

RAPPORTER

88/1

**NATURRESSURSER OG MILJØ
1987**

**STATISTISK SENTRALBYRÅ
CENTRAL BUREAU OF STATISTICS OF NORWAY**

RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ 88/1

NATURRESSURSER OG MILJØ

1987

**ENERGI, PETROLEUMSØKONOMI, MINERALER, FISK, SKOG,
JORDBRUKSAREAL, VANN, LUFT, GLOBALE LUFTFORURENSNINGER,
MILJØVERNINVESTERINGER**

RESSURSREGNSKAP OG ANALYSER

STATISTISK SENTRALBYRÅ
OSLO – KONGSVINGER 1988

ISBN 82-537-2623-6
ISSN 0332-8422

EMNEGRUPPE

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

ANDRE EMNEORD

Forurensning

Naturmiljø

Miljø - økonomi

Utslipp

Forord

Statistisk Sentralbyrå utarbeider regnskaper for en del naturressurser og miljøstatistikk som inngår i videre analyser av miljøforhold. Publikasjonen Naturressurser og miljø gir en årlig oversikt over dette arbeidet.

Naturressurser og miljø 1987 består av oppdaterte ressursregnskaper for energi, mineraler, skog og fisk, og resultater fra analyser som er gjort på bakgrunn av disse regnskapene. Dessuten inneholder publikasjonen informasjon om forurensninger av vann og luft.

Det er flere nye temaer som behandles denne gangen; petroleumsøkonomi, hypoteser om skogsdød, endringer i arealbruksmønsteret i jordbruket og globale luftforurensninger.

Arbeidet med ressurs- og miljøanalyser utføres ved Forskningsavdelingen i Statistisk Sentralbyrå som retter stor takk til institusjoner som har bidratt med data til Naturressurser og miljø 1987. Førstesekretær Anne Strandli takkes for arbeidet med figurer og tabeller.

Konsulent Elisabeth Fadum har vært redaktør for publikasjonen.

Statistisk Sentralbyrå, Oslo 11. februar 1988

Gisle Skancke

Lorents Lorentsen

INNHOOLD

	Side
FIGURREGISTER	7
TABELLREGISTER	9
1. INNLEDNING	12
2. ENERGI	14
2.1 Energireserver	14
2.2 Uttak og bruk av energivarer	15
2.3 Utvikling i innenlands energibruk 1986-1987	17
2.4 Priser på elektrisitet og oljeprodukter	19
2.5 Diskriminering i elektrisitetsprisene	21
2.6 Priser på elektrisk kraft i Norge og i andre land	22
2.7 Virkninger av innføring av gasskraft	23
2.8 Energipolitikk	25
2.9 Enheter og omregningsfaktorer	27
Referanser	29
3. PETROLEUMSØKONOMI	30
3.1 Ressurstilgang av olje- og naturgass	30
3.2 Investeringer og produksjon	31
3.3 Oljemarkedet	33
3.4 Gassmarkedet i Vest-Europa	36
3.5 Valg av utvinningstempo og bruk av oljeinntekter	40
Referanser	43
4. MINERALER	44
4.1 Reserver av norskproduserte malmer	44
4.2 Uttak og innenlandsk bruk av malmer	45
4.3 Priser på mineralske råstoffer	45
4.4 Ressursrente for malmer og mineraler	47
5. FISK	48
5.1 Bestandsutvikling	48
5.2 Kvoter og fangst	51
5.3 Overføring av fiskerettigheter	52
5.4 Fiskeoppdrett	54
5.5 Eksport av fiskevarer	55
6. SKOG	57
6.1 Skogbalanse	57
6.2 Skogskader og årsakshypoteser	57
6.3 Tilgang og bruk av skogprodukter	60
6.4 Tolking av treslag i flybilder	62
Referanser	62
7. JORDBRUKSAREAL	63
7.1 Endringer i arealbruksmønsteret i jordbruket	63
7.2 Nedbygging av jordbruksarealer	70
Referanser	72

8. VANN	73
8.1 Vannforurensninger	73
8.2 Kilder til vannforurensning	76
8.3 Vannkvalitet	83
8.4 Bruk av vann	90
Referanser	94
9. LUFT	95
9.1 Luftforurensning - kilder og virkninger	95
9.2 Utslipp til luft i Norge	99
9.3 Luftkvalitet	109
9.4 Framskrivninger av nasjonale utslipp til luft	112
9.5 Framskrivninger av europeiske utslipp og nedfall av svoveldioksid i Norge	119
9.6 Korrosjonskostnader ved luftforurensning.....	122
9.7 Miljømessige og økonomiske konsekvenser av krav til avgasser fra nye, besindrevne biler.....	123
Referanser	124
10. GLOBALE VIRKNINGER AV LUFTFORURENSNINGER	126
10.1 Innledning.....	126
10.2 Drivhuseffekten	126
10.3 Stratosfærisk ozon	131
Referanser	134
11. MILJØVERNINVESTETERINGER I INDUSTRIEN 1974-1985	135
11.1 Bakgrunn for undersøkelsen	135
11.2 Miljøverninvesteringer etter sektor, type tiltak og investeringstype.....	135
11.3 Miljøverninvesteringenes andel av de totale investeringer	136
11.4 Sammenligning med andre norske kilder	136
11.5 Sammenligning med svenske spørreundersøkelser	137
11.6 Konklusjon	138
Referanser	138
VEDLEGG	
1. Publikasjoner fra Seksjon for ressurs- og miljøanalyse, 1980-1987	139
Utkommet i serien RAPPORTER fra Statistisk Sentralbyrå (RAPP)	145

Standardtegn brukt i tabeller:

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

Forkortelser på institusjoner som det er referert til i rapporten:

GEFO	Institutt for georessurs- og forurensningsforskning	NLVF	Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd
LD	Landbruksdepartementet	NPI	Norsk petroleumsinstitutt
MD	Miljøverndepartementet	OED	Olje- og energidepartementet
NILU	Norsk institutt for luftforskning	SFT	Statens forurensningstilsyn
NIVA	Norsk institutt for vannforskning	SIFF	Statens institutt for folkehelse
NLH	Norges landbrukshøgskole	SSB	Statistisk Sentralbyrå

FIGURREGISTER

	Side
2. ENERGI.....	14
2.1 Nyttbar vannkraft 1. januar 1988. TWh.....	14
2.2 Energibruk i Norge etter sektor utenom energisektorene og utenriks sjøfart. 1976-1986*. PJ	17
2.3 Elektrisitetsforbruket i Norge etter sektor. 1974-1986* TWh.....	17
2.4 Utviklingen i forholdet mellom pris på og bruk av elektrisitet og olje. Alminnelig forsyning. 1962-1987. 1980 = 1	20
2.5 Utviklingen i forholdet mellom pris på og bruk av elektrisitet og olje. Husholdningssektoren. 1962-1987. 1980 = 1	21
2.6 Realpris på elektrisitet levert til husholdninger/jordbruk og kraftkrevende industri. 1970-1986. Faste 1980-priser. Øre/kWh	21
2.7 Energipriser 1973-1987. Øre/kWh. Nyttiggjort energi. Alle avgifter inkludert.....	21
2.8 Tilbudskurve for ny vannkraft 1986-2000.....	24
2.9 Illustrasjon av tilpasningen i elektrisitetsmarkedet etter innføring av gasskraft	25
3. PETROLEUMSØKONOMI.....	30
3.1 Olje- og gassproduksjon på norsk sokkel. Mtoe pr. år	32
3.2 Totale investeringer i oljevirkosomheten. Tre profiler. 1987-1995. Mrd. 1985-Nkr	33
3.3 Aktuelle utbyggingsprosjekter på norsk sokkel	33
3.4 Mulige oljeprisbaner. Faste 1986-US\$/fat	35
3.5 Etterspørsel etter oljeprodukter. Mill. fat pr. dag.....	35
3.6 Produksjon av råolje. Mill. fat pr. dag.....	35
3.7 Realpriser for energi i Vest-Europa. Industri. Indekser 1980 = 100	38
3.8 Realpriser for energi i Vest-Europa. Husholdninger. Indekser 1980 = 100	38
3.9 Illustrasjon av en stokastisk prisbane	42
4. MINERALER	44
4.1 Prisutvikling på kobber, aluminium, bly, nikkel og sink. 1975-1987. £ pr. tonn.....	46
5. FISK	48
5.1 Totalbestand og gytebestand av norsk-arktisk torsk. 1965-1987. 1 000 tonn.....	48
5.2 Rekrutteringsindeks for norsk-arktisk torsk. 1966-1984	49
5.3 Totalbestand og gytebestand av norsk vårgytende sild. 1974-1987. 1 000 tonn.....	49
5.4 Rekrutteringsindeks for norsk vårgytende sild. 1970-1984.....	50
5.5 Størrelse av loddebestanden i Barentshavet om høsten. 1973-1987. Mill. tonn	50
5.6 Kvoter og fangst. Norsk-arktisk torsk. 1978-1988. 1 000 tonn	51
5.7 Nettooverføring fra Norge til utlandet. 1980-1987. 1000 tonn t.e.	54
5.8 Fiskeoppdrett. Slaktet mengde laks og regnbueørret. 1980-1987. 1 000 tonn	54
5.9 Eksport av fersk fisk, rundfrys fisk, filet og klippfisk/tørrfisk 1982-1987. Mill. kr.....	55
6. SKOG.....	57
6.1 Skadet skogareal i Vest-Tyskland etter grad av skade. 1983-1987. Prosent	58
7. JORDBRUKSAREAL	63
7.1 Areal med korn og oljevekster til modning regnet i prosent av fulldyrket areal. 1949 og 1986. Fylke....	65

7.2	Antall kyr regnet i prosent av antall kyr i hele landet. 1949 og 1986. Fylke.....	66
7.3	Avling pr. dekar av korn (kcal) og gras (kg) for 5-års perioder 1930-1986. Hele landet.....	67
7.4	Fulldyrking med statstilskudd. 1965-1986. 1 000 dekar.....	68
7.5	Nitrogeninnhold i gjødsel (kunstgjødsel og husdyrgjødsel) og i bortført avling 1930-1986. Hele landet	68
7.6	Nitrogenbalansen i planteproduksjonen.....	69
7.7	Endringer i humusinnholdet i jorda ved engdyrking og ved dyrking av ettårige vekster (åker).....	70
7.8	Tillatt omdisponering av dyrket jord til utbyggingsformål. 1965-1986. 1000 dekar.....	70
7.9	Fulldyrket areal etter høydesoner og landsdel. Prosent.....	71
7.10	Dyrkingsjord etter høydesoner og landsdel. Prosent.....	71
7.11	Fulldyrket areal og dyrkingsjord etter egnethet for jordbruk. Hele landet. Foreløpige tall. Km ²	72
8.	VANN.....	73
8.1	Lokaliteter med forekomst av giftproduserende blågrønnalger i Norge.....	74
8.2	Oversikt over ulike kilder til vannforurensning.....	76
8.3	Beregnete utslippsmengder av fosfor. 1970, 1976 og 1985. Tonn pr. år.....	76
8.4	Beregnete utslipp av organisk materiale (BOF ₇). 1970, 1976 og 1985. 1000 tonn pr. år.....	77
8.5	Bruk av kraftfôr. 1955-1986. 1 000 tonn.....	80
8.6	Volum av nedlagt silofôr. 1938-1978 og 1986. Mill. m ³	80
8.7	Bruk av kunstgjødsel. 1900-1986. 1 000 tonn.....	80
8.8	Oljeutslipp fra offshorevirksomhet i perioden 1981-1986. Tonn.....	83
8.9	Vassdrag og fjorder i Norge med markert eller stor belastning med miljøgifter.....	85
8.10	Eutrofierte innsjøer i Norge (foreløpig oversikt).....	86
8.11	Markert og sterkt eutrofierte fjordområder i Norge.....	88
8.12	Prosentvis gruppering av de undersøkte innsjøene etter konsentrasjon av sulfat, nitrat, labilt aluminium, organisk karbon, kalsium + magnesium og etter pH-verdi.....	89
8.13	Endring i konsentrasjon av sulfat og nitrat i pH-verdi fra 1974-75 til 1986 i 305 innsjøer i Sør-Norge.....	90
8.14	Investeringer i vannverk og avløp. 1972-1985. Mill. 1981-kroner og prosent av totale investeringer.....	93
9.	LUFT.....	95
9.1	Utslipp av SO ₂ etter kilde. 1973-1987. 1 000 tonn.....	104
9.2	Utslipp av NO _x etter kilde. 1973-1987. 1 000 tonn.....	104
9.3	Utslipp av CO etter kilde. 1973-1986. 1 000 tonn.....	105
9.4	Utslipp av VOC etter kilde. 1973-1987. 1 000 tonn.....	105
9.5	Utslipp av sot etter kilde. 1973-1987. 1 000 tonn.....	105
9.6	Utslipp av bly etter kilde. 1973-1987. Tonn.....	106
9.7	Gjennomsnittlig SO ₂ -konsentrasjon i luft i en del større norske byer. µg/m ³ . Nasjonale utslipp av SO ₂ . 1977-1986. 1000 tonn.....	110
9.8	Gjennomsnittlig sot-konsentrasjon i luft i endel større norske byer. µg/m ³ . Nasjonale utslipp av sot. 1977-1986. 1000 tonn.....	110
9.9	Gjennomsnittlig bly-konsentrasjon i luft i endel større norske byer. µg/m ³ . Nasjonale utslipp av bly. 1977-1986. Tonn.....	111
9.10	Forutsetninger om realprisutviklingen på råolje. 1986-US\$ pr. fat.....	114
9.11	Utslipp 1973-2003. Moderat (M) og høyt (H) vekstalternativ, med og uten effekt av utslippsreduerende tiltak.....	118
9.12	Nedfall av SO ₂ i Norge etter kilde.....	121
10.	GLOBALE VIRKNINGER AV LUFTFORURENSNINGER.....	126
10.1	Drivhuseffekten.....	126
10.2	CO ₂ -konsentrasjon i prosent og jordas middeltemperatur i grader Celsius de siste 500 millioner år....	128
10.3	CO ₂ -konsentrasjonen i atmosfæren de siste 160 000 årene. ppm.....	129
10.4	CO ₂ -konsentrasjonen fra 1750 til 1986. ppm.....	130
10.5	Global middeltemperatur 1861-1984.....	130
10.6	Totale antropogene utslipp av CO ₂ . 1950-1985. Mill. tonn karbon.....	130
10.7	Karbonregnskap. Gtonn C. Utveksling mellom ulike reservoarer. Gtonn C pr. år.....	132
10.8	Absorpsjon av ultrafiolett stråling og skader på DNA.....	133
10.9	Verdens produksjon av KFK.....	133
11.	MILJØVERNINVESTINGER I INDUSTRIEN 1974-1985.....	135
11.1	Miljøverninvesteringenes andel av de totale investeringer etter sektor. 1974-1985. Prosent.....	137

TABELLREGISTER

	Side
2. ENERGI.....	14
2.1 Gjenværende nyttbar vannkraft pr. 1. januar 1988. TWh	14
2.2 Energireserver i form av biomasse pr. 1. januar 1984. PJ	15
2.3 Uttak av energivarer i Norge. 1930-1987. PJ	15
2.4 Energibruk utenom energisektorene, etter næring. 1976-1987. PJ	16
2.5 Utvinning, omforming og bruk av energivarer. 1986. PJ	16
2.6 Elektrisitetsbalanse. 1975-1987. TWh	18
2.7 Energibruk utenom energisektorene og utenriks sjøfart, etter energivare. 1976-1987. PJ	19
2.8 Priser på elektrisitet og noen utvalgte oljeprodukter. Tilført energi. 1978-1987	20
2.9 Kraftpriser fra elektrisitetsstatistikken - "kostnadsreduert" slik at de er referert "kraftstasjonsvegg". Øre/kWh i løpende priser	22
2.10 Kraftpriser etter land og næring 1984. Norske Øre/KWh	23
2.11 Beregnet gasskrafttetter spørsmål i år 2000	24
2.12 Gjennomsnittlig energiinnhold, virkningsgrader og tetthet etter energivare	28
2.13 Energienheter	28
2.14 Prefikser	28
3. PETROLEUMSØKONOMI.....	30
3.1 Petroleumsreserver pr. 31. desember 1987. Mtoe	30
3.2 Reserveregnskap for råolje. Produktive og besluttet utbygde felt. 1978-1986. Mill. tonn	31
3.3 Reserveregnskap for naturgass. Produktive og besluttet utbygde felt. 1978-1986. Mtoe	31
3.4 Oljeinntekter og oljerente 1977-1986	32
3.5 Import og eksport av gass i Vest-Europa. Bcm	36
3.6 Primære energiandeler i Vest-Europa. 1986. Prosent	36
3.7 Gassforbruk etter sektor	37
3.8 Modellforutsetninger	38
3.9 Gassforbruket etter sektor i basialternativet	39
3.10 Gassforbruk etter sektor i miljøalternativet	40
3.11 Gassforbruk etter sektor i vekstalternativet	41
4. MINERALER	44
4.1 Norske malmressurser pr. 1. januar 1987. 1 000 tonn rent metall	44
4.2 Reserveregnskap for jern, kobber og sink. 1980-1986. 1 000 tonn rent metall	45
4.3 Produksjon, eksport og import av norskproduserte malmer. 1986. 1 000 tonn rent metall	45
4.4 Beregnet ressursrente for malmer 1985-1986. Mill. kr	47
4.5 Beregnet ressursrente for andre mineraler. 1985-1986. Mill. kr	47
5. FISK	48
5.1 Bestandsutvikling. Nord-arktisk torsk. 1975-1987. 1 000 tonn	49
5.2 Bestandsutvikling. 1974-1987. 1 000 tonn	51
5.3 Kvoter og fangst, etter bestand. 1977-1988. 1 000 tonn	52
5.4 Norsk fangst, etter grupper av fiskeslag. 1980-1987. 1 000 tonn	52
5.5 Deling av bestander i Barentshavet. Prosent	53
5.6 Deling av bestander i Nordsjøen. Prosent	53
5.7 Overføring av fiskerettigheter mellom Norge og andre land. 1987. 1 000 tonn t.e.	53
5.8 Matfiskoppdrett, etter fylke. 1986	55

5.9	Eksport av fiskevarer. 1978-1987. 1 000 tonn	56
5.10	Eksport av oppdrettslaks. 1981-1987.....	56
5.11	Eksportverdi av fiskevarer i mill. kr og i forhold til verdi av annen tradisjonell eksport. 1978-1987	56
6.	SKOG.....	57
6.1	Volum av stående skog, tilvekst og avgang. 1986. Mill. fm ³ med bark	57
6.2	Skadet skogareal i Vest-Tyskland, etter treslag. 1984-1987. Mill. ha og prosent av arealet for hver enkelt art.....	59
6.3	Primærtilgang av tømmer og sekundærvirke. 1985-1987. 1 000 fm ³	60
6.4	Produksjon og bruk av tre- og treforedlingsprodukter. 1985-1987.....	61
7.	JORDBRUKSAREAL	63
7.1	Jordbruksareal i drift, etter veksttype. 1939-1984. 1 000 dekar.....	64
7.2	Areal med korn og oljevekster til modning regnet i prosent av fulldyrket areal. 1949-1986. Fylke.....	65
7.3	Antall kyr regnet i prosent av antall kyr i hele landet. 1949-1986. Fylke.....	66
7.4	Dyrkingsklasser etter høydesoner. Østlandet	70
8.	VANN.....	73
8.1	Miljøgifter som SFT prioriterer begrense utslippene av	75
8.2	Antall anlegg, kapasitet og tilknytning ved registreringene i 1978, 1982 og 1983. Renseprinsipp	77
8.3	Utslipp fordelt på resipienter. 1983.....	78
8.4	Utslipp til vann fra jordbruket	79
8.5	Utslipp til vann fra industri	82
8.6	Antall innrapporterte utslipp inndelt i størrelsesorden og kilder. 1985 og 1986	82
8.7	Utslipp av olje fra plattformer på norsk kontinentalsokkel. Tonn. 1986	83
8.8	Lokaliteter som inngår i overvåkningsprogrammet for vannforurensninger pr. 1. januar 1987.....	83
8.9	Vannverkernes antall, størrelse og eiendomsforhold. 1983	91
8.10	Drikkevannsanleggenes ledningsnett fordelt på materiale og alder. 1983. Km	92
8.11	Potensielle kilder til forurensninger i nedbørfeltene til drikkevannskildene. 1983	92
8.12	Kommunale og felleskommunale utgifter til og inntekter fra vannverk og avløp. 1982-1985. Mill. kr....	93
9.	LUFT	95
9.1	Kilder, regionale og lokale skadevirkninger og grenseverdier knyttet til ulike forurensningskomponenter	96
9.2	Utslippskoeffisienter. 1985. Kg/tonn.....	100
9.3	Utslipp til luft etter næring. 1985. 1 000 tonn.....	101
9.4	Utslipp til luft etter kilde. 1985. 1 000 tonn	102
9.5	Utslipp pr. årsverk og pr. bruttoprodukt for noen aggregerte næringssektorer. 1985.....	103
9.6	Kommuner med størst utslipp av SO ₂ i 1985. Utslippsendringer 1982-1985.....	107
9.7	Kommuner etter utslippklasser for SO ₂ i 1985.....	107
9.8	Kommuner med størst utslipp av NO _x i 1985. Utslippsendringer 1982-1985	107
9.9	Kommuner etter utslippklasser for NO _x . 1985	107
9.10	Kommuner med størst utslipp av CO i 1985. Utslippsendringer 1982-1985	108
9.11	Kommuner etter utslippklasser for CO. 1985.....	108
9.12	Kommuner med størst utslipp av VOC i 1985. Utslippsendringer 1982-1985	108
9.13	Kommuner etter utslippklasser for VOC. 1985.....	108
9.14	Kommuner med størst utslipp av sot i 1985. Utslippsendringer 1982-1985.....	108
9.15	Kommuner etter utslippklasser for sot. 1985.....	108
9.16	Kommuner med størst utslipp av Pb i 1985. Utslippsendringer 1982-1985.....	109
9.17	Kommuner etter utslippklasser for Pb. 1985	109
9.18	Målestasjoner med overskridelse av grenseverdier for SO ₂ vinteren 1986-1987. µg SO ₂ /m ³	111
9.19	Målestasjoner med overskridelse av grenseverdier for NO ₂ vinteren 1986-1987. µg NO ₂ /m ³	112
9.20	Årsmiddelkonsentrasjoner for SO ₂ ved noen bakgrunnstasjoner 1978-1986. µg svovel/m ³	112
9.21	Tilgang og bruk av varer og tjenester. Årlig vekst. Prosent.....	113
9.22	Pris på energivarer. Øre/kWh nyttiggjort energi i 1985-kroner. Alle avgifter inkludert.....	114
9.23	Forbruk av oljeprodukter. Gjennomsnittlig årlig vekst. 1985-2000. Prosent	114
9.24	Utslipp år 2000. 1000 tonn. Gjennomsnittlig årlig vekst. 1985-2000.....	115
9.25	Gjennomsnittlig årlig vekst i utslipp 1985-2000. Moderat vekstalternativ. Prosent.....	116
9.26	Endringer i gjennomsnittlige årlige vekstrater som følge av vedtatte tiltak. Moderat (M) og høyt (M) vekstalternativ. Prosentpoeng.....	117

9.27	Følsomhetsberegninger. Avvik fra det moderate vekstalternativet. 2000. Prosent.....	117
9.28	Framskrivninger fra LINK. Gjennomsnittlig årlig vekst i bruttonasjonalprodukt i faste priser. 1986-1991	120
9.29	Utslipp av SO ₂ . Tusen tonn	120
9.30	Prosentvise endringer i utslipp av SO ₂ i forhold til 1980-nivået	121
9.31	Nødvendige relativ reduksjon i forholdet mellom SO ₂ -utslipp og bruttonasjonalprodukt fra 1985 til 1991. Prosent	122
9.32	Endringer i privat konsum. Prosent. 2000	123
9.33	Tilgang og bruk av varer og tjenester. Referansealternativ (REF) og endringer som følge av nye avgasskraft (KAT). Mill. 1985-kroner	124
10.	GALE VIRKNINGER AV LUFTFORURENSNINGER	126
10.1	Globale forurensningsproblemer. Utslipp, konsentrasjon, kilder og virkninger	127
10.2	Utslipp av CO ₂	131
11.	MILJØVERNINVESTERINGER I INDUSTRIEN	135
11.1	Antall bedrifter og svar. Etter næringssektor	136
11.2	Miljøverninvesteringer etter sektor/type tiltak/investeringstype. Prosent	136

1. Innledning og sammendrag

Brundtlandkommisjonens rapport om miljø- og utvikling ble lagt fram våren 1987. En av rapportens anbefalinger er at ressurs- og miljøkonsekvenser av framtidig økonomisk utvikling bør innarbeides i den løpende planleggingen på en bedre måte enn hittil. Videre økonomisk vekst kan medføre press på tømbar naturressurser og gi økte forurensninger. Medmindre kartlegging av ressurs- og miljøkonsekvenser inngår som et ledd i planprosessen vil en vanskelig kunne forutse og unngå slike problemer. I media får vi daglig eksempler på alvorlige miljøbelastninger som er resultater av kortsynte beslutninger foretatt tidligere, og som det er forbundet store kostnader med å rydde opp i. Mange av disse problemene kunne vært unngått ved en bedre planlegging.

En del av de alvorligste miljøproblemene en står overfor er av internasjonal karakter, som problemene med drivhusgasser, ødeleggelse av stratosfærisk ozon og sur nedbør. På disse områdene vil Norge bare i samarbeid med andre land kunne bidra til å løse problemene. Norge har i flere sammenhenger vært en aktiv pådriver i arbeidet med å etablere internasjonale avtaler, bl.a. om begrensning av utslipp av svovel og KFK (klorfluorkarbone). Andre problemer er av mer nasjonal eller lokal karakter, der norske myndigheter må rydde opp på egen hånd.

Mange av de største fjordene i Norge er ødelagt av miljøgifter fra industrien, overgjødning fra landbruket og urensset kloakk. Norge vil måtte slite med å oppfylle internasjonale avtaler om reduksjon av utslipp bl.a. fra industri og samferdsel. Det er anslått at over halvparten av det miljøfarlige avfallet i Norge ikke blir tatt hånd om på en forsvarlig måte.

Flere av problemene lar seg løse uten spesielt drastiske virkemidler, men tiltakene vil i noen tilfeller komme i konflikt med bedriftsøkonomisk lønnsomhet eller distriktpolitiske mål. En kan si at kostnaden ved distrikts- og sysselsettingspolitikk ikke kommer fram hvis ressurs- og miljøkostnadene ikke er tatt med. Hittil har miljøkvalitet måttet vike i flere situasjoner.

I Norge har man i stor grad brukt utslippskvoter, krav til teknisk standard eller andre administrative ordninger for å redusere forurensningene. I mange tilfeller vil bruk av økonomiske virkemidler være mer effektivt.

Avgifter på miljøfarlige innsatsfaktorer, panteordninger for spesialavfall og omsettbare utslippskvoter er virkemidler som gir bedrifter og husholdninger insentiver til å innrette seg miljøvennlig. Det bør kort og godt brukes virkemidler som gjør det lønnsomt for aktørene i økonomien å bidra til en forsvarlig miljøstandard.

Brundtlandkommisjonens rapport har bidratt til å endre folks holdninger til miljøspørsmål. Tiden er moden for politikerne til å prøve nye og mer effektive virkemidler i bekjempelsen av de alvorligste miljøproblemene.

Denne rapporten gir en oversikt over viktige norske naturressurser og over utslipp av miljøfarlige stoffer til luft og vann. Rapporten gir også noen analyser av hvordan utviklingen vil kunne bli framover bl.a. for utslipp til luft, gitt en bestemt økonomisk utvikling. Denne typen oversikter kan være nyttige som beslutningsgrunnlag for miljøpolitikken, bl.a. for å kontrollere om internasjonale avtaler vil kunne overholdes.

Også i Norge er det likevel langt fram til en har det metodeapparat som gjør at myndighetene på en tilfredsstillende måte kan se utviklingen av ressurs- og miljøforhold og økonomisk utvikling i sammenheng.

I kapittel 2 presenteres en oversikt over norske energireserver, uttak og bruk av energi i ulike sektorer i økonomien. Det diskuteres hvordan utvikling i bruk av energivarer endres med endringer i prisene på elektrisitet og oljeprodukter. Innføring av gasskraftverk i Norge er et nytt tema som behandles.

I kapittel 3 om petroleumsøkonomi gis oversikter over olje- og gassressursene i Norge. Markedsbevegelser i Europa i de siste årene beskrives ved siden av Norges forhold til avtaler med OPEC. Valg av utvinningstempo og bruk av oljeinntekter er også sentrale temaer i dette kapitlet.

Status for norsk malm- og mineralutvinning presenteres i kapittel 4.

Ressursregnskapet for fisk i kapittel 5 gir opplysninger om utvikling i fiskebestanden, kvoter og hvor stor fangsten var i 1987, samt eksporttall for fanget fisk og oppdrettsfisk.

Skogregnskapet er beskrevet i kapittel 6. Nytt tema i år er presentasjon av hypoteser om årsakene til skogdød og hva som utføres av forskning på dette feltet.

Endringer i arealbruksmønster og driftsform i jordbruket med de miljø- og ressurskonsekvenser dette medfører omtales i kapittel 6. Nedbygging av jordbruksarealer er et tema som er viktig politisk.

De mest utbredte typene av vannforurensninger i Norge, kildene til forurensningene og hvilke konsekvenser forurensninger har for bruken av vannet står i kapittel 8. Det er også en omtale av hva som gjøres av offentlige myndigheter på overvåkingsiden.

I kapittel 9 drøftes hvordan den økonomiske aktiviteten påvirker utslipp til luft og luftkvalitet. Det presenteres historiske utslippsoversikter til luft på nasjonalt

og kommunalt nivå for en rekke forurensningskomponenter. Framskrivninger av nasjonale og europeiske utslipp blir analysert og tilhørende nedfall av svovel anslått. Korrosjonsskader som følge av nasjonale svovelutslipp er beregnet og den makroøkonomiske effekten analysert.

Globale virkninger av luftforurensninger i kapittel 10 gir en redegjørelse for drivhuseffekten og hvordan luftforurensninger påvirker det livsnødvendige ozonlaget.

I kapittel 11, Miljøverninvesteringer i industrien, diskuteres resultater fra en spørreundersøkelse blant norske bedrifter. Resultatene blir sammenlignet med tilsvarende andre norske og svenske undersøkelser.

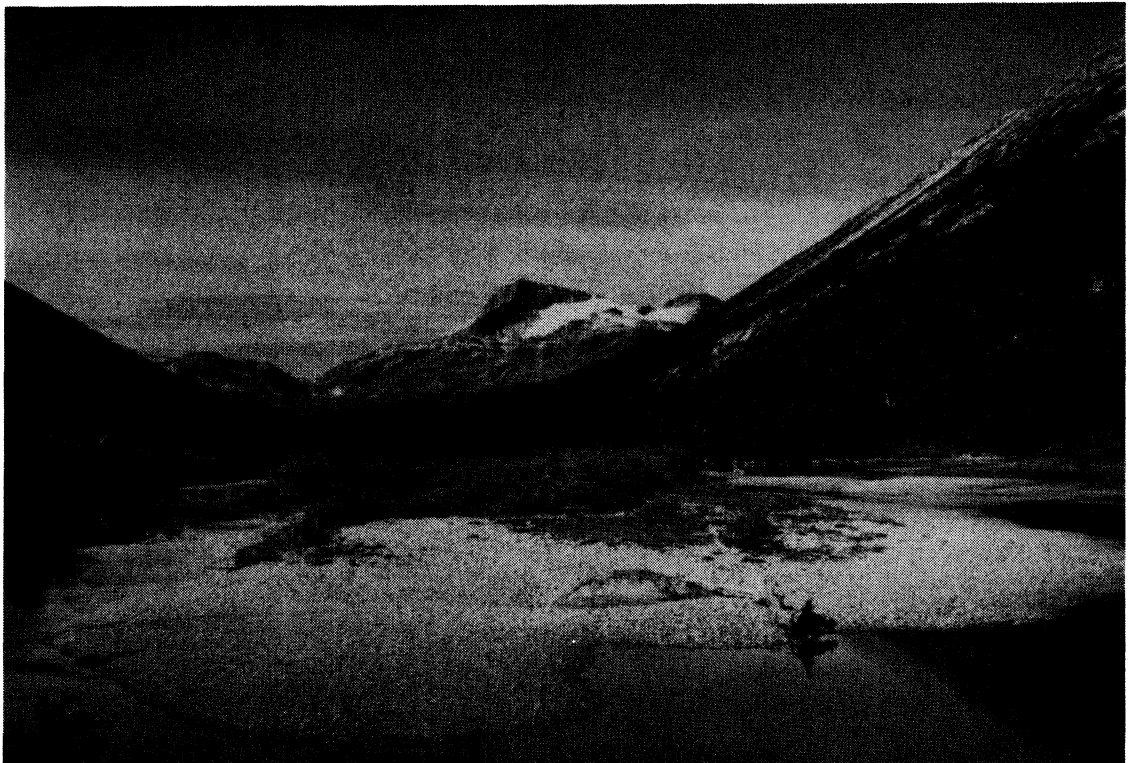


Foto: Ottar Kjønsstad

2. Energi

Ressursregnskapet for energi gir opplysning om reserver, uttak og bruk av energi i Norge. Kapittelet gir en omtale av utviklingen i energibruket de senere år, og kommenterer faktorer bak denne utviklingen. Spørsmål i forbindelse med innføring av gasskraft og virkninger av endrede elektrisitetspriser for kraftkrevende industri er behandlet i egne avsnitt. Dessuten omtales regjeringens energipolitikk i 1987, slik den ble presentert i stortingsmeldingene. Petroleumsvirksomheten og internasjonale energimarkeder vil bli omtalt i kapittel 3.

2.1. Energireserver

Vannkraftreserver

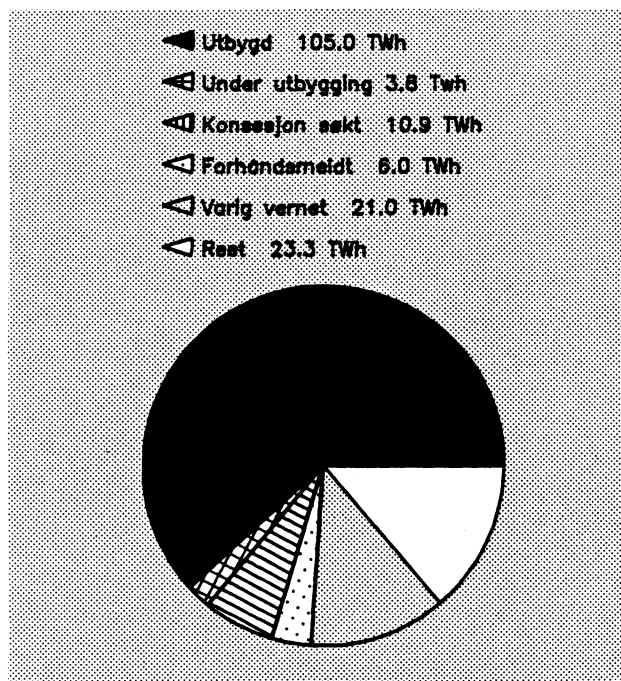
Vannkraftressursene kan inndeles i fire grupper:

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

Figur 2.1 viser at den samlede økonomisk nyttbare vannkraft var på 170,0 TWh pr. 1. januar 1988. I dette tallet er varig vernede vassdrag med et kraftpotensiale på 21,0 TWh medregnet. Pr. 1. januar 1988 var det bygd ut vannkraft med en midlere produksjonsevne på 105,0 TWh. Dette er 2,3 TWh mer enn ved forrige årsskifte.

I tabell 2.1 er det gitt en oversikt over gjenværende nyttbar vannkraft pr. 1. januar 1988 fordelt på prosjekter i og utenfor "Samlet plan for vassdrag" etter prioriteringskategorier, (Miljøverndepartementet, 1986-87).

Figur 2.1. Nyttbar vannkraft 1. januar 1988. TWh



Tabell 2.1. Gjenværende nyttbar vannkraft¹ pr. 1. januar 1988. TWh

	I alt	Kategori I/ Utenfor Samlet plan	Kategori II og III	Andre
I alt	65,0	13,8	26,4	24,8
Under utbygging	3,8	-	-	3,8
Konsesjon søkt	10,9	5,5	5,4	-
Forhånds meldt	6,0	1,4	4,6	-
Varig vernet	21,0	-	-	21,0
Rest	23,3	6,9	16,4	-

¹⁾ Midlere produksjonsevne.

