produktiviteten. I tillegg kan luftforurensning gi korrosjonsskader på bygninger og annet kapitalutstyr, og skade økonomisk verdifulle ressurser som fisk og skog. Dårlig kvalitet på luft og vann som innsatsfaktorer i produksjonen vil også innebære et økonomisk tap.

3. Rekreasjon, estetikk og kultur

Momentene som er nevnt i denne overskriften, omhandler nokså ulike forhold, men det er vanskelig å trekke klare skillelinjer mellom dem. Det er for eksempel vanskelig å skille rekreasjonsverdien av en tur i skogen fra den estetiske verdien av at det er pent der. Forhold som tilgang på turområder, vern av spesielt vakre landskapsområder og bevaring av kulturminnesmerker vil inngå her.

4. Usikkerhet og langsiktige perspektiver

Vi vet hva vi har, men ikke hva vi får i fremtiden. Usikkerheten og kunnskapsmangelen når det gjelder konsekvensene av forstyrrelser i økosystemet kan være et argument for miljøkonservatisme; at naturmiljøet bør forandres så lite som mulig.

5. Ethiske og religiøse verdier

Ut fra et religiøst livssyn, kristent eller ikke-kristent, er naturen et guddommelig skaperverk. Å bedømme et naturinngrep ut fra nytte og kostnader alene, er å oppkaste seg til herre over dette skaperverket, og ifølge et religiøst syn har ikke mennesket noen moralsk rett til å gjøre dette.

Liknende synsmåter kan også komme til uttrykk hos personer uten religiøst livssyn; mennesket skal finne sin plass i naturen og ha respekt for den, og ikke tro at det er naturens herre.

Konsekvenser for indikatorsettet

Momentene over angir ulike motiver for miljøinteresse. Å plukke ut hva som er "mest viktig" og dermed bør belyses i indikatorsettet, vil likevel nødvendigvis bli en subjektiv vurdering. De synspunktene som ligger til grunn for SSBs indikatorsett kan kort oppsummeres som følger:

Punkt 1, miljøets betydning for fysisk helse, skal belyses i indikatorsettet. En har derimot lagt liten vekt på punkt 2, økonomiske skader, fordi dette ikke anses som sentralt for folks miljøbekymring. (Dette vil imidlertid bli vurdert senere, i forbindelse med indikatorsettet for naturressurser.) Punktene 3-5 anses som viktige. Disse momentene, og da særlig forholdene som er nevnt under punkt 5, omhandler imidlertid bare i mindre grad spesielle konsekvenser av naturinngrep. Snarere må de sies å dreie seg om naturens helhets-tilstand. Det er vanskelig å tenke seg en enkelt indikator som kan belyse dette. Et sett av indikatorer kan derimot ha stor interesse i så måte, dersom bildet av naturmiljøets tilstand som gis er noenlunde helhetlig.

En illustrasjon kan være klargjørende: Når foreldre går til helsestasjonen med barnet sitt, er de ikke primært opptatt av om barnet har "riktig" vekt og mål osv., men om barnet er friskt og har det bra. Resultatene av de undersøkelser som blir gjort på helsestasjonen er, sett under ett, indikatorer på barnets helsetilstand. Foreldrene vet at de ikke kan få noen enkeltindikator som svarer på deres egentlige spørsmål, men resultatene gir dem i alle fall en indikasjon på om noe er galt. På samme måte kan et sett av miljøindikatorer tolkes som et

forsøk på å gi noen sentrale data om miljøets "helsetilstand". Det kan med andre ord være viktigere at indikatorsettet har en viss emnemessig bredde enn at bestemte enkeltindikatorer er med.

9.3. Klassifisering av miljøindikatorene

Mulige klassifiseringsopplegg

Data for miljøforhold er i dag klassifisert på flere ulike måter. Opplegg for klassifisering som allerede er i bruk, danner et naturlig utgangspunkt når en skal systematisere miljøindikatorene. Flere ulike klassifiseringsopplegg er blitt vurdert, og de viktigste er nevnt i listen nedenfor.

- A. Klassifisering etter økonomisk sektor: Problemene klassifiseres etter hvilken økonomisk sektor en antar har forårsaket dem (f.eks. industri, jordbruk, transport).
- B. Klassifisering etter forurensende stoff (f.eks. CO₂, svovelforbindelser, bly).
- C. Klassifisering etter resipient (luft, vann, jord).
- D. Klassifisering etter type område der skaden opptrer (f.eks. by, land, villmark, kyst).
- E. Klassifisering etter velferdsvirkning: En kunne tenke seg punkt 1-5 i avsnitt 9.2 som overskrifter i et klassifiseringsskjema.

Disse klassifiseringsalternativene er preget av en ulik fokusering når det gjelder årsaks-virkningskjeden. De første punktene er "*årsaks-rettede*", mens de siste er mer "*virknings-rettede*". Siden en her skal konsentrere seg om virkninger, kunne det være naturlig å gå lengst mulig ned på listen, dvs. klassifisering etter velferdsvirkning (E). Som nevnt er det imidlertid helhetsbildet snarere enn enkeltdata som er relevant for en del av momentene omtalt i avsnitt 9.2. Listen over velferdsvirkninger gir derfor et godt utgangspunkt for å vurdere hva slags informasjon som bør med i helhetsbildet som presenteres, men er neppe brukbart som et stringent klassifiseringssystem for de enkelte indikatorene.

En liste over viktige miljøsaker

Uansett hvilket av forslagene over som velges, oppstår det problemer med klassifiseringen av ett eller flere viktige miljøforhold. Er forsuring for eksempel et luft-, vann- eller jord-problem? Ingen av de skisserte systemene ser ut til å skille seg fordelaktig ut i så måte. Det viste seg imidlertid at uansett hvilken klassifisering som ble forsøkt brukt, ble listen over konkrete miljøforhold en ønsket indikatorer for den samme; bare overskriftene varierte.

Klassifiseringssystemene som er i bruk for miljødata, er laget for å håndtere relativt store datamengder. Et viktig poeng med indikatorsettet, slik en har vurdert det i SSB, er at det skal bestå av et svært begrenset antall indikatorer. Det synes derfor mer fruktbart å konsentrere seg om saker enn om avgrensning mellom grupper av data.

I de fleste forslag som foreligger internasjonalt, har en lagt seg på klassifiseringssystemer av typen A - D. Dette har kanskje sammenheng med at de fleste av disse forslagene også avviker fra SSBs indikatorsett ved at de inneholder et langt større antall indikatorer.

"Klassifiseringssystemet" for SSBs miljøindikatorsett vil følgelig rett og slett bestå av en liste over sentrale miljøforhold og miljøvirkninger knyttet til disse (se boks 9.1).

9.4. Indikatorsettet

I boks 9.1 presenteres listen over miljøforhold som danner grunnlaget for SSBs indikatorsett. Listen er utarbeidet med tanke på å gi mest mulig relevant informasjon for momentene som er nevnt i avsnitt 9.2 (med unntak av økonomiske skader), og samtidig holde antall indikatorer på et lavt nivå. Fordi arbeidet ikke er endelig slutført, kan det ennå bli visse endringer i listen.

Alle indikatorene er nært knyttet til miljømessige *virksomheter*, nokså uavhengig av årsak. En vil likevel som regel kunne forlenge årsaksvirknings-kjeden i begge ender, slik at de fleste forhold vil kunne betraktes både som årsak til og virkning av noe.

I tillegg til hovedsettet av miljøindikatorer vil det som nevnt bli utarbeidet et tilleggssett med påvirkningsindikatorer. I boks 9.1 angis også hvilke påvirkningsindikatorer som vil bli inkludert her.

Miljøvirkning	Virkningsindikator	Påvirkningsindikator
1. Klimaendring	Global middeltemperatur	Norske utslipp av drivhusgasser
2. Ødeleggelse av ozonlaget	Ozonlagets tykkelse	Import og konsentrasjon av KFK/halon
3. Helse	Overskridelser av grenseverdier for luftforurensning	Norske utslipp av SO ₂ , NO _x , CO, partikler, bly og VOC
4. Støy	Overskridelse av grenseverdier for støy	
5. Overgjødning	Innsjøer klassifisert som forurensset	Utslipp av fosfor og nitrogen til primærresipient
6. Skogskader	Kronetetthet i skog	Import av svovel- og nitrogenoksider
7. Fiskeskader	Døde fiskevann	
8. Forgiftning, hav	Kvikksølv i torskefilet	Utslipp av miljøgifter
9. Forgiftning, land	Eggskalltykkelse hos rovfugl	
10. Rekreasjon	Antall personer som bor mer enn 500 m fra rekreasjonsområde	
11. Villmark	Områder mer enn 5 km fra vei	
12. Biologisk mangfold	Areal av sjeldne biotoper	

Boks 9.1. Skisse av SSBs miljøindikatorsett.

Eksempler

Et fullstendig indikatorsett vil bli publisert i løpet av 1992. Her vil vi bare gi noen eksempler på virkningsindikatorer. Noen av indikatorene fins også sammen med mer utfyllende data andre steder i denne rapporten. Det gjelder særlig påvirkningsindikatorer (kapittel 3 inneholder tall for utslipp til luft for alle viktige komponenter).

Klimaendring

Figur 9.1 viser utviklingen i global middeltemperatur i perioden 1856 - 1990. Det er også tegnet inn et 10-års glidende middel som gjør det enklere å identifisere en eventuell trend. Det var en tendens til økning i den globale middeltemperaturen fra begynnelsen av århundret og fram til 1940, og i løpet av de siste 10 årene. Av de 10 varmeste årene i perioden har 8 vært etter 1980.

Kronetetthet i skog

Skogtilstanden er behandlet i kapittel 5. Her er det gitt tall for utviklingen i gjennomsnittlig kronetetthet for gran og furu i Norge. Krone-