I kategori I inngår prosjekter som kan konsesjonsbehandles straks og fortløpende for å bidra til energidekningen i årene framover, kategori II er prosjekter som i framtida kan nyttes til kraftutbygging eller andre bruksformål, mens kategori III består av prosjekter som ikke anses aktuelle for kraftutbygging.

Total magasinkapasitet i det norske vannkraftsystemet er 76 TWh. Ved årskiftet 1987/88 hadde magasinene en fyllingsgrad på om lag 74 prosent (tilsvarende 56 TWh), som er noe mer enn gjennomsnittet for de ti siste årene. Dette skyldes relativt gode nedbørsforhold samt balanse i handelen av kraft med utlandet.

Kullressurser

Kullressursene på Svalbard deles inn i sikre, sannsynlige og mulige. Dette gir uttrykk for en geologisk vurdering av ressursmengdene, og sier ikke noe om den økonomiske verdien av ressursene. I følge Store Norske Kullkompani fordelte ressursene pr. 1. januar 1987 seg på 12,8 mill. tonn sikre ressurser og noe over 25 mill. tonn sannsynlige og mulige ressurser. 85 prosent av de sikre ressursene finnes i gruvene på Svea, som ble nedlagt i 1987. Uttaket i løpet av 1987 var om lag 0,4 mill. tonn.

Energiressurser i form av biomasse

Biomasse blir regnet som en interessant potensiell energiressurs. Tabell 2.2 viser energireserver i form av biomasse pr. 1. januar 1984. Det er viktig å understreke at det er knyttet endel usikkerhet til tallene. Tallene for 1987 antas å være omtrent de samme som i 1984.

Tabell 2.2. Energiressurser i form av biomasse pr. 1. januar 1984. PJ

Energikilde	Teoretisk ¹ energiinnhold
Biomasse i alt	63,9
Trevirke i alt	47,0
Lauvtrevirke	21,0
Førstegangs tynningsvirke	2,5
Mermasse og hogst-avfall	8,0
Biprodukter fra skogindustrien	15,5
Halm	5,8
Husdyrgjødsel	1,8 ²
Avfall	9,3 ²

1) Se tabell 2.12.

2) Nyttiggjort energiinnhold.

2.2. Uttak og bruk av energivarer

Utvinning av råolje og naturgass i Nordsjøen og produksjon av vannkraft utgjør det alt vesentlige av produksjon av energivarer i Norge. Tabell 2.3 viser hvordan uttaket av energivarer har utviklet seg siden 1930 og fram til idag. Olje og naturgass utgjør nå den overveiende del av vår energiproduksjon. Vannkraftproduksjonen har siden 1930 i gjennomsnitt økt med 5,1 prosent pr. år. De siste årene har imidlertid vannkraftproduksjonen flatet ut. Kullproduksjonen har holdt seg på omlag samme nivå siden 1950.

Tabell 2.3. Uttak av energivarer i Norge, 1930 - 1987. PJ

	I alt	Vannkraft	Råolje	Naturgass	Kull
1930	37	31	-	-	6
1939	47	39	-	-	8
1950	72	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	2 980	371	1 624	985	14
1986*	3 145	351	1 798	996	12
1987*	3 449	375	2 030	1 033	11

Forbruket av energi har vist en synkende tendens de siste årene. Bruken av energi utenom energisektorene var på 861 PJ i 1986, se tabell 2.4. Dette var en nedgang på 5,4 prosent fra 1985 til 1986. Innenlandsk energibruk gikk ned med 0,5 prosent, mens utenriks sjøfart reduserte sin bruk av energi med 27 prosent. Denne store nedgangen skyldes i første rekke salg av skip til utlandet. Aktiviteten i kraftintensiv industri var lavere i 1986 enn i 1985. Energiforbruken i denne sektoren var i 1986 189 PJ, som er om lag 11 prosent lavere enn i 1985. Bruken av energi i husholdningssektoren økte med 5 prosent, mens veksten i andre sektorer tilsammen var om lag 3,6 prosent.

Tabell 2.5 presenterer en oversikt over uttak, omforming og bruk av energivarer i 1986, basert på tall fra Energieregnskapet. Regnskapet er utarbeidet for årene 1976 til 1986 og følger energivarer fra uttak gjennom omformingssektorene til bruk av energi i produksjonssektorene og private husholdninger

Av en total produksjon av energi i Norge på 3 142 PJ er primærttilgangen til Norge 927 PJ, dvs. om lag 29,5

Tabell 2.4. Energibruk¹ utenom energisektorene, etter næring, 1976 - 1987. PJ

	1976	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986*	1987*
I alt	938	982	955	903	884	923	910	861	..
Utenriks sjøfart	321	294	278	239	207	197	167	122	..
Innenlandsk bruk	617	688	677	664	677	726	743	739	748
Landbruk og fiske	30	28	25	26	27	28	29	30	..
Kraftintensiv industri	162	198	191	181	195	220	213	189	..
Annen industri og bergverk	124	120	116	111	111	113	117	116	..
Andre næringer	148	165	169	167	163	180	186	198	..
Private husholdninger	153	177	176	179	181	185	197	206	..

1) Omfatter også energivarer brukt som råstoff.

Tabell 2.5. Utvinning, omforming og bruk¹ av energivarer, 1986*. PJ

	I alt	Kull	Koks	Bio- masse	Rå- olje	Natur- gass	Raffi- neri- pro- dukt ²	Elek- trisi- tet
Uttak av energivarer	3142	12	-	-	1754	982	43	351
Energibruk i uttakssektorene	-49	-	-	-	-	-40	-3	-6
Import og norske kjøp i utlandet	443	22	30	0	86	-	290	15
Eksport og utenlandske kjøp i Norge	-2597	-3	-6	0	-1496	-934	-150	-8
Lager (+Ned,-Opp) ...	-12	-1	-2	.	-6	.	-3	.
Primærtilgang	927	29	22	0	338	8	177	353
Oljeraffinerier	-17	-	5	-	-312	-	291	-1
Andre energisektorer, annen tilgang	33	-12	9	32	-	-	3	1
Registrerte tap, statistiske feil	-82	-1	3	-	-26	-8	-21	-29
Registrert bruk utenom energisektorene	861	16	39	32	-	-	450	324
Utenriks sjøfart	122	-	-	-	-	-	122	-
Innenlandsk bruk	739	16	39	32	-	-	328	324
Landbruk og fiske	30	0	-	-	-	-	27	3
Kraftintensiv industri	189	8	31	0	-	-	47	103
Annen industri og bergverk	116	8	7	14	-	-	36	52
Andre næringer	198	-	-	-	-	-	140	58
Private husholdninger	206	0	1	18	-	-	78	109

1) Inkl. energivarer brukt som råstoff.

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

prosent. Vi er nettoimportør av kull og koks, nettoeksportør av olje og gass og omtrent selvforsynt med vannkraft.

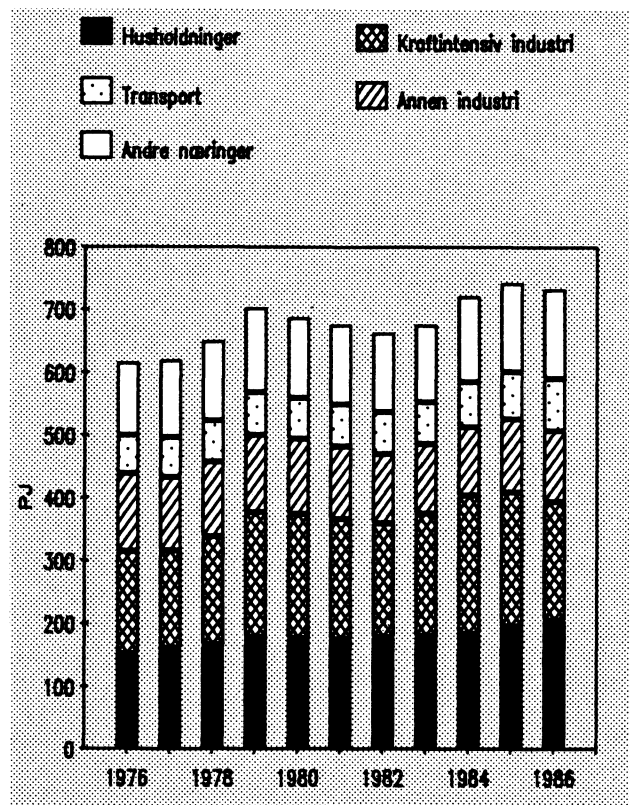
Forbruket av raffineriprodukter i sektorer utenom energisektorene var i 1986 på 450 PJ. Dette utgjør 52,3 prosent av total energibruk i disse sektorene. Det innenlandske forbruk av petroleumprodukter gikk opp med 1,5 prosent fra 1985 til 1986.

Elektrisitetsforbruket utgjorde 324 PJ, eller 37,6 prosent av total energibruk, og gikk ned med om lag 1,5 prosent fra 1985 til 1986.

Forbruket av fast brensel var i 1986 på 87 PJ, som tilsvarer 10 prosent av total energibruk. Bruk av fast brensel gikk ned med 4 prosent fra 1985 til 1986.

Figur 2.2 viser at innenlandsk bruk av energi utenom energisektorene har steget fra 617 PJ i 1976 til 739 PJ i 1986. Størst økning i total energibruk hadde husholdninger. Innen industrien har det vært en markert nedgang i forbruket av oljeprodukter.

Figur 2.2. Energibruk i Norge etter sektor utenom energisektorene og utenriks sjøfart. 1976-1986*. PJ



Produksjon, eksport og import av elektrisitet

Produksjonen av elektrisk kraft (vannkraft og varmekraft) var i 1987 104,3 TWh. Dette er om lag 7,1 TWh høyere enn i 1986, men 2,4 TWh lavere enn i 1984, som

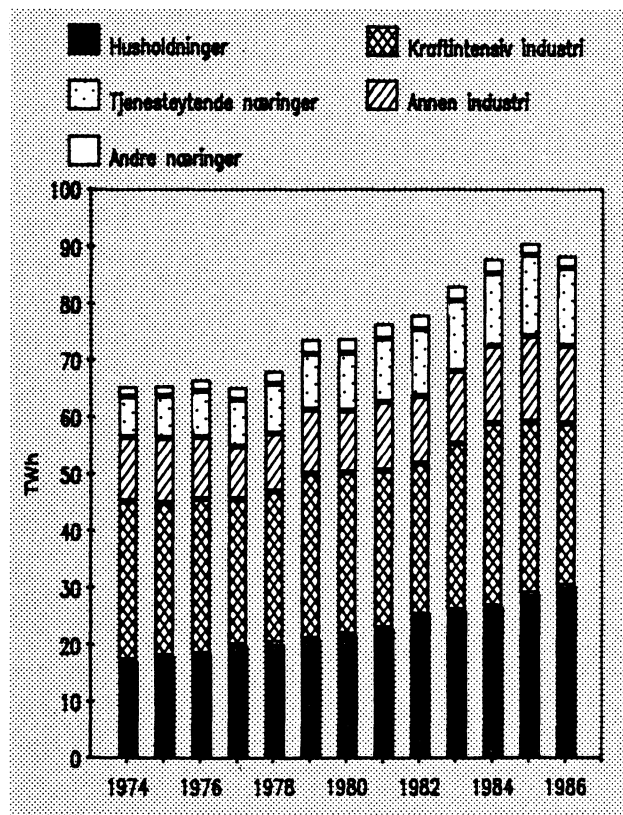
foreløpig er et produksjonsmessig toppår, se tabell 2.6. Årsproduksjonen i 1987 lå på 99 prosent av anleggenes midlere produksjonsevne.

Samlet eksport i 1987 var om lag 3,4 TWh, hvorav om lag 1,3 TWh gikk til Danmark og om lag 2,1 TWh til Sverige. Samlet eksportverdi var om lag 300 mill. kroner. Samlet import av elektrisk kraft var i 1987 om lag 3,0 TWh. Den samlede importverdien var på om lag 250 mill. kr. Mesteparten av den importerte kraften kom fra Sverige, men det ble også importert noe kraft fra Danmark og Sovjet.

Tabell 2.6 viser elektrisitetsbalansen. Det er knyttet usikkerhet til anslagene over tap i linjenettene, og dermed også til anslagene for netto forbruk av fastkraft.

Figur 2.3 viser at innenlandsk elektrisitetsforbruk utenom energisektorene har steget fra 61 TWh i 1974 til 90 TWh i 1986. Forbruket har steget alle år unntatt fra 1976 til 1977 og fra 1985 til 1986. Størst økning har det vært i tjenesteytende næringer og husholdninger.

Figur 2.3. Elektrisitetsforbruket i Norge etter sektor. 1974-1986*. TWh



2.3. Utvikling i innenlands energibruk 1986 - 1987

Bruttonasjonalprodukt (BNP) i Norge økte med 1,3 prosent fra 1986 til 1987 inklusive oljeproduksjon. Eksklusive olje- og utenriks sjøfart økte BNP med 0,4 pro-

Tabell 2.6. Elektrisitetsbalanse¹. 1975 - 1987. TWh

	1975	1980	1982	1983	1984	1985	1986*	1987*
Produksjon	77,5	84,1	93,2	106,4	106,7	103,3	97,2	104,3
+Import	0,1	1,8	0,6	0,4	0,9	4,1	4,2	3,0
-Eksport	5,7	2,3	6,7	13,8	9,1	4,6	2,2	3,4
=Brutto innenl. forbruk	71,9	83,6	87,1	93,0	98,4	102,8	99,2	103,9
-Pumpekraft	0,1	0,5	0,6	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7
-Tap ved eksport	0,6	0,2	0,6	1,3	1,0	0,7	0,4	0,5
-Tilfeldig kraft	3,2	1,2	2,4	4,1	4,8	4,8	3,0	4,8
=Brutto fastkraftforbruk	67,9	81,7	83,5	87,1	92,0	96,5	95,1	97,9
Kraftintensiv industri	27,0	28,7	26,6	29,5	32,1	31,0	29,3	30,2
Alminnelig forbruk	40,9	53,0	56,9	57,6	59,9	65,5	65,8	67,7
-Tap i linjenettet, eget forbruk i stasjonene	6,5	7,8	7,8	8,0	7,7	8,0	8,2	8,6
=Netto fastkraftforbruk	61,4	73,9	75,7	79,0	84,3	88,5	86,9	89,3
Kraftintensiv industri	26,2	27,9	25,8	28,7	31,2	30,0	28,4	29,0
Alminnelig forbruk ²	35,2	46,0	49,9	50,3	53,1	58,5	58,5	60,3
Alminnelig forbruk² temperaturkorrigert	36,3	45,1	49,5	51,6	53,7	55,9	57,5	58,5
Gjennomsnittlig årlig endring. Prosent.....	4,4	4,8	4,2	4,1	4	3	1,5	

1) Definisjonene i tabellen følger Elektrisitetsstatistikkens definisjoner.

2) Netto fastkraftforbruk utenom kraftintensiv industri.

sent. Privat konsum falt med 1,9 prosent. Det er vesentlig kjøp av varige konsumgoder som viser en nedgang.

Tabell 2.7 viser at det totale energiforbruket i Norge økte med om lag 1,2 prosent fra 1986 til 1987. Elektrisitetsforbruket økte med om lag 4,6 prosent, mens oljeforbruket gikk ned med 1,5 prosent. Fast brenselforbruk viste bare små endringer.

Mye av økningen i energiforbruket fra 1986 til 1987 skyldes at 1987 var et kaldere år enn 1986. Av tabell 2.6 ser vi at temperaturkorrigeringen av elektrisitetsforbruket til alminnelig forsyning var om lag 2 TWh. Økningen i det temperaturkorrigerte forbruket var på 1,0 TWh eller 1,5 prosent.

Forbruket av elektrisk kraft i kraftintensiv industri økte med 3 prosent som følge av relativt høyt aktivitetsnivå. Forbruket av tilfeldig kraft økte fra om lag 3,0 TWh i 1986 til om lag 4,8 TWh i 1987. Større tilgang på tilfeldig kraft bidro til negativ vekst i det totale oljeforbruket i samme periode. Mye av den tilfeldige kraften gikk til treforedlingssektoren som hadde et svært godt år i 1987.

Forbruket av fyringsoljeprodukter utenom tungolje viste imidlertid en økning på om lag 4,5 prosent fra 1986 til 1987. Dette er en større økning enn for fastkraft som økte med om lag 3 prosent. Dette tyder på at det har vært en viss overgang fra bruk av elektrisitet til bruk av fyringsoljer til oppvarmingsformål gjennom året. Endel av økningen i de lettere oljene kan imidler-

tid også skyldes at enkelte ved forbud mot høysvovelholdig og innføring av lavsvovelholdig tungolje gikk helt over til lettere oljer. Tungoljeforbruket, eksklusiv utenriks sjøfart, har gått ned med noe over 20 prosent fra 1986 til 1987.

Fra sommeren 1985 ble blyfri bensin introdusert på det norske markedet. Siden den gang har markedsandelen for blyfri bensin økt jevnt. Salg av høyoktan bensin økte fra 1986 til 1987 med om lag 2 prosent, mens blyfri bensin økte med om lag 10 prosent. Markedsandelen for blyfri bensin økte dermed i løpet av året fra 17-18 prosent til 18-19 prosent.

prosent. Gjennomsnittlig statskraftpris i 1987 var noe over 9 prosent høyere enn i 1986.

Foreløpige tall viser at prisen på elektrisitet til husholdninger og jordbruk medregnet alle avgifter økte med om lag 6,7 prosent fra 1986 til 1987. Elektrisitetsprisene i tabell 2.8 er gjennomsnittspriser for hele landet. Det er imidlertid stor variasjon i elektrisitetsprisene mellom de ulike fylkene og mellom de ulike elektrisitetsverkene innen hvert fylke. Pr. 1. januar 1987 varierte prisene på elektrisitet til husholdninger og jordbruk fra 21,5 øre/kWh ved et elektrisitetsverk i Sogn og Fjordane til 51,9 øre/kWh ved et elektrisitets-

Tabell 2.7. Energibruk utenom energisektorene og utenriks sjøfart, etter energivarer. 1976-1987. PJ

	1976	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986*	1987*
I alt	617	688	677	664	677	726	743	739	748
Elektrisitet	241	269	280	280	298	319	329	324	339
Fast kraft	232	265	271	271	283	302	312	313	322
Tilfeldig kraft	9	4	9	9	15	17	17	11	17
Olje i alt	311	344	321	309	293	312	323	329	324
Olje utenom transportolje	161	141	120	100	84	80	84	91	82
Bensin	13	6	6	4	4	5	4	4	..
Parafin	17	18	12	9	8	7	9	10	..
Mellomdestillater	65	61	55	48	41	40	43	45	..
Tungolje	66	56	47	39	31	28	28	32	..
Olje til transport	147	162	162	166	171	181	187	200	202
Bil-, jetbensin, jetparafin	69	77	78	80	81	84	89	95	..
Mellomdestillater.....	75	80	79	80	84	89	91	97	..
Tungolje	3	5	5	6	6	8	7	8	..
Gass gjort flytende.....	1	40	39	41	40	50	52	38	40
Fast brensel	65	74	76	75	86	95	91	86	85
Kull, koks	47	49	48	47	56	64	57	54	53
Ved, avfall, avlut etc.	18	26	29	28	30	31	34	32	32

2.4 Priser på elektrisitet og oljeprodukter

Etterspørselen etter ulike energivarer til varmeformål er blant annet avhengig av prisforholdet mellom energivarene hvis de er substitutter, se figurene 2.4 og 2.5. Figurene viser at når prisforholdet olje/elektrisitet endres vil forholdet mellom bruk av olje og elektrisitet endres i favør av den energibærer som blir relativt billigere. Figurene illustrerer at det kan være betydelige etterslep i volumtilpasningen.

Tabell 2.8 viser prisen på elektrisitet til husholdninger og jordbruk, samt prisene på noen utvalgte oljeprodukter. Gjennom offentlige budsjettvedtak endres statskraftprisen i mai hvert år. I mai 1986 ble statskraftprisen økt med 7 prosent og i mai 1987 med 10,2

prosent. Gjennomsnittlig statskraftpris i 1987 var noe over 9 prosent høyere enn i 1986. Foreløpige tall viser at prisen på elektrisitet til husholdninger og jordbruk medregnet alle avgifter økte med om lag 6,7 prosent fra 1986 til 1987. Elektrisitetsprisene i tabell 2.8 er gjennomsnittspriser for hele landet. Det er imidlertid stor variasjon i elektrisitetsprisene mellom de ulike fylkene og mellom de ulike elektrisitetsverkene innen hvert fylke. Pr. 1. januar 1987 varierte prisene på elektrisitet til husholdninger og jordbruk fra 21,5 øre/kWh ved et elektrisitetsverk i Sogn og Fjordane til 51,9 øre/kWh ved et elektrisitets-

verk i Sør-Trøndelag. Sammenligner en gjennomsnittsprisen på elektrisk kraft i de ulike fylker hadde Hedmark den høyeste prisen levert til husholdninger og jordbruk, på 43,6 øre/kWh medregnet alle avgifter. Lavest pris hadde Finnmark med 33,2 øre/kWh. Den lave prisen i Finnmark skyldes til dels at fylket er fritatt for merverdiavgift på elektrisitet til husholdninger. Det er også betydelige prisforskjeller på elektrisitet levert til ulike brukergrupper. Spesielt er prisen til den kraftintensive industrien svært lav. Figur 2.6 viser dengjennomsnittlige prisutviklingen for elektrisitet levert husholdninger og jordbruk og kraftintensiv industri fra 1970 til 1986 i faste 1980-priser. En del av prisforskjellen skyldes ulike overførings- og distribusjonskostnader. For en nærmere gjennomgang av prisdiskri-

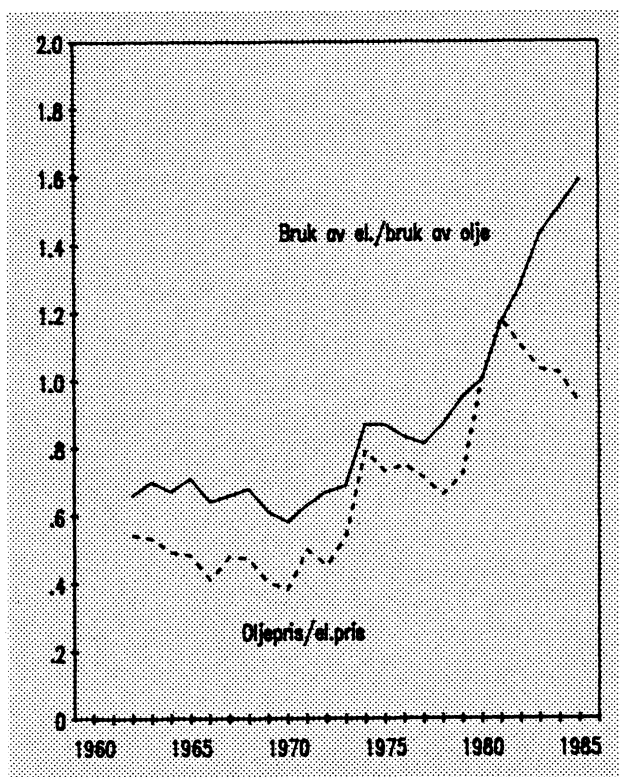
mineringen i det norske kraftmarkedet vises til Bye og Strøm (1987).

Prisen på oljeprodukter er gjennomsnittlige listepriiser fra forhandlere der det ikke er beregnet tillegg for transportkostnader. Det er imidlertid små variasjoner i prisene til forbrukere for de ulike områdene i landet. Prisene på fyringsoljene og fyringsparafin har steget med om lag 1 prosent fra 1986 til 1987. Prisen på tungolje har steget med om lag 8 prosent. En av grunnene til den kraftigere prisstigningen på tungolje er overgangen fra høysvovelholdig til lavsvovelholdig tungolje. Selv om en tar hensyn til lavere virkningsgrad for bruk av olje enn ved bruk av elektrisitet til oppvarming er de variable kostnadene ved bruk av olje fortsatt lavere enn ved bruk av elektrisitet.

Gjennom 1987 har det blitt relativt billigere å nytte olje til oppvarming bortsett fra ved bruk av tungolje som har hatt en høyere prisvekst enn elektrisitet. I figur 2.7 ser en at en må helt tilbake til 1973 før en finner det samme forhold mellom pris på elektrisitet og olje som det en har idag.

Prisen på bensinprodukter har steget mer enn fyringsoljeproduktene. Prisen på både høyoktan og blyfri bensin har steget med om lag 7 prosent, som likevel er lavere enn den generelle prisstigningen inneværende år. Målt i realpris må en tilbake til 1978 for å finne lavere bensinpriser. Prisen på autodiesel har vært nærmest konstant fra 1986 til 1987. Også for autodiesel må en tilbake til 1978 for å finne lavere gjennomsnittspriser.

Figur 2.4. Utviklingen i forholdet mellom pris på og bruk av elektrisitet og olje. Alminnelig forsyning, 1962-1987. 1980 = 1



1) Tallene for 1986 og 1987 er foreløpige.

Tabell 2.8. Priser¹ på elektrisitet² og noen utvalgte oljeprodukter. Tilført energi, 1978-1987

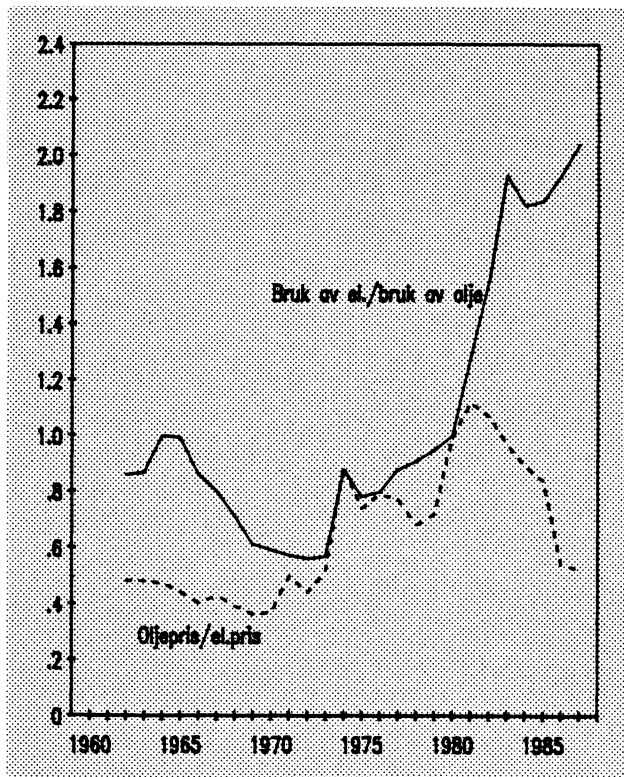
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986*	1987*
Fyringsprodukter.										
Pris i øre/kWh										
Elektrisitet ³	14,2	16,0	17,3	20,1	23,2	27,8	30,5	32,7	36,0	38,4
	(12,5)	(13,8)	(15,0)	(17,7)	(21,5)	(25,1)	(28,5)	(.)	(.)	(.)
Fyringsparafin	11,7	13,7	20,7	26,9	30,5	31,8	32,4	33,2	25,0	25,3
Fyringsolje 1	9,3	11,2	18,0	22,8	25,1	26,2	27,0	27,2	19,4	19,6
Fyringsolje 2	8,9	10,7	17,0	21,7	23,8	25,0	25,7	25,7	18,1	18,3
Tungolje	5,4	6,8	10,3	13,8	13,7	14,8	17,7	17,8	11,6	12,5
Transportprodukter.										
Pris i øre/liter										
Bensin, høy oktan	262,9	281,7	371,5	435,0	460,5	492,5	520,9	512,8	476,0	510,1
Bensin, lav oktan	261,2	277,4	263,6	427,6	461,7	480,2	505,3	501,8	.	.
Bensin, blyfri .....	.	.	.	.	.	.	.	521,2	457,0	489,1
Autodiesel	104,5	123,5	191,9	240,0	262,7	272,3	280,3	282,0	207,3	210,1

1) Alle avgifter inkludert.

2) Husholdninger og jordbruk.

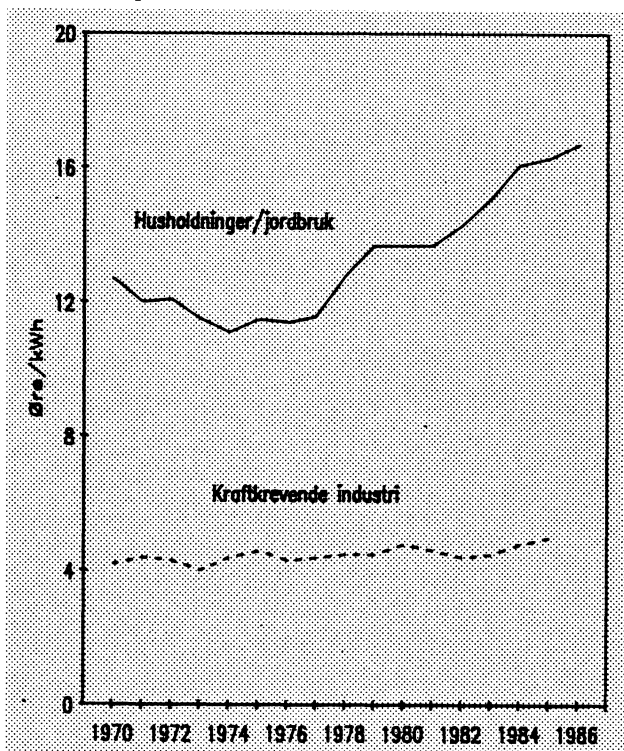
3) Tallene i parentes utgjør den variable del av prisen (energileddet i en H4-tariff).

Figur 2.5. Utviklingen i forholdet mellom pris på og bruk av elektrisitet og olje. Husholdningssektoren. 1962-1987. 1980 = 1



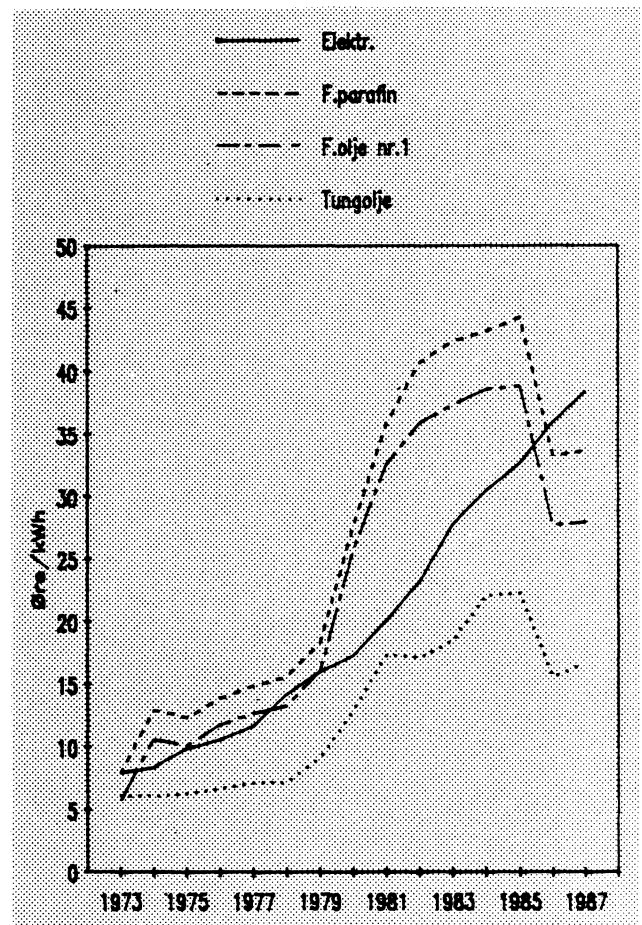
1) Tallene for 1986 og 1987 er foreløpige.

Figur 2.6. Realpris på elektrisitet¹ levert til husholdninger/jordbruk og kraftkrevende industri. 1970-1986. Faste 1980-priser. Øre/kWh



1) Deflatert med konsumprisindeksen.

Figur 2.7. Energipriser 1973-1987. Øre/kWh. Nyttiggjort energi. Alle avgifter inkludert



2.5 Diskriminering i elektrisitetsprisene

Det er betydelige variasjoner i elektrisitetsprisene i Norge, både regionalt og mellom brukergrupper. Noen av disse variasjonene kan forklares ved at leveransekostnadene er forskjellige. For eksempel er kostnadene ved overføring til kraftkrevende industri langt lavere enn ved leveranser til husholdninger. I tillegg varierer elektrisitetsbehovet i husholdningene betraktelig i løpet av et døgn og fra årstid til årstid. Forholdet mellom total kapasitet og produksjon i forsyningssystemet må derfor være høyere (dvs. lavere brukstid) enn i kraftkrevende industri hvor behovet er mer stabilt. Disse forholdene forklarer imidlertid ikke fullt ut prisforskjellene. Tabell 2.9 viser elektrisitetsprisene korrigert for forskjeller i produksjonskostnader i de forskjellige sektorene. Alle priser refererer seg til kraftverk.

Prisdiskrimineringen medfører at betalingsvilligheten for siste forbrukte kWh er høyere i noen sektorer enn i andre. Reduksjon i prisene for dem som betaler mest og økning i prisene for andre, ville gi høyere avkastning for samme produserte elektrisitetsmengde. Et optimalt prissystem ville kreve like priser for alle sektorer. For å illustrere effekten av et optimalt prissystem

Tabell 2.9. Kraftpriser fra elektrisitetsstatistikken - "kostnadsredusert" slik at de er referert "kraftstasjonsvegg". Øre/kWh i løpende priser

Næringer	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Husholdninger og jordbruk	6,98	7,82	8,65	9,87	11,58	14,26	16,90
Privat og offentlig tjenesteyting	8,07	8,64	9,61	10,93	12,95	16,06	18,27
Annen industri	7,04	7,61	8,25	9,58	11,53	14,94	16,51
Treforedling	4,85	5,19	6,10	6,69	8,42	7,24	8,59
Kraftkrevende industri	3,72	3,89	4,52	4,97	5,33	5,39	6,70

er priser og omsatt kvantum i et frikonkurransemarked beregnet (Bye og Strøm, 1987). Gitt elektrisitetsproduksjonen i 1984 på 98,4 TWh (ekskl. eksport, inkl. import), ble likevektsprisen beregnet til ca. 12,5 øre/kWh. Dette ville føre til en reduksjon i prisen til husholdninger på 25 prosent, og en økning i deres elektrisitetsforbruk på 15 prosent. I kraftintensiv industri ville prisen øke med 85 prosent, og behovet ville avta med 35 prosent. Fordelen denne sektoren har av dagens lave elektrisitetspriser beløper seg til om lag 2,1 milliarder kroner. Dette tilsvarer ca. 7,5 prosent avkastning på kapitalutstyr i sektoren.

Det hefter betydelig usikkerhet ved de presenterte tallene. I særdeleshet er det vanskelig å forutsi konsekvensene av en 85 prosent økning i elektrisitetsprisene for kraftintensiv industri, delvis fordi størstedelen av produktene blir eksportert. De skisserte forandringene kunne aldri gjennomføres over natten. De antyder heller en anbefalt retning for fremtidens prispolitikk for elektrisitet i Norge.

2.6 Priser på elektrisk kraft i Norge og i andre land

Sammenlikning av kraftpriser mellom land kan være av interesse for å kartlegge muligheten for eksport og import av energibærere eller for å vurdere om forbrukerne i Norge er bedre eller dårligere stilt med hensyn til elektrisitetspriser enn i andre land. Prisforskjeller har også betydning for vurderinger av de enkelte lands komparative fortrinn.

Råolje og oljeprodukter omsettes i et verdensmarked. Transportkostnadene utgjør en forholdsvis liten del av den prisen forbrukerne betaler for disse produktene, og en kan derfor forvente at import- og eksportprisene ikke varierer i særlig grad fra land til land. Varer som ikke omsettes i et verdensmarked, som elektrisitet, vil ofte ha høye fraktkostnader, og prisene kan variere betydelig mellom ulike land. Prisforskjeller kan være kostnadsbegrunnet, men de kan også skyldes at landene fastsetter prisene etter ulike prinsipper.

Kostnadsbegrunnede forskjeller i kraftprisene for ulike brukere innen et land kan skyldes ulik brukstid,

overføringskostnader og produksjonskostnader. Sammensetningen av grupper som forbruker elektrisitet (for eksempel industri, tjenesteyting og husholdninger) har betydning for de gjennomsnittsprisene som observeres. Overføringskostnadene utgjør en betydelig del av elektrisitetsprisen avhengig av den fysiske avstanden mellom produksjon og forbruk.

Det Internasjonale Energibyrået (IEA) publiserer kvartalsvis statistikk over elektrisitetspriser innen industri og husholdninger for sine medlemsland. Av disse går det fram at elektrisitetsprisene i Norge ligger lavere enn i noe annet IEA-land, både for industrien og for husholdningene. For å komme fram til en videre oppdeling av industrien må en gå til de enkelte lands statistikkpublikasjoner. Tabell 2.10 viser en sammenlikning av kraftprisene i Norge, Sverige, Finland, Frankrike og Canada for kraftkrevende industri, treforedling og husholdninger. Alle priser er bruttopriser, dvs. at det er ikke justert for forskjeller i kostnadene i overførings- og fordelingsnettet eller for brukstid.

Grupperingen av næringene følger internasjonal næringsgruppering. Tallene er likevel ikke helt sammenlignbare. Bl.a. er grupperingen av kraftkrevende industri noe ulik fra land til land, og for Canada omfatter tabellen bare omsatt, ikke egenprodusert kraft. I Sverige, Finland og Canada betalte kraftkrevende industri noe mer enn 50 prosent av hva husholdningen betalte i 1984. I Frankrike betalte kraftkrevende industri om lag 40 prosent, mens norsk kraftkrevende industri betalte 30 prosent av prisen til husholdninger. Absolutt sett varierer prisene til kraftkrevende industri fra 7,7 øre/kWh (Norge) til 24,9 øre/kWh (Frankrike).

Frankrike hadde det høyeste prisnivået i 1984. Franske husholdninger betaler 40 prosent mer enn finske husholdninger, 87 prosent mer enn de svenske, mer enn dobbelt så mye som de canadiske og 130 prosent mer enn de norske husholdningene. Norsk kraftkrevende industri hadde det laveste prisnivået i 1984. Den betaler om lag 30 prosent av den prisen kraftkrevende industri i Finland og Frankrike må betale, og om lag 45 prosent av prisen i Sverige. For treforedling er prisene noe jevnere, men også her ligger prisen i Norge lavest.

Prisforskjellene i tabell 2.10 kan til dels føres tilbake til ulike kostnader ved å forsyne brukerne med kraft. Det

Tabell 2.10. Kraftpriser etter land og næring 1984. Norske øre/kWh¹

	Sverige	Finland	Frankrike	Canada	Norge
Kraftkrevende industri ²	17,4	23,5	24,9	15,9	7,7
Treforedling	15,8	20,0	-	14,4	11,0
Husholdninger	31,9	42,7	59,7	30,0	25,8
Kraftkr. i pst. av husholdninger	54,5	55,0	41,7	53,0	29,8
Treforedl. i pst. av husholdninger	49,5	46,8	-	48,0	42,3

1) Valutakurser lik gjennomsnitt for 1984.

2) Norge: Kjemiske råvarer og produksjon av metaller.

Sverige og Finland: Kjemiske produkter og produksjon av mineraliske råstoffer.

Frankrike: Produksjon av halvfabrikata.

Canada: Kjemiske råvarer, kjemisk-tekniske produkter og produksjon av metaller.

er grunn til å tro at også ulike prinsipper for prissetting har betydning. I Sverige og Canada skal prisen svare til gjennomsnittskostnadene i kraftsystemet. Sverige har dessuten innført et to-tariffsystem som skal reflektere belastningsnivået på kort sikt. Prisene i Canada refererer seg til gjennomsnittskostnaden i hver provins, og varierer derfor geografisk.

I Finland og Frankrike er prisene i prinsippet lik grensekostnaden. Finland har i likhet med Sverige et system med to tariff, som avhenger av belastningen. Frankrike har innført et detaljert tariffsystem med ulike priser over sesong og over døgnet. Prisene gjenspeiler i prinsippet kostnadene ved til enhver tid å tilpasse elektrisitetsproduksjonen variasjoner i etterspørselen (korttidsgrensekostnaden).

I Norge skal prisen til alminnelig forsyning (bl.a. husholdningene) gjenspeile langtidsgrensekostnad. Kraftkrevende industri får kraft på langsiktige kontrakter, og prisen avhenger av når kontrakten er inngått. Ny kraft til kraftkrevende industri skal prises etter langtidsgrensekostnad. Dette prinsippet har imidlertid ikke vært fulgt ved tildeling av kraft til denne industrien.

2.7 Virkninger av innføring av gasskraft

Innenlands kraftetterspørsel fram til år 2000

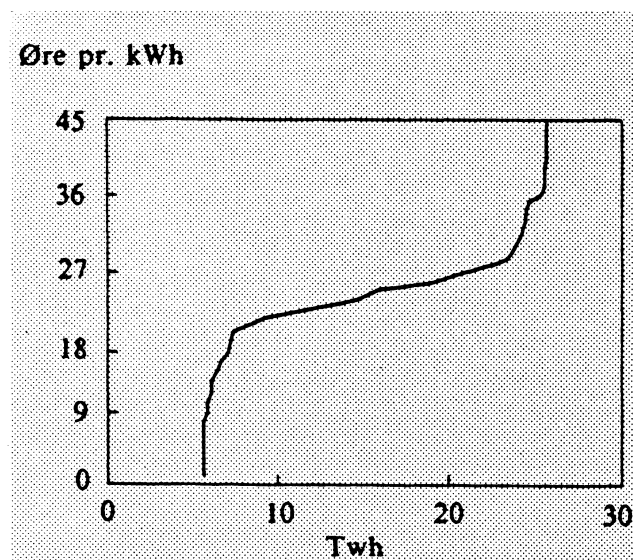
Ifølge beregninger fra Energiprognoseutvalget (OED, 1987,a) vil det være nødvendig med investeringer i kraftforsyningssektoren på om lag 4 mrd. kroner i året for å dekke kraftetterspørselen fram til år 2000 (alle

priser og verdier er oppgitt i 1986-kroner). De totale investeringene i denne sektoren vil da bli på nesten 60 mrd. kroner i perioden 1987 - 2000. Disse investeringene omfatter bare vannkraftprosjekter. Innføring av gasskraft i kraftforsyningsystemet vil endre dette bildet blant annet fordi vannkraftprosjekter er svært kapitalintensive i forhold til gasskraftprosjekter.

Med utgangspunkt i investeringsprosjektene i "Samlet plan for vassdrag" (MD, 1986) kan en beregne en tilbudskurve for vannkraft som angir forventet vannkraftutbygging ved ulike kraftpriser regnet ved kraftstasjonsvegg (dvs. eksklusive overførings- og distribusjonskostnader). Denne tilbudskurven er framstilt i figur 2.8. Det er tatt hensyn til at det pr. 5. juni 1987 var gitt konsesjon til prosjekter med et samlet fastkraftbidrag på 5,7 TWh, som trolig vil bli bygget ut og satt i produksjon uansett framtidig kraftpris og investeringer i gasskraft. Ved en kraftpris på mellom 19 og 28 øre/kWh er tilbudet av vannkraft meget elastisk og varierer fra 7,5 til 23 TWh.

Med utgangspunkt i middelalternativet for økonomisk utvikling gitt i Energimeldingen (OED, 1987b), som innebærer en årlig vekst i bruttonasjonalproduktet på 2,1 prosent, har en beregnet kraftetterspørsel og totalt utbyggingsbehov fram til år 2000 ved ulike kraftpriser. Fastkraftproduksjonen i 1986 på 96 TWh er lagt til grunn. Tilbudt mengde vannkraft følger av tilbudskurven, figur 2.8, og det resterende utbyggingsbehovet gir etterspørselen etter gasskraft. I tabell 2.11 er etterspørselen etter gasskraft i år 2000 beregnet ved ulike nivåer på kraftprisen, gitt at gasskraft kan produseres til en lav nok kostnad. Ved en kraftpris på 22 øre/kWh er totalt utbyggingsbehov 24 TWh, der halvparten dekkes av gasskraft. Dersom kraftprisen er 18 øre/kWh blir utbyggingsbehovet 29 TWh. Da vil gasskraft utgjøre om lag 75 prosent av den totale kapasitetsøkningen.

Figur 2.8. Tilbudskurve for ny vannkraft 1986-2000



Tabell 2.11. Beregnet gasskraftetterspørsel i år 2000

Pris v. kraftstasjonsvegg	Utbyggingsbehov	Tilbud av ny vannkraft	Etterspørsel etter gasskraft	
øre/kWh	TWh	TWh	TWh	Mrd Sm ³
10	44	6	38	8
14	36	6	30	6
18	29	7	22	4
22	24	12	12	2
26	20	20	0	0

Kostnader ved produksjon av gasskraft

Ifølge Energimeldingen (OED, 1987b) kan gass omformes til elektrisk kraft med en omformingskostnad på 8-10 øre/kWh i et kombinert gasskraftverk. Det antas da en virkningsgrad på 47 prosent slik at 1 Sm³ gir om lag 5 kWh. Omformingskostnadene inkluderer investeringskostnader i gasskraftverket (om lag 90 prosent) og driftskostnader.

Totale kostnader ved produksjon av gasskraft består av omformingskostnader og utgifter til kjøp av gass, som kan utgjøre en vesentlig del av de totale kostnadene. Gassprisen er da av stor betydning. Prisen på gass justert for transportkostnader bør som hovedregel være den samme for alle brukere og i alle anvendelser.

Dette er i samsvar med Tilleggsmeldingen (OED, 1987b). Selv om det kan være riktig å differensiere mellom pris til eget bruk og eksportpris, vil den norske prisen i høy grad være avhengig av gassprisen i det europeiske gassmarkedet, og vil derfor være svært usikker. I tillegg kommer at kostnadene ved gassutvinning (og dermed gasstilbudet) er usikre.

Til kraftproduksjon er det foreslått å nytte assosiert gass. Assosiert gass produseres på kombinerte olje- og gassfelt. Den kan alternativt nyttes til injeksjon i reservoaret for å øke oljeproduksjonen eller den kan selges eller brennes. Assosiert gass og gass som blir produsert på allerede utbygde felt med ledig produksjonskapasitet kan produseres til en lav kostnad og dermed tilbys til en lav pris hvis den ikke har noen alternativ anvendelse. Tilbudet av gasskraft er usikkert fordi det blant annet avhenger av hvor mye slik gass som er tilgjengelig for innenlandsk kraftproduksjon. En mulig tilbudskurve for gasskraft er illustrert i figur 2.9. Den er stigende fordi det etterhvert blir nødvendig med produksjon fra "nye" gassfelt der kostnadene ved gassproduksjonen blir høyere.

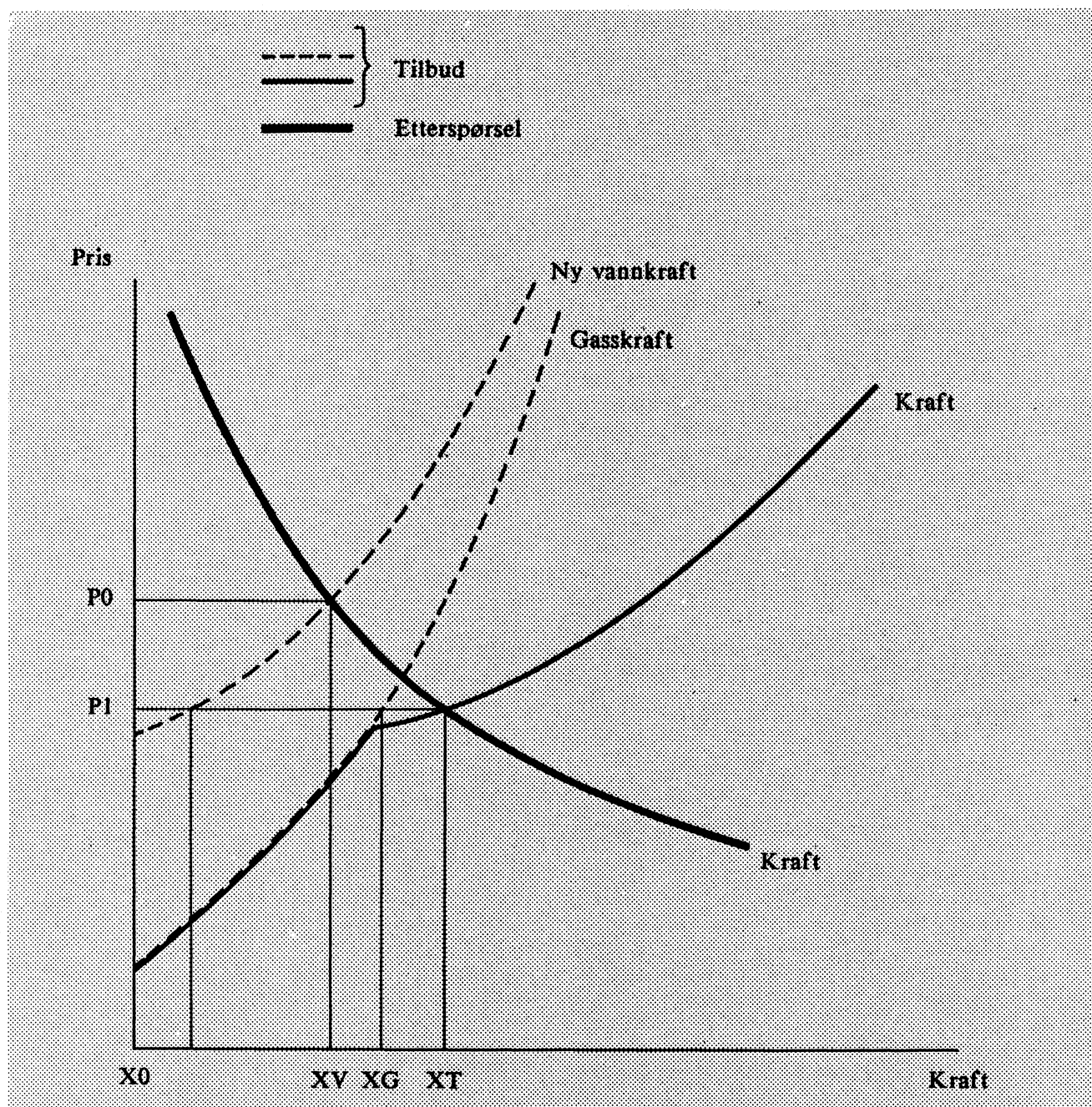
Virkinger på kraftprisen

NVE/Energidirektoratet har beregnet gjennomsnittlig langtidsgrensekostnad ved videre vannkraftproduksjon til 21 øre/kWh med 6 prosent kalkulasjonsrente (referert til kraftstasjonsvegg). Innføring av gasskraft kan gi muligheter for reduksjon i kraftprisen, avhengig av hvilken tilbudskurve som gjelder for gasskraftproduksjon og hvor stor etterspørselen etter kraft blir. Markedet for ny elektrisk kraft i år 2000 er illustrert i figur 2.9. Hvis gasskraft kan produseres til en kostnad tilsvarende tilbudskurven for gasskraft i figur 2.9, blir total krafttilbud summen av tilbudet for ny vannkraft og tilbudet av gasskraft. Uten gasskraft er likevektsprisen P0 og total kraftproduksjon XV. Innføring av gasskraft fører til en reduksjon i kraftprisen (P1) samtidig som vannkraftproduksjonen (XT-XG) reduseres sammenlignet med situasjonen med bare vannkraftproduksjon, og total kraftproduksjon (XT) øker. Dersom prisen på kraft i løpet av de nærmeste årene settes lavere enn langtidsgrensekostnaden for vannkraft, må produksjonen av gasskraft øke kraftig for å dekke den økte etterspørselen etter elektrisk kraft. Det vil imidlertid være vanskelig å gjennomføre en rask økning i gasskraftproduksjonen fordi det på kort sikt ikke er tilgjengelig nok gass til innenlands bruk. Det er derfor lite sannsynlig at kraftprisen vil reduseres vesentlig i forhold til langtidsgrensekostnaden for vannkraft før århundreskiftet.

Konklusjon

Prisen på gasskraft bestemmes ved likevekt mellom tilbud av og etterspørsel etter elektrisk kraft. Flere av de nye vannkraftprosjektene er ulønnsomme ved de kraftprisene en forutsetter i dag, og det vil derfor være behov for gasskraft selv om kraftprisen ikke reduseres.

Figur 2.9. Illustrasjon av tilpasningen i elektrisitetmarkedet etter innføring av gasskraft.



X0: Initial kraftkapasitet inkludert konsesjonsgitte nye vannkraftprosjekte.

P0: Likevektsprisen ved bare vannkraftproduksjon.

XV: Total kraftproduksjon ved bare vannkraftproduksjon.

P1: Ny likevektspris etter innføring av gasskraft.

XT: Total kraftproduksjon etter innføring av gasskraft.

XG: Produksjon av gasskraft.

(XT-XG): Produksjon av vannkraft etter innføring av gasskraft.

Hvorvidt kraftprisen vil synke avhenger av gasstilbudet som er usikkert. Dette vil isolert trekke i retning av økt vekt på vannkraftproduksjon. En liten reduksjon i kraftprisen vil gi en stor økning i etterspørselen etter elektrisk kraft. Selv om en kan produsere små mengder gass til lave kostnader, må en ta i bruk dyrere gass for å dekke den økte etterspørselen. Det er derfor lite sannsynlig at prisen på elektrisk kraft vil bli vesentlig lavere enn langtidsgrensekostnad for vannkraft.

2.8 Energipolitikk

Siden 1970 er regjeringens energipolitikk blitt presentert i energimeldingene, som legges fram med om lag 4 års mellomrom. I Energimeldingen i 1985 (OED, 1984-85) ble det uttrykt stor usikkerhet omkring den framtidige energietterspørsel og -produksjon, og det ble derfor annonsert en mini-energimelding i 1987 (OED,

1987a). Særlig sentralt sto behandlingen av nye energi-prognoser og spørsmålet om innføring av gasskraft. Ytterligere behandling av gasskraft ble gitt i tilleggsmeldingen til Energimeldingen (OED, 1987b). I forbindelse med Energimeldingen ble den første rulle-ingen av Samlet plan for vassdrag lagt fram (MD, 1987).

Energi-prognosene i Energimeldingene

Veksten i energiforbruket fra 1984 til 1986 var langt sterkere enn det den forrige energimeldingen (1985) la opp til. På denne bakgrunn ble det reist spørsmål om energi-prognosene også burde oppjusteres. Energi-prognoseutvalget understreket imidlertid at økningen i stor grad hang sammen med den økonomiske utviklingen i denne perioden, spesielt den sterke veksten innen privat konsum. Dette kortsiktige avviket fra de antakelsene som var gjort tidligere ble derfor ikke ansett som tilstrekkelig til å endre vesentlig på vekstforutsetningene i beregningene. Derimot har det kraftige fallet i oljeprisene i 1986 ført til endring i forventet prisutvikling på olje. Det antas dessuten en vesentlig høyere investeringsaktivitet og produksjon på kontinentalsokkelen. Endelig er forutsetningene for elektrisitetsprisene endret noe i forhold til den forrige energimeldingen. Prognosen for elektrisitetsforbruket innen alminnelig forsyning er nå 77 TWh i 1995 og 85 TWh i 2000. Dette er henholdsvis 1,5 og 2 TWh høyere enn i forrige melding.

Forbruket innen kraftkrevende industri og treforedling er antatt å bli 36 TWh i 2000, som er 1 TWh mer enn i forrige energimelding, og innebærer en vekst i elektrisitetsforbruket på 5 TWh fra 1985 til 2000. Økningen i kraftbehovet til kraftkrevende industri gir uttrykk for de ønsker industrien har gitt om leveranser i år 2000. Trolig refererer ønskene om ny kraft seg til de elektrisitetsprisene industrien betaler idag og ikke til antatt langtidsgrensekostnad, slik Energimeldingen forutsetter. Fra kraftkrevende industris side gis det uttrykk for at industrien ikke vil inngå kraftkontrakter med elektrisitetspriser opp mot langtidsgrensekostnad i vannkraftsystemet. Det er derfor lite trolig at behovet for ny kraft i år 2000 vil være så stort som 36 TWh innen denne delen av industrien, dersom myndighetene holder fast ved prinsippet om å sette pris på ny vannkraft svarende til kostnaden ved å bygge den ut. Dette kan få konsekvenser for det investeringstempoet en har lagt opp til innen kraftforsyningen.

Gasskraft

Som følge av oljeprisfallet er gassprisen i det europeiske gassmarkedet redusert. Dessuten er det i de senere år gjort funn av betydelige gassmengder på norsk kontinentalsokkel, både i "rene" gassfelt og i kombinerte olje- og gassfelt. I Energimeldingen understrekes det derfor at både god tilgang på gass og forventet lav gasspris tilsier at gasskraft nå anses som konkurransedyktig med vannkraft. I tidligere energimeldinger er kullfyrte varmekraftverk ansett som det mest aktuelle alternativet.

Energimeldingen behandler muligheten for å bruke gasskraft. Spørsmål som reises i forbindelse med mulige virkninger for framtidig energiforsyning er imidlertid i stor grad ubesvart. Spørsmålet om den framtidige prisen på gass til innenlands bruk vil være sentralt, se også avsnitt 2.7. Ifølge avtalen mellom Statkraft og Statoil om det første gasskraftverket på Kårstø vil gassprisen legges slik at gasskraft svarer omtrent til langtidsgrensekostnad for vannkraft i 1995. Dette tilsier en gasspris på om lag 60-80 øre/Sm³. Olje- og energidepartementet har imidlertid ikke godkjent avtalen ennå.

Produksjon av gasskraft utover produksjonen på Kårstø kan på noe sikt gi elektrisitetspriser svært forskjellige fra den som antas i Energimeldingen. Slik produksjon vil imidlertid i stor grad være avhengig av muligheter for god tilgang på assosiert gass med lav alternativpris og av muligheter for eksport av elektrisitet eller gass til andre nordiske land. Det foreligger utkast til en avtale om eksport av elektrisitet til Finland. Det kan bli aktuelt med eksport utover dette, men energidekningen i de nordiske landene framover er foreløpig uavklart. Denne usikkerheten har dermed indirekte betydning for det norske energimarkedet.

Spørsmålet om gasskraftpriser og organiseringen av det framtidige elektrisitetsmarkedet ble tatt opp i tilleggsmelding til Energimeldingen (OED, 1987b). Regjeringen går inn for at gass brukt innenlands prises etter verdien den har i det innenlandske markedet. Med dette mener en at alle brukere skal betale samme pris for gassen og innebærer i den forstand en mulig endring av prisfastsettingen sammenlignet med den praksis som føres ved prising av vannkraft. Det understrekes at framtidig gasspris er meget usikker. En vil derfor legge opp til at både selger og kjøper bærer noe av risikoen ved de framtidige gassprisene. Videre er det viktig at en ikke ser det innenlandske gassmarkedet isolert fra eksportmarkedet for gass. Kontraktene om gassleveranser innenlands bør inneholde muligheter for reforhandlinger dersom forutsetningene om eksportprisene endres.

Under aktuelle forhold for utvinning og omsetning av gass vil frie forhandlinger mellom kjøper og selger kunne gi store og tilfeldige variasjoner i gassprisen. I tilleggsmeldingen tas det til orde for eget selskap for omsetning av gass innenlands, slik at prisen på gass til kraftproduksjon kan fastsettes etter de retningslinjene myndighetene trekker opp. En tar sikte på en behandling av dette spørsmålet i Stortinget i løpet av 1988.

Innføring av gasskraft kan få virkninger for mulighetene til å utnytte det eksisterende vannkraftsystemet. Siden investeringer i gasskraftverk er betydelig lavere enn ved tilsvarende vassdragsutbygginger vil det være billigere ikke å utnytte kapasiteten i gasskraftverk enn i vannkraftanlegg. Det vil derfor være lønnsomt å benytte gasskraft til å ta de kortsiktige svingningene i etterspørselen etter elektrisitet og i tilbudet av vannkraft. Innføring av gasskraft kan med andre ord øke fastkraftandelen i det eksisterende vannkraftsystemet. Verdien av dagens vannkraftsystem blir dermed høye-

re. Energimeldingen gir imidlertid ikke signaler om å tilpasse et gasskraftsystem til utjevning av svingningene i omsetningen i elektrisitetsmarkedet. Tvert imot tyder bl.a. behandlingen av rulleringen av Samlet Plan på at en vurderer jevn produksjon av gasskraft på kort sikt (såkalte "grunnlastverk").

Samlet plan for vassdrag

Samlet Plan er en nasjonal rammeplan for forvaltningen av vassdrag. Den omfatter tilsammen 460 prosjekter. Den første rulleringen av Samlet Plan omfatter en fornyet vurdering av prosjekter i planens kategori I, dvs. prosjekter som kan konsesjonsbehandles straks. Dette er gjort delvis på grunnlag av forslag til nye utbyggingsløsninger, delvis etter en ny gjennomgang av prosjekter og fordi det er kommet til nye prosjekter. Det er foretatt en gjennomgang av metodene som ble brukt ved sammenveilingen av virkningene av kraftutbygginger og ved den økonomiske vurderingen av hvert enkelt prosjekt. På grunn av usikkerhet omkring betydningen av gasskraft er rullering av prosjekter i kategori II (prosjekter som kan benyttes til vannkraftformål eller andre formål) og kategori III (prosjekter som ut fra dagens vurdering ikke anses som aktuelle for kraftutbygging) utsatt inntil en eventuell gasskraftproduksjon fra Haltenbanken er avklart.

Prosjektene i kategori I omfatter i denne rulleringen 12,5 TWh, mot 11,3 TWh i den første meldingen om Samlet Plan (MD, 1984-85). Det er også foretatt en foreløpig plassering av nye og gamle kraftprosjekter i kategori II og III. Prosjektene i kategori II utgjør nå 8,2 TWh og i kategori III 15,2 TWh, mot henholdsvis 6,6 og 18,6 TWh i den første meldingen. Problemene med å plassere prosjekter i kategori II og III henger bl.a. sammen med vurdering av magasinbehovet for vannkraftprosjekter dersom den framtidige kraftutbyggingen for en stor del skal baseres på gasskraft. Muligheten for fleksibel gasskraftproduksjon er ikke tilstrekkelig klarlagt. Under visse forutsetninger kan det bli behov å bygge ut enkelte vannkraftprosjekter med stor magasinkapasitet, prosjekter som nå er i kategori II og III. Disse vil i så fall bli flyttet til kategori I. En flytting av prosjekter innen kategoriene I-III skal imidlertid vurderes opp mot ytterligere vern av vassdrag og vil bli behandlet i forbindelse med verneplan IV.

En har ikke funnet fram til bedre metoder for sammenveiling av miljømessige og økonomiske konsekvenser av vassdragsutbygginger. En vil imidlertid ta med flere brukerinteresser i det videre arbeidet, bl.a. virkninger for oppdrettsnæringen. Det ville vært naturlig å fortsette arbeidet med å finne bedre metoder siden miljøvirkninger av kraftutbygging vil få et annet innhold når en nå legger opp til gasskraftutbygging. En står ovenfor to typer miljøbelastninger ved gasskraft- og vannkraftutbygging: luftforurensing og naturinngrep. En sammenlikning av miljøbelastningene i de to tilfellene lar seg ikke gjennomføre med de metodene som ligger til grunn for Samlet Plan idag. Utsettelsen av rulleringen av kategori II og III tyder likevel på at valget mellom vannkraft og gasskraft vil få konsekvenser for den interne prioriteringen av vannkraftprosjekter.

ser for den interne prioriteringen av vannkraftprosjekter.

Beregning av vannkraftprosjektenes økonomiske lønnsomhet anses ikke som tilfredsstillende. Det er dokumentert betydelig underbudsjettering for en del prosjekter. Dette skaper problemer ved prioritering. En legger i meldingen vekt på å få til grundigere behandling i konsesjons- og anbudsfasen. Det blir også foreslått at grunnlagsarbeidet som ble gjort i forbindelse med arbeidet med Samlet Plan legges ved alle konsesjonssøknader.

2.9. Enheter og omregningsfaktorer

Tabell 2.12 viser gjennomsnittlig teoretisk energiinnhold og virkningsgrader for en del utvalgte energivarer i ulike anvendelser. Det teoretiske energiinnholdet vil variere innenfor en og samme vare. Råolje fra Nordsjøen har for eksempel en noe annen kjemisk sammensetning og virkningsgrad enn råolje fra Midt-Østen. Faktorene oppgitt i tabell 2.12 er derfor å betrakte som gjennomsnittsverdier.

Anslagene for virkningsgradene er meget usikre. I enkelte undersøkelser foreligger resultater som avviker betydelig fra virkningsgradene oppgitt i tabellen.

Det finnes en lang rekke måleenheter for energi i bruk. Flere faktorer er med på å bestemme forholdet mellom dem. Omregningsfaktorene angitt i tabell 2.13 må derfor betraktes som omtrentlige. Dette gjelder måleenheter for olje (toe og fat), og i enda større grad måleenheter for gass (m^3 og Scuft) samt omregningsfaktorene mellom disse enhetene. Ved utarbeidningen av tabell 2.13 er tetthetene og virkningsgradene fra tabell 2.12 benyttet.

Noen vanlig benyttede prefikser er vist i tabell 2.14.

Tabell 2.12. 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 og torv	8,4	TJ/kfm ³	0,65	-	0,65	0,5 tonn/fm ³
Avlut (tørrstoff)	12,0	TJ/ktonn	..	..	..	..
Treavfall (tørt)	15,0-18,5	TJ/ktonn	..	..	..	..
Råolje	42,3	TJ/ktonn	..	..	..	0,85 tonn/m ³
Naturgass	36,9	TJ/M ³	..	..	..	0,77-1,07 kg/Sm ³
Flytende propan og Butan (LPG).....	48,4	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 2.13. Energienheter¹

Enhet	PJ	TWh	quad (olje)	Mtoe (olje)	Mfat (gass)	GSm ³ (gass)	GScuft
1 PJ	1	0,278	9,50x10 ⁻⁴	0,024	0,175	0,024	0,83
1 TWh	3,60	1	3,42x10 ⁻³	0,085	0,629	0,085	3,00
1 quad	1053	292,5	1	24,9	184,0	24,9	1021,0
1 Mtoe	42,3	11,8	0,04	1	7,4	1,0	35,3 (olje)
1 Mfat	5,72	1,59	5,4x10 ⁻³	0,135	1	0,135	4,8
(olje)							
1 GSm ³	36,9	10,3	3,5x10 ⁻²	0,87	6,5	1	30,8
(gass)							
1 GScuft	1,20	0,33	1,0x10 ⁻³	0,028	0,21	0,028	1
(gass)							

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

Tabell 2.14. 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

Referanser:

Bye, T. (1986): "Kraftkrise i 1990-årene?". SSB. Økonomiske Analyser nr. 3. 1986

Bye T. og Strøm S. (1987): "Kraftpriser og kraftforbruk", Sosialøkonomen nr. 4. 1987

Johnsen, J. K. (1986): "Langtidsgrensekostnad for fastkraft. Indifferenskostnad for fastkraft", NVE/Energidirektoratet. Avdelingsrapport nr. 6, 1986

MD (1986-87): "Om samlet plan for vassdrag", St. meld. nr. 53 (1986-87)

OED (1985): "Norges framtidige energibruk og -produksjon", St. meld. nr. 71 (1984-85)

OED, Energiprognoseutvalget (1987a): "Energiprognoseutvalgets rapport til energimeldingen 1987"

OED (1987b): "Norges framtidige energibruk og -produksjon", St.meld. nr. 38 (1986-87)

OED (1987c): "Tillegg til St.meld. nr. 38 (1986-87) om Norges framtidige energibruk -og produksjon", St. meld. nr. 19 (1987-88)

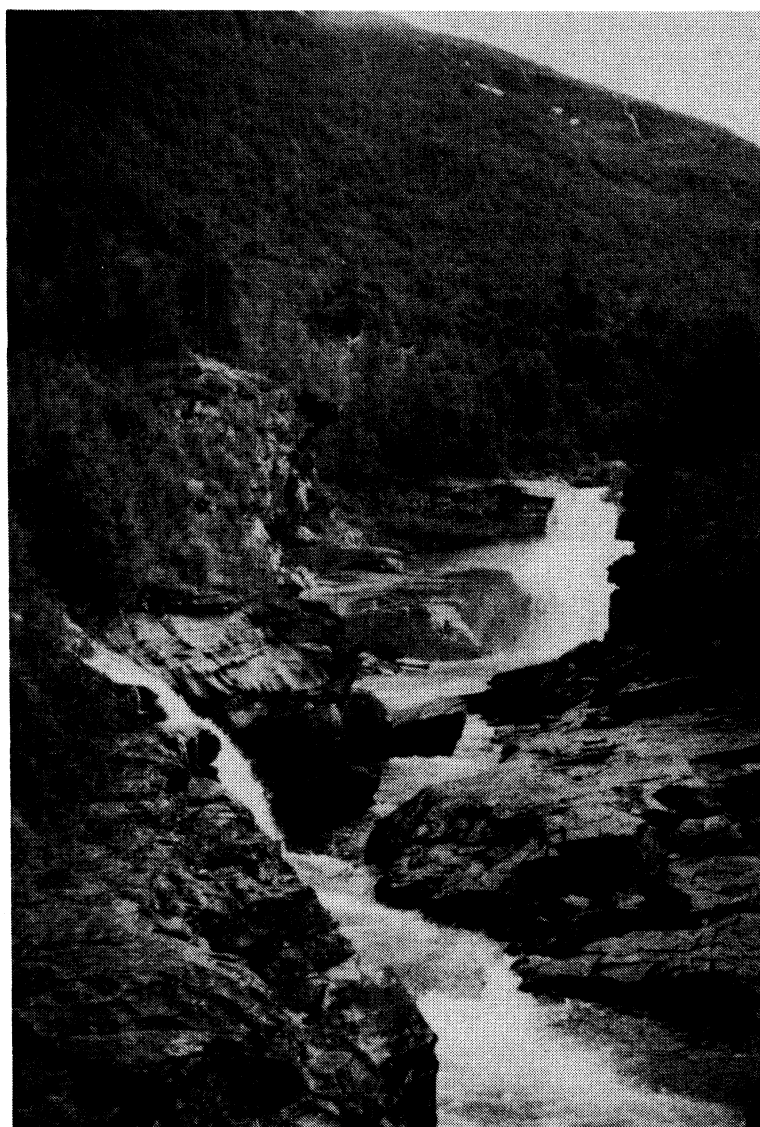


Foto: Elisabeth Fadum

3. Petroleumsøkonomi

Petroleumsvirksomheten i Nordsjøen og inntektene derfra er av vesentlig betydning for norsk økonomi. Omfanget av reservene av olje og gass muliggjør produksjon i mange ti-år. En forsering av utbyggingsprosjekter de nærmeste 3-4 årene vil imidlertid kunne føre til en drastisk nedgang i investeringsaktiviteten tidlig på 1990-tallet.

Inntjeningen fra olje- og gassproduksjonen er i særlig grad avhengig av utviklingen i råoljeprisen. Vekst i verdensøkonomien vil kunne føre til at oljeprisen øker igjen til rundt 30 US\$/fat mot århundreskiftet. Det er imidlertid betydelig usikkerhet knyttet til framtidig oljeprisutvikling og dermed inntektsmulighetene for Norge. Usikkerhet trekker i retning av at det lønner seg å utsette starttidspunktet for utvinning.

3.1 Ressurstilgang av olje- og naturgass

Den delen av totale påviste ressurser som kan utvinnes ved dagens priser og kjent teknikk kalles reserver. Tabell 3.1 gir en oversikt over petroleumsreservene på norsk kontinentalsokkel. Dersom prisene går opp eller man finner bedre produksjonsteknikker, vil andelen lønnsomme ressurser (reserver) øke, og vice versa. For olje er reserveandelen i gjennomsnitt ca. 1/3. I tillegg til oppdagete ressurser kommer hva som potensielt finnes på de utforskete delene av kontinentalsokkelen.

Oljedirektoratet anslår et hypotetisk ressurspotensial på 800 millioner tonn oljeekvivalenter (mtoe) sør for Stad.