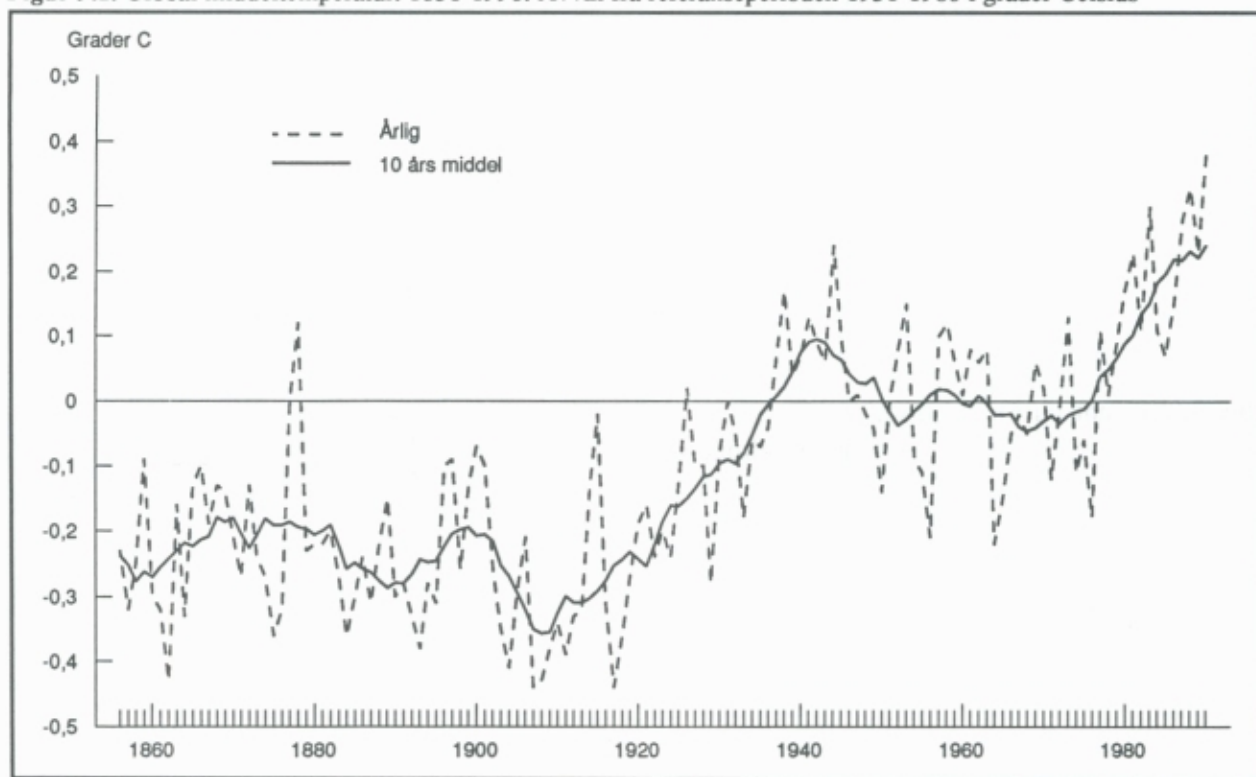
tettheten for nåletrær fremkommer som en veid sum av disse tallene. Figur 9.2 viser gjennomsnittlig endring i kronetetthet fra registreringene startet i 1988 til 1991, samt fra 1990 til 1991.

Figuren viser små endringer i den (forholdsvis) korte perioden, sett under ett. Som påpekt i kapittel 5.2 kan det ikke påvises signifikante endringer for gran, mens kronetettheten for furu viser en svak forbedring i denne perioden. Totalt for nåletrær blir endringene små. Fra 1990 til 1991 ble det registrert en signifikant nedgang i kronetetthet for gran.

Forgiftning av naturen

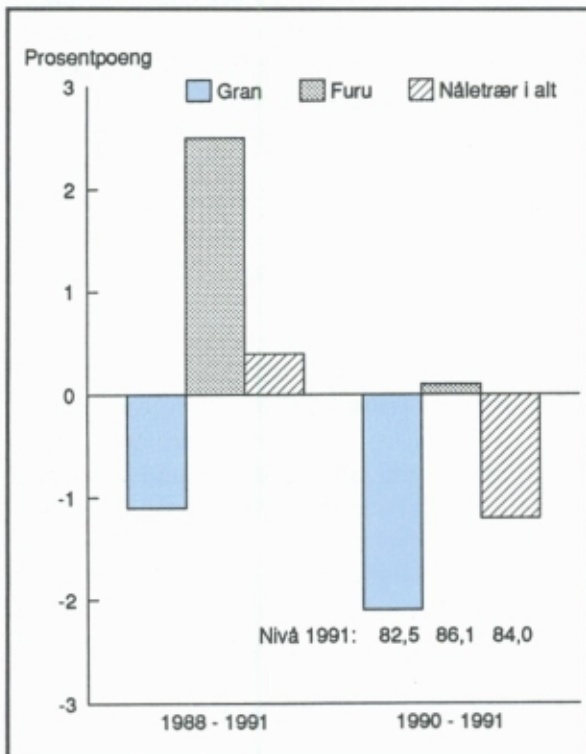
Skalltykkelsen av rovfuglegg kan brukes som indikator for miljøgiftforurensning. Figur 9.3 viser skalltykkelsen hos dvergfalk i perioden etter 1880. Det er registrert en signifikant nedgang i skalltykkelsen på rundt 15 prosent etter at DDT ble tatt i bruk etter krigen. En så stor reduksjon innebærer at man nærmer seg grensen for hvor tynt et eggskall kan være uten at det blir ruget i stykker. Dataene er hentet fra Nygård (1990).

Figur 9.1. Global middeltemperatur. 1856-1990. Avvik fra referanseperioden 1951-1980 i grader Celsius



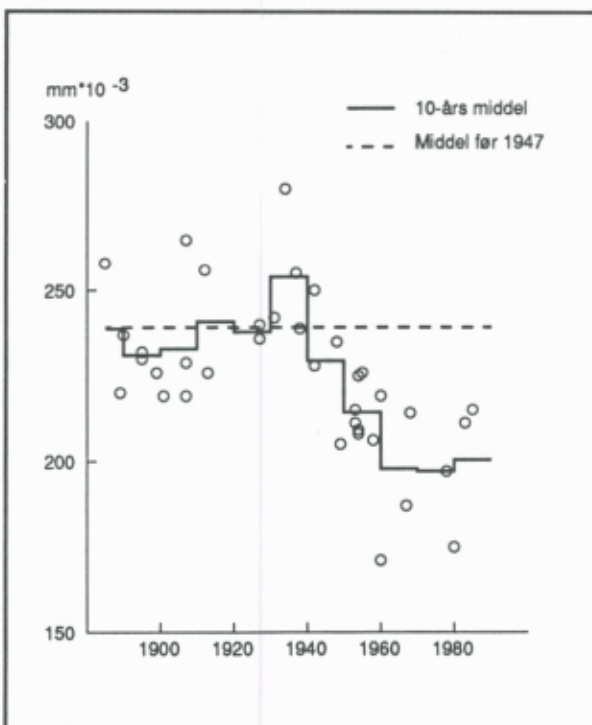
Kilde: Parker and Jones, 1991.

Figur 9.2. Endring i kronetetthet for nåletrær i Norge. 1988-1991. Prosentpoeng



Kilde: NIJOS.

Figur 9.3. Skalltykkelse hos dvergfolk. 1885-1985. μm



Kilde: Nygård, 1990.

9.5. "Grønt BNP"

Både endel politikere og enkelte økonomer har i den senere tid tatt til orde for at netto- eller bruttonasjonalproduktet (NNP eller BNP) bør korrigeres for verdien av de miljøskadene som er oppstått i løpet av året. Et slikt "grønt BNP" er egentlig ikke noen typisk miljøindikator. Det skal primært indikere noe om den økonomiske utviklingen, men skal *også* ta hensyn til utviklingen i miljøet.

BNP er et mål på økonomisk aktivitet, ikke et velferdsmål. Når ønsket om et "grønt BNP" er blitt fremmet såvidt sterkt, er det antakelig fordi mange brukere likevel tolker BNP nettopp som et velferdsmål. I mange land kan det se ut til at politikken i stor grad er rettet inn mot en maksimering av BNP, uten at f.eks. hensyn til miljøet tas med i betraktningen. Ved å etablere et "grønt BNP" ønsker man å integrere den økonomiske politikken og miljøpolitikken i større grad.

FN's statistiske kontor (UNSO) la i 1990 fram et forslag til hvordan et slikt miljøkorrigert nasjonalprodukt kan utarbeides (UNSO, 1990). En svensk ekspertgruppe har konkludert med at et "grønt BNP" forsøksvis bør utarbeides i Sverige på noe sikt (Miljøräkenskapsutredningen, 1991a, 1991b). Flere enkeltstående forskere eller grupper av forskere har startet arbeid med miljøkorrigering av nasjonalproduktet i andre land. (Tropical Science Center/WRI, 1991, Huetting m. fl., 1991.)

Markedspris og verdi

Alle nasjonalregnskapsstørrelser måles i penger, ikke i fysiske enheter. Det er lett å glemme dette og forestille seg at nasjonalregnskapet på en eller annen måte måler *fysiske størrelser*. Hvis det var tilfelle, kunne data fra fysiske ressursregnskaper nokså direkte overføres til nasjonalregnskapet. Verdibegrepet er imidlertid helt sentralt når ressurser med ulik fysisk målestokk skal veies sammen i én størrelse, slik det gjøres i nasjonalproduktet.

Når nasjonalproduktet utarbeides, verdsettes alle varer og tjenester ut fra markedspris. (Unntaket er produksjon i offentlig forvaltning, som verdsettes ut fra markedsprisen på innsatsfakto-

rene, ikke markedspris på de ferdige produktene.) De fleste miljøgoder har ingen markedspris. Skal nasjonalproduktet miljøkorrigeres, innebærer det derfor at naturmiljøet, i alle fall de årlige endringene i det, på en eller annen måte må verdsettes i kroner og øre. Denne verdsettingen må gjøres ut fra andre prinsipper enn de som brukes i nasjonalregnskapet forøvrig.

Mange vil reagere mot at en i det hele tatt forsøker en slik verdsetting. Men også sett fra en fag-økonomisk synsvinkel blir begrepet "verdi" i denne sammenhengen nokså mangetydig og uklart.

For goder som er omsatt i markeder med fri konkurranse, kan det under visse forutsetninger påstås at tilbydere og etterspørere er "enige om" verdien på en enhet av godet. Årsaken til dette er at alle tilpasser seg den prisen de observerer i markedet: Hvis en forbruker synes han har mindre nytte av f.eks. en pose sukker enn han ville hatt av andre varer til samme verdi, vil han redusere sitt forbruk av sukker og heller kjøpe mer av en annen vare. En rasjonell konsument vil foreta slike endringer helt til han synes "nyttens" av den siste sukkerposen han kjøper går omtrent opp i opp med verdien. På samme måte kan sukkerprodusenten tilpasse produksjonsnivået slik at det ikke koster mer å produsere den siste sukkerposen enn det han får for den i markedet. Det kan derfor med en viss rett sies at markedsprisen avspeiler varens verdi, både for forbruker og produsent.

Miljøgoder er vanligvis ikke omsatt i markeder, blant annet fordi eiendomsretten til slike goder er vanskelig å definere. En kan derfor ikke direkte observere noen verdi på slike goder. Dette er likevel ikke bare et *informasjons*-problem: Mangelen på marked innebærer også at det ikke er noen mekanisme som får økonomiske aktører til å bruke større eller mindre kvanta av "naturgoder" slik at en havner i et punkt der den marginale, relative verdien er lik for alle aktører og i alle ulike sammenhenger. "Verdien" av disse godene vil derfor ikke, selv på marginen, være noe entydig begrep.

Ulike problemstillinger gir ulike svar

I UNSO (1990) verdsettes endringer i miljøgoder ut fra *hva det ville ha kostet å unngå miljøskaden*. Et "grønt nasjonalprodukt" kan så utar-

beides ved at denne verdien trekkes fra nettonasjonalproduktet (se boks 9.2). Dette kan tolkes som et mål på hvor stor den økonomiske aktiviteten kunne ha vært dersom en ikke hadde tillatt forringelse av naturmiljøet i løpet av året. Metoden gir imidlertid neppe særlig pålitelige svar på dette spørsmålet (se avsnitt nedenfor om regnskap og hypotetiske størrelser).