I tabell 3.1 er reservene inndelt i kategorier etter grad av økonomisk sikkerhet (vertikalt), og etter grad av geologisk påvisning (horisontalt). Full sikkerhet for reservens størrelse har en først når oljen eller gassen er pumpet opp. I de to kolonnene lengst til høyre er gjestående levetid regnet ut for ulike kategorier av geologisk og økonomisk sikkerhet. For utbygde felt vil olje-

Tabell 3.1. Petroleumsreserver pr. 31. desember 1987. Mtoe

	<u>Beviste</u>		<u>Sikre</u>		<u>Mindre sikre</u>		<u>Levetid (R/P)</u>	
	Olje	Gass	Olje	Gass	Olje	Gass	Olje	Gass
I produksjon	586	263	-	-	-	-	12	9
Besluttet utbygd	-	-	267	984	-	-	18	44
Planlagt utbygd	-	-	387	661	-	-	26	67
Mulig utbyggbart	-	-	266	627	92	134	33	94
Under vurdering.....	-	-	-	-	60	94	34	97
Sub. marginalt	-	-	2	29	9	31	34	99
Totale oppdagete reserver					1668	2823		
Produsert pr. 31/12 1987.....					335	237		

reservene tømmes i løpet av 12 år, mens gassreservene vil bli tømt etter 9 år. Hvis også felter som er besluttet og planlagt utbygd legges til, vil reservene vare i henholdsvis 26 og 67 år. Reservenes (R) levetid er regnet ut som forholdet R/P, der P er produksjon pr. år. Det gir et grovt mål på levetiden, fordi et felts typiske utvinningsforløp er en rask opptrapping mot et toppnivå, deretter faller produksjonen med en tilnærmet fast rate.

Tidsutviklingen for reservene i utbygde og besluttet utbygde felt går fram av tabellene 3.2 og 3.3. I 1986 økte oljereservene særlig på grunn av oppvurderinger av beholdningene i "gamle" felter, mens vedtak om nye utbygginger ikke var nok til å kompensere uttaket. Oppvurderingene fordelte seg med ca. 1/3 på felt som var i produksjon før 1986, og 2/3 på felt under utbygging pr. 1. januar 1986. Vedtaket om gassinjeksjon i Osebergfeltet økte utvinnbare oljereserver med 13 mtoe. I 1987 førte vedtak om utbygging av Gyda og Veslefrikk til en større økning i beholdningen enn uttaket av olje. Gassreservene ble nesten firedoblet i 1986 som følge av vedtak om utbyggingene av Troll og Sleipner, mens 1987-vedtakene bidro beskjedent til gassreservene.

3.2 Investeringer og produksjon

Både investeringer i oljevirkosomheten og olje- og gassproduksjonen har økt sterkt de siste årene. Investeringkostnader i rørtransport og utvinning av olje og gass lå på om lag 10 mrd. kroner pr. år på 1970-tallet, og økte så fra begynnelsen av 1980-årene opp mot dagens nivå på over 30 mrd. kroner årlig. Produksjonsutviklingen i sektoren har vist en tilsvarende utvikling, se figur 3.1. Gassproduksjonen tok til i 1977 og har holdt et forholdsvis stabilt nivå fra 1980. Oljeproduksjonen er imidlertid blitt fordoblet siden 1980.

Oljerenten

Inntektene fra olje- og gassproduksjonen i Nordsjøen økte sterkt fram til 1985, da verdiskapningen, målt ved bruttoproduktet i utvinning av råolje og naturgass, utgjorde vel 90 mrd. kroner. På grunn av det sterke fallet i oljeprisen, sank bruttoproduktet til vel 50 mrd. kroner i 1986. Gjennomsnittlig oljepris steg noe fra 1986 til 1987, og produksjonen økte. Gassproduksjonen var tilnærmet uendret, mens gassprisene falt i 1987 som

Tabell 3.2. Reserveregnskap for råolje. Produktive og besluttet utbygde felt. 1978-1986. Mill. tonn

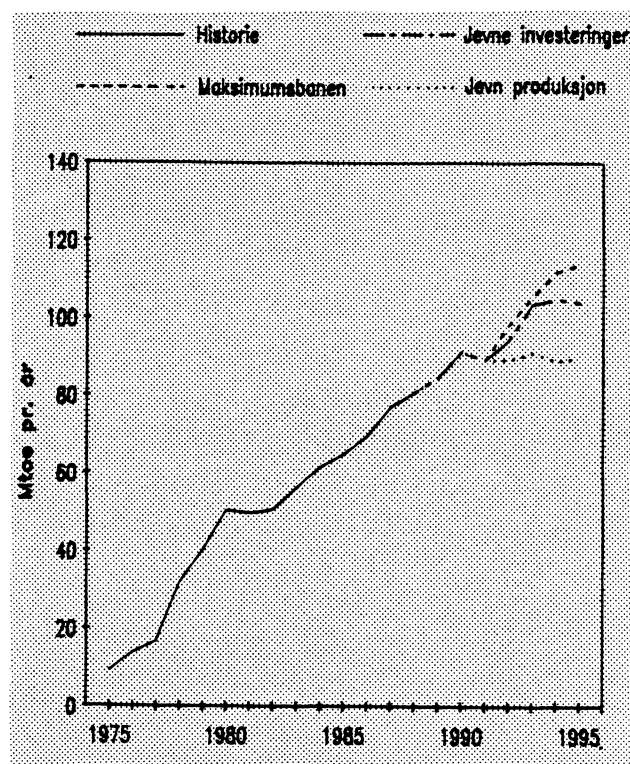
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987*
Reserver pr. 1/1.....	589	570	520	496	509	495	495	650	733	838
Nye felt	-	-	24	80	-	38 ¹	147	65	29	59
Omvurderinger.....	-2	-31	-24	-43	11	-7	43	56	118	4
Uttak	-17	-19	-24	-24	-25	-31	-35	-38	-42	-48
Reserver pr. 31/12	570	520	496	509	495	495	650	733	838	853

1) Ekofisk vanninjeksjon.

Tabell 3.3. Reserveregnskap for naturgass. Produktive og besluttet utbygde felt. 1978-1986. Mtoe

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987*
Reserver pr. 1/1.....	498	445	406	385	381	348	332	399	387	1259
Nye felt	-	-	32	40	-	15	84	9	873	8
Omvurderinger.....	-39	-17	-27	-18	-8	-6	10	66	6	8
Uttak	-14	-22	-26	-26	-26	-26	-27	-27	-27	-28
Reserver pr. 31/12.....	445	406	385	381	348	332	399	387	1259	1247

Figur 3.1. Olje- og gassproduksjonen på norsk sokkel. Mtoe pr. år



følge av etterslepet i forhold til oljeprisene. Alt i alt steg derfor bruttoproduktet bare svakt til knapt 52 mrd. kroner i 1987. Norges oljeinntekter utgjøres av bruttoproduktet i alle oljeselskaper som opererer på norsk kontinentalsokkel fratrukket aksjeutbytte som utenlandske selskaper tar ut av landet.

Den meravkastningen, som olje- og gassvirksomheten gir, kalles gjerne oljerenten. Denne kan beregnes som den delen av de samlede produksjonsinntektene ved utvinning av olje og gass som oppnås utover løpende produksjonskostnader og en normal avkastning på investert kapital. Metoden innebærer at en ser bort fra at flere innsatsfaktorer som brukes i olje- og gassutvinningen, herunder utenlandsk eid kapital, antakelig får en høyere belønning enn de ville fått i en annen næringsvirksomhet. De kan derfor i noen grad sies å mota en del av oljerenten.

Om en setter den normale avkastningen på investert kapital til 7 prosent, som svarer omtrent til gjennomsnittlig avkastningsrate på industrikapital de siste ti år, viser foreløpige beregninger at oljerenten ble vel 16 mrd. kroner i 1987. Dette er en nedgang på nesten 2 mrd. kroner fra "kriseåret" 1986. Oljerenten utgjorde i 1987 om lag 3 prosent av bruttonasjonalprodukt. Sammenlignet med toppåret 1985 var oljerenten redusert med om lag 3/4 målt i faste priser og som andel av brutto nasjonalproduktet med nesten 10 prosentpoeng. Dette betyr at Norges "arbeidsfrie" inntekt fra

olje- og gassvirksomheten er falt fra 16 000 til 4 000 kroner pr. innbygger i dagens kroneverdi.

Den samlede kapitalbeholdningen i utvinningssektoren var på om lag 150 mrd. kroner ved utgangen av 1987. Inntektene til private selskaper og staten i form av avkastning på investert kapital, skatter og avgifter, om lag 27 milliarder kroner, utgjorde dermed om lag 18 prosent av kapitalbeholdningen.

Tabell 3.4. Oljeinntekter og oljerente. 1977-1986

	Brutto- produkt i utvinnings- sektoren	Oljerente	Oljerentens andel av bruttonasjo- nalprodukt
			Milliarder kroner | Prosent
1977	7,4	2,8	1,5
1978	12,8	7,0	3,0
1979	20,8	13,6	5,5
1980	41,1	31,8	11,0
1981	50,1	36,5	11,0
1982	55,7	37,8	10,5
1983	67,3	48,0	12,0
1984	83,8	59,5	13,0
1985	90,7	63,3	12,5
1986	50,7	17,9	3,5
1987	52,2	16,8	3,0

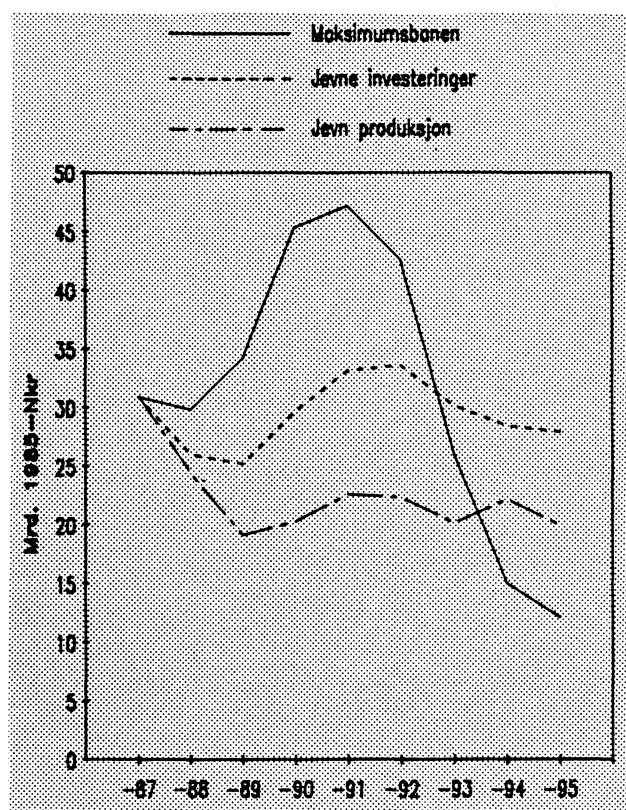
Framtidsutsikter for produksjon og investering

Prisfallet i 1986 førte til usikkerhet med hensyn til videre utbygging på norsk sokkel. Etter at myndighetene foretok endringer av skattesystemet og prisene i oljemarkedet tok seg noe opp, er problemstillingen nå helt forskjellig. Selskapene ønsker å bygge ut en rekke felt og myndighetene vurderer å innføre en kørdning for investeringsprosjekter i Nordsjøen for å unngå et høyt, men kortvarig press i sektorer som leverer investeringsvarer til utbygginger.

I SSB er det gjennomført et prosjekt som analyserer makroøkonomiske ringvirkninger av tre ulike investeringsprofiler i oljevirkosheten; en maksimumsbane, en bane med jevne investeringer og en bane med jevn produksjon, se figur 3.2.

Maksimumsbanen (profil 1) framkommer ved å la alle felt operatørene ønsker utbygd bli realisert så fort som mulig sammen med felt som allerede er besluttet utbygd, se figur 3.3. Av figur 3.2 ser en at totale investeringer i denne banen blir over 40 milliarder 1986-kroner i 1992. Investeringsaktiviteten vil altså øke kraftig fra dagens nivå, for så å falle dramatisk fra toppunktet i 1992. Produksjonen av olje og gass vil også øke sterkt, se figur 3.1.

Figur 3.2. Totale investeringer i oljevirkomheten. Tre profiler. 1987-1995. Mrd. 1985-Nkr

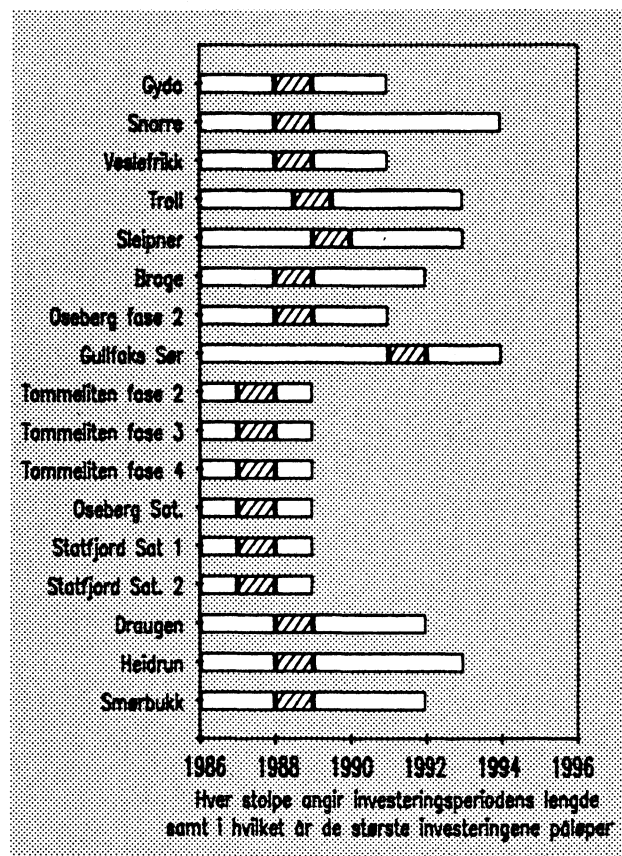


Jevne investeringer (profil 2). På grunn av formen på et investeringsprosjekt, med de største kostnadene omkring midtveis i investeringsperioden, vil det være umulig å holde totalnivået helt jevnt, og særlig de nærmeste årene vil man få en nedgang i investeringene dersom de ikke skal øke for kraftig tidlig på 1990-tallet. I banen med jevne investeringer er Snorre, Haltenbanken og Gullfaks Sør utsatt i forhold til operatørens egne planer. Investeringsstart på Haltenbanken er satt til 1992. Figur 3.2 viser at resultatet av disse forutsetningene er et fall i investeringene fra 1987 til 1988, men totale investeringer er tilbake til 1987-nivå i 1990.

Av figur 3.1 framgår det at samlet olje- og gassproduksjon vil bli svært høy også i banen med "jevne investeringer" (om lag 100 mtoe fra 1993). Et produksjonsnivå på 90 mtoe er tidligere blitt beskrevet som et "moderat utvinningstempo" i norsk oljedebatt.

Jevn produksjon er den tredje investeringsbanen (profil 3), presisert slik at produksjonen ikke skal overstige 90 mtoe. Norsk petroleumsproduksjon vil bli om lag 77 mtoe i 1987 og Gullfaks og Osebergfeltene samlet vil gi om lag 35 mtoe. Dette tilsier at det i banen med jevn produksjon ikke er plass til noen store utbyggingsprosjekter før godt inne på 1990-tallet. Totale investeringer i oljevirkomheten faller som en følge av dette til 18 milliarder 1986-kroner i 1989, og stabiliserer seg så på et nivå om lag 20 milliarder kroner fram mot 1995.

Figur 3.3. Aktuelle utbyggingsprosjekter på norsk sokkel



Investeringsaktiviteten i Nordsjøen i årene framover er for tiden gjenstand for særskilt vurdering av myndighetene. Bakgrunnen er at summen av oljeselskapenes egne planer innebærer et svært høyt investeringsnivå i begynnelsen av 1990-årene. Dette kan være uheldig fra en samfunnsøkonomisk synsvinkel, fordi det vil øke pressproblemerne i en allerede sterkt petroleumsorientert norsk økonomi. I tillegg risikerer en å tappe ut en betydelig andel av oljereservene i en periode med lave oljepriser, se avsnitt 3.5. Dette gir et grunnlag for myndighetene til å innrette virkemiddelbruken slik at en begrenser investeringsaktiviteten i årene framover.

3.3 Oljemarkedet

Oljemarkedet i 1987

Etter de dramatiske svingningene i 1986 ble markedet for råolje langt mer stabilt i 1987. Prisen for Nordsjøolje lå på om lag 18 US\$/fat ved inngangen til 1987 og dette nivået har stort sett holdt seg gjennom året selv om prisen ved enkelte anledninger også har variert mellom 16 og 20 US\$/fat. Aktiviteten i oljemarkedet, spesielt på tilgangs- og forsyningsiden, har det siste året vært preget av prisfallet i 1986 og den økte usikkerheten som oppsto.

Noe av bakgrunnen for situasjonen i dagens oljemarked ligger i den kraftige prisøkningen på olje som fant sted i 1979/80 i forbindelse med revolusjonen i Iran og den påfølgende krigen mellom Iran og Irak. Den høye prisen stimulerte til energisparing og overgang til andre energiprodukter enn olje på forbrukssiden, samtidig som oljeproduksjonen utenfor OPEC fortsatte å øke sterkt. Dette førte til at OPEC etterhvert måtte redusere sin oljeproduksjon betydelig for å forhindre en sterkt fallende oljepris.

I 1985 var situasjonen blitt uholdbar for OPEC og i særlig grad for Saudi Arabia som hadde opptrådt som svingprodusent og påtatt seg hovedtyngden av det reduserte OPEC-tilbudet. OPEC's samlede oljeproduksjon var redusert til 17,2 mill. fat/dag fra et nivå på 31,5 mill. fat/dag i 1979. OPEC's andel av oljeproduksjonen utenfor sentralstyrte økonomier var redusert fra drøyt 60 prosent til om lag 40 prosent i det samme tidsrommet. OPEC besluttet derfor å endre sin markedsstrategi og begynte å kjempe om markedsandeler. Resultatet av det økte OPEC-tilbudet ble et dramatisk prisfall i løpet av første halvår 1986, og i juli samme år ble olje fra bl.a. Nordsjøen solgt til under 10 US\$/fat.

Det dramatiske prisfallet reduserte OPEC's samlede inntekter kraftig til tross for en viss produksjonsøkning, og den økonomiske belastningen for de fleste OPEC-landene ble så alvorlig at organisasjonen i august 1986 bestemte at man skulle gå tilbake til et system med produksjonskvoter og offisielle salgspriser. Etter en foreløpig avtale i august gikk prisen opp til om lag 15 US\$/fat, og på OPEC's ministermøte i desember 1986 vedtok man å gå tilbake til systemet med offisielle salgspriser, og at et gjennomsnitt av visse oljetyper skulle koste 18 US\$/fat.

Avtalen skulle gjelde fra 1. februar 1987, og OPEC's samlede produksjonskvote for råolje i første halvår var 15,8 mill. fat/dag. Dette representerte en reduksjon på over 0,8 mill. fat/dag i forhold til den foreløpige avtalen fra august året før. Kvoter for 3. og 4. kvartal 1987 ble også fastsatt til henholdsvis 16,6 og 18,3 mill. fat/dag. I disse kvotene inngikk også Iraks produksjon, men dette landet har produsert godt over kvoten i hele 1987.

Gjennom de siste par årene har OPEC appellert til andre oljeproduserende land om støtte for å holde oljeprisen oppe. Norge vedtok å redusere sin planlagte oljeproduksjon med 7,5 prosent fra februar 1987 og har siden opprettholdt denne produksjonsbegrensningen. Mexico har lagt et tak på sin oljeeksport på 1,36 mill. fat/dag, og også andre land har kommet OPEC i møte. I februar 1987 begynte oljeselskapene å tømme sine lagre ganske kraftig trolig i et forsøk på å svekke OPEC-avtalen i startfasen, noe som førte til et kraftig press på spotprisene. OPEC-medlemmene stod imidlertid sammen og reduserte sin produksjon. Spotprisen steg etterhvert opp mot et nivå som tilsvarte de offisielle salgsprisene, og OPEC's produksjon lå stort sett innenfor kvotene i første halvår. På OPEC's ministermøte i juni 1987 ble det besluttet å la kvoten på 16,6 mill. fat pr. dag gjelde for hele andre halvår.

Den relativt lave råoljeproduksjonen samtidig med sterk internasjonal spenning i Den persiske gulf førte til at spotprisen gikk over 20 US\$/fat i juli. Meldinger om betydelig overproduksjon senket deretter spotprisen tilbake til et nivå som tilsvarer offisielle salgspriser. Gjennom annet halvår 1987 produserte OPEC tildels betydelig over sine kvoter uten at prisen falt vesentlig før OPEC's ministermøte i desember. Vedtaket på møtet var relativt vagt; organisasjonen eksklusive Irak skulle holde fast på sine kvoter, men det ble ikke gjort noe nytt vedtak om priser. I dagene etter møtet falt oljeprisen ned til under 15 US\$/fat, men steg igjen mot 18 US\$/fat ved årsskiftet.

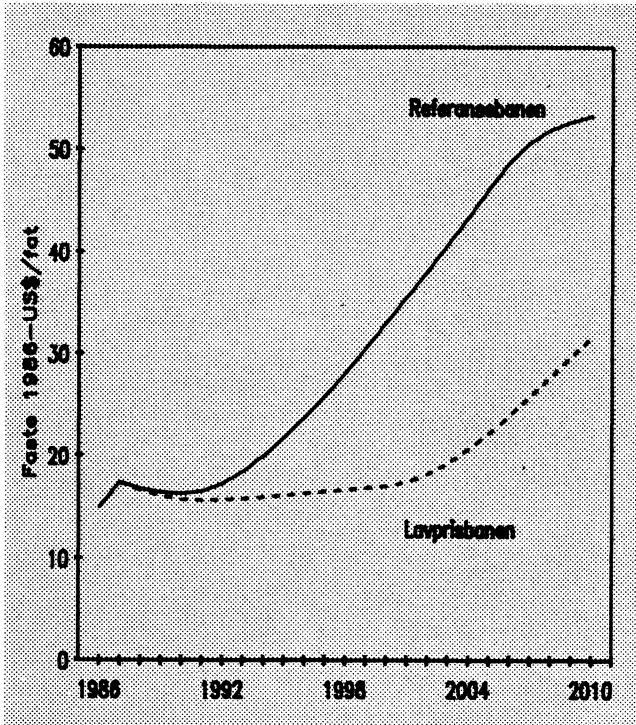
Framtidsutsikter for råoljemarkedet

Utsiktene for oljemarkedet på kort sikt er særlig bestemt av sesongmessige svingninger i etterspørsel og tilbud på grunn av f.eks. temperatursvingninger og lange transportavstander. Også sesongmessige og spekulasjonsmotiverte lagerendringer vil spille en stor rolle. På grunn av lav prisfølsomhet både i etterspørsel og tilbud, vil relativt små kvantumsendringer kunne slå ut i store prisendringer. I forbindelse med OPEC's endrede markedsstrategi og ønske om en "fair share" av markedet forlot Saudi Arabia sin rolle som svingprodusent, og landet har holdt fast ved dette også etter avtalen om produksjonsbegrensning i desember 1986. Med unntak av reduksjonen i februar har Saudi Arabias oljeproduksjon ligget om lag på kvoten. Hvis Saudi Arabia heller ikke i fremtiden akter å opptre som svingprodusent, kan man vente et oljemarked med kraftige kortsiktige bevegelser.

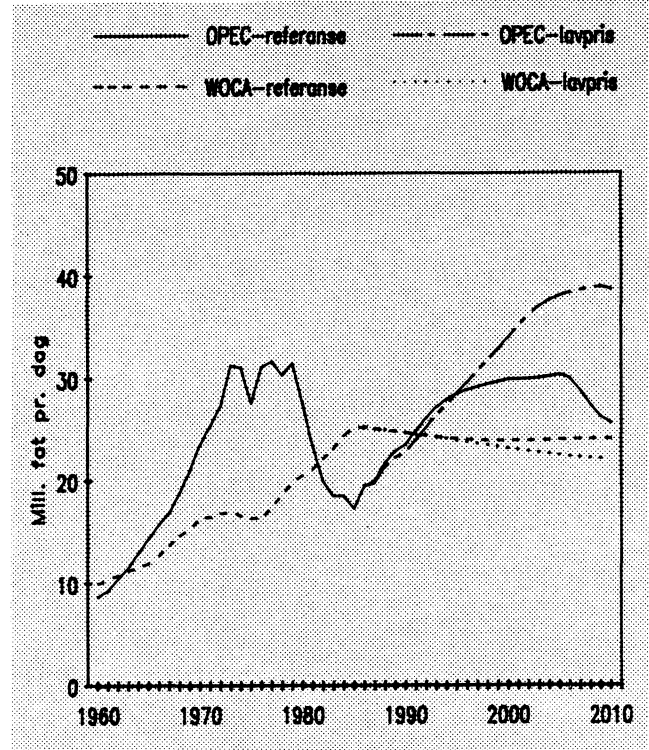
På mellomlang sikt (3-5 år) er det særlig OPEC's store ledige produksjonskapasitet som vil være bestemmende for oljemarkedet. Så lenge OPEC samlet har om lag 8-10 mill. fat/dag i ubenyttet kapasitet er det lite trolig at prisen vil kunne øke vesentlig. En reduksjon i OPEC's ledige kapasitet må trolig komme som et resultat av etterspørselsvekst ved at aktiviteten i verdensøkonomien øker. Prisfallet i 1986 brakte oljeprisen tilbake til et nivå hvor oljeprodukter konkurrerer ganske bra med andre energibærere, men man kan ikke uten videre anta at prisfallet alene vil føre til en betydelig etterspørselsøkning. Etter oljeprisfallet har verdien av US\$ blitt svekket, noe som også har bidratt til å senke prisen på olje regnet i andre lands valuta. Virkningen på tilbudet av olje utenfor OPEC er også vanskelig å forutsi, men antakelig vil ikke eksisterende produksjon bli redusert i stort omfang. Prisfallet kan imidlertid føre til at letevirsomheten avtar og dermed medføre at produksjonen går ned over tid.

På lang sikt, dvs. de neste 10-15 årene, vil utviklingen i oljemarkedet i særlig grad avhenge av veksttakten i verdensøkonomien. Spesielt er det grunn til å framheve betydningen av økonomisk utvikling i U-landene, fordi høye inntektseffekter og lav prisfølsomhet gir kraftige impulser til energiforbruket hvis produksjon og inntekter vokser. Modellberegninger foretatt i Statistisk Sentralbyrå viser at dersom en legger til grunn en vekst i bruttonasjonalproduktet (BNP) i U-landene

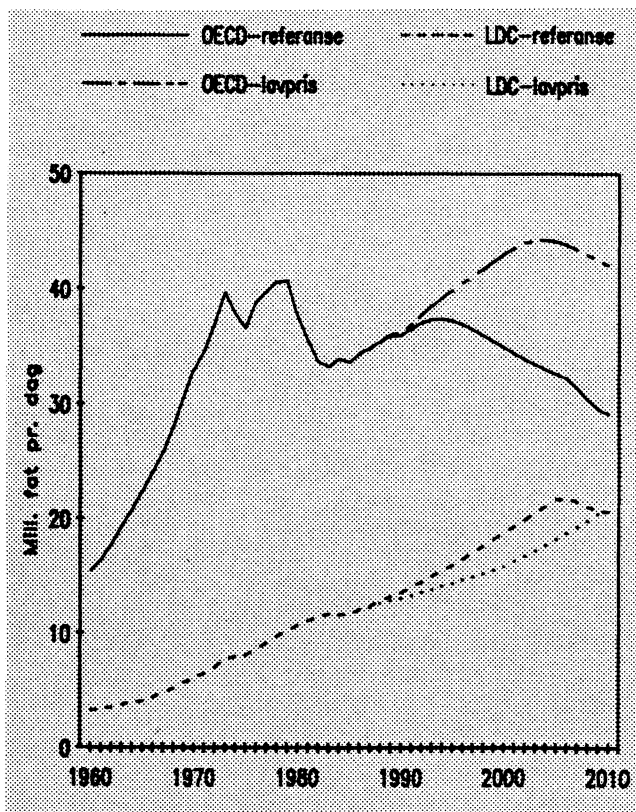
Figur 3.4. Mulige oljeprisbaner. Faste 1986-US\$/fat



Figur 3.6. Produksjon av råolje. Mill. fat pr. dag



Figur 3.5. Etterspørsel etter oljeprodukter. Mill. fat pr. dag



Kilde: British Petroleum, SSB.

på 3-3,5 prosent utover på 1990-tallet og om lag ett prosentpoeng lavere vekst i de industrialiserte landene, kan oljeprisen i år 2000 komme opp i 32-33 US\$/fat regnet i faste 1986-priser, se referansebanen i figur 3.4. Dersom imidlertid veksttakten i U-landene reduseres til 2 prosent (f.eks. som en følge av gjeldsproblemer som tynger mange av disse landene), og OPEC bygger ut sin kapasitet, vil dette kunne føre til at oljeprisen regnet reelt blir liggende på om lag dagens nivå helt fram til århundreskiftet, se lavprisbanen i figur 3.4. Enkelte OPEC-land med store reserver vil også kunne se seg interessert i en slik markedsutvikling, da dette vil bidra til å holde etterspørselen etter oljeprodukter oppe og gi rom for økt OPEC-tilbud. Figurene 3.5 og 3.6 viser henholdsvis etterspørsel og tilbud i de to banene.

Det er grunn til å understreke den store usikkerheten som er knyttet til framskrivninger av utviklingen på det internasjonale oljemarkedet. Usikkerheten forsterkes ytterligere av det store innslaget av politiske vedtak og hendelser markedet er utsatt for. På kort sikt vil en igjen kunne oppleve sterke prisutslag bl.a. fordi både tilbuds- og etterspørselssiden er lite elastisk med hensyn til prisendringer. På lengre sikt er usikkerheten stor både med hensyn til OPEC's rolle og markedsstrategi og utviklingen av alternative energikilder som kan erstatte oljeforbruket. Erfaringer fra utviklingen i oljemarkedet de siste årene kan illustrere at olje møter sterk konkurranse fra andre energibærere når prisen beveger seg over 30 US\$/fat, spesielt i anvendelser til stasjonære formål som oppvarming. I transportsektoren synes det fortsatt et stykke fram til utvikling av et

Kilde: British Petroleum, SSB.

fullverdig alternativ til et oljebasert brennstoff, men også her vil trolig framtidig vekst i råoljeprisen framskynde en slik utvikling.

3.4 Gassmarkedet i Vest-Europa

Tabell 3.5 viser de viktigste produsenter og konsumenter av gass i Vest-Europa. Storbritannia og Vest-Tyskland er de største konsumentene, mens Nederland og Storbritannia er de største produsentlandene. Sovjet passerte i 1986 Nederland som den største gasseksportøren til Vest-Europa.

Tabell 3.6 viser hvordan primært energiforbruk i Vest-Europa fordeler seg på energibærere.

Olje, og særlig gass, økte sine markedsandeler i 60- og 70-åra på bekostning av kull. Tendensen ble snudd etter den dramatiske prisoppgangen på olje og gass rundt 1980. Kull vant tilbake tapte markedsandeler, mens olje gikk tilbake både absolutt og relativt. Gassandelen av energiforbruket har gått noe tilbake. Likevel har gassforbruket økt svakt fordi totalt energiforbruk har fortsatt å øke. Bruken av kjernekraft har økt i hele perioden.

Et annet forhold som har preget energimarkedene, er de store framskrittene som er nådd i ny energisparende teknikk. De høye energiprisene satte i gang en raskere utskiftning av energikrevende produksjonsutstyr. Målt i mtoe/milliard US\$ sank energiintensiteten (energiforbruk pr. BNP-enhet) i Vest-Europa fra 0,3 til 0,26 fra 1980 til 1984.

Tabell 3.5. Import og eksport av gass i Vest-Europa. Bcm¹

Importland	Eksportland							Konsum
	Algerie	Nederland	Norge	Sovjet	Andre	Egenprod.	Tap ²	
I alt	19,9	30,1	26,7	34,2	1,3	117,3	-13,2	216,3
Belgia	2,6	4,3	1,7	-	-	-	-0,1	8,5
Frankrike	7,7	5,4	3,3	8,7	-	3,9	-2,7	26,3
Italia	7,9	4,3	-	7,4	-	16,1	-4,1	31,6
Nederland	-	-	1,7	-	-	35,7	-1,2	36,2
Storbritannia	-	-	12,6	-	-	43,6	-1,0	55,2
Vest-Tyskland ..	0,1	15,4	6,5	14,3	0,4	12,5	-4,0	45,2
Andre vest-europeiske land	1,6	0,7	0,9	3,8	0,9	5,5	-0,1	13,3

1) 1 bcm = 10⁹ Sm³

1 bcm = 0,89 mtoe.

2) Import + egenprod. - konsum.

Kilde: British Petroleum Review of World Gas, 1987.

Tabell 3.6. Primære energiandeler i Vest-Europa. 1986. Prosent

Olje	46,2
Gass	15,2
Kull	19,7
Vannkraft	8,0
Kjernekraft	10,9

Et mer detaljert bilde av forbruksmønsteret i gassmarkedet er vist i tabell 3.7. Her er de tre største importørene av norsk gass tatt med, samt OECD-Europa totalt. En ser at det er særlig forbruket av gass i husholdninger og tjenesteytende næringer som har økt. Sektoren "Andre" omfatter "eget bruk og tap" og leveranser til raffinerier. Veksten til *husholdninger og tjenesteytende næringer* skyldes blant annet at gass er renslig og effektiv til koking og romoppvarming, og prisene har blitt holdt betydelig lavere enn elektrisitet og omtrent på nivå med lette fyringsoljer, slik at gass har vært et attraktivt alternativ.

Et annet tydelig trekk er den svake utviklingen i *industriens* forbruk av gass. Dels har produksjonsutviklingen vært svak i denne sektoren, dels har energiintensiteten falt. Deler av tungindustrien har flyttet til

Kilde: British Petroleum, 1987.

Tabell 3.7. Gassforbruk etter sektor

Sektor	Forbruk 1974		Forbruk 1985		Årlig vekst (%)
	Mtoe	Andel (%)	Mtoe	Andel (%)	
OECD-EUROPA					
I alt	145,5	?	195,4	?	2,7
Elprod.	31,3	21,5	24,5	12,5	-2,2
Industri	59,2	40,7	65,8	33,7	1,0
Hush./tjen.....	49,4	34,0	95,3	48,8	6,2
Andre	5,6	3,8	9,8	5,0	5,2
FRANKRIKE					
I alt	14,8	100,0	25,1	100,0	4,9
Elprod.	2,3	15,5	0,5	2,0	-13,0
Industri	6,1	41,2	11,0	43,8	5,5
Hush./tjen.	5,8	39,2	12,8	51,0	7,5
Andre	0,6	4,1	0,8	3,2	2,6
STORBRITANNIA					
I alt	31,9	100,0	47,5	100,0	3,7
Elprod.	2,5	7,8	0,8	1,7	-9,8
Industri	11,5	36,1	13,4	28,2	1,4
Hush./tjen.	15,4	48,3	28,6	60,2	5,8
Andre	2,5	7,8	4,7	9,9	5,9
VEST-TYSKLAND					
I alt	36,4	100,0	41,5	100,0	1,2
Elprod.	11,5	31,6	5,8	14,0	-6,0
Industri	15,5	42,6	14,6	35,2	-0,5
Hush./tjen.	8,2	22,5	18,9	45,5	7,9
Andre	1,2	3,3	2,2	5,3	5,7

Kilde: British Petroleum, 1987.

ny-industrialiserte land. Disse faktorene har bidratt til å redusere total energietterspørsel. Videre er naturgass utsatt for sterkere konkurranse fra kull og oljeprodukter i industrisektoren enn i husholdningssektoren. Prisene på gass har dels ligget høyere enn prisene på alternativene kull og tung fyringsolje. Det samme har vært tilfelle i *elektrisitetsproduksjon*.

Det er en utbredt oppfatning at markedsandelen for naturgass kunne vært høyere dersom selgerne og distributørene av gass hadde gått inn for en mer aggressiv markedsstrategi. Både Sovjet, Algerie og Nederland har betydelig ledig eksportkapasitet.