Det er uansett viktig å være oppmerksom på at den "verdien av årets miljøskader" en får ved en slik verdsettingsmetode, *ikke* kan gi noen mer generell informasjon om andre aspekter ved miljøskadene. Årsaken er at begrepet "verdi" blir så mangetydig når det brukes om et gode som ikke er omsatt i markeder. Metoden som er nevnt over, gir *bare* svar på hva en tror det ville ha kostet å unngå skadene. Resultatet forteller ingenting om hvor alvorlig skaden faktisk var for økosystemet, hva det ville koste å reparere når skaden først var skjedd, eller hvordan skaden har påvirket velferden til innbyggerne i landet. Slike spørsmål må besvares med andre metoder og vil generelt ha helt andre svar.

Et eksempel

Jo større miljøproblemene er, jo mer framtrøende blir problemet med ulike marginale verdier. Et eksempel kan klargjøre dette. Vi tenker oss en bedrift i et u-land som slipper ut et giftig stoff til en elv. Dette fører til fiskedød og andre skader, og gjør vannet ubrukelig som drikkevann for befolkningen som bor nedenfor utslippsstedet. Utslippet kunne vært rensert uten større kostnader før det nådde elven, men bedriften har likevel latt være å rense.

BRUTTONASJONALPRODUKT
- KAPITALSLIT
= NETTONASJONALPRODUKT
- SLIT PÅ NATURKAPITALEN
= "GRØNT NASJONALPRODUKT"

Boks 9.2. UNSOs forslag til "grønt nasjonalprodukt".

Hva er verdien av denne miljøskaden? Ut fra UNSO's metode (se over) er verdien liten, fordi det ville ha vært billig å rense utslippet. Måles verdien i stedet som kostnadene ved å reparere skaden når den først er skjedd, blir resultatet antakelig en svært høy verdi (hvis inngrepet er irreversibelt, blir verdien faktisk uendelig høy).

Et tredje alternativ er å spørre befolkningen hva de ville vært villige til å betale for å unngå utslippet. Siden bedriften ligger i et u-land, vil vi anta at befolkningen er fattig. I så fall vil de oppgi et lavt beløp, ganske enkelt fordi de ikke har noe å betale med. Verdien blir dermed lav. Vi kunne likevel stilt spørsmålet annerledes, og spurt: "Hvilken kompensasjon, i kroner og øre, må dere ha for å ha det like bra nå som før skaden skjedde?" Hvis befolkningen opplevde elvevannet som helt uerstattelig, kunne vi denne gangen få et svært høyt beløp til svar; for slik vi nå stilte spørsmålet, er ikke svaret begrenset av hva de selv har å rutte med.

Som vi ser, kan en få nær sagt hvilken verdi en vil, hvis en bare varierer verdsettingsmetoden. I vårt tilfelle skyldtes ikke dette målefeil, men at vi vurderte ulike spørsmål. Det finnes altså ikke noen "korrekt" verdi på miljøgoder. Verdien vil avhenge av sammenhengen, eller sagt på en annen måte: Hvilken problemstilling en ønsker å belyse.

Dette innebærer at også et "miljøkorrigert nasjonalprodukt" kan få nær sagt hvilken som helst verdi, avhengig av hvordan en definerer "verdien av miljøgoder". Et "grønt BNP" utarbeidet for å si f. eks. noe om hvor stor økonomisk aktivitet en kunne ha hatt uten skader på natur og miljø, vil *ikke* samtidig kunne fortelle noe om f.eks. hvor stort omfang av natur- og miljøskader en faktisk har hatt.

Regnskap og hypotetiske størrelser

Nasjonalproduktet er en regnskapsstørrelse; det viser utelukkende hva som har hendt i året som gikk, ikke hva som kunne ha hendt eller burde ha hendt. "Nødvendig ressursbruk for å unngå miljøskader" er derimot en hypotetisk størrelse. Sammenblanding av slike størrelser gir en inkonsistens som lett kan lede til misvisende resultater.

I mange land skjer det omfattende miljødeleggelser hvert år, og det ville krevd store res-

surser å unngå eller bøte på alt dette. Det er neppe realistisk at ledig arbeidskraft og kapital kunne ta seg av alt dette. Relativt store ressurs-er måtte med andre ord tas vekk fra annen produktiv virksomhet. Spørsmålet blir da hvordan dette ville påvirke resten av økonomien. Noen bransjer ville måtte innskrenke, mens andre ville utvide. Dette ville føre til at både relative priser, fordelingen av ressurser på næringer og inntektsfordelingen ville endre seg. Økonomien ville også bli påvirket av at kvaliteten på innsatsfaktorene ble bedre (renere luft og vann, friskere arbeidere, mindre korrosjon).

Disse endringene ville for det første medføre endringer i prisen på de innsatsfaktorene en trenger for å unngå miljøskader. "Verdien av miljøskadene" burde derfor ideelt sett vært anslått på nytt. Viktigere er det likevel at selve det nettonasjonalproduktet en skal korrigere (se boks 9.2), ville forandre seg.

Et "grønt nasjonalprodukt", slik UNSO og andre har foreslått det, tar ikke hensyn til noe av dette. Å ta utgangspunkt i dagens NNP og rett og slett trekke fra "verdien av slitet på naturkapitalen", innebærer to nokså strenge antakelser; nemlig at omlegging til en økonomi uten miljøskader ikke vil kreve vesentlige ressurser, og at en slik økonomi ikke vil skille seg vesentlig fra dagens økonomi.

Spørsmålet om hvordan økonomien ville sett ut dersom en ikke hadde tillatt skader på natur og miljø, kan imidlertid til en viss grad analyseres ved hjelp av økonomiske modeller. I slike modeller tar en eksplisitt stilling til hvordan en tror endringer i en del av økonomien påvirker økonomien ellers. Nasjonalregnskapet er derimot utarbeidet for å beskrive historien, ikke for å vurdere effekter av endringer i deler av økonomien, og er derfor mindre egnet til slike analyser.