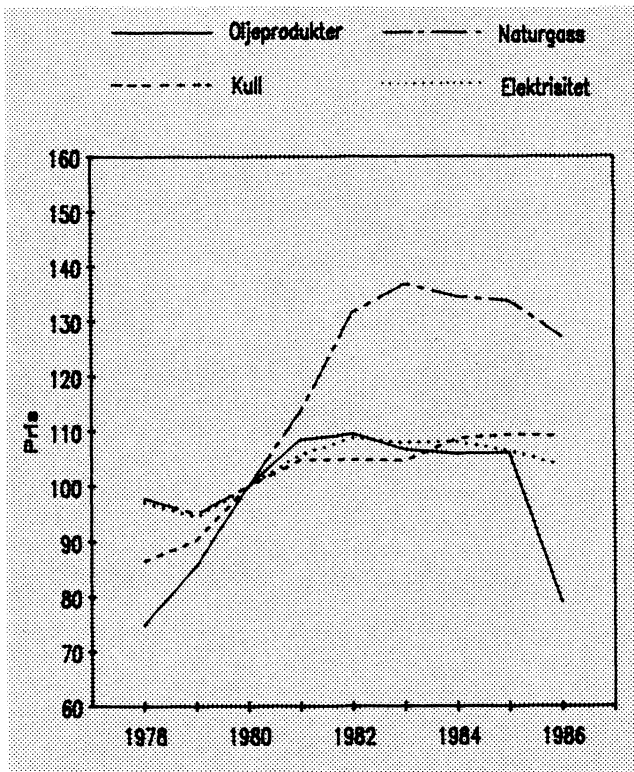
Prisutviklingen på de viktigste energibærene er vist i figurene 3.7 og 3.8. Det framgår at da oljeproduktprisene falt kraftig etter råoljeprisfallet i 1986, falt gassprisene mer moderat. Den løpende gassprisen avhenger av prisene på oljeprodukter og andre energibærere og inflasjonen. Denne såkalte indekseringen kan variere noe fra kontrakt til kontrakt. Klausulene er hemmelige, slik at det ikke er mulig å forutsi gassprisene eksakt

ut fra de andre prisene. Før oljeprisfallet lå prisen på gass til industri omtrent på 80 prosent av prisen på tung fyringsolje i Storbritannia. Ved utgangen av 1986, over et halvt år etter oljeprisfallet, var prisforholdet omvendt. Dette skyldes at gassprisene følger oljeprisene med et etterslep på fra et halvt til over ett år.

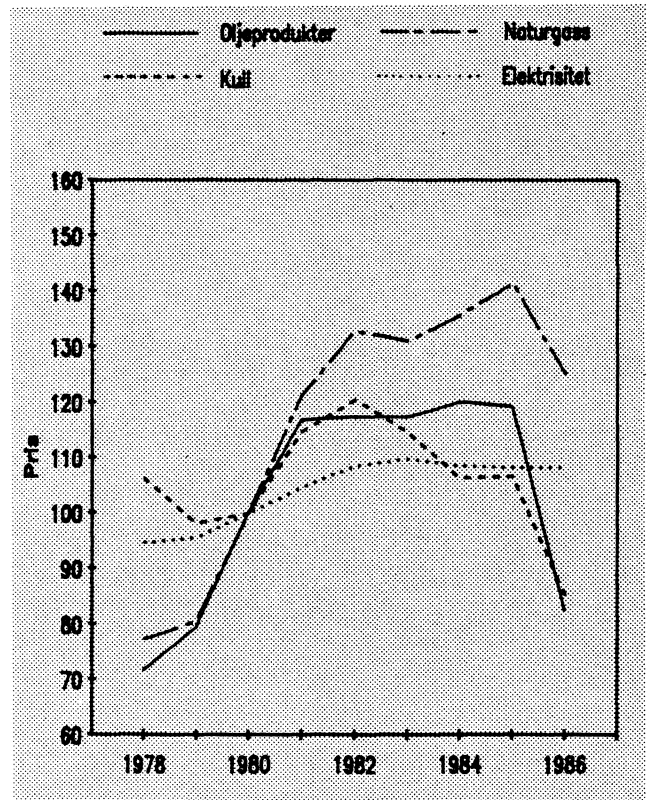
Mulige markeder for norsk gass

Det er flere tenkelige anvendelser av norsk naturgass. Til nå har gassen blitt transportert til markedene i Vest-Europa via rørledninger til Vest-Tyskland og Storbritannia. Den korte avstanden gjør transportkostnaden lav, slik at norsk gass er konkurransedyktig i de vest-europeiske markedene. Over lange avstander lønner det seg å fryse ned gassen til væskeform, såkalt LNG, frakte den med spesialskip til importhavnen hvor den omgjøres til gass igjen og sendes ut over distribusjonsnettet. Nye mulige anvendelser av norsk gass er LNG-transport fra Nord-Norge til USA, og gasskraftverk i Midt-Norge. En eventuell ilandføring av

Figur 3.7. Realpriser for energi i Vest-Europa. Industri. Indekser 1980 = 100



Figur 3.8. Realpriser for energi i Vest-Europa. Husholdninger. Indekser 1980 = 100



gass i Midt-Norge vil også kunne forsyne et gassmarked i Norden. For at en ilandføring i Midt-Norge skal være lønnsom, trengs det større kvanta enn det et enkelt gasskraftverk i Norge kan avta. Dersom Sverige holder fast ved beslutningen om å erstatte kjernekraften, vil det oppstå et marked som gjør ilandføring av gass fra Haltenbanken mer attraktivt. Salg av gass til USA krever langt høyere priser enn dagens nivå, og er derfor lite aktuelt.

Framtidig markedsutvikling i Vest-Europa

Prisutviklingen på gass vil særlig være avhengig av oljepriser, priser på andre energibærere, og økonomisk vekst. I tillegg kommer utviklingen av tilbudet av gass. I 1987 og i de nærmeste 3-5 år er det antatt at etterspørselen er godt dekket med inngåtte kontrakter. Fra midten av 1990-årene kan det oppstå et potensiale for nye kontrakter, dels som følge av økt etterspørsel, og dels fordi gamle kontrakter må fornyes eller erstattes. Analysen av framtidig gassetterspørsel i Vest-Europa som presenteres, er basert på beregninger fra en etterspørselsmodell for gass utviklet i SSB.

Det antas samme prisutvikling for olje (Olje- og energidepartementet, 1986-87). Prisen stiger til 20 US\$/fat i 1990, og øker deretter med en fast årlig rate til 25 US\$/fat i 1995. Denneveksttakten er forlenget slik at prisen blir 32 US\$/fat i 2000. Gassprisen er satt lik gjennomsnittet av årets og fjorårets oljepris, gitt basisårets prisforhold. Det betyr at gassprisen følger olje-

Tabell 3.8. Modellforutsetninger

	Basisalt.	Miljøalt.	Vekstalt.
Vekstrater. Prosent			
Husholdninger	2	2	4
Industri	1	1	2
Tjenester	3	3	6
El.produksjon	Eksogent gitt ettersp. fossilt brensel		
Oljepris i år 2000 (US\$)	32	32	32
Miljøavgift. Prosent			
Ind. og el.	0	15	0
Hush./tjen.	0	10	0

prisen ganske tett, med mindre en har store sprang i oljeprisen

Inntekter og produksjon i de ulike sektorer følger av anslag for vekst i bruttonasjonalproduktet (BNP). Det er regnet med en BNP-vekst på 2 prosent årlig i alle land for hele perioden. I modellen følger inntektene i husholdningene denne vekstbanen, mens det er antatt at produksjonen i tjenesteytende næringer vil ha 1 prosentpoeng høyere vekst, og industrien 1 prosentpoeng lavere. Dette innebærer en forlengelse av den strukturutviklingen en har kunnet observere i de senere år i Europa. Øvrige detaljer om forutsetningene er gitt i (Gjelsvik, Olsen og Vatne, 1987). Modellen er kjørt for Storbritannia, Vest-Tyskland og Frankrike. Det er foretatt beregninger for to alternative sett av antakelser, kalt henholdsvis "miljøalternativet" og "vekstalternativet". Tabell 3.8 viser forutsetningene som modellberegningene bygger på. Resultatene i basisalternativet er samlet i tabell 3.9. Kolonnen "total vekst" viser økningen i gassforbruket i år 2000 i prosent av nivået i basisåret. Kolonnen "årlig vekst" viser gjen-nomsnittlig vekstrate over perioden. I miljøalternativet er det forutsatt at forurensende energibærere avgiftsbelastes for å redusere utslipp. Det legges en 10 prosent avgift på oljeproduktprisen i husholdninger og tjenesteyting (der alternativet er lette fyringsoljer) og 15 prosent i industri og elektrisitetsproduksjon (der alternativene

er kull og tunge fyringsoljer med høyere svovelinnhold). Avgiftene forutsettes innført fra og med 1986.

Virkingen av disse tiltakene er økt bruk av gass, og en tilsvarende, men større nedgang i bruken av kull og olje fordi også andre produksjonsfaktorer til en viss grad kan erstatte energi. Basisalternativet er sammenlignet med miljøalternativet i tabell 3.10. En ser at virkningene er størst i de mest prisfleksible markedene for husholdninger og elektrisitetsproduksjon.

Med unntak av elektrisitetsproduksjon må virkningene på forbruksmønsteret av å innføre slike miljøavgifter sies å være beskjedne. Utslippene fra kull og oljeprodukter vil reduseres med tilnærmet (noe større) de samme prosenttallene som forbruket av gass øker, se 4. kolonne i tabell 3.10. Utslippene fra gass vil øke med disse prosenttallene. Resultatet vil også bli økt gassforbruk dersom miljøtiltakene kommer i form av pålegg om rensing av utslipp, fordi dette vil øke kostnadene ved bruk av kull og oljeprodukter.

I vekstalternativet er virkningene av en høyere økonomisk vekst beregnet. En antar nå at vekstraten dobles i alle sektorer unntatt elektrisitetssektoren, hvor veksten er uendret. Vekstratene blir 4 prosent i husholdningene, 6 prosent i tjenesteyting og 2 prosent i industri. Beregningsresultatene er vist i tabell 3.11. Når vekstra-

Tabell 3.9. Gassforbruket etter sektor i basisalternativet

	Gassforbruk bcm ¹		Total vekst (%)	Årlig vekst (%)
	1984	2000		
STORBRITANNIA				
I alt	40,8	54,3	33,1	1,8
Husholdninger	19,3	23,5	21,8	1,2
Industri	15,6	21,8	34,6	1,9
Tjenester	5,1	8,9	74,5	3,5
Elproduksjon	0,7	0,8	6,8	0,4
VEST-TYSKLAND				
I alt	37,6	53,4	42,0	2,2
Husholdninger	11,5	18,9	64,3	3,2
Industri	16,6	23,5	41,6	2,2
Tjenester	1,9	3,5	84,2	3,9
Elproduksjon	7,5	7,5	0,0	0,0
FRANKRIKE				
I alt	24,1	32,3	34,0	1,8
Husholdninger	10,1	13,1	29,7	1,6
Industri	9,9	13,3	34,3	1,9
Tjenester	3,3	5,5	66,7	3,2
Elproduksjon	0,7	0,4	-50,0	-4,2

1) 1 bcm = 10⁹ Sm³

1 bcm = 0,89 mtoe.

Tabell 3.10. Gassforbruk etter sektor i miljøalternativet

	Gassforbruk bcm ¹		Økning fra basis		Total vekst (%)	Årlig vekst (%)
	1984	2000	bcm	%		
STORBRITANNIA						
I alt	40,8	56,5	2,2	4,1	38,5	2,1
Husholdninger	19,3	24,1	0,6	2,6	24,9	1,4
Industri	15,6	22,4	1,4	6,7	43,6	2,3
Tjenester	5,1	9,0	0,1	1,5	77,1	3,6
Elproduksjon	0,7	0,9	0,1	16,5	24,3	1,4
VEST-TYSKLAND						
I alt	37,6	57,7	4,3	8,1	53,5	2,7
Husholdninger	11,5	20,7	1,8	9,5	80,0	3,7
Industri	16,6	24,3	0,8	3,4	46,4	2,4
Tjenester	1,9	3,6	0,1	2,9	89,5	4,1
Elproduksjon	7,5	9,1	1,6	20,8	20,8	1,2
FRANKRIKE						
I alt	24,1	34,2	1,9	5,9	41,9	2,2
Husholdninger	10,1	13,6	0,5	3,8	34,7	1,9
Industri	9,9	14,4	1,1	8,3	45,5	2,4
Tjenester	3,3	5,7	0,2	2,7	71,2	3,4
Elproduksjon	0,7	0,4	0,1	16,2	-41,9	-3,3

1) 1 bcm = 10⁹ Sm³
1 bcm = 0,89 mtoe.

ten dobles, øker forbruket av gass med 25-33 prosent i år 2000. Dette viser at den økonomiske veksten er den faktoren som påvirker gassforbruket mest på lang sikt.

1) Med priser menes i det følgende realpriser, dvs. målt i 1986-US\$, når ikke annet eksplisitt framgår.

For å utdype spørsmålet om mulighetene for å selge norsk gass, trengs en analyse som også inkluderer tilbudet av gass, transportmuligheter og -kostnader. Om en antar at Norge vil opprettholde sine markedsandeler i de tre landene, gir basisalternativet Norge et økt salg på 8,2 mtoe i år 2000. Potensialet for økt norsk gassalg er følgelig stort, og det øker jo mer vekt markedet legger på et miljøvennlig brennstoff, og jo sterkere den økonomiske veksten i markedet er.

3.5 Valg av utvinningstempo og bruk av oljeinntekter

En viktig side ved oljevirkosomhetens plass i norsk økonomi er den avhengighet dette har skapt til utviklingen i internasjonale petroleumsmarkeder. Råoljeprisene har vist betydelige svingninger de siste årene og understreker usikkerheten som eksisterer i olje-

markedet og dermed i Norges inntekter fra petroleumsaktivitetene. I tillegg til råoljeprisene er det også knyttet usikkerhet til framtidig utvikling i dollarkurs, utvinningskostnader og reservegrunnlag og framtidige avsetningsmuligheter for naturgass. Med den betydning oljevirkosomheten har i norsk økonomi er det svært viktig å ta hensyn usikkerheten både ved beslutninger om investeringer og utvinningstempo i oljesektoren og i utforming av den økonomiske politikken.

Ideelt sett bør petroleumsreservene betraktes som en del av Norges nasjonalformue. Et rimelig krav til forvaltning av formuen er at den skal gi like stor avkastning uansett hvordan den plasseres. En alternativ plassering er å vente med å utvinne olje- og gassreservene. Kravet til formuesforvaltning tilsier at verdistigningen på petroleumsreservene skal være like stor som avkastningen av å bruke petroleumsinntekter til investeringer i norsk industri, videre utbygging av infrastruktur, økt satsing på utdanning eller investering i utenlandske finansmarkeder.

I SSB er det startet opp et delprosjekt som tar sikte på å analysere optimal disponering av petroleumsformuen under usikre oljepriser. Blant mer konkrete områder som er analysert er avveiningen mellom samfunnets sparing og forbruk over tid og spørsmålet om når olje-/gassreservene i et felt skal utvinnes.

Tabell 3.11. Gassforbruk etter sektor i vekstalternativet

	Gassforbruk bcm ¹		Økning fra basis		Total vekst (%)	Årlig vekst (%)
	1984	2000	bcm	%		
STORBRITANNIA						
I alt	40,8	66,5	12,2	22,4	62,9	3,1
Husholdninger	19,3	27,2	4,2	17,9	43,5	2,3
Industri	15,6	24,2	3,2	15,2	55,1	2,8
Tjenester	5,1	13,8	4,9	55,1	170,6	6,4
El-generering	0,7	0,8	0,0	0,0	6,8	0,4
VEST-TYSKLAND						
I alt	37,6	67,9	14,5	27,1	80,5	3,8
Husholdninger	11,5	28,1	9,2	48,7	144,3	5,7
Industri	16,6	26,8	3,3	14,0	61,4	3,0
Tjenester	1,9	5,5	2,0	55,7	186,8	6,8
El-generering	7,5	7,5	-0,0	-0,7	-0,7	-0,0
FRANKRIKE						
I alt	24,1	42,8	10,5	32,5	77,6	3,7
Husholdninger	10,1	19,3	6,2	47,3	91,1	4,1
Industri	9,9	14,6	1,3	9,8	47,5	2,5
Tjenester	3,3	8,5	3,0	54,0	156,7	6,1
El-generering	0,7	0,4	0,0	0,0	-50,0	-4,2

1) 1 bcm = 10⁹ Sm³
1 bcm = 0,89 mtoe.

Tradisjonelt har usikkerhet om sentrale økonomiske størrelser blitt behandlet ved å trekke opp en framtidig utviklingsbane basert på den mest sannsynlige eller forventede verdi av den usikre størrelsen. Den videre beskrivelse av utviklingsforløp og analyse av politikkvalg gjennomføres deretter som om det ikke var usikkerhet.

Eventuelt kan usikkerheten illustreres ved at det utarbeides flere mulige utviklingsbaner (scenarier). Det er lett å peke på svakheter ved en slik planleggingsprosedure. Et mer tilfredstillende opplegg bygger på at langsiktig politikk og planlegging utformes som en *strategi*, dvs. som en beslutningsregel for hvordan den økonomiske politikken i framtidige år bør fastsettes alt etter som de usikre størrelsene utvikler seg. Det er dette tankeskjemaet som er utgangspunktet for analyseopplagene som kort beskrives i det følgende.

Makroøkonomiske virkninger av usikre oljepriser

Usikkerheten om utviklingen i oljeinntektene skaper problemer for utformingen av den økonomiske politikken. Blir oljeinntektene vedvarende lavere enn antatt, vil målsettingen om høyt innenlandsk aktivitetsnivå komme i konflikt med målsettingen om balanse i utenriksøkonomien. Den betydelige usikkerheten tilsier en høy grad av fleksibilitet i utformingen av den økonomiske

politikken, slik at beslutninger om inntektsbruken kan revurderes etter hvordan oljeprisene utvikler seg. Forbruksutviklingen bør til enhver tid avhenge av både dagens oljepris og forventningene om oljeprisutviklingen framover.

De siste par årene har oljeprisen ligget på et betydelig lavere nivå enn tidligere forventet. Disponibel realinntekt for Norge har blitt betydelig redusert, og dette tilsier isolert sett at både privat og offentlig forbruk bør strammes inn. For utformingen av den makroøkonomiske politikken er det helt avgjørende om fallet i oljeprisene er av varig karakter eller om oljeprisen i løpet av få år igjen vil stige raskt. Hvis nedgangen i oljeprisen tolkes som et tegn på lavere oljepriser i framtiden, innebærer dette en reduksjon i verdien av oljereservene og dermed i Norges nasjonalformue. Dette tilsier en dempet utvikling i både privat og offentlig forbruk. Hvis oljeprisfallet tolkes som et utslag av de tilfældige svingninger omkring en mer stabil langsiktig prisutvikling, vil en innstramning i forbruksutviklingen ikke være like nødvendig. Det er derfor viktig å skille mellom den direkte virkningen på disponibel realinntekt for Norge og den indirekte virkning på verdien av oljereservene og dermed på framtidig inntektsutvikling. Helt tilsvarende vil en økning i oljeprisen ha en direkte virkning på Norges disponible realinntekt og en indirekte virkning på verdsettingen av petroleumsformuen.

De teoretiske overveielser angående optimal utvinningstakt for olje og gass og fornuftig avveining mellom sparing og konsum bygger på at det er mulig å skille inntektsopptjening og inntektsanvendelse i tid. I praksis har dette vist seg problematisk. I perioder med store oljeinntekter er det vanskelig for myndighetene å holde store oljeinntekter utenom fastlandsøkonomien. De relativt store forventede oljeinntektene var trolig en av de viktige faktorene bak veksten i privat konsum på 20 prosent i perioden 1984-86. Det er langt vanskeligere å stramme til når oljeinntektene svikter, både fordi dette kan gi økonomiske skadevirkninger og fordi det er politisk vanskelig. Disse forholdene kan tilsi at myndighetene bør legge opp til en lavere og jamnere utvinningsbane enn det ellers hadde vært ønskelig, for å dempe svingningene i oljeinntektene og i større grad synkronisere inntektsopptjening med en ønsket innenlandsk bruk av inntektene.

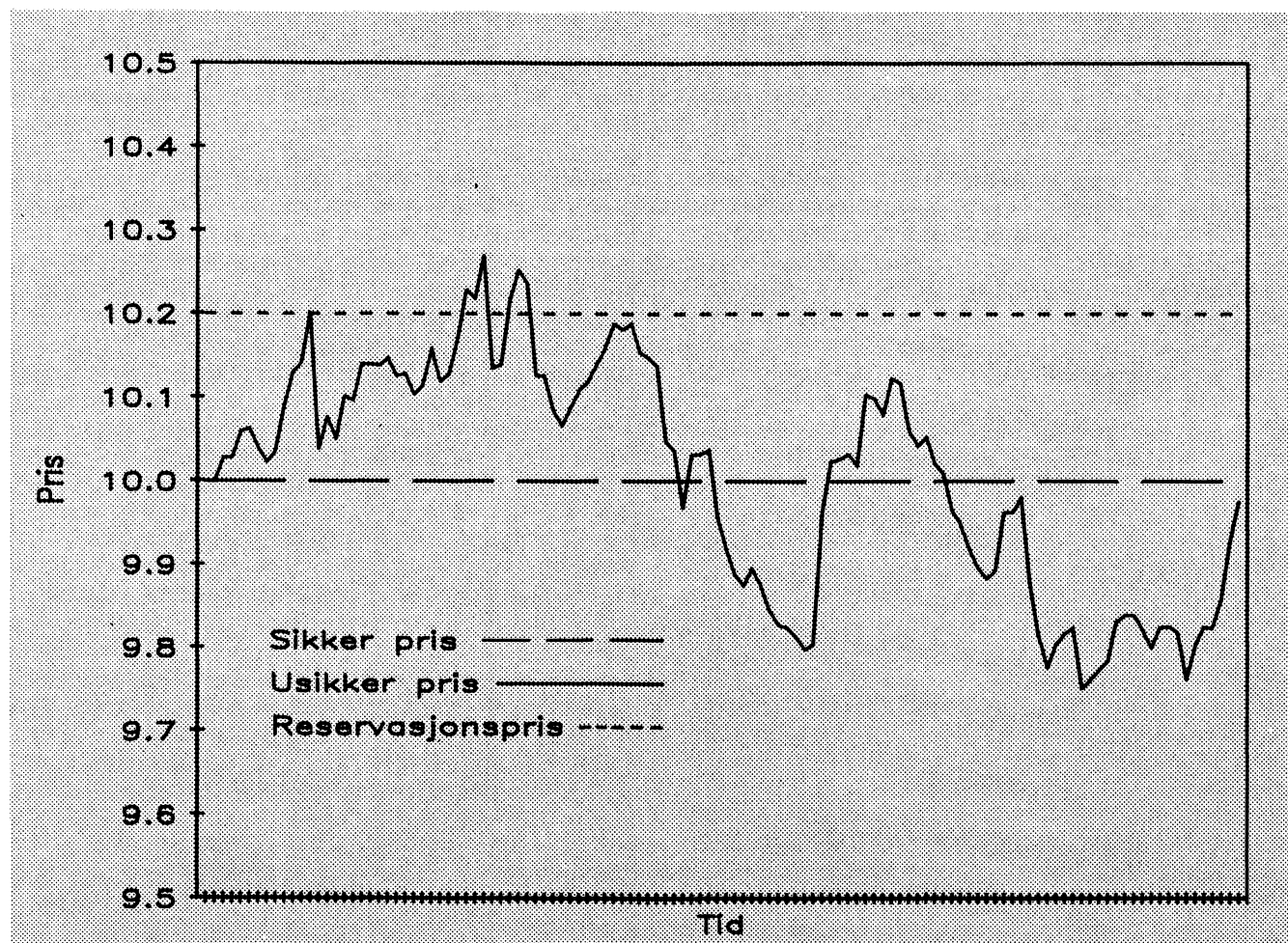
Utvinning av et oljefelt ved usikre oljepriser

Siden oljeprisen varierer sterkt fra år til år, vil lønnsomheten av et oljefelt i stor grad avhenge av når oljen

utvinnes. Det kan være en betydelig gevinst å hente ved å framskynde eller utsette produksjonen fra et oljefelt.

Den prisen som tilsier at en bør starte produksjonen kalles *reservasjonsprisen*. Er prisen lavere enn reservasjonsprisen, vil det lønne seg å vente med å utvinne oljen. Ved å sammenlikne en tenkt situasjon uten usikkerhet i oljeprisen og en situasjon med usikkerhet, kan det vises at reservasjonsprisen er høyere i tilfellet med usikkerhet enn i tilfellet med full sikkerhet. Det er enklest å innse dette i det tilfellet der oljeprisen forventes å være konstant. Dersom prisen er lik utvinningskostnaden vil det i en situasjon uten usikkerhet hverken i dag eller i framtiden være noen fortjeneste på å utvinne oljen fra dette feltet. Oljefeltet er med andre ord verdiløst. I tilfellet *med usikkerhet* i oljeprisutviklingen blir imidlertid konklusjonen en annen. Som antydnet i figur 3.9, vil oljeprisen i dette tilfellet svinge omkring den konstante trenden for nettoprisen. I figuren har vi satt sikker pris lik utvinningskostnad til 10 US\$/fat. Feltet har positiv verdi under usikkerhet om en f.eks. bruker en reservasjonspris på 10,2 US\$/fat. På denne måten får et oljefelt en høyere potensiell ver-

Figur 3.9. Illustrasjon av en stokastisk prisbane



di når oljeprisen er usikker. Men for å realisere denne verdien må en operere med fleksible utbyggingsplaner, og det må være mulig å framskynde og/eller utsette drift av et oljefelt i forhold til tidligere beslutninger.

Et tilsvarende resultat gjelder for beslutningen om når produksjonen fra et felt bør avsluttes. Mot slutten av feltets levetid vil trykket i reservoaret avta og derfor også produksjonen. Selv om vi antar sikre, jevnt voksende oljepriser, vil inntektene fra feltet etterhvert bli redusert, mens produksjonskostnadene vil holde seg relativt stabile. Nettoinntekten vil derfor avta jevnt inntil den blir negativ, og det vil da lønne seg å stoppe produksjonen. Med usikre oljepriser er det imidlertid lønnsomt å fortsette produksjonen noe lenger selv om feltet bare akkurat bærer seg, eller går med svakt underskudd. Dette fordi en forventer at framtidig økninger i oljeprisen gjør feltet lønnsomt igjen i perioder. Samtidig har en alltid muligheten til å stoppe produksjonen på et senere tidspunkt, slik at risikoen for store tap er begrenset.

Som et eksempel på størrelsesordenen på den sistnevnte effekten kan vi nevne at med data for Ula (Wood og McKenzie, 1985) vil en dekke produksjonskostnadene i 1998 bare med priser over 26,5 US\$/fat. Når en tar hensyn til usikkerheten, er det likevel lønnsomt å fortsette produksjonen dette året selv med priser ned til 22,5 US\$/fat.

Tidlig på 1980-tallet var Norges oljeproduksjon bygget opp til et betydelig nivå samtidig med at råoljeprisen kom opp mot 35-40 US\$/fat. I ettertid vil en trolig regne med at en da opplevde en topp i prisutviklingen, og

i så fall ble oljevirkosomheten i Norge utviklet under svært gunstige betingelser. Den økte usikkerheten knyttet til oljeprisutviklingen kombinert med bindingene mellom inntektsopptjening og forbruk tilsier at et redusert utbyggingstempo framover kan være å foretrekke. Likeledes tilsier stor prisusikkerhet en høyere reservasjonspris sammenlignet med det sikre tilfellet med samme forventete prisbane. Dette betyr at det lønner seg å utsette starttidspunktet for utvinning. I den grad oljeselskapene ikke tar hensyn til slike momenter, gir de teoretiske overveielser om usikkerhet støtte til myndighetenes planer om å iverksette tiltak for å bremse utbyggingsaktiviteter i Nordsjøen.

Referanser

British Petroleum (1987): Review of World Gas

Gjelsvik, E., Olsen, Ø. og Vatne, B.H. (1987): Utsikter for det vest-europeiske gassmarkedet. SSB. Økonomiske Analyser nr. 8

OED (1986-87): Petroleumsvirkosomheten på mellomlang sikt. St.meld. nr.46 (1986-87)

Wood, Mackenzie et al. (1985): North Sea Reference Section

4. Mineraler

Lønnsomheten i norske malmgruver har i de senere år vært meget dårlig. Dette slår bl.a. ut i stadige nedvurderinger av gjenværende reserver. Kapitlet gir beregninger over innenlandske malmressurser pr. 1. januar 1987, og endringene i disse i perioden 1980-1987. Videre omtales kort prisutviklingen på malmer. Med utgangspunkt i beregninger av ressursrenten gis det en vurdering av lønnsomheten av malm- og mineralutvinningen i Norge.

4.1 Reserver av norskproduserte malmer

Beregningene av malmressursene omfatter jern, kobber, sink, svovelkis og bly. Norge har også drivverdige forekomster av titan (ilmenitt) og nikkel som det produseres fra. Ressursanslagene bygger på opplysninger innhentet fra de enkelte malmgruvene. Det spørres bare etter oppdagede ressurser, som inndeles i tre kategorier:

Påviste ressurser eller reserver foreligger det både driftsplaner og tidsplaner for utvinningen av.

Sannsynlige ressurser foreligger det driftsplaner, men ikke tidsplaner for.

Mulige ressurser foreligger det hverken driftsplaner eller tidsplaner for.

Reserveanslagene beregnes med utgangspunkt i et høyt og et lavt anslag som gis for et delområde. Hvert

delområde tilhører én kategori. Til hvert anslag knytter gruve en sannsynlighet for at ressursen er minst så stor som den oppgitte ressursmengde. Det antas at sannsynlighetsfordelingen for alle gruvene er den samme (lognormal fordeling). Gruvenes anslag gjør det mulig å beregne en sannsynlighetskurve for hver enkelt forekomst.

Tabell 4.1 gir resultater fra beregningene pr. 1. januar 1987 for alle kategorier. Her er det også gitt et lavt og et høyt anslag for ressursene, for å indikere hvilken usikkerhet ressursanslagene er beheftet med. Sannsynligheten for at intervallet mellom minimums- og maksimumsanslaget dekker den faktiske ressursmengden er anslått til 90 prosent.

Usikkerheten i anslagene øker jo mindre kunnskap en har om ressursene. Det er særlig for mulige kobber- og sinkressurser at usikkerheten er betydelig.

Tabell 4.1. Norske malmressurser pr. 1. januar 1987. 1 000 tonn rent metall.

Metall	Kategori	Lavt	Forventet	Høyt
JERN	Påvist	23 495	25 253	27 140
	Sannsynlig	11 865	13 870	16 302
	Mulig	58 783	63 824	69 713
KOBBER	Påvist	104	122	145
	Sannsynlig	15	17	23
	Mulig	45	60	220
SINK	Påvist	165	189	215
	Sannsynlig	15	18	23
	Mulig	157	231	483
SVOVELKIS	Påvist	2 862	3 427	4 114

Tabell 4.2 viser reserveregnskapet for jern, kobber og sink i perioden 1980 til 1986. Det går fram at reservene i perioden har vært gjenstand for betydelige nedvurderinger. Dette gjelder i særlig grad for jern, der det har vært stilt spørsmålsteget ved hele lønnsomheten av gruveen i Sør-Varanger. Også for reservene av kobber og sink er nedvurderingene store for perioden under ett, og overstiger langt uttaket i perioden. Årsaken til dette er i første rekke lavere priser, men også revurdering av gruvens produksjonsmuligheter har hatt betydning. Det er også trolig at reservetallene nå vurderes mer kritisk enn tidligere, da utsiktene for lønnsom drift var lysere. I 1986 var det relativt små endringer i ressursanslagene, bortsett fra for sink som ble betydelig oppvurdert. I løpet av 1986 ble gruvene Killingdal og Løkken, som begge utvant kobber og sink, nedlagt.

Tabell 4.2. Reserveregnskap for jern, kobber og sink. 1980-1986. 1 000 tonn rent metall.

	Reserver 1.1	Uttak	Omvurd. 31.12	Reserver
JERN				
1980 ...	157 300	-2 500	-3 200	51 600
1981 ...	151 600	-2 667	-70 933	78 000
1982 ...	78 000	-2 125	-873	75 000
1983 ...	75 000	-2 299	-1	72 700
1984 ...	72 700	-2 497	35 577	34 700
1985 ...	34 700	-2 246	-4 494	27 960
1986 ...	27 960	-2 385	-325	25 250
KOBBER				
1980 ...	502	-29	-83	390
1981 ...	390	-28	-82	280
1982 ...	280	-28	-2	250
1983 ...	250	-23	-2	225
1984 ...	225	-25	-22	178
1985 ...	178	-24	-20	134
1986 ...	134	-22	10	122
SINK				
1980 ...	535	-27	-63	445
1981 ...	445	-30	-85	330
1982 ...	330	-32	2	300
1983 ...	300	-32	2	270
1984 ...	270	-29	-91	150
1985 ...	150	-27	21	144
1986 ...	144	-27	71	188

4.2 Uttak og innenlandsk bruk av malmer

Tabell 4.3 viser produksjon, eksport og import av norskproduserte malmer i 1986. Volummessig er det jernmalmproduksjonen som dominerer i Norge. Det meste av norsk malmproduksjon eksporteres, i første rekke til land i Vest-Europa. Mesteparten av svovelkisen benyttes imidlertid innenlands, og forbruket av sink er om lag dobbelt så stort som utvinningen. Sink importeres særlig fra Sverige og brukes i metallurgisk industri. Importen av malmer som ikke produseres i Norge utgjøres i første rekke av mangan, som brukes i ferrolegeringsindustrien. I 1986 ble det importert noe over 700 000 tonn til en verdi av 415 mill. kroner. Nesten halvparten av denne importen kom fra Sør-Afrika.

Tabell 4.3. Produksjon, eksport og import av norskproduserte malmer. 1986. 1 000 tonn rent metall

	Produksjon	Eksport	Import	Tilgang
Jern	2 384,5	1 679,8	150,0	854,7
Ilmenitt	357,0	285,2	0,0	71,8
Svovelkis	192,0	54,3	-	137,7
Kobber	21,9	21,5	0,5	0,9
Sink	27,3	5,7	54,1	75,7
Bly	3,5	3,9	-	-0,4
Nikkel ¹	0,4	0,4	-	0,0

1) 1985.

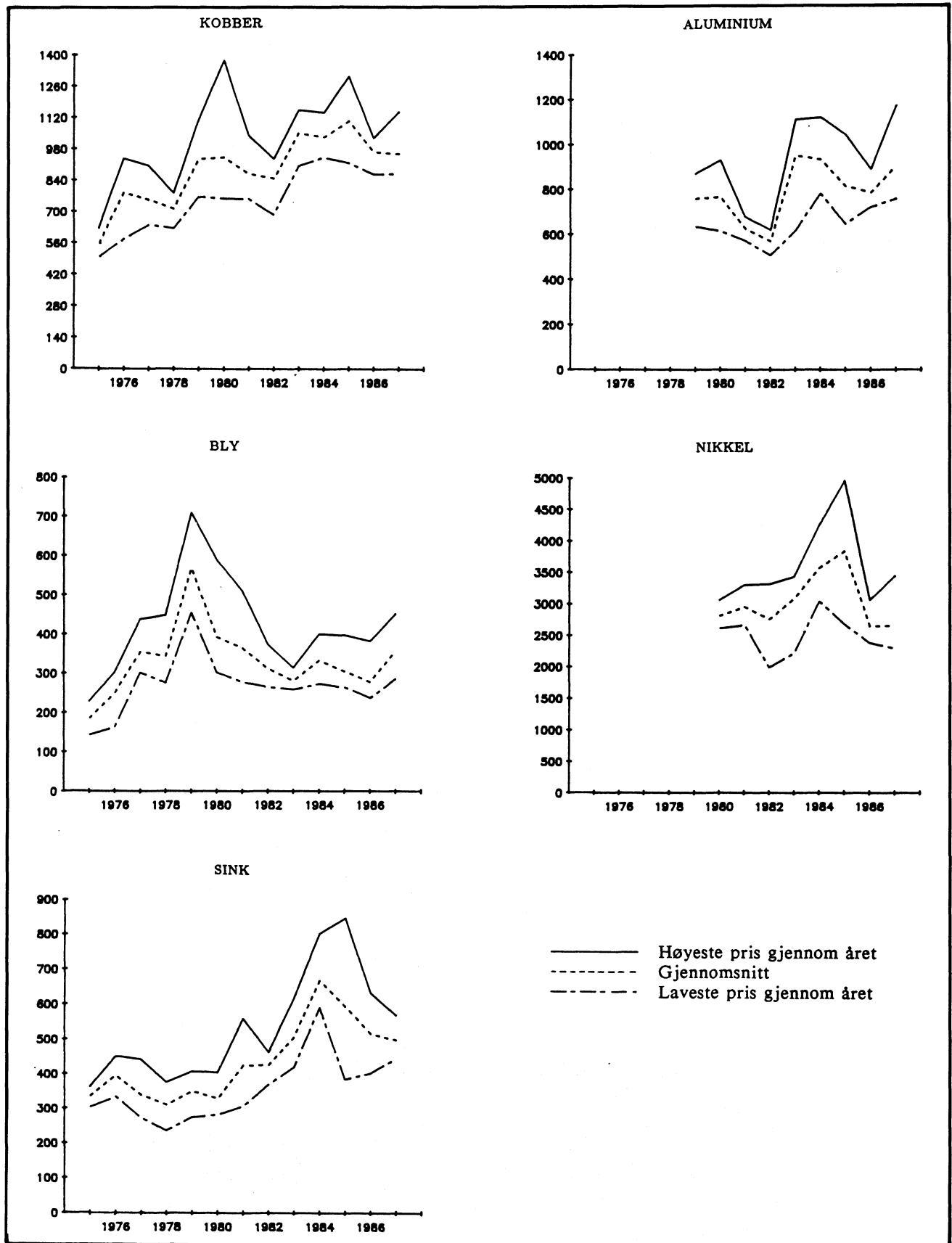
4.3 Priser på mineralske råstoffer

Prisutviklingen for noen mineralske råstoffer, registrert ved "London Metal Exchange Cash Settlement" er vist i figur 4.1. Råstoffprisene kan svinge forholdsvis mye på kort tid. Derfor er også øvre og nedre registrering over året angitt.

Prisutviklingen for de metallene som er gjengitt i figur 4.1 har noen klare fellestrekk. Prisene på kobber, aluminium og bly var høye i perioden 1979-1980. For nikkel var det jevn stigning fra 1980 til 1985. Etter 1985 er prisutviklingen for alle metaller nesten identisk: Fra et relativt lavt nivå i 1986 har prisene i løpet av 1987 bedret seg betydelig. For aluminium var prisene fram mot sommeren 1987 nominelt sett høyere enn noen sinne.



Foto: Ottar Kjørstad

Figur 4.1. Prisutvikling på kobber, aluminium, bly, nikkel og sink. 1975-1987¹. £ pr. tonn

¹) Gjennomsnitt januar-august 1987.

4.4 Ressursrente for malmer og mineraler

I tabell 4.4 er ressursrenten for malmutvinningen beregnet. Ressursrenten er her definert som den eventuelle ekstraintekt som inntjenes utover en normal belønning til arbeidskraft og kapital. Den tolkes som verdien av ressursen før den tas ut. Den er beregnet som driftsresultatet i sektoren bryting og utvinning av malm, pluss avgifter som ikke er en del av det generelle avgiftssystemet (f.eks. royalties), fratrukket subsidier og en normal avkastning på kapitalen, her satt til 7 prosent.

understrekes at tallene for 1985 og 1986 bygger på foreløpige nasjonalregnskapstall, og er forbundet med stor usikkerhet.

Knapphet på andre mineraler enn malmer blir sjelden betraktet som noe problem i Norge. I tabell 4.5 er ressursrenten for mineralutvinningen (bergverksdrift ellers) beregnet etter samme metode som for malmene. Det er vanskelig å gi svar på om det inntjenes ressursrente innen denne sektoren, selv om avkastningen i gjennomsnitt synes å være noe høyere enn det som antas å være normalt for annen virksomhet. man kan imidlertid ikke umiddelbart knytte ressursrenten slik

Tabell 4.4. Beregnet ressursrente for malmer. 1985-1986. Mill. kr

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985*	1986*
Driftsresultat	-35	-83	-117	-165	-127	-174	81	-16	38	40	72	-23
Skatter/ subsidier	-11	-17	-49	-53	-21	-21	-246	-241	-203	-286	-399	-394
Opptjent ekskl. arbeid	-46	-100	-166	-218	-148	-195	-165	-257	-165	-246	-327	-417
Normalavkastn. 7 prosent	-166	-183	-196	-200	-194	-213	-235	-253	-257	-238	-264	-278
Ressursrente.....	-212	-283	-362	-418	-342	-408	-400	-510	-422	-484	-591	-695

Driftsresultatet i sektoren bedret seg betydelig fra 1980 til 1981, og har siden stort sett har vært positivt. Dette skyldes en kraftig økning i subsidiene. Ressursrenten har vært forholdsvis stabil på om lag minus en halv mrd. kroner. Subsidieringen av næringen har i senere år vært omtrent like stor som normal avkastning på kapitalen, dvs. uten subsidier ville inntjeningen i malmgruvene ikke gitt avkastning på kapitalen. Det må

den er beregnet her til knapphet. For det første endres størrelsen på renten fra år til år i takt med konjunktursvingningene. For det andre kan deler av ekstraoverskuddet skyldes at en del bedrifter er eneleverandører enten lokalt eller på enkelte eksportmarkeder, og dermed oppnår en monopolgevinst. Dette kan bl.a. være av betydning for en del mineraler som har høye transportkostnader.

Tabell 4.5. Beregnet ressursrente for andre mineraler. 1985-1986. Mill. kr

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985*	1986*
Driftsresultat	132	107	118	180	171	172	154	186	257	272	196	305
Skatter/ subsidier	-10	-4	-2	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-5	-4	-6
Opptjent ekskl. arbeid	122	103	116	177	168	169	151	182	253	267	192	299
Normalavkastn. 7 prosent	-101	-113	-126	-139	-143	-161	-174	-193	-200	-190	-221	-237
Ressursrente.....	21	-10	-10	38	25	8	-23	-11	53	77	-29	62

5. Fisk

Både norsk-arktisk torsk og hyse viser en positiv bestandsutvikling. For norsk vårgytende sild er utviklingen noe usikker, mens loddebestanden i Barentshavet fremdeles er på et meget lavt nivå. Det totale fangstkvantumet av fisk i norske fiskerier i 1987 var som i 1986 om lag 1,8 mill. tonn. Inkludert skalldyr, skjell, tang og tare var totalfangsten om lag 2 mill. tonn til en førstehåndsverdi av 5,6 mrd. kroner. Eksportverdien av fiskevarer i 1987 var nærmere 10 mrd. kroner, hvorav oppdrettslaks utgjorde om lag 2 mrd. kroner. I dette kapitlet gis også en oversikt over overføringer av fiskerettigheter.

5.1. Bestandsutvikling

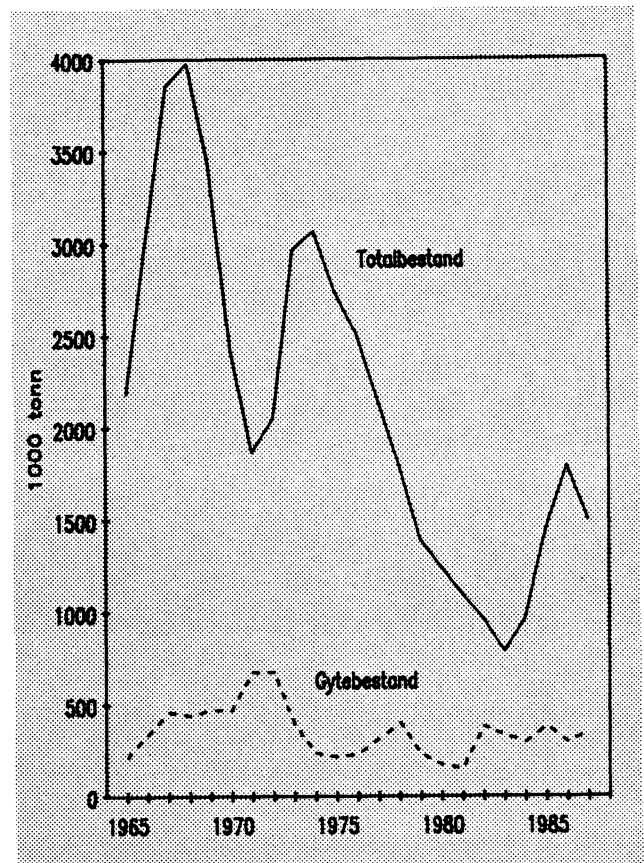
I dette avsnittet presenteres en oversikt over utviklingen av noen viktige fiskebestander, i hovedsak basert på rapporter fra Det internasjonale havforskningsrådet (ICES).

Norsk-arktisk torsk

Størrelsen på bestanden av norsk-arktisk torsk ble anslått til om lag 1,5 mill. tonn ved begynnelsen av 1987, se figur 5.1. Torskebestanden har i de senere år vist en relativt bra vekst, etter at den i 1983/84 var nede i 800-900 tusen tonn. Bestandsregnskapet for norsk-arktisk torsk omfatter fisk som er over 2 år ved årsskiftet. Figur 5.2 viser en rekrutteringsindeks der styrken til årsklassen når den går inn i den regnskapsførte bestanden, er brukt som mål på størrelsen på kullet det året da gytingen fant sted. Rekrutteringsindeksen viser at årsklassene fra og med 1976 til og med 1981 var svake, mens årsklassene 1982 og særlig 1983 var sterke. Undersøkelser gjort av Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt viser også relativt sterke årsklasser i de tre følgende årene. Torsken blir vanligvis gytemoden som 7-8 åring, og de sterke årsklassene fra 1982-1986 vil bli gytemodne fra rundt 1990.

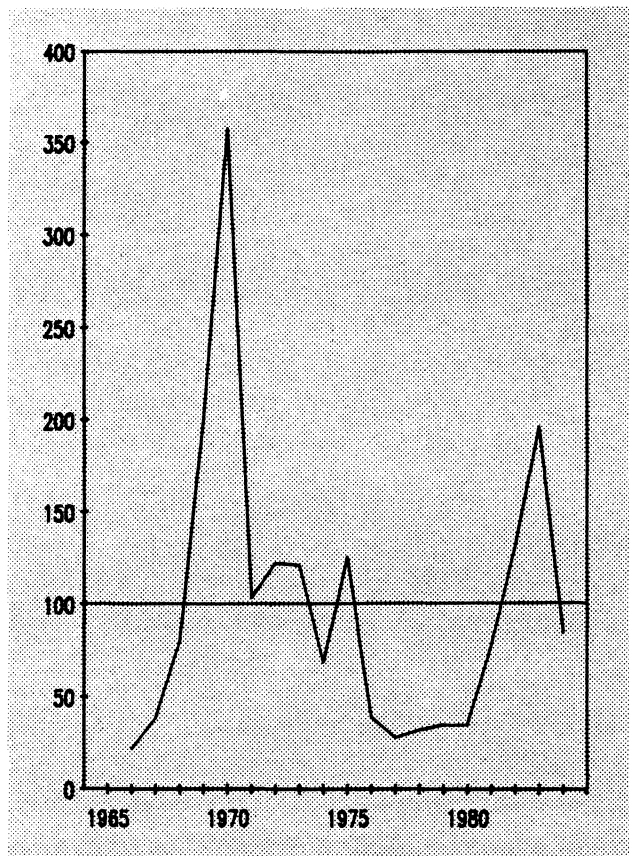
På bakgrunn av det nyeste bestandsanslaget gjør havforskerne tilbakeregninger over bestandsutviklingen på grunnlag av data for fangst og naturlig dødelighet. Dermed blir bestandsanslag for tidligere år omvurdert. Tabell 5.1 viser bestandsstørrelsen for norsk-arktisk torsk, slik den ble vurdert første gang for hvert enkelt år og slik den blir vurdert i 1987. Anslaget på 1 020 tusen tonn for 1985 som ble gitt samme år, ble justert opp med 430 tusen tonn i 1987.

Figur 5.1. Totalbestand¹ og gytebestand av norsk-arktisk torsk. 1965-1987. 1 000 tonn



1) Fisk som er over 2 år.

Figur 5.2. Rekrutteringsindeks¹ for norsk-arktisk torsk. 1966-1984.



1) Gjennomsnitt 1966-1984 = 100.

Tabell 5.1. Bestandsutvikling¹. Norsk-arktisk torsk. 1975-1987. 1 000 tonn

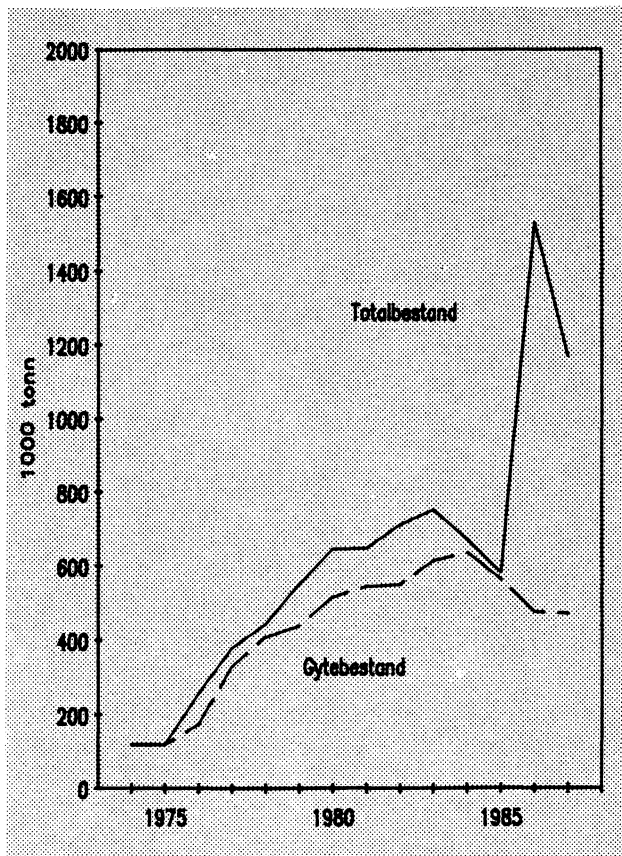
År	Første anslag (1)	1987-anslag (2)	Om-vurdering (3)=(2)-(1)
1975	3 600	2 730	-870
1976	4 110	2 510	-1 600
1977	2 500	2 150	-350
1978	1 921	1 800	-120
1979	1 690	1 390	-300
1980	1 500	1 240	-260
1981	1 560	1 090	-460
1982	1 410	960	-450
1983	960	790	-170
1984	730	960	230
1985	1 020	1 450	430
1986	1 880	1 790	- 90
1987	1 500	1 500	.

1) Bestandsstørrelse vurdert for første gang samme år og i 1987.

Norsk vårgytende sild

Bestanden av norsk vårgytende sild i 1986 er vurdert til om lag 1,5 millioner tonn, figur 5.3. Om lag halvparten av dette ble utgjort av sild av 1983-årsklassen i Barentshavet. I en prognose har ICES anslått totalbestanden av norsk vårgytende sild (sild langs norskekysten og i Barentshavet) pr. 1. januar 1987 til om lag 1,2 millioner tonn. Om lag halvparten av dette var av sild av 1983-årsklassen i Barentshavet.

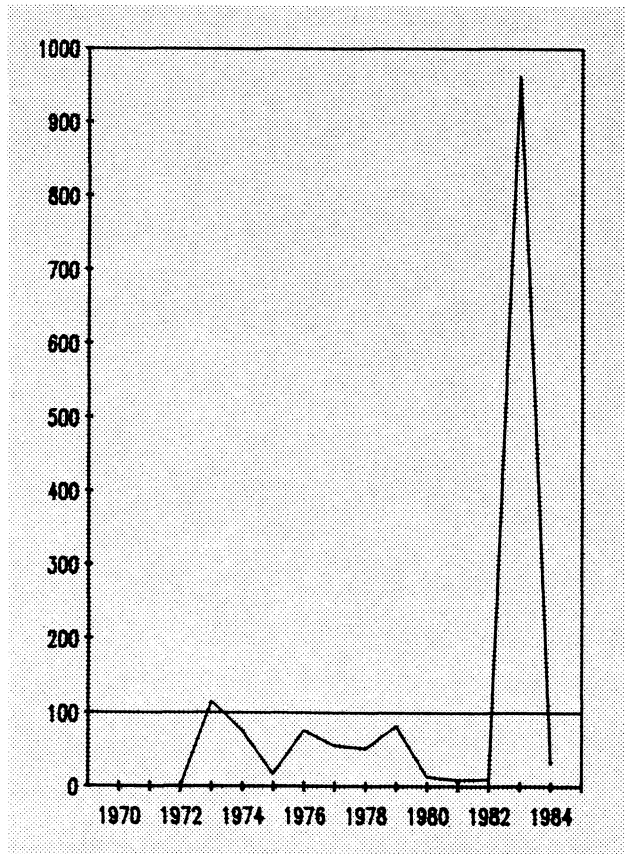
Figur 5.3. Totalbestand¹ og gytebestand av norsk vårgytende sild. 1974-1987. 1 000 tonn



1) Fisk som er over 2 år.

Fra å være på et nivå mellom 7 og 10 mill. tonn i 1950-årene ble bestanden fisket helt ned i slutten av 1960-årene. I begynnelsen av 1970-årene kunne det ikke registreres 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 ga rimelig bra rekruttering, og i 1983 ble det registrert en spesielt rik årsklasse, figur 5.4. Denne årsklassen forventes å gi god rekruttering til gytebestanden etterhvert som den blir gytemoden som 5-6 åring. Årsklassene etter 1983 er vurdert til å gi liten rekruttering til gytebestanden bl.a. på grunn av sterkt beitepress fra den voksende torskbestanden. Det er knyttet stor usikkerhet til bestandsutviklingen, og utviklingen er sterkt avhengig av hva

Figur 5.4. Rekrutteringsindeks¹ for norsk vårgytende sild. 1970-1984.



1) Gjennomsnitt 1970-1984 = 100.

som skjer med 1983-årsklassen i årene framover. Gytebestanden i 1987 er estimert til 470 tusen tonn.

I 1984 anbefalte havforskerne fangst på voksen sild for første gang på nærmere 15 år. Kvoten ble satt til 38 tusen tonn. Kvoten for 1985 var 61 tusen tonn og for 1986 163 tusen tonn. Tilrådd største fangst for 1987 var 150 tusen tonn. Til sammenligning kan nevnes at de totale fangster av norsk-vårgytende sild i perioden 1964-1967 varierte fra 1 282 tusen tonn til 1 955 tusen tonn. For 1988 er det tilrådd en totalkvote på 120 tusen tonn.

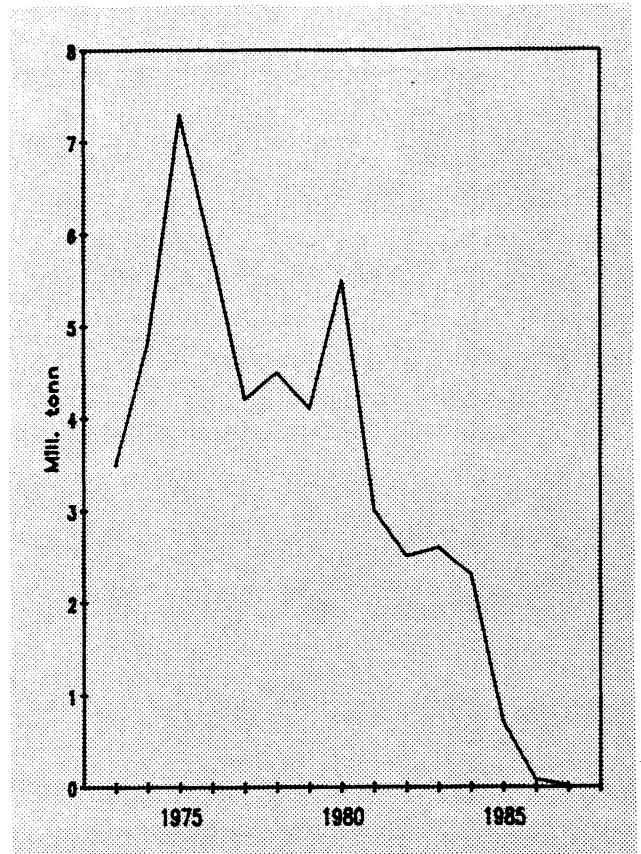
Lodde i Barentshavet

Bestanden av lodde i Barentshavet blir nå av havforskerne ansett å være på et alvorlig lavt nivå, og det kan i årene som kommer fortsatt være fare for svikt i rekrutteringen.

Figur 5.5 viser størrelsen av loddebestanden (fisk som er 2 år og eldre) i Barentshavet basert på akustiske målinger om høsten. I 1986 og 1987 er bestanden anslått til hhv. 0,08 og 0,02 mill. tonn.

Lodda blir vanligvis gytemoden som 4-åring og dør for det meste etter gyting. Siden loddebestanden består av så få årsklasser, påvirkes den sterkt av naturlige sving-

Figur 5.5. Størrelse av loddebestanden¹ i Barentshavet om høsten. 1973-1987. Mill. tonn



1) 2 år og eldre fisk.

ninger i rekrutteringen. Rekrutteringen de senere år har vært dårlig.

Svikten i loddebestanden blir ikke vurdert til primært å være forårsaket av overfisking. Nedgangen skyldes i stor grad naturlige årsaker. Den økende bestanden av norskvårgytende sild kan ha kommet i et konkurranseforhold til lodda når det gjelder næringsgrunnlaget. Voksende bestander av torsk og hyse har også øket beitetrykket på lodda. Bl.a. loddebestandens kraftige nedgang og selinvasjonen til norskekysten i 1986/87 har aktualisert arbeidet med flerbestandsforskning, som i en viss grad kan gi bedre forståelse av samspillet mellom forskjellige arter i et økosystem som f.eks. Barentshavet.

Andre viktige bestander

Tabell 5.2 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 bunnpunkt på 60 tusen tonn, om lag 6 prosent av nivået i 1973. Fra 1984 til 1985 økte den imidlertid betydelig til 210 tusen tonn og i 1986 til 460 tusen tonn. Bestanden i 1986 er i 1987 vesentlig omvurdert (omtrent halvert) i forhold til anslaget fra 1986. Anslaget for bestanden av hyse i 1987 er på 440 tusen tonn.

Tabell 5.2. Bestandsutvikling¹. 1974-1987. 1 000 tonn

År	Norsk-arktisk torsk	Norsk-arktisk hyse	Nordlig sei	Lodde i Barentshavet	Norsk vårgytende sild	Torsk i Nord-sjøen	Sei i Nord-sjøen
1974	3 070	820	730	2 980	120	310	790
1975	2 730	650	580	4 100	120	280	710
1976	2 510	470	570	6 210	260	240	700
1977	2 150	320	520	4 440	380	240	500
1978	1 800	280	450	3 130	440	200	430
1979	1 390	290	460	3 220	550	290	390
1980	1 240	250	450	3 260	650	270	400
1981	1 090	200	550	4 570	650	280	440
1982	960	130	520	2 465	710	310	440
1983	790	80	550	3 840	750	190	390
1984	960	60	470	1 840	670	200	380
1985	1 450	210	430	1 680	580	160	430
1986	1 790	460	380	..	1 530	180	370
1987	1 500	440	460	..	1 170	140	460

1) Fisk som er over 2 år.

5.2. Kvoter og fangst

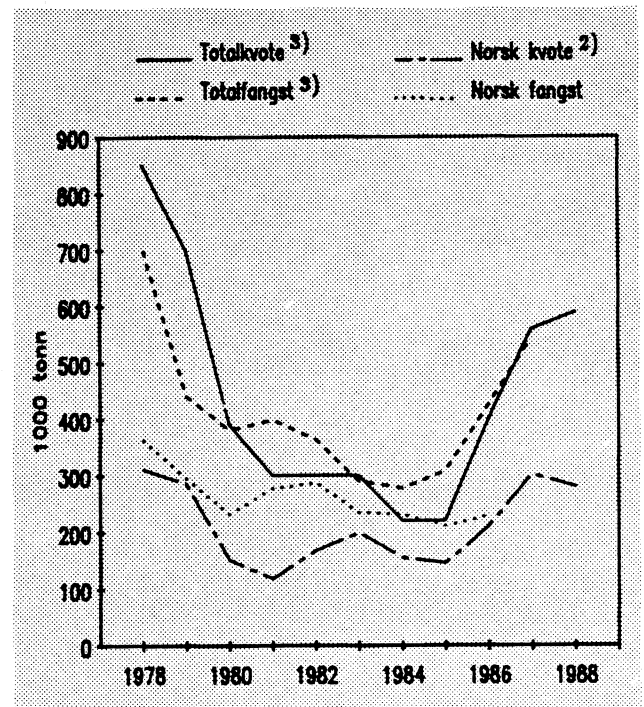
Utviklingen i kvoter og fangst av norsk-arktisk torsk, norsk-arktisk hyse, nordlig sei og lodde i Barentshavet er vist i tabell 5.3. Figur 5.6 illustrerer også forholdet mellom Norges kvote og fangst av norsk-arktisk torsk.

Norsk-arktisk torsk og hyse

I 1981 og 1982 ble totalkvoten av norsk-arktisk torsk på 300 tusen tonn betydelig overfisket. Dette skyldtes at avtalen mellom Norge og Sovjetunionen åpnet for at fiske med passive redskaper (garn, juksa, line) kunne fortsette etter at kvoten var tatt. De seinere årene har også norsk kystfiske vært regulert. En ordning med utvidet helgefredning ble innført i 1982 og gjort mer omfattende de to neste årene. Totalkvoten på 220 tusen tonn i 1985 ble likevel overfisket med 80 tusen tonn. I 1986 ble kvoten økt til 400 tusen tonn på bakgrunn av god rekruttering de seinere årene. De foreløpige fangsttallene tyder på at denne kvoten ble noe overfisket. I 1987 ble den anbefalte totalkvoten øket til 560 tusen tonn. Foreløpige tall tyder på at fangsten lå noe i underkant av denne kvoten. I tillegg kom 40 tusen tonn norsk kysttorsk. For 1988 er totalkvoten satt til 590 tusen tonn (murmanskorsk inkludert, men ikke norsk kysttorsk). Av dette kan norske fiskere ta 280 tusen tonn og i tillegg 40 tusen tonn kysttorsk.

Bestanden av norsk-arktisk hyse var i en periode i sterk tilbakegang. Bestanden har imidlertid økt betraktelig siden 1984, og totalkvoten ble satt til 250 tusen tonn i 1987 mot bare 100 tusen tonn i 1986. Foreløpige fangsttall antyder at fangsten i 1987 lå noe i underkant av kvoten. For 1988 er totalkvoten satt til 240 tusen tonn.

Figur 5.6. Kvoter og fangst. Norsk-arktisk torsk¹. 1978-1988. 1 000 tonn



- 1) Norsk kysttorsk er ikke medregnet.
- 2) Medregnet tildelinger av Sovjets kvote.
- 3) Medregnet Murmanskorsk.

Lodde i Barentshavet

Den totale kvoten på lodde i Barentshavet ble ikke fylt i 1985. Årsaken var at bestanden hadde gått sterkt tilbake. Kvoten for 1986 var redusert til 120 tusen tonn,

Tabell 5.3. Kvoter og fangst, etter bestand. 1977-1988. 1 000 tonn

År	Norsk-arktisk torsk		Norsk-arktisk hyse		Nordlig sei		Lodde i Barentshavet	
	Kvote ¹	Fangst ¹	Kvote	Fangst	Kvote ²	Fangst	Kvote	Fangst
1977	850	905	120	110	200	183	.	2 940
1978	850	699	150	95	160	155	.	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	2 233
1984	220	278	40	17	103	159	1 500	1 477
1985	220	308	50	41	85	107	1 100	868
1986*	400	426	100	96	75	70	120	123
1987*	560	545	250	210	90	70	0	0
1988	590	.	240	.	100	.	0	0

1) Omfatter såkalt murmansk torsk, men ikke norsk kysttorsk.

2) Tilradd største fangst fra Det internasjonale havforskningsrådet, som er tatt til etterretning av norske myndigheter.

Kilde: ICES Working Group Reports.

som bare var vel en tidel sammenliknet med kvoten for 1985. Foreløpige fangsttall for 1986 tyder på at fangsten ble omtrent som kvoten. I 1987 ble det ikke fisket lodde i Barentshavet, og det vil heller ikke bli fisket på denne bestanden i 1988.

Fisket i 1987

Tabell 5.4 gir en oversikt over norsk fangst i årene 1980-1987. Totalt oppfisket kvantum i 1987 lå på samme nivå som i 1986 med om lag 1,8 mill. tonn. Oppfis-

ket kvantum av torsk, hyse og sei viser klare økninger fra 1986. Makrellfangsten i 1987 var om lag som i 1986, mens loddefangsten er omtrent halvert. Innenfor industrifisket har fangsten av tobis gått sterkt opp, mens kolmulefangsten har gått ned.

Førstehåndsverdien av de fiskeslagene som omfattes av tabell 5.4, økte fra 4,1 mrd. kroner i 1986 til 4,7 mrd. kroner i 1987. Den totale førstehåndsverdien av fiskeriene i 1987 (medregnet skalldyr, skjell, tang og tare) var 5,6 mrd. kroner. Dette er en økning på om lag 500 mill. kroner fra 1986.

Tabell 5.4. Norsk fangst, etter grupper av fiskeslag. 1980-1987. 1 000 tonn

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986*	1987*
I alt	2 338	2 478	2 408	2 707	2 346	1 974	1 782	1 779
Torsk	281	339	343	284	276	248	265	301
Sei	171	222	231	231	241	206	129	153
Hyse	68	66	47	27	23	25	58	74
Annen								
torskefisk	73	63	61	61	62	65	63	61
Flyndrefisk	5	6	5	7	7	7	10	9
Annen								
konsumfisk	26	22	23	25	40	41	43	45
Lodde	1 113	1 347	1 153	1 493	946	641	273	143
Makrell	77	62	74	80	143	115	157	156
Sildefisk								
Sild	17	23	40	68	158	239	330	337
Brisling	77	10	31	23	16	17	5	11
Annen								
industrifisk	419	318	392	408	435	370	449	489

5.3. Overføring av fiskerettigheter

I 1977 opprettet Norge en 200-mils økonomisk sone etter flere år med betydelig overbeskatning av fiskeresursene. Det er generelt forbud mot utenlandsk fiske innenfor 200-milssonen, 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 Sovjetunionen om fiske i Barentshavet. Formålet har vært 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 Sovjetunionen, mens 60 prosent av lodda tilhører Norge og 40 prosent Sovjetunionen, se tabell 5.5.

Tabell 5.5. Deling av bestander i Barentshavet. Prosent.

	Norges andel	Sovjetunionens andel
Norsk-arktisk torsk	50	50
Norsk-arktisk hyse	50	50
Lodde i Barentshavet	60	40

I Nordsjøen har partene nådd fram til enighet om sonfordelingen av torsk, hyse, sei, hvitting, rødspette og nordsjøsild, se tabell 5.6, mens de ennå ikke har blitt enige om delingen av nordsjømakrell. Avtalen om fordelingen av sildebestanden kom først i stand i slutten av 1986. Hvert år unntatt 1983 har partene imidlertid blitt enige om TAC ("Total Allowable Catch" eller totalkvote) både for sild og makrell, og fordelingen av denne i forbindelse med overføringer av andre fiskerettigheter.

For de øvrige fellesbestandene i Nordsjøen har det ikke vært avtalt særlige regulerings tiltak. Det fastsettes verken fordelingsnøkkel eller TAC for disse, siden det nåværende fisket ikke antas å true bestandene.

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

Tabell 5.6. Deling av bestander i Nordsjøen. Prosent.

	Norges andel	EF's andel
Torsk	17	83
Hyse	23	77
Sei	52	48
Hvitting	10	90
Rødspette	7	93
Nordsjøsild ¹	25-32	75-68

1) Avhengig av gytebestandens størrelse.

Tabell 5.7 viser omfang og balanse i de bytteavtaler Norge inngikk med andre land for året 1987. Ved hjelp av et sett verdivekter regnes overføringer i tonn av hvert fiskeslag om til en tilsvarende mengde torsk, tor skeekvivalenter (t.e.).

Tabellen viser at Norge hadde underskudd på overføringsbalansen overfor Sovjet, mens balansen overfor EF og Færøyene gikk svakt i norsk favør. Sovjetunionens fordel på 72 900 tonn t.e. i 1987 skyldes i hovedsak en kvote på den norske overskuddsbestanden av kolmule og store uerkvoter. Kolmulekvoten var på 385 tusen tonn og tilsvarende 49 tusen tonn t.e.. Fiskeriatvaten med Sovjetunionen omfatter også selfangst, med tildeling av norsk kvote i Østisen og sovjetisk kvote i Vestisen. Dette er ikke regnet med i overføringsbalansen.

Tabell 5.7. Overføring av fiskerettigheter mellom Norge og andre land. 1987. 1 000 tonn t.e.

	Overført til Norge (1)	Overført fra Norge (2)	Balanse i norsk favør (3)=(1)-(2)
I alt	221,8	295,0	-73,2
EF	125,7	121,8	3,9
Sovjetunionen.....	76,3	149,2	-72,9
Færøyene.....	16,4	13,0 ¹	3,4
Andre	3,4	11,0	-7,6

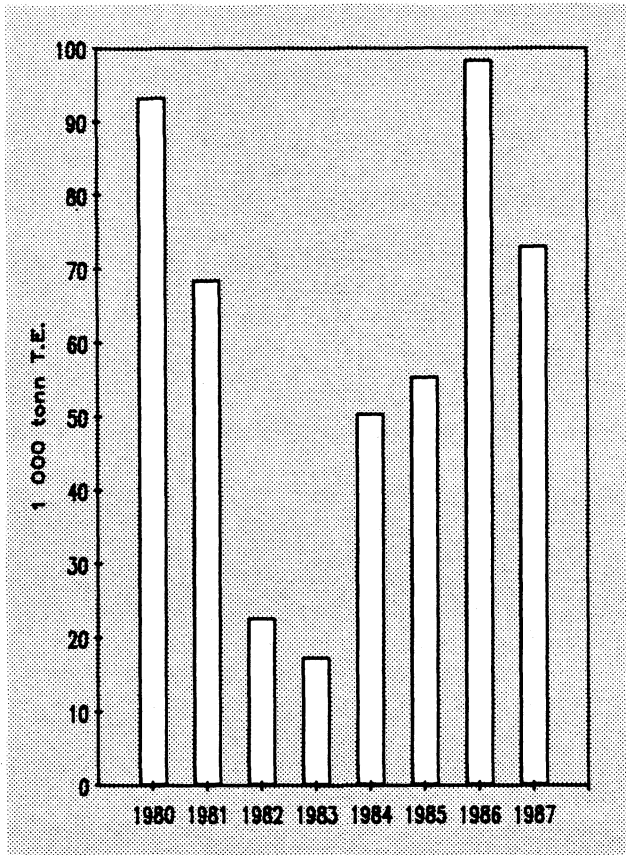
1) Ikke medregnet kvoter i Svalbard-sonen.

I avtalen med Færøyene er det bestemt at også kvotene tildelt Færøyene av sovjetiske myndigheter skal 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 5.7.

Kvotene til andre land omfatter svensk fiske i den norske delen av Nordsjøen og Skagerak og polske og østtyske kvoter hovedsakelig på norske overskuddsbestander av uer og kolmule i Barentshavet og ved Jan Mayen. Andre overføringer i tabell 5.7 omfatter også overføringer til Norge fra Canada.

Figur 5.7 viser utviklingen i Norges overføringsbalanse med utlandet i perioden 1980-1987.

Figur 5.7. Nettooverføring fra Norge til utlandet. 1980-1987. 1 000 tonn t.e.



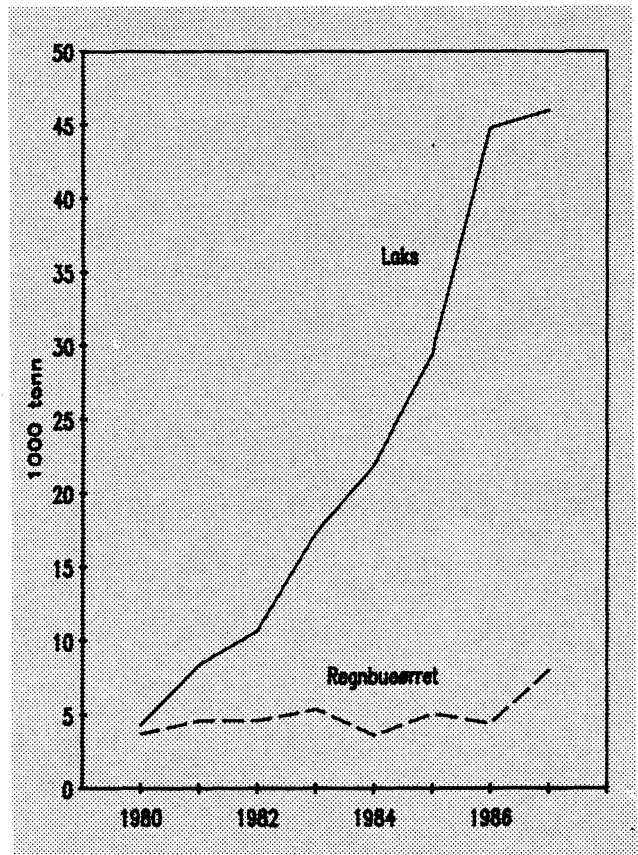
5.4. Fiskeoppdrett

Produksjonen av oppdrettsfisk har økt sterkt siden virksomheten tok til i begynnelsen av 70-årene. Figur 5.8 viser utviklingen i produksjonen av oppdrettsfisk etter 1979. I 1986 ble det slaktet 45 tusen tonn laks mot 29,5 tusen tonn året før. Produksjonen av ørret lå på omtrent samme nivå som i 1985, dvs. om lag 5 tusen tonn. I følge foreløpige tall har produksjonen av laks i 1987 vært på om lag 47 tusen tonn, mens produksjonen av ørret har økt til om lag 8 tusen tonn.