Konklusjon: "Grønt BNP"

Et "grønt" eller miljøkorrigert nasjonalprodukt defineres gjerne, som vi har sett, som nettonasjonalproduktet minus verdien av slitet på naturkapitalen. Denne definisjonen åpner imidlertid for svært mange ulike tolkninger.

En viktig grunn til at mange ønsker et miljøkorrigert nasjonalprodukt, er at BNP ofte tolkes som noe det ikke egentlig er ment som, nemlig

et velferds mål. "Grønt BNP" er basert på BNP, men introduserer i tillegg et svært flertydig begrep; verdien av slit på naturkapitalen. Det er derfor et åpent spørsmål om det vil bli lettere å unngå misforståelser og feilaktig tolkning av "grønt BNP" enn av det nåværende BNP. Eventuelle misforståelser kan like gjerne gå i retning av at en tror miljøproblemene er *mindre* enn de faktisk er, som omvendt. Selv ut fra et ønske om større fokusering på miljøproblemene, kan miljøkorrigering av nasjonalproduktet derfor være en dårlig strategi.

Også etter å ha definert hva en vil mene med verdi av miljøet, er det vanskelig å tolke hva et miljøkorrigert nasjonalprodukt egentlig forteller. Årsaken er at en introduserer en "tenkt" bruk av ressurser i stor skala, uten å vurdere hvor disse ressursene skulle hentes fra, og hvilke virkninger dette ville hatt på resten av økonomien.

Ved å utarbeide et miljøkorrigert nasjonalprodukt som hjelpemiddel til en integrert økonomi- og miljøpolitikk, må den som utarbeider statistikken foreta en lang rekke subjektive verdi-vurderinger. Dette kan innebære at det i statistikken vil ligge innbakt en del politiske vurderinger, som neppe er åpenbare for den som skal bruke dataene. Muligheten er dermed til stede for at forhold der det er behov for avveining mellom ulike hensyn blir tilslørt snarere enn klargjort.

Ut fra betraktningene ovenfor har SSB valgt å ikke gå inn for utarbeiding av et miljøkorrigert nasjonalprodukt. Analyser av sammenhengen mellom økonomi og miljø, og utarbeiding av styringsverktøy for en sterkere integrering av miljøpolitikken og den økonomiske politikken, er viktige spørsmål som en vil arbeide videre med. Rammen for dette arbeidet vil imidlertid snarere være knyttet til økonomiske modeller enn til utarbeidelse av miljøkorrigerte nasjonalregnskapsdata.

Referanser:

Alfsen, K., K.A. Brekke, F. Brunvoll, H. Lurås, K. Nyborg og H.V. Sæbø (1992): *Environmental Indicators. Final Report*. Discussion Paper, SSB. Vil bli publisert i løpet av 1992.

Hueting, Rofie, Peter Bosch, Bart de Boer (1991): *Methodology for the Calculation of Sustainable National Income*. BPA nr.12.130-91-E10/intern. Netherlands Central Bureau of Statistics. Voorburg.

Miljøråkningsutredningen (1991a): *Räkna med miljön! Förslag till natur- och miljöräkenskaper*. SOU 1991:37. Finansdepartementet, Stockholm.

Miljøråkningsutredningen (1991b): *Räkna med miljön! Bilagadel*. Finansdepartementet, Stockholm.

Nyborg, Karine og Asbjørn Aaheim (1991): *Grønt BNP: Dårlig svar på godt spørsmål*. Sosialøkonomen nr. 5.

Nygård, Torgeir (1990): *Rovfugl som indikatorer på forurensning i Norge*. Program for terrestrisk naturovervåking, Rapport nr. 6, NINA utredning 021.

Parker, D.E. and Jones, P.D. (1991): *Global warmth in 1990*. Weather, Oct. 1991, Vol. 46 No. 10.

Statistical Office of the United Nations (UNSO) (1990): *SNA Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting*. Preliminary Draft of the Part I: General Concepts. New York.

Tropical Science Center and World Resources Institute (1991): *Accounts Overdue: Natural Resource Depreciation in Costa Rica*. San Jose/Washington DC.



**PUBLIKASJONER FRA SEKSJON FOR
RESSURS- OG MILJØANALYSER
OG SEKSJON FOR RESSURSREGNSKAP OG MILJØ.
1989-1991/92**

Discussion Paper:

- No. 43 Mork, K.A., Mysen, H.T. and Olsen, Ø.: Business Cycles and Oil Price Fluctuations: Some Evidence for Six OECD Countries
- " 44 Bye, B., Bye, T. and Lorentsen, L.: SIMEN. Studies of Industry, Environment and Energy towards 2000
- " 45 Bjerkholt, O., Gjelsvik, E. and Olsen, Ø.: Gas Trade and Demand in Northwest Europe: Regulation, Bargaining and Competition
- " 48 Glomsrød, S., Vennemo, H., Johnsen, T.: Stabilization of emissions of CO₂: A computable general equilibrium assessment
- " 61 Alfsen, K.H.: Use of macroeconomic models in analysis of environmental problems in Norway and consequences for environmental statistics.
- " 64 Brendemoen, A. and H. Vennemo: A climate convention and the Norwegian economy: A CGE assessment.
- " 65 Brekke, K.A.: Net National Product as a Welfare Indicator.

Interne notater (INO):

- Nr. 89/3 Vigerust, B. og Vik, T.: Ressursregnskap for energi. Dokumentasjonsnotat nr. 8. Fylkesvise energiregnskap 1984 og 1985
- " 89/16 Østensen, Inger: Prissetting i elektrisitetsmarkedet (Peak-load pricing)
- " 89/29 Bye, B.: Husholdningenes bruk av energi
- " 89/30 Bye, T. og Hansen, M.I.: En økonomisk modell for temperaturkorrigerings av energibruken
- " 90/1 Berger, K.: Dokumentasjon av OEGs analyseverktøy for norsk oljevirksomhet
- " 90/2 Hetland, T., Vik, T. og Aaheim, A.: Ressursregnskap for energi. Dokumentasjonsnotat nr. 9. Tilgang og bruk av energi 1980-1987
- " 90/3 Torvanger, A.: Auka kraftpriser til kraftkrevende industri - makroøkonomiske verknader
- " 90/5 Bye, B.: MODAG W benyttet til energi- og miljøanalyser: Dokumentasjon av SIMEN-beregningene
- " 90/20 Vestøl, J.Å., Sødal, D.P., Aanestad, J., Holm, Ø., Høie, H., Lian, B.: Virkningen av ulike miljøtiltak i jordbruket. En modellstudie med vekt på endret produksjonsfordeling
- " 90/26 Johnsen, T.A.: Produksjon, overføring og fordeling av kraft

Rapporter (RAPP):

- Nr. 89/1 Naturressurser og miljø 1988
- " 89/6 Engebretsen, Ø.: Utbyggingsregnskap. Dokumentasjon av metode og resultater fra prøve-regnskap 1986 og 1987
- " 89/22 Bye, T og Johnsen, T.A.: Energisubstitusjon i treforedlingssektoren
- " 90/1 Naturressurser og miljø 1989
- " 90/1A Natural Resources and the Environment 1989
- " 90/19 Høie, H., Lian, B., Vestøl, J.Å.: SIMJAR 2. Simuleringsmodell for nitrogenavrenning i jordbruket. Dokumentasjon
- " 91/1 Naturressurser og miljø 1990
- " 91/1A Natural Resources and the Environment 1990

Rapporter (RAPP) (forts.):

- Nr. 91/7 Mysen, H.T.: Substitusjon mellom olje og elektrisitet i produksjonssektorene i en makromodel.
- " 91/12 Johnsen, T.A.: Modell for kraftsektoren
- " 91/13 Bye, T. og T.A. Johnsen: Effektivisering av kraftmarkedet
- " 92/2 Ljones, A., Nesbakken, R., Sandbakken, S. og Aaheim A.: Energibruk i husholdningene. Energiundersøkelsen 1990.

Reprints (REPR):

- No. 42 Biørn, E., Holmøy, E. og Olsen, Ø.: Gross and Net Capital, and the Form of the Survival Function: Theory and some Norwegian Evidence
- " 45 Bjerkholt O., Gjelsvik E., and Olsen, Ø.: The Western European Gas Market: Deregulation and Supply Competition
- " 46 Bartlett, S., Strøm S. and Olsen, Ø.: Residential Energy Demand - The Evolution and Future Potential of Natural Gas in Western Europe
- " 48 Alfsen, K., L. Lorentsen and K. Nyborg: Environmental Effects of a Transition from Oil and Coal to Natural Gas in Europe
- " 49 Aslaksen, I., Brekke, K.A., Johnsen, T.A. and Aaheim, A.: Petroleum Resources and the Management of National Wealth
- " 50 Cappelen, Å., Gjelsvik, E.: Oil and Gas Revenues and the Norwegian Economy in Retrospect: Alternative Macroeconomic Policies
- " 53 Mork, K.A., Mysen, H.T. and Olsen, Ø.: Business Cycles and Oil Price Fluctuations: Some Evidence for Six OECD Countries
- " 55 Brekke, K.A. and Øksendal, B.: The high Contact Principle as a Sufficiency Condition for optimal Stopping

Samfunnspeilet:

- Nr. 89/2 Brunvoll, F.: Kommunal avløpsrensing: Når får vi tilfredsstillende kvalitet?

Sosiale og økonomiske studier (SØS):

- Nr. 68 Miljøstatistikk 1988
- " 73 Brekke, K.A. og Torvanger, A. (red.): Vitskapsfilosofi og økonomisk teori

Statistisk ukehefte (SU):

- Nr. 89/33 Ressursregnskap for energi 1987
- " 89/33 Ressursregnskap for energi 1988. Foreløpige tall
- " 90/31 Ressursregnskap for energi 1988
- " 90/31 Ressursregnskap for energi 1989. Foreløpige tall
- " 90/46 Fylkesvise energiregnskap for 1988
- " 91/36 Ressursregnskap for energi 1989
- " 92/3 Avløpsrensaneanlegg 1990

Økonomiske analyser (ØA):

- Nr. 89/3 Alfsen, K.H.: Kald fusjon - noen spekulative perspektiver
- " 89/3 Bjerkholt, O., Bye, T. og Olsen, Ø.: Kraft på billigsalg
- " 89/5 Brekke, K.A., Johnsen, T.A. og Aaheim, A.: Petroleumsformuen - prinsipper og beregninger
- " 89/5 Bye, B., Bye, T. og Lorentsen, L.: Kan miljøvern og økonomisk vekst forenes?
- " 89/8 Alfsen, K.H., Lorentsen L. og Nyborg K.: Miljøkonsekvenser av en europeisk satsing på gass som brensel
- " 90/2 Brendemoen, Anne: Miljøavgifter på fossile brenslere - hvem betaler?
- " 91/4 Bjerkholt, O. og E. Gjelsvik: New development in the perspectives for natural gas trade in Europe
- " 91/7 Brekke, K.A.: Bruken av oljeinntektene

**Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk sentralbyrå
etter 1. januar 1991 (RAPP)**

*Issued in the series Reports from the Central Bureau of Statistics
since 1 January 1991 (REP)*