Det var i alt 538 anlegg som hadde slakt av fisk i 1986, se tabell 5.8. Hordaland hadde flest produksjonsanlegg og størst mengde slaktet fisk.

Bruttoinvesteringene i fiskeoppdrett var 977 mill. kroner i 1986. Av dette var 669 mill. kroner investert i klekkeri/settefiskanlegg og 308 mill. kroner i matfiskanlegg. Det var sysselsatt 3 500 personer i oppdrettsanlegg i 1986, fordelt med 1 000 personer i klekkeri/settefiskanlegg og 2 500 personer i matfiskanlegg.

Figur 5.8. Fiskeoppdrett. Slaktet mengde laks og regnbueørret. 1980-1987. 1 000 tonn



5.5. Eksport av fiskevarer

Eksportert mengde av de viktigste fiskevarene i perioden 1978-1987 er vist i tabell 5.9, hvor eksport av oppdrettsfisk også inngår. Eksportmengden av fersk fisk har økt med om lag 34 prosent fra 1986, mens eksporten av rundfrost fisk har økt med om lag 14 prosent. Innen ferskfisk er det særlig sild, sei og hyse som har hatt store økninger i eksportmengdene. Eksporten av rundfrost makrell har hatt en økning fra om lag 51 tusen tonn i 1986 til om lag 58 tusen tonn i 1987, mens eksporten av frossen sildefisk har økt fra om lag 28 tusen tonn til om lag 37 tusen tonn. For varegruppene filét, hermetikk og mel har det bare vært små endringer i eksportmengdene. For fiskeolje var det om lag en fordobling av eksportmengden i 1987. Eksportverdien av fersk fisk, rundfrost fisk, filét og klipp-/tørrfisk i perioden 1982-1987 er vist i figur 5.9. Den samlede eksportverdien av ferskfisk, rundfrost fisk og filét økte med snau 30 prosent fra 1986 til 1987. Verdien av klippfisk/tørrfisk-eksporten har gått ned med om lag 20 prosent.

Verdien av oppdrettsfisk har steget sterkt de siste årene. Ørreten forbrukes for det meste innenlands, mens oppdrettslaks hovedsakelig går til eksport. Tabell 5.10 viser at det i 1987 ble eksportert om lag 40 tusen tonn

(85 prosent av slaktet mengde) oppdrettslaks til en verdi av om lag 1 940 mill. kroner. Dette tilsvarer om lag 20 prosent av den totale eksportverdien av fisk og fiskevarer i 1987.

Den totale eksportverdien av fiskevarer økte til om lag 9,7 mrd. kroner i 1987, se tabell 5.11. Det tilsvarer 12,4 prosent av den samlede tradisjonelle vareeksporten (vareeksport unntatt råolje, naturgass, skip og oljeplattformer m.v.).

Tabell 5.8. Matfiskoppdrett, etter fylke. 1986

Fylke	Antall anlegg	Slaktet mengde Tonn
I alt	538	49 215
Rogaland	33	2 702
Hordaland	101	12 002
Sogn og Fjordane	56	6 287
Møre og Romsdal	74	7 323
Sør-Trøndelag	61	5 378
Nord-Trøndelag	42	3 073
Nordland	91	9 227
Troms	39	2 515
Finnmark	20	393
Andre	21	314

Figur 5.9. Eksport av fersk fisk, rundfrost fisk, filét og klippfisk/tørrfisk. 1982-1987. Mill. kr

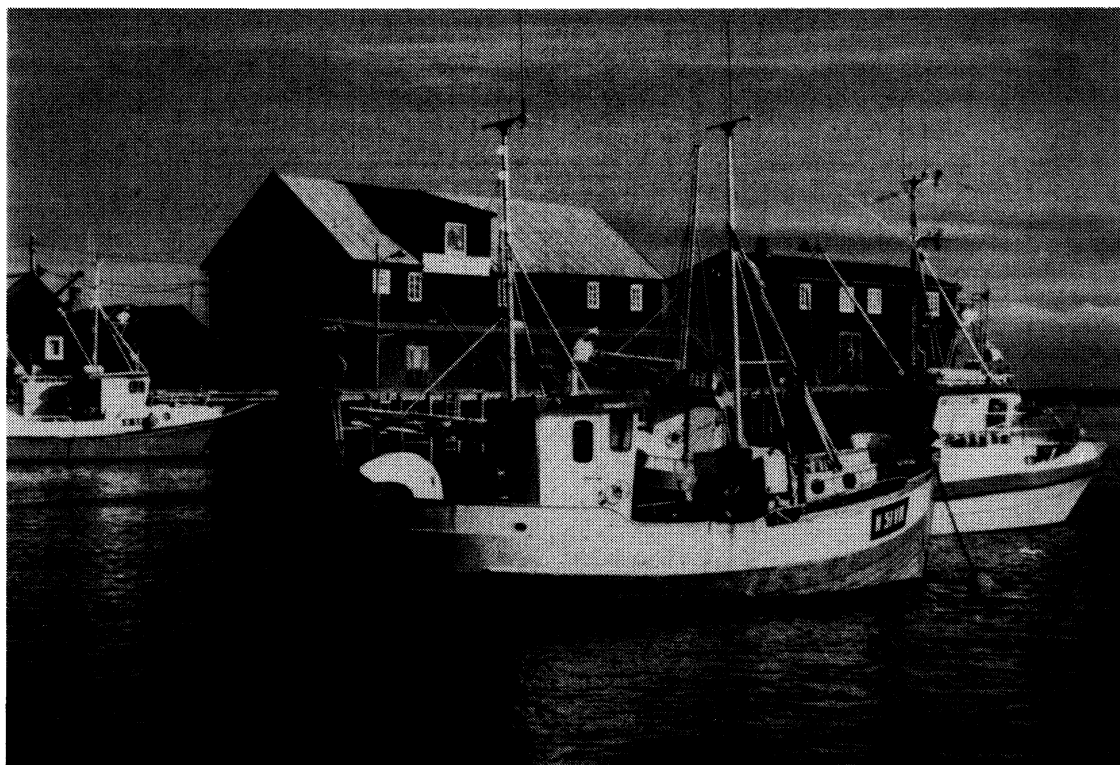
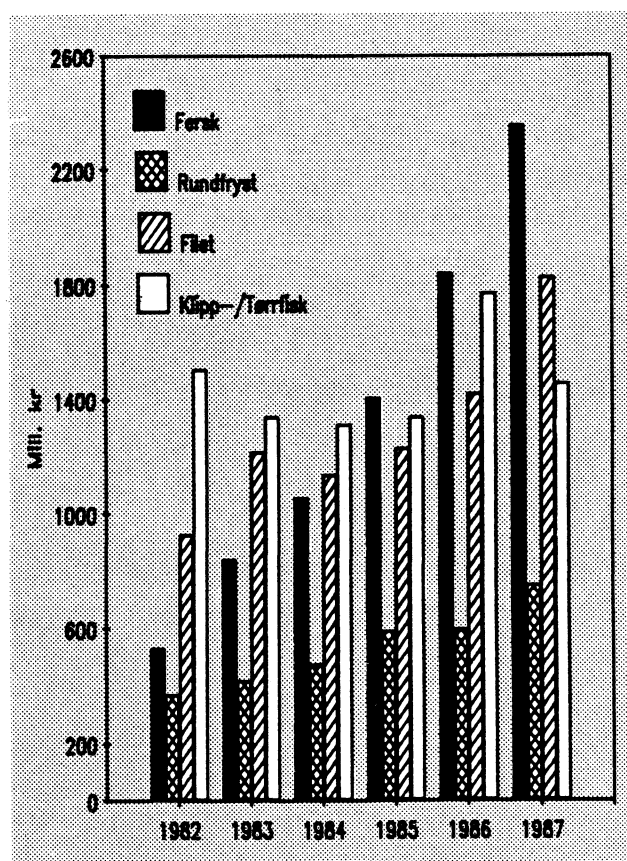


Foto: Yngve Vogt

Tabell 5.9. Eksport av fiskevarer. 1978-1987. 1 000 tonn

År	Fersk	Rund- fryst	Filét	Saltet eller røykt	Klipp- fisk og tørr- fisk	Herme- tikk	Fiske- mel	Fiske- olje
1978	18,9	40,2	86,5	15,7	68,4	16,5	284,4	64,0
1979	24,3	56,7	80,5	22,3	82,1	14,8	326,8	79,0
1980	19,0	54,6	66,6	14,5	73,3	13,9	275,2	79,4
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*	186,8	112,7	99,0	30,5	38,1	24,1	88,6	81,2

Tabell 5.10. Eksport av oppdrettslaks. 1981-1987

	I alt		Fersk eller kiølt		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*	40,1	1 940,4	36,7	1 781,9	3,4	158,5

Tabell 5.11. Eksportverdi av fiskevarer¹ i mill. kr og i forhold til verdi av annen tradisjonell eksport. 1978-1987

År	Fisk og fiske- pro- dukter	Fisk og fiskepro- dukter som verdiandel av norsk vareeksport i alt	Fisk og fiske- produkter som verdiandel av vareeksport unn- tatt råolje, na- turgass, skip og oljeplattformer
	Mill. kr	Prosent	Prosent
1978	4 208	7,4	12,7
1979	4 772	7,0	11,6
1980	5 054	5,5	10,9
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*	9 689	6,7	12,4

¹⁾ Tabellen inkluderer noen flere varer enn tabell 5.9.

6. Skog

Det samlede arealet av produktiv skog i Norge er om lag 67 000 km² (SSB, 1984). Dette arealet fordeler seg på nesten 121 000 eiendommer med over 25 dekar skog. Hvert år blir deler av skogarealet tatt i bruk til andre formål. Samtidig blir nye områder tilplantet med skog. Det antas at disse arealene ikke oppveier de skogarealene som omdisponeres.

Volumet av den stående skogen er økende. De senere årene har avvirkingen vært mindre enn tilveksten. Undersøkelser tyder på at deler av skogen har svekket sunnhet blant annet som følge av høy alder (Horntvedt og Tveite, 1985).

6.1. Skogbalanse

Totalt er det om lag 630 mill. fm³ (kubikkmeter fast mål) stående skog regnet med bark i Norge. Nesten halvparten av dette er gran. Totalvolumet har økt med om lag 7 mill. fm³ i løpet av 1986. Av denne økningen utgjør furu og lauvtrær om lag 6 mill. fm³, se tabell 6.1. Tabellen er i hovedsak basert på materiale fra Landskogtakseringen.

våkningsprogrammet, samt de første resultatene fra overvåkingen. Dessuten presenteres de siste resultatene fra overvåkingen av skogene i Vest-Tyskland, der slike registreringer har vært utført i flere år. Luftforurensninger har blitt trukket fram som en av de viktigste årsakene til den svekkete sunnheten i skogene i Europa og Nord-Amerika. Til slutt i dette avsnittet omtales noen av de mest sentrale teoriene om luftforurensningens virkninger på skogen.

Tabell 6.1. Volum av stående skog, tilvekst og avgang, 1986. Mill. fm³ med bark.

	I alt	Gran	Furu	Lauv
Volum 1/1-1986	624,2	283,0	200,1	141,1
Tilvekst 1986	20,9	9,6	5,5	5,8
Avgang 1986	13,7	8,9	2,8	2,0
Avvirking ¹⁾	11,4	7,7	2,2	1,5
Annen avgang ²⁾	2,3	1,2	0,6	0,5
Volum 31/12-1986	631,4	283,7	202,8	144,9

1) Avvirking omfatter avvirking til salg, til brensel i husholdningene og til bruk på gårdene.

2) Annen avgang omfatter naturlig avgang og hogstavfall.

6.2. Skogskader og årsakshypoteser

I Norge følges utviklingen av skogtilstanden av et eget overvåkningsprogram. Nedenfor omtales dette over-

Overvåking av skogskader i Norge

Som følge av økt frykt for skogskader i Norge og ut fra ønsket om på et tidligst mulig tidspunkt å avsløre en eventuell negativ utvikling av skogens helsetilstand, ble "Overvåkningsprogram for skogskader" påbegynt i

1985. Norsk institutt for skogforskning (NISK) er gitt ansvaret for overvåkningsprogrammet, og det inngår som en del av det internasjonale overvåkningsssystemet for skogskader under FAO's europeiske kommisjon for skogbruk.

Overvåkningsprogrammet er inndelt i tre hoveddeler. Den første delen omfatter landsdekkende, representative registreringer som skal danne grunnlag for en regelmessig nasjonal tilstandsrapport om skogens helse.

Den andre delen omfatter fylkesvise, faste flater for årlig å supplere programmet med informasjon om helsestatusens utvikling over tid.

Den tredje delen omfatter faste prøvemark som er gjenstand for intensive skogøkologiske registreringer. I denne delen av programmet utforskes bl.a. kriterier og metoder som kan avsløre små endringer i skogens helsestatus over kort tid. Det gjøres bl.a. undersøkelser av trærne og jordbunnen. Dessuten overvåkes luftkvaliteten av Norsk institutt for luftforskning (NILU).

Skogtilstanden i Norge

Til nå foreligger det resultater av betydning bare fra den første delen av overvåkningsprogrammet. Somrene 1984 og 1985 ble det i utvalgte fylker gjennomført omfattende registreringer av relativ kronetetthet hos gran og furu, dvs. en vurdering av nålemengde i forhold til det en mener er fulltett krone. Klassifiseringen tok sikte på den samme vurderingen som er brukt ved registreringer av skogskader i Mellom-Europa.

Redusert kronetetthet ble påvist både for gran og furu. På landsbasis hadde 28,9prosent av de undersøkte trærne mer enn 10 prosent utglisning av kronene. Den tilsvarende andelen i Vest-Tyskland var i 1987 52,3 prosent, se tabell 6.2.

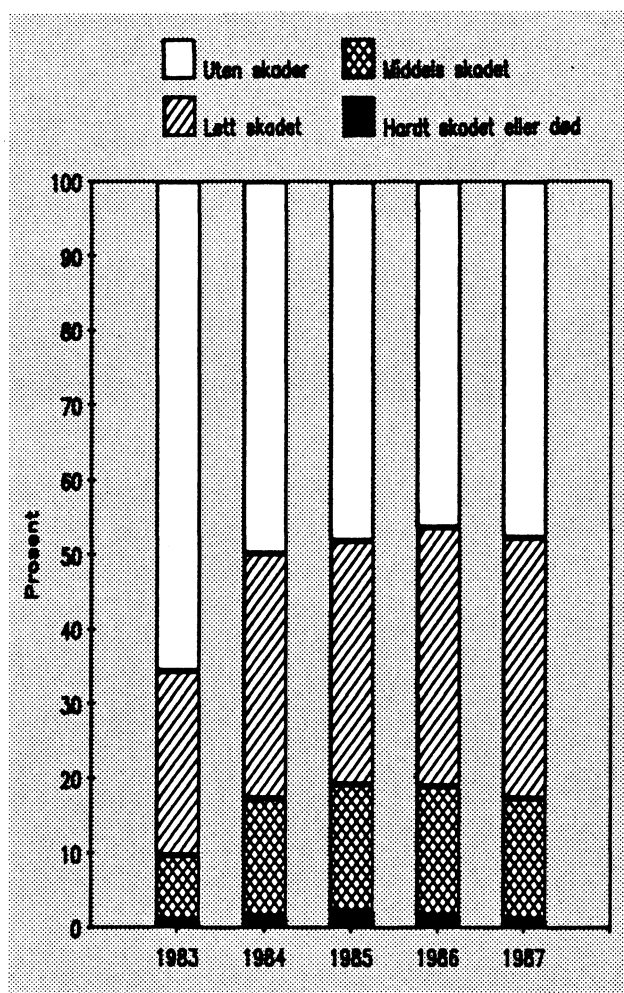
Resultatene viser dessuten at det er en større andel av trærne i Trøndelagsfylkene og Helgeland som ikke har fulltett krone enn sør for Dovre (Horntvedt og Tveite, 1985). For gran øker andelen av trær med redusert kronetetthet i samtlige fylker med skogens alder. I Buskerud og Oppland minker andelen av trær med fulltett krone i skog som ligger over 600 m.o.h. I samtlige fylker viser dessuten undersøkelsen at innen hver aldersklasse er det relativt flere trær som ikke har fulltett krone på de lavere bonitetene enn på de høye. De norske forskerne påpeker at det ikke er noen klar sammenheng mellom det geografiske mønsteret i luftforurensninger og de regionale forskjellene i vitalitet vurdert ut fra kronetetthet. Hovedfaktorene for variasjon i kronetetthet synes å være skogens alder og bonitet. Selv om andre faktorer enn luftforurensninger er de viktigste for det geografiske mønsteret, betyr dette ikke at luftforurensninger ikke har betydning for skogens vitalitet i enkelte områder som f.eks. på Sørlandet. Det påpekes imidlertid at dersom regionale undersøkelser skal brukes til å undersøke effekten av forurens-

ninger, må man ha kontroll med andre faktorer som trolig er viktigere enn forurensning (Horntvedt og Tveite, 1985).

Skogtilstanden i Vest-Tyskland

I Vest-Tyskland ble begynnende skader på skogene observert tidlig i 1970-årene. Siden 1981 har det registrerte skadeområdet økt kraftig. Liknende skader er rapportert i andre mellomeuropeiske land, som f.eks. Tsjekkoslovakia, Øst-Tyskland og Polen. Områder med skadet eller død skog i Vest-Tyskland utgjorde i 1987 om lag 52 prosent av det totale skogarealet mot 54 prosent i 1986 og om lag 50 prosent i 1984. Fra 1986 til 1987 har omfanget av skog i de to alvorligste skadeklassene avtatt med 1,6 prosentenheter, se figur 6.1. Dette er andre året på rad at omfanget av skadet skog i de alvorligste skadeklassene har avtatt. Figur 6.1 viser fordelingen av areal etter grad av skade. Vesttyske myndigheter påpeker at oppgavene for 1983 og tidligere

Figur 6.1. Skadet skogareal i Vest-Tyskland etter grad av skade. 1983-1987. Prosent



Kilde: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1987.

re ikke uten videre er sammenliknbare med senere års oppgaver.

Registreringer i Vest-Tyskland fram til 1983 tydet på at det særlig var bartreartene gran, edelgran og furu som var mest utsatt for skader. Fra 1983 til 1984 ble det imidlertid registrert en kraftig økning i omfanget av skader for de viktige lauvtreartene bøk og eik. Også det siste året er det registrert en betydelig økning i skadeomfanget for disse to lauvtreartene. For bartreartene er bildet omvendt. For samtlige bartrearter er det registrert en nedgang i det totale skadeomfanget fra foregående år. Tabell 6.2 viser omfang og andel av skader for de viktigste treslagene.

Bakgrunns materialet viser at for samtlige treslag er skadeomfanget større i skog som er eldre enn 60 år, enn i skog som er yngre enn 60 år. Dessuten er det regionale forskjeller i utviklingen av skadeomfanget. I enkelte områder i f.eks. Alpene med store skogskader, har omfanget av skader i gammel furuskog økt i 1987.

stoffer som endrer trærnes vekst eller er giftige for trærne setter i gang prosesser som fører til dårligere energistatus i trærnes rotsystem og økt innhold av giftige komponenter i nye skudd. Dette resulterer i ødeleggelse av hårrøttene og tap av blad eller nåler hos trærne. I tillegg skades mycorrhiza-soppen som lever i symbiose med trerøttene. Dette gjør trærne mer ømfintlige for andre stressfaktorer som tørke, frost, vind (abiotisk stress) og ulike skadeorganismer (biotisk stress).

Jordforsuring og giftvirkning av aluminium (Al). Økt nedfall av sure komponenter som SO_4^{2-} og NO_3^- i nedbør og som tørravsetning av SO_2 , NO_x og NH_4^+ framskynder forsuring av jordsmonnet. Forsuringen fører til økt utlekking av næringsstoffene kalsium (Ca^{2+}), kalium (K^+) og magnesium (Mg^{2+}) samtidig som aluminium danner giftige former. Aluminiumsforbindelsene skader trerøttene og fører til økt tørke og/eller næringsstress. Resultatet er skogdød spesielt i tørkeperioder.

Tabell 6.2. Skadet skogareal i Vest-Tyskland, etter treslag, 1984-1987. Mill. ha og prosent av arealet for hver enkelt art

Areal	1984		1985		1986		1987	
	Areal Mill. ha	Andel Prosent	Areal Mill. ha	Andel Prosent	Areal Mill. ha	Andel Prosent	Areal Mill. ha	Andel Prosent
I alt	3,698	50	3,823	52	3,967	54	3,863	52
Gran	1,477	51	1,505	52	1,561	54	1,410	49
Furu	0,866	59	0,842	58	0,794	54	0,729	50
Edelgran	0,152	87	0,151	87	0,145	83	0,136	79
Bøk	0,631	50	0,685	55	0,754	60	0,825	66
Eik	0,269	43	0,343	55	0,378	61	0,403	65
Andre treslag	0,303	31	0,297	31	0,335	34	0,335	37

Kilde: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1987.

Teorier om luftforurensningens virkninger på skogen

Det er utviklet mange teorier om luftforurensningens virkninger på skogen. Felles for alle hovedteoriene er at luftforurensninger ansees som den direkte eller indirekte årsaken til skogens dårlige helsetilstand. I det følgende avsnittet presenteres fem teorier om luftforurensningens virkninger. Teoriene (World Resource Institute, 1986) er omtalt i vilkårlig rekkefølge. Innenfor hver teori kan det være flere forskjellige fysiologiske årsakskjeder som fører fram til svekking av skogen.

Stresshypotesen. Stresshypotesen går ut på at luftforurensninger, atmosfærisk nedfall av næringsstoffer og

Ozon- (O_3) og svoveldioksid- (SO_2) skader. Høye O_3 - og SO_2 -konsentrasjoner fører til direkte skade på trærne og gir gul eller brun farge på nåler og bladverk. Fysiologisk fører akutt ozoneksponering til inaktivering av enzymer og forstyrrelse av cellemembraner slik at celler i trærne dør. Dette gir i neste omgang redusert fotosynteseaktivitet og økt respirasjon slik at veksten reduseres og mulighetene for abiotisk og biotisk stress øker.

Magnesiummangel. Teorien går ut på at gulfarging av nålene hos furu skyldes utlekking av magnesium (Mg^{2+}) og kalsium (Ca^{2+}) både direkte gjennom nålene og gjennom jordsmonnet ved forsuring slik at det oppstår mangel spesielt på magnesium. Utlekkingen

fra nålene akselereres ved episodiske ozonskader og/eller frostskaider på cellemembraner og nåleoverflater.

Overskudd av nitrogen og andre næringsstoffer. Skogøkosystemene tilføres overskudd av flere esensielle næringsstoffer på grunn av økte luftforurensninger. Overskuddstilførsel spesielt av nitrogen medfører økt vekst på trærne med tilhørende større behov for andre næringsstoffer. Dette kan føre til mangel på enkelte næringsstoffer og resultere i fysiologiske forstyrrelser som gir seg utslag i mindre toleranse mot abiotisk og biotisk stress, i inhibering av mycorrhizasopp på røttene og i endring av nitrifikasjon og denitrifikasjonsprosessene.

Geografiske forskjeller. Årsaken til at skogen svekkes synes å variere fra region til region og også fra bestand til bestand innenfor samme område. Både europeiske og nord-amerikanske forskningsprogrammer peker i retning av at biotiske årsaker spiller en sekundær rolle og at luftforurensninger er den sentrale årsaken til skogskadene.

De ulike luftforurensningene kan rangeres etter antatt betydning for sunnhetstilstanden. Rangeringen vil være forskjellig i henholdsvis Nord-Amerika, Vest-Europa og Øst-Europa (World Resources, 1986).

Nord-Amerika

- * Ozon
- * Tilgjengelig nitrogen (inkludert alle tørr- og våtavssetninger av biologisk tilgjengelige nitrogenkomponenter)
- * Andre giftige gasser (NO_x, SO₂, fluorid, PAN og PPN)
- * Giftige metaller (bly, cadmium, sink og kobber)
- * Våt- og tørravssetning av næringsstoffer (K, Na, Mg, Ca, og Cl) og av sure komponenter (H⁺, NO₃⁻ og SO₄²⁻)

Vest-Europa

- * Ozon
- * Avsetning av sure komponenter gjennom yr og tåke
- * Andre gassforurensninger som NO_x og SO₂
- * Overskuddsavsetning av nitrogen

Øst-Europa

- * Gassforurensninger som NO_x og SO₂
- * Ozon
- * Avsetning av sure komponenter gjennom yr og tåke
- * Tungmetaller

6.3. Tilgang og bruk av skogprodukter

Tømmer og sekundærvirke

Foreløpige tall tyder på at avvirkningen av skurtømmer og massevirke har vært tilnærmet uforandret fra 1986 til 1987. Avvirkningen de to siste årene ligger imidlertid høyere enn i 1985. Importert kvantum massevirke har økt med mer enn 40 prosent det siste året, og ligger på over 1,7 mill. fm³ pr. år, se tabell 6.3. I løpet av 1986 og 1987 har det dessuten vært en betydelig reduksjon i lagrene av massevirke. Massevirkelagrene er redusert med nesten 0,5 mill. fm³. I løpet av 1987 er lagrene av skurtømmer redusert med om lag 0,1 mill. fm³.

Tilgangen av sekundærvirke, som er om lag 0,5 mill. fm³, har avtatt med om lag 37 prosent det siste året.

Tre- og treforedlingsprodukter

Det har for de fleste tre- og treforedlingsprodukter vært en økning i produksjonen fra 1986 til 1987. Cellu-

Tabell 6.3. Primærtilgang av tømmer og sekundærvirke. 1985-1987. 1 000 fm³

	Skurtømmer ¹⁾			Massevirke ¹⁾			Sekundærvirke		
	1985	1986	1987*	1985	1986	1987*	1985	1986	1987*
Avvirkning ²⁾	5202	5568	5505	4455	4505	4452	-	-	-
Import	148	261	311	989	1229	1749	614	822	753
Eksport	-220	-214	-288	-327	-397	-695	-176	-238	-207
Lagerendring (+ned, -opp)	-35	46	99	520	153	154	3	12	-31
Primærtilgang av virke	5095	5661	5627	5637	5490	5660	441	596	515

1) Regnet med bark.

2) Gjelder foregående hogstsesong. Hogst av ved er ikke inkludert.

lose hadde den største produksjonsveksten det siste året, mens trelastproduksjonen gikk noe tilbake, se tabell 6.4.

Trelast. Produksjonen avtok med 2 prosent fra 1986 til 1987, mens nettoimporten økte med over 10 prosent i samme periode. Nettoimporten utgjorde i 1987 om lag 28 prosent av produksjonen.

Sponplater. Produksjonen økte med 1 prosent fra 1986 til 1987, mens importen samtidig økte med 25 prosent. I 1987 utgjorde eksporten nesten 15 prosent av produksjonen mens importen utgjorde 16 prosent.

Trefiberplater. Produksjonen har økt med 1 prosent i 1987, mens eksporten har avtatt med 25 prosent fra foregående år. Eksporten utgjør nå 21 prosent av produksjonen.

Tabell 6.4. Produksjon og bruk av tre- og treforedlingsprodukter. 1985-1987.

	Trelast			Sponplater			Trefiberplater		
	1985	1986*	1987*	1985	1986*	1987*	1985	1986*	1987*
	1 000 fm ³			1 000 tonn					
Produksjon i skogsektorene ¹⁾	2034	2123	2088	253	271	274	104	99	100
Bruk i skogsektorene	-1	-1	-1	-	-	-	-1	-1	-1
Import	652	816	870	50	43	44	8	9	12
Eksport	-314	-294	-290	-29	-32	-40	-29	-28	-21
Lagerendring, annen tilgang og statistisk feil ²⁾	116 ³	493 ³	..	-9	50	51	11	27	17
Bruk utenom skogsektorene	2487	3137	..	265	322	326	93	106	107
	Tremasse			Cellulose			Papir og kartong		
	1985	1986*	1987*	1985	1986*	1987*	1985	1986*	1987*
	1000 tonn								
Produksjon i skogsektorene ¹⁾	1272	1262	1252	721	732	805	1540	1555	1602
Bruk i skogsektorene	-1043	-1053	-1085	-477	-482	-496	-4	-4	-4
Import	13	13	14	100	94	72	294	299	299
Eksport	-242	-220	-225	-376	-356	-384	-1338	-1285	-1320
Lagerendring, annen tilgang og statistisk feil ²⁾	3	1	47	36	14	5	168 ⁴	14 ⁴	47
Bruk utenom skogsektorene	3	3	3	4	2	2	660	579	624

1) Skogsektorene er: Produksjon av trelast, sponplater, trefiberplater, tremasse, cellulose og papir og kartong.

2) Posten er restbestemt.

3) Annen tilgang utgjorde i 1985 og 1986 henholdsvis 161 000 og 166 000 fm³.

4) Annen tilgang utgjorde i 1985 og 1986 henholdsvis 177 000 og 187 000 tonn.

Tremasse og cellulose. Produksjonen av tremasse har avtatt med om lag 1 prosent i 1987, mens celluloseproduksjonen har økt med hele 10 prosent. Bruken i innenlandsk papirproduksjon har økt med 3 prosent for begge varer. Dessuten har eksporten vist en liten økning.

Papir og kartong. Produksjonen har økt med 3 prosent i 1987. I 1986 var økningen på 1 prosent. Samtidig har eksporten vist en økning på 3 prosent i 1987 mot en nedgang på nesten 4 prosent i 1986. Eksporten utgjør nå over 82 prosent av produksjonen.

6.4. Tolking av treslag i flybilder

I arbeidet med ressursregnskap for skog er det av interesse å klassifisere skogen etter økonomisk verdi. I de tilfellene der det ikke foreligger skogregistreringer i form av tradisjonelle takster egnet til verdiberegninger, er egen datainnsamling nødvendig. Til dette formålet kan registrering på flybilder gi noe av den nødvendige informasjonen.

Ved verdsetting av skog med tanke på skogproduksjon er treslaget av betydning både for prisen på tømmeret og for kostnadene ved produksjonen. For å undersøke kvaliteten på data om treslagsfordeling innsamlet ved tolking av flybilder, er samsvaret mellom treslagsfordelingen av gran og furu ved flybildetolking og ved feltregistrering testet (Næsset, 1987). Treslagsfordelingen i feltregistreringen betraktes som sann treslagsfordeling, og hvert treslag er klassifisert i 10 klasser. I testingen er det benyttet et forsøksmateriale innsamlet ved Institutt for skogtaksasjon, NLH. Materialet omfatter om lag 850 observasjoner registrert på lokaliteter på Sørlandet, Østlandet og Trøndelag. For samtlige observasjoner er tolkingen av flybilder utført av tre forskjellige observatører.

Resultatene fra undersøkelsen viser at det er betydelige avvik mellom faktisk og flybildetolket treslagsfordeling. For den gruppen observasjoner der feltregistreringene viser at det er jamn fordeling av gran og furu, er usikkerheten i flybildetolkingen stor. I disse tilfellene viser resultatene for alle tre observatørene at andelen av observasjonene som er riktig klassifisert er mindre enn 30 prosent. Tendensen til systematisk å over- eller undervurdere andelen av et treslag er derimot liten for denne gruppen observasjoner.

For observasjoner der enten gran eller furu i følge feltregistreringene er det dominerende treslaget gir imidlertid testingen andre resultater. For disse observasjonene er andelen riktig klassifisert ved flybildetolking 50-75 prosent, avhengig av observatør. For disse observasjonene er det derimot en tendens til å undervurdere andelen av det dominerende treslaget, dvs. at observatørene "legger seg mot midten" ved å oppgi en viss andel også av det treslaget som i virkeligheten ikke er representert.

I undersøkelsen er også variasjonen mellom de tre observatørene vurdert. Resultatene tyder på at det er betydelige variasjoner mellom dem. Mens en observatør

overvurderer andelen av ett treslag, alle observasjonene sett under ett, undervurderer en annen observatør andelen av det samme treslaget. Dette viser at det er store individuelle variasjoner i flybildetolkingen. Til slutt understrekes det at de tre observatørene i denne undersøkelsen ikke har hatt noen forhåndskunnskaper om skogforholdene på de lokalitetene der forsøksmaterialet er innsamlet. I en vanlig registreringssituasjon slik det praktiseres ved ressursregistrering i skogbruket i dag, har observatørene anledning til å gjøre seg kjent med skogens egenskaper og struktur på den enkelte lokalitet før flybildetolkingen utføres. Dette bidrar til bedre tolkingresultater enn i denne undersøkelsen.

Referanser

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1987): Waldschadenserhebung 1987.

Horntvedt, R. og Tveite, B. (1985): Overvåking av skogskader. I: Årbok 1985, Norsk institutt for skogforskning, Ås-NLH.

Næsset, E. (1987): Kostnadsklasser for skog basert på registrering på kart og flybilder. Tolking av treslag i flybilde. SSB. IN 87/32.

SSB (1984): NOS Landbruksteljing 1979. Hefte VII: Skogbruk.

World Resources (1986): An Assessment of the Resource Base that Support the Global Economy. World Resources Institute, USA

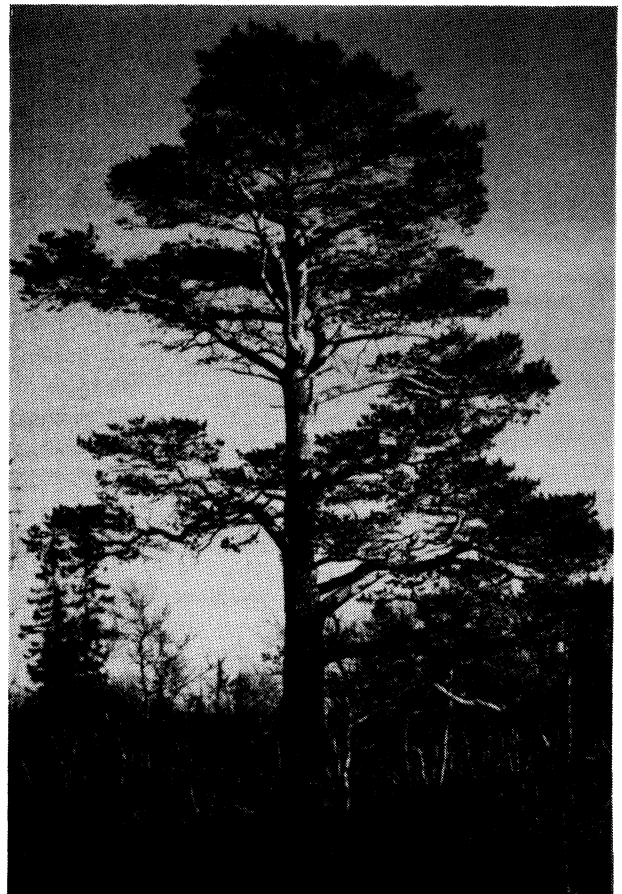


Foto: Elisabeth Fadum

7. Jordbruksareal

Arealbruken i jordbruket har de siste 40 år gått i retning av større andel av fulldyrket areal til kornproduksjon og mindre andel til produksjon av gras på Østlandet, mens husdyrproduksjonen er kanalisert til Jæren og distriktene.