ISSN 0332-8422

- | | | | |
|----------|--|----------|---|
| Nr. 91/1 | Naturressurser og miljø 1990 Energi, luft, fisk, skog, jordbruk, holdninger til miljøproblemer, OECDs miljøtilstandsrapport. Ressursregnskap og analyser. 1991-160s. (RAPP; 91/1) 90 kr ISBN 82-537-3024-1 | Nr. 91/9 | Totalregnskap for fiske- og fangstnæringen 1985 - 1988. 1991-37s. (RAPP; 91/9) 70 kr ISBN 82-537-3559-6 |
| - 91/1A | Natural Resources and the Environment 1990. 1991-150s. (RAPP; 91/1A) 100 kr ISBN 82-537-3558-8 | - 91/10 | Tallet på innvandrere og deres etterkommere fram mot år 2050/Per Sevaldson. 1991-74s. (RAPP; 91/10) 60 kr ISBN 82-537-3567-7 |
| - 91/2 | MODIS V En modell for makroøkonomiske analyser/Yngvar Dyvi, Herbert Kristoffersen og Nils Øyvind Mæhle 1991-218s. (RAPP; 91/2) 125 kr ISBN 82-537-3021-7 | - 91/11 | En disaggregert ettermodell for offentlig transport i MODAG/MSG/Knut A. Magnussen og Jens Stoltenberg. 1991-42s. (RAPP; 91/11) 70 kr ISBN 82-537-3568-5 |
| - 91/3 | Byggekostnadsindeks for boliger Vekter og representantvarer 1990/Peder Næs. 1991-70s. (RAPP; 91/3) 80 kr ISBN 82-537-3026-8 | - 91/12 | Modell for kraftsektoren/Tor Arnt Johnsen. 1991-42s. (RAPP; 91/12) 70 kr ISBN 82-537-3573-1 |
| - 91/4 | Pasientstatistikk 1989. 1991-72s. (RAPP; 91/4) 80 kr ISBN 82-537-3047-0 | - 91/13 | Effektivisering av kraftmarkedet/Torstein Bye og Tor Arnt Johnsen. 1991-39s. (RAPP; 91/13) 70 kr ISBN 82-537-3575-8 |
| - 91/5 | Personellstatistikk Helsevesen og sosiale tjenester/Even Flaatten. 1991-71s. (RAPP; 91/5) 80 kr ISBN 82-537-3048-9 | - 91/14 | Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. Årene 1975-1991. 1991-69s. (RAPP; 91/14) 80 kr ISBN 82-537-3576-6 |
| - 91/6 | Virkninger av inntektsreguleringslovene 1988-90/Torbjørn Eika og Per Richard Johansen. 1991-50s. (RAPP; 91/6) 80 kr ISBN 82-537-3053-5 | - 91/15 | Prisnivå på Svalbard 1990. 1991-75s. (RAPP; 91/15) 60 kr ISBN 82-537-3556-1 |
| - 91/7 | Substitusjon mellom olje og elektrisitet i produksjonssektorene i en makromodell/Hans Terje Mysen. 1991-43s. (RAPP; 91/7) 80 kr ISBN 82-537-3054-3 | - 91/16 | Husholdningenes sparing Begrepsavklaring, dataproblemer og analyse/Knut Moum (red.) 1991-92s. (RAPP; 91/16) 80 kr ISBN 82-537-3585-5 |
| - 91/8 | Konsumprisindeksen. 1991-82s. (RAPP; 91/8) 80 kr ISBN 82-537-3072-1 | - 91/17 | Aktuelle skattetall 1991 <i>Current Tax Data</i> . 1991-46s. (RAPP; 91/17) 70 kr ISBN 82-537-3596-0 |
| | | - 91/18 | Personlig inntekt, formue og skatt 1980-1989 Rapport fra registerbasert skattestatistikk/Børge Strand. 1992-50s. (RAPP; 91/18) 60 kr ISBN 82-537-3618-5 |

- | | |
|--|---|
| <p>Nr. 92/2 Energibruk i husholdningene
Energiundersøkelsen 1990/Arne
Ljones, Runa Nesbakken, Svein
Sandbakken og Asbjørn Aaheim.
1992-106s. (RAPP; 92/2) 90 kr
ISBN 82-537-3629-0</p> <p>- 92/3 Klima, økonomi og tiltak
(KLØKT)/Knut Moum (red.)
1992-97s. (RAPP; 92/3) 90 kr
ISBN 82-537-3647-9</p> <p>- 92/5 Hotelløkonomi og overnattinger En
analyse av sammenhengen mellom
hotellenes lønnsomhet og
kapasitetsutnyttning mv./Tom Granseth.
1992-53s. (RAPP; 92/5) 90 kr
ISBN 82-537-3635-5</p> | <p>Nr. 92/6 Informasjonen om Folke- og bolig-
telling 1990 i massemediene/Liv Argel.
1992-68s. (RAPP; 92/6) 90 kr
ISBN 82-537-3645-2</p> <p>- 92/7 Samfunnsøkonomiske virkninger av et
EF-tilpasset jordbruk/Ådne Cappelen,
Tor Skoglund og Erik Storm.
1992-51s. (RAPP; 92/7) 75 kr
ISBN 82-537-3650-9</p> <p>- 92/9 Kommunehelsetjenesten Årsstatistikk
for 1990. 1992-56s. (RAPP; 92/9)
90 kr ISBN 82-537-3653-3</p> <p>- 92/10 Pasientstatistikk 1990. 1992-73s.
(RAPP; 92/10) 90 kr
ISBN 82-537-3654-1</p> |
|--|---|



Pris kr 100,00

Publikasjonen utgis i kommisjon hos Universitetsforlaget, Oslo,
og er til salgs hos alle bokhandlere.

ISBN 82-537-3651-7
ISSN 0332-8422