Den regionale spesialiseringen av husdyrproduksjonen har, sammen med økt bruk av kunstgjødsel og innhøsting av gras til silofôr, medført økt forurensning av vassdragene på Jæren og i distriktene. Økningen av åkerarealet og økt bruk av kunstgjødsel har medført økt jorderosjon og forurensning av vassdragene på Østlandet

En viktig ressurs for å kunne opprettholde den totale jordbruksproduksjonen i landet, samtidig som jorderosjonen og forurensningen reduseres, er dyrket og dyrkbar jord. De største dyrkingsreservene ligger høyt til fjells og langt nord i landet, mens det kvalitativt beste jordbruksarealet ligger i nærheten av byer og tettbygde strøk - dvs. i områder med relativt stor nedbygging av jordbruksarealer.

7.1. Endringer i arealbruksmønsteret i jordbruket

Jordbruksarealet er redusert med om lag 1,3 mill. dekar siden 1939, se tabell 7.1. Reduksjonen skyldes at utslåtter, natureng og overflatedyrket areal har mistet mye av sin økonomiske betydning. Fra 1939 til 1985 er 1,9 mill. dekar natureng og overflatedyrket areal gått ut av produksjon eller blitt fulldyrket. Fulldyrket areal er økt med om lag 0,6 mill. dekar i perioden 1969-1986.

Arealbruken i jordbruket har de siste 40 år gått i retning av større andel av fulldyrket areal til kornproduksjon og mindre andel til produksjon av gras. Tabell 7.1 viser at arealet til dyrking av korn, erter og oljevekster har økt fra 1,5 mill. dekar i 1949 til 3,4 mill. dekar i 1986. Samtidig er fulldyrket eng til slått og beite redusert med 1,2 mill. dekar.

Denne utviklingen er i tråd med målsettinger nedfelt i "Om retningslinjer for utvikling av jordbruket" (LD, 1955). Sentrale målsettinger for jordbruksproduksjonen var å øke den forsyningsmessige beredskapen og spare valuta til jordbruksvarer. Produksjonen av korn og kraftfôr skulle stimuleres bl.a. med høye kornpriser, samtidig som selvforsyningen av husdyrprodukter ble opprettholdt. Det ble også satset på økt nydyrking og mer rasjonell drift.

Regional spesialisering av produksjonen

I "Innstilling om jordbruksproduksjonen fra Jordbrukskomiteen 1956" (LD, 1963-64) var man opptatt av å finne fram til områder med relative fordeler m.h.t. klima, topografi etc. for de ulike produksjonene. Flatbygdene og skogbygdene på Østlandet og flatbygdene i Trøndelag ble utpekt som kornproduksjonsområder, mens Jæren og distriktene skulle drive med husdyr.

I hele perioden fra 1949 til 1987 har lønnsevnen pr. time i kornproduksjonen vært høyere enn for melkeproduksjonen. Fra 1965 til 1974 økte lønnsevnen for kornproduksjonen mer enn for melkeproduksjonen. I 1970-årene økte sysselsettingen i tertiærnæringene med 49 prosent, noe som medførte at kombinasjonen kornbonde og lønsmottaker i offentlig sektor, service-næringer etc. ble vanlig i sentrale strøk på Østlandet.

Den regionale virkningen på arealbruksmønsteret av den sterke satsingen på kornproduksjon og kanaliseringen av melkeproduksjonen til Jæren og til utkantene, er vist i tabellene 7.2 og 7.3 samt tilhørende kartframstillinger for 1949 og 1986, figurene 7.1 og 7.2.

I 1949 ble bare om lag 25 prosent av fulldyrket areal i Østlandsfylkene brukt til korndyrking. I 1986 var det kornproduksjon på over 80 prosent av fulldyrket areal i Østfold, Akershus og Vestfold, og over 60 prosent i Hedmark og Buskerud. Økningen av kornarealet i Trøndelag var imidlertid beskjedent.

Tabell 7.1. Jordbruksareal i drift, etter veksttype. 1939-1984. 1 000 dekar

Jordbruksareal i drift											
Fulldyrket areal											
Åker og hage											
	I alt			Korn, erter og oljevekster til modning	Grønnfôr og silovekster	Poteter	Rotvekster	Grønnsaker på fri-land	Annen åker og hage, brakk	Eng til slått og beite	Natur-eng og overflate-dyrket eng til slått og beite
1939 ¹	11 161	8 242	2 946	1 837	138	507	213	53	198	5 296	2 919 ²
1949 ¹	10 456	8 123	2 701	1 520	175	582	143	43	238	5 422	2 333 ²
1959	10 107	8 393	3 479	2 182	135	553	131	54	424	4 914	1 714
1969	9 863	8 277	3 667	2 524	209	346	70	57	461	4 610	1 586
1979	9 868	8 635	4 417	3 255	291	248	41	62	519	4 218	1 233
1980	9 690	8 502	4 357	3 232	312	239	40	65	470	4 144	1 189
1981	9 698	8 614	4 378	3 233	312	241	39	65	489	4 236	1 084
1982	9 746	8 738	4 439	3 289	344	246	47	62	451	4 299	1 007
1983	9 817	8 861	4 512	3 330	345	245	51	61	480	4 349	957
1984	9 870	8 883	4 540	3 403	345	226	55	66	445	4 343	987
1985	9 910	8 917	4 616	3 481	368	220	50	62	435	4 301	993
1986	9 876	8 881	4 595	3 492	365	205	44	62	426	4 286	994

1) Bykommuner ikke medregnet.

2) Medregnet utslåtter. Fram til 1949 ble utslåtter regnet med til jordbruksarealet. Utslåtter har etter hvert mistet sin økonomiske betydning og er fra 1959 ikke tatt med i tellingene. Denne endringen gir betydelig reduksjon av areal til natureng og overflatedyrket eng fra 1939 til 1959.

Kilder: Jordbrukstellingene 1939, 1949, 1959 og 1969. Landbrukstellingen 1979. Utvalgstillingene for jordbruket 1980, 1981, 1982 og 1983. Søknader om produksjonstillegg 1984, 1985 og 1986, med beregnet tillegg for bruk som ikke søkte.

Østfold, Akershus/Oslo, Vestfold, Buskerud og Telemark hadde 23,8 prosent av antall kyr i landet i 1949, men bare 9,4 prosent i 1986. I den samme tidsperioden økte Rogalands andel av kyr fra 8,3 prosent til 17,1 prosent mens Trøndelag økte sin andel av kyr fra 12,2 prosent til 20,3 prosent.

Substitusjon mellom jordbruksareal og teknologi

Samtidig med den regionale spesialiseringen, har det skjedd store endringer i bruken av innsatsfaktorer og i driftsformer. Den totale tilførselen av nitrogen og fosfor i form av kunstgjødsel er økt med henholdsvis 320 prosent og 60 prosent i perioden 1949-1986, se figur 8.8.

Avlingen pr. dekar av korn, gras og andre jordbruksvekster har økt som følge av økt gjødsling, se figur 7.3. Den økte produktiviteten i kornproduksjonen har også

sammenheng med overgang til nye sorter korn og økt bruk av plantevernmidler.

Den økte avlingen pr. dekar er en viktig årsak til at det trengs mindre jordbruksareal enn tidligere forutsatt for å oppnå produksjonsmålsettingene i jordbruket. Det vil si at behovet for jordbruksarealer er redusert som følge av endret bruk av teknologi. Landbruksmyndighetene vurderer nå (LD, 1983-84) arealbehovet til jordbruksformål i 1990 til 300 000 dekar lavere enn tidligere (LD, 1975-76).

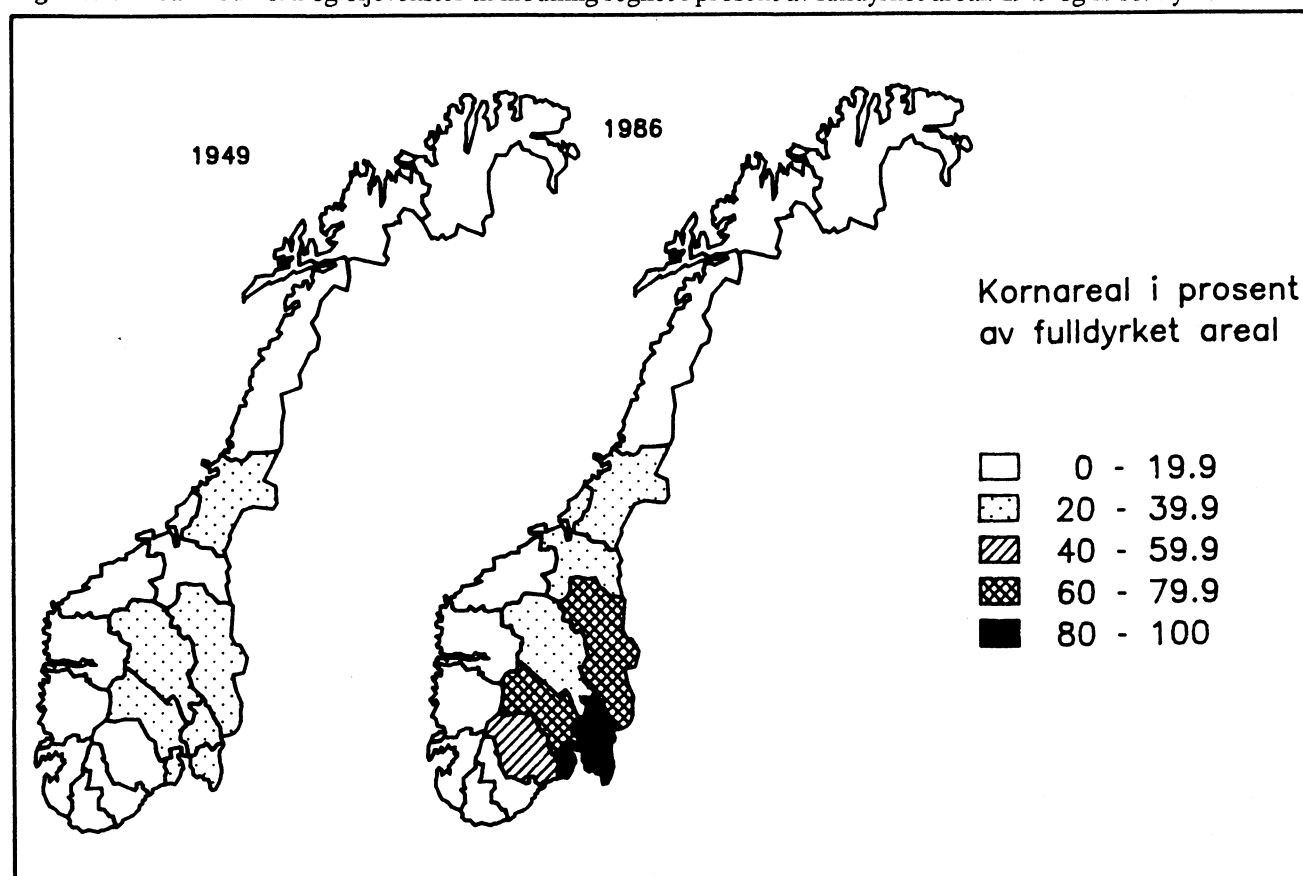
En konsekvens av redusert arealbehov, er at tilskuddet til nydyrking er redusert. Den nye målsettingen for nydyrking er at den skal tilsvare avgangen av jordbruksareal (LD, 1983-84).

Figur 7.4 viser fulldyrking med statstilskudd i perioden 1965-1986. Nydyrkingen var størst i 70-årene med om lag 76 000 dekar pr. år i gjennomsnitt. Fra og med 1981 er den blitt redusert hvert år, og var i 1986 bare en tredjedel av hva den var i 1981.

Tabell 7.2. Areal med korn og oljevekster til modning regnet i prosent av fulldyrket areal. 1949-1985. Fylke

Fylke	Kornareal, prosent				
	1949	1959	1969	1979	1986
I alt	19	26	30	39	41
Østfold	28	45	61	80	86
Akershus/Oslo	28	53	54	78	86
Hedmark	28	41	51	62	62
Oppland	29	34	31	35	34
Buskerud	24	37	46	60	63
Vestfold	25	44	63	79	81
Telemark	14	19	27	44	46
Aust-Agder	10	8	9	15	16
Vest-Agder	8	6	5	6	7
Rogaland	13	16	9	7	8
Hordaland	2	1	0	1	0
Sogn og Fjordane	3	1	0	1	0
Møre og Romsdal	7	7	4	3	4
Sør-Trøndelag	16	19	20	21	22
Nord-Trøndelag	23	31	35	38	37
Nordland	2	2	1	1	1
Troms	0	0	0	0	0
Finmark	0	0	0	0	0

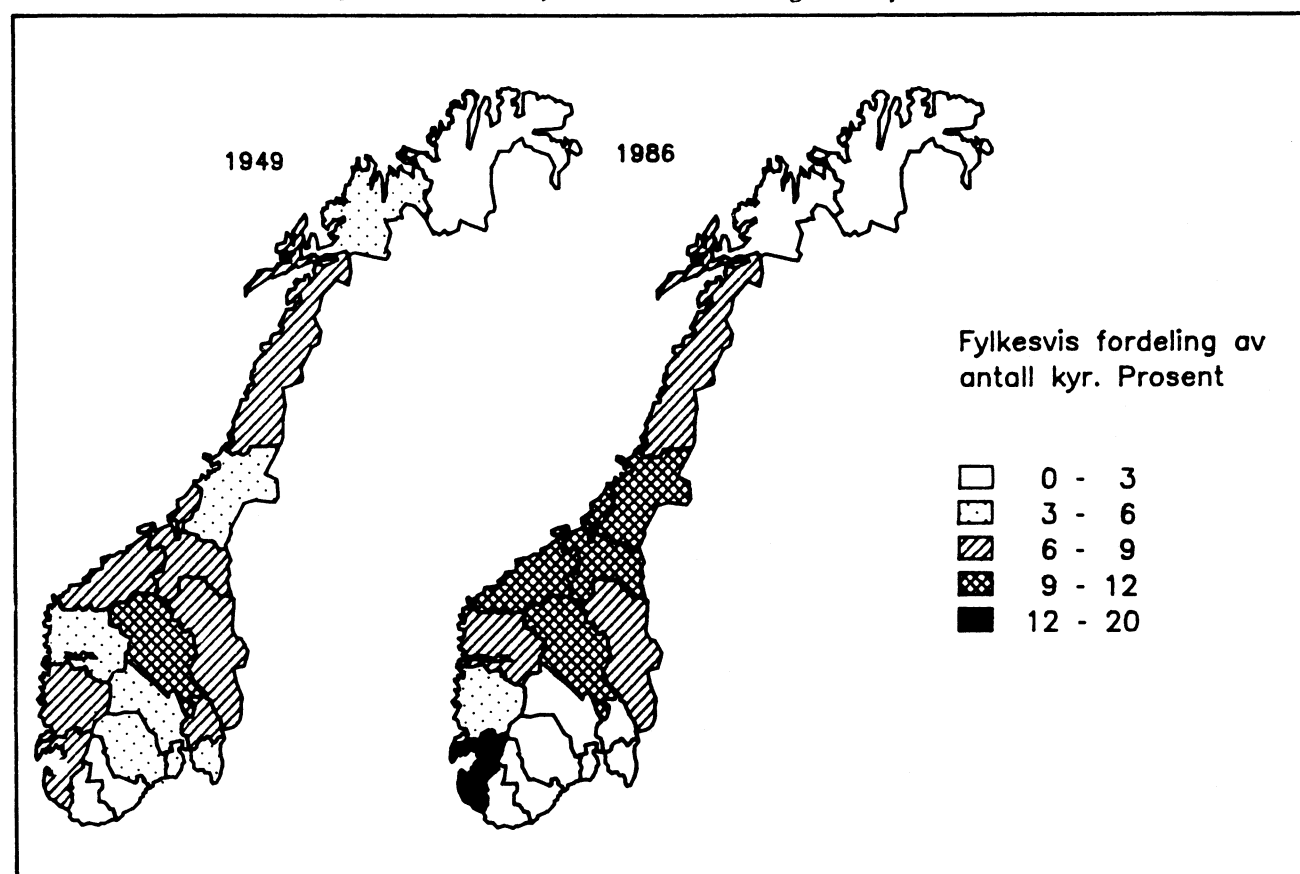
Figur 7.1. Areal med korn og oljevekster til modning regnet i prosent av fulldyrket areal. 1949 og 1986. Fylke



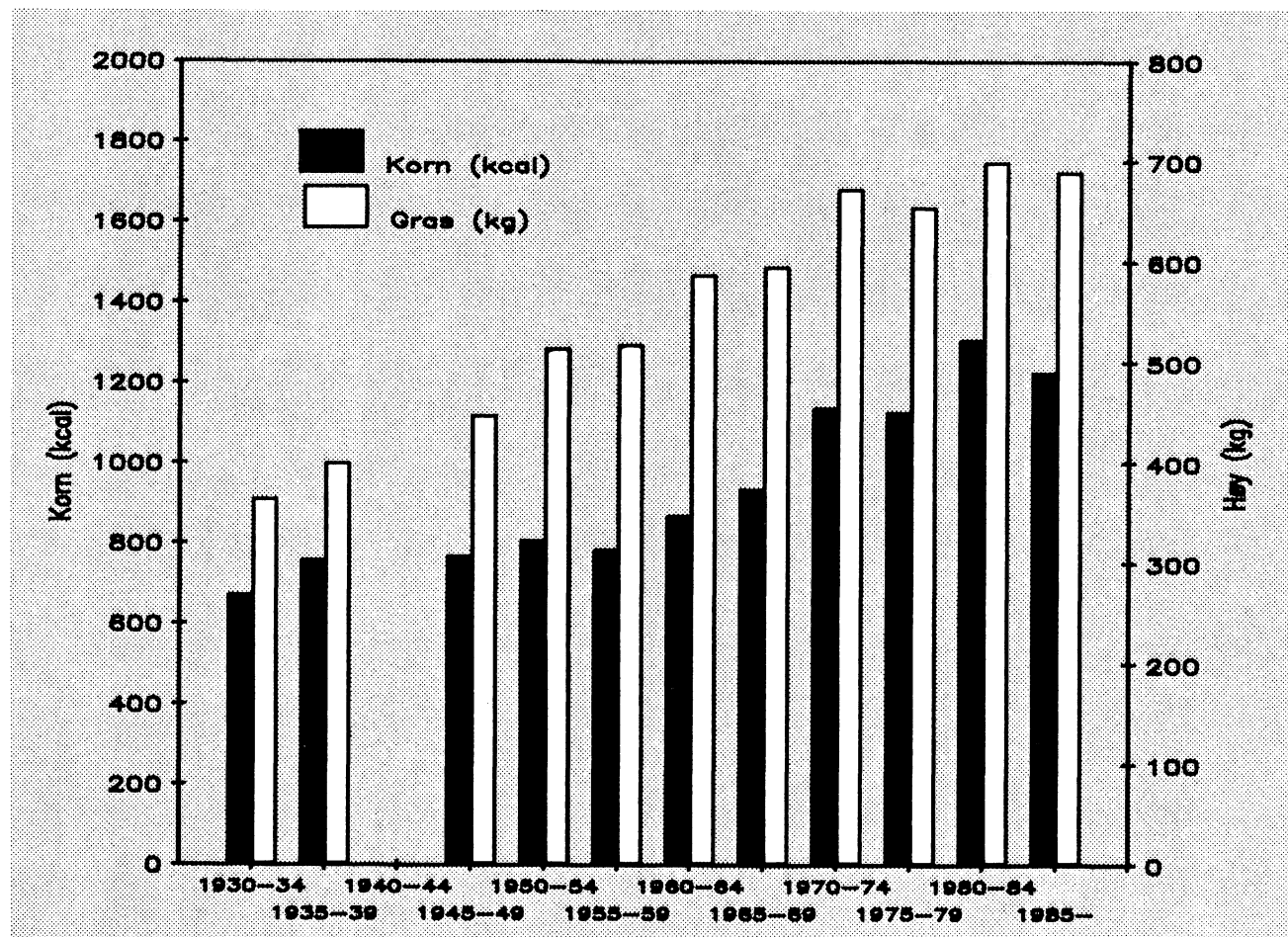
Tabell 7.3. Antall kyr regnet i prosent av antall kyr i hele landet. 1949-1986. Fylke

Fylke	Kyr i prosent				
	1949	1959	1969	1979	1986
I alt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Østfold	5,8	5,2	4,5	3,0	2,4
Akershus/Oslo	6,4	5,4	4,6	3,3	2,4
Hedmark	8,9	7,5	6,7	6,2	6,0
Oppland	9,9	9,3	9,9	10,6	10,5
Buskerud	4,8	3,4	3,1	2,6	2,3
Vestfold	3,4	2,7	1,9	1,3	1,1
Telemark	3,4	2,8	2,0	1,3	1,2
Aust-Agde	1,8	1,5	1,0	0,9	0,9
Vest-Agder	2,9	2,8	2,3	2,2	2,3
Rogaland	8,3	10,9	15,2	17,8	17,1
Hordaland	6,7	6,8	6,2	5,6	5,8
Sogn og Fjordane	5,6	6,5	6,7	6,7	7,0
Møre og Romsdal	7,2	8,0	8,3	9,8	10,4
Sør-Trøndelag	6,6	7,5	8,7	10,0	10,1
Nord-Trøndelag	5,6	6,4	8,1	9,5	10,2
Nordland	7,3	7,5	6,8	6,5	6,9
Troms	4,2	4,6	3,3	2,3	2,3
Finnmark	1,0	1,1	1,0	1,1	1,2

Figur 7.2. Antall kyr regnet i prosent av antall kyr i hele landet. 1949 og 1986. Fylke



Kilde: SSB.

Figur 7.3. Avling pr. dekar av korn (kcal) og gras¹ (kg) for 5-års perioder 1930-1986. Hele landet.

1) Omregnet til tørt høy.

Kilde: SSB.

Miljø- og ressurskonsekvenser av endret arealbruk og driftsform¹

Økningen i kornarealet (åpen åker) og endret driftsform i kornproduksjonen har ført til økt jorderosjon (utvasking av jordsmonn) på Østlandet. Dette medfører at ressursgrunnlaget for jordbruksproduksjonen reduseres samtidig som vassdragene forurenes med næringsstoffer, organisk og uorganisk stoff. Jorderosjonen er størst på jordarter med mye silt og fin sand, på bakkeplanerte arealer og i bratt terreng. På Østlandet var 320 000 dekar - om lag 10 prosent av åkerarealet, utsatt for stor erosjon i 1987. Tilsvarende tall for Trøndelag var 100 000 dekar, dvs. 17 prosent av åkerarealet. I resten av landet var 40 000 dekar erosjonsutsatt² (12 prosent av åkerarealet).

Samtidig med økningen i erosjonsutsatt åkerareal, er tilførselen av gjødsel pr. dekar økt. Dette har ført til økt innhold av næringsstoffer i åkerjorda, som medfører at forurensningsbelastningen av vassdragene ved jorderosjon blir større enn ved en situasjon med mindre intensiv gjødsling.

Endret bruk av teknologi i husdyrproduksjonen, med bl.a. økt bruk av silofôr og kunstgjødsel, se figurene 8.7 og 8.8, har medført økt utslipp av næringsstoffer (nitrogen og fosfor) og organisk stoff til vassdragene. Samtidig fører den regionale spesialiseringen til at konsentrasjonen av forurensninger i vassdragene på Jæren, i Nord-Trøndelag og i andre husdyrdistrikter blir langt større enn den ville vært ved større regional spredning av produksjonen.

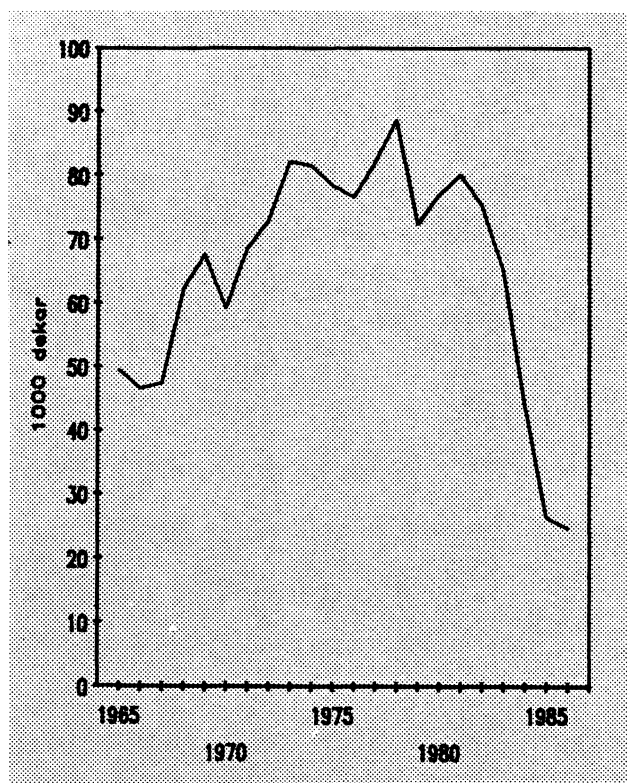
Konsentrasjon av husdyrproduksjonen³ til enkelte distrikter har medført at mengden husdyrgjødsel i disse distriktene har økt. Et resultat av dette er kapasitetsproblemer m.h.t. gjødselkjellere, som medfører økt risiko for direkte utslipp og økt behov for utkjøring av gjødsel om vinteren. Avrenningen fra utspredd husdyr-

1) Se også avsnitt 8.2.

2) Kilde: Institutt for jordfag, NLH.

3) Denne konsentrasjonen er avhengig av økt bruk av innkjøpt kraftfôr, se figur 8.5.

Figur 7.4. Fulldyrking med statstilskudd. 1965-1986. 1 000 dekar



Kilde: LD.

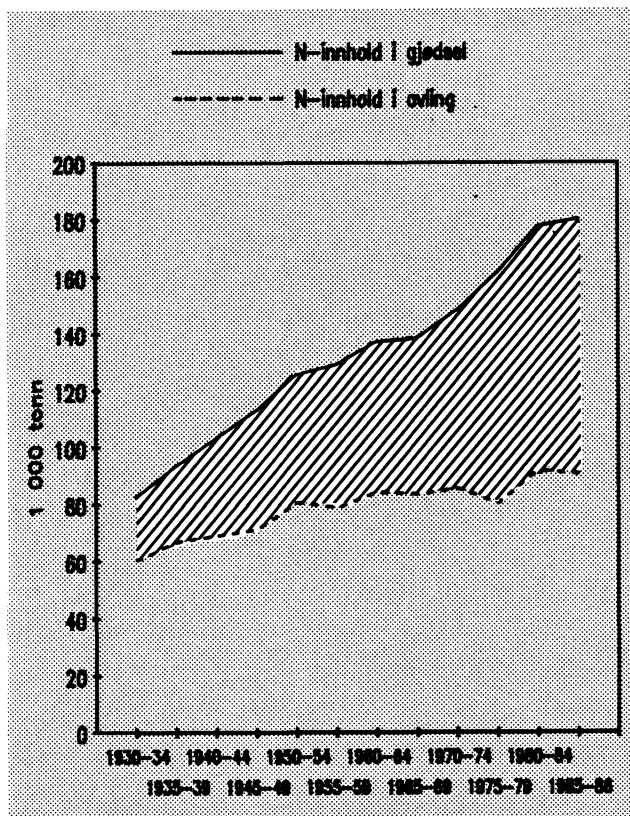
gjødning er langt større ved utkjøring om vinteren enn om våren. En annen viktig årsak til den økte avrenningen er økningen av gjødselmengdene i forhold til spredningsarealene.

Den arbeidskrevende metoden med tørking av gras til høy er i stor grad erstattet med innhøsting av friskt gras til silofôr. Om lag 25 prosent av silofôret blir til silopressaft, som fører til stort oksygenforbruk ved utslipp til vann. Nedbryting av 1 liter pressaft forbruker oksygen tilsvarende innholdet i om lag 5 000 liter vann. 1 liter urensset kloakk forbruker til sammenlikning oksygenmengden i 20 liter vann.

Den regionale spesialiseringen i produksjonen medfører økt utslipp av silopressaft til vassdrag i husdyrdistriktene, og er en medvirkende årsak til alvorlige miljøskader i vassdragene.

Figur 7.5 viser tilført nitrogen til jordbruksarealet i form av kunstgjødning og husdyrgjødning samt nitrogeninnholdet i avlingen - for åker og eng under ett. I 1930-1934 var innholdet av nitrogen i avlingen om lag 73 prosent av N-innholdet i tilført gjødning (hovedsakelig husdyrgjødning). Økningen i avlingen i perioden 1930-1986 har imidlertid ikke vært like stor som økningen i N-gjødning. Dette har medført at N-innholdet i avlingen i 1985-1986 tilført gjødning (hovedsakelig husdyrgjødning). Økningen i avlingen i perioden 1930-1986 har

Figur 7.5. Nitrogeninnhold i gjødning (kunstgjødning og husdyrgjødning) og i bortført avling¹⁾ 1930-1986. Hele landet.



¹⁾ Inklusive kulturbeite. Tallene er beregnet på grunnlag av N-innhold pr. kg av ulike vekster i perioden.

Kilder: NLVF og GEFO, 1986. Heje 1929-1986, Institutt for husdyrernæring (NLH) og SSB.

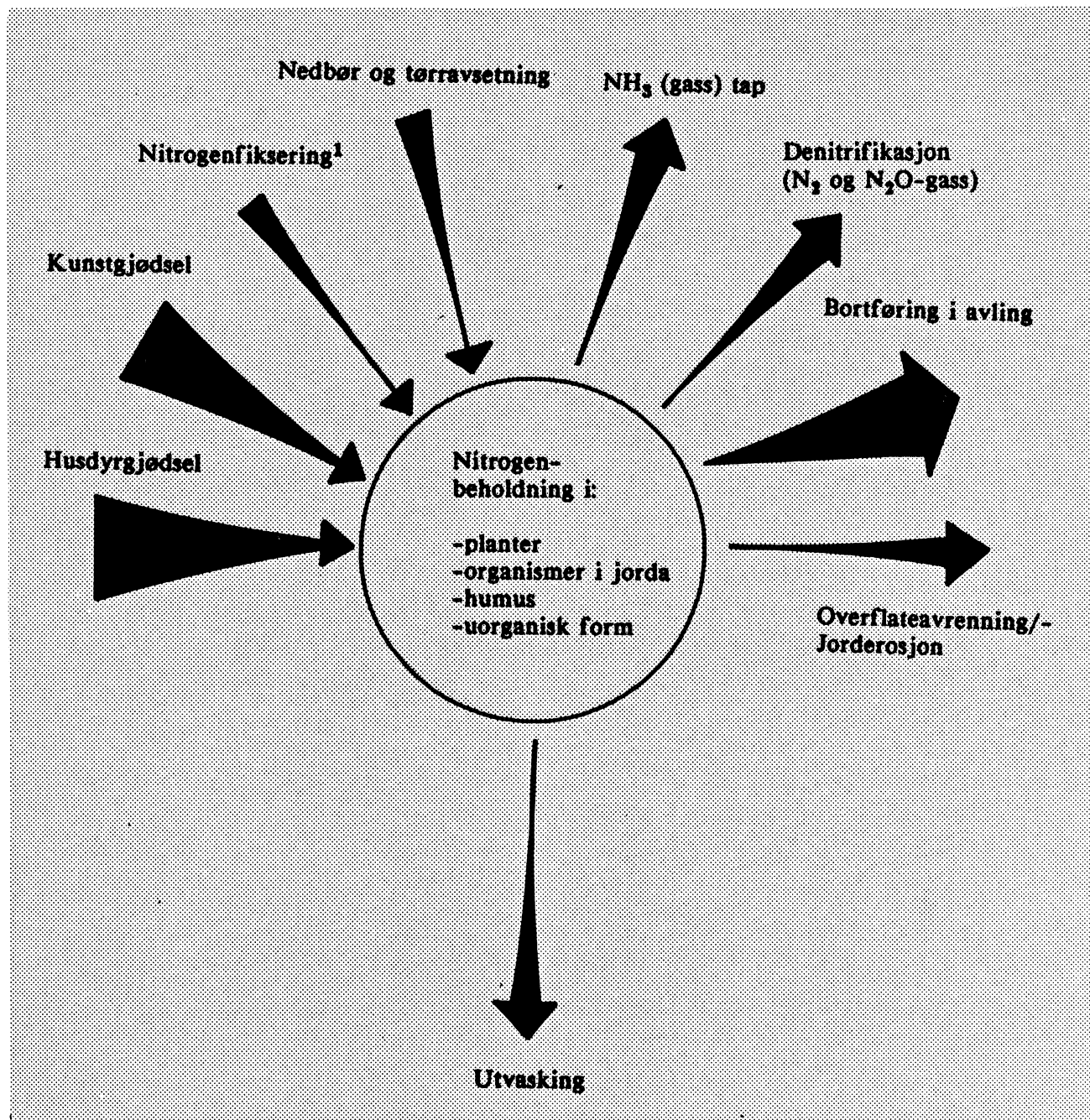
imidlertid ikke vært like stor som økningen i N-gjødning. Dette har medført at N-innholdet i avlingen i 1985-1986

Jordbruksarealet tilføres også nitrogen ved nitrogenfiksering og sur nedbør/tørravsetning, se figur 7.6. Tilførselen i form av nedbør/tørravsetning er økt, mens nitrogenfikseringen er redusert (pga. mindre dyrking av kløver og andre belgvekster) i perioden 1930-1986.

I tillegg til bortføring med avlingen, føres nitrogen bort ved gass-tap fra husdyrgjødning som ikke er nedmølet, ved denitrifikasjon (N_2 og N_2O -gass), ved overflateavrenning/jorderosjon (se ovenfor) og ved utvasking fra jordsmonnet. Denitrifikasjon skjer ved oksygenfrie forhold og har økt pga. strukturskader i jorda ved kjøring med tunge maskiner og økt tilførsel av gjødning (Uhlen, 1987 og Kolebrander, 1982).

Utvaskingen av nitrogen er avhengig av jordsmonnets evne til å binde nitrogen i humus (dødt organisk materiale) og i organismer. På arealer med flerårige vekster (eng), øker humusinnholdet fra år til år, se figur 7.7. Åkerarealer får redusert humusinnhold de første årene med åpen åker, men etter hvert innstilles det en likevekt mellom nedbrytning og oppbygging av humus.

Figur 7.6. Nitrogenbalansen i planteproduksjonen



¹) I belgvekster og organismer i jorda.

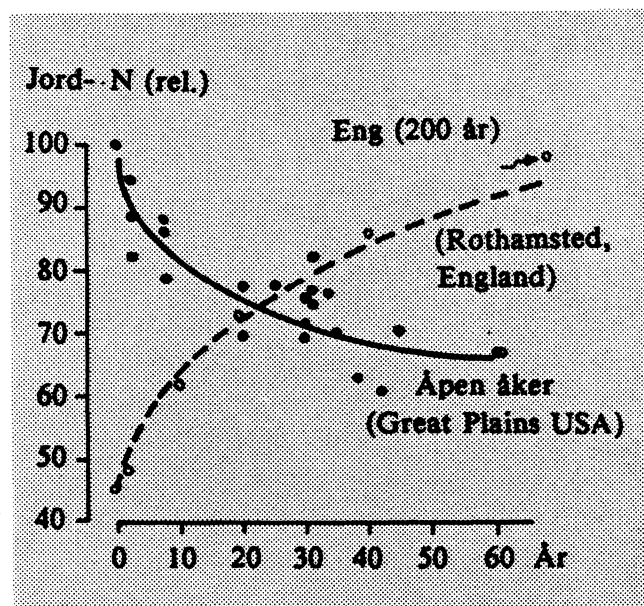
Omleggingen fra engdyrking til korndyrking på Østlandet har ført til økt nedbrytning av humus i jorda, og dermed økt utvasking av nitrogen. På lengre sikt vil imidlertid forholdet mellom nitrogen i gjødning og nitrogen i avlingen være bestemmende for utvasking fra åkerjorda (Andersson, 1986).

På engarealene kan økte gjødselmengder føre til økt oppbygging av humus. Tilførsel av store mengder hus-

dyrgjødsel (i tillegg til kunstgjødning) fører likevel til økt utvasking på disse arealene.

Fosfor bindes, i motsetning til nitrogen, sterkt i jorda. Økningen i tilført fosfor i kunstgjødning har derfor medført økt innhold av fosfor i det øverste laget av jordsmonnet. Fosfortap fra arealene skyldes derfor ikke utvasking fra jordsmonnet, men hovedsakelig overflateavrenning, som skjer i form av jorderosjon og avrenning av husdyrgjødsel.

Figur 7.7. Endringer i humusinnholdet¹ i jorda ved engdyrking og ved dyrking av ettårige vekster (åker).



1) Målt ved mengden nitrogen i humus.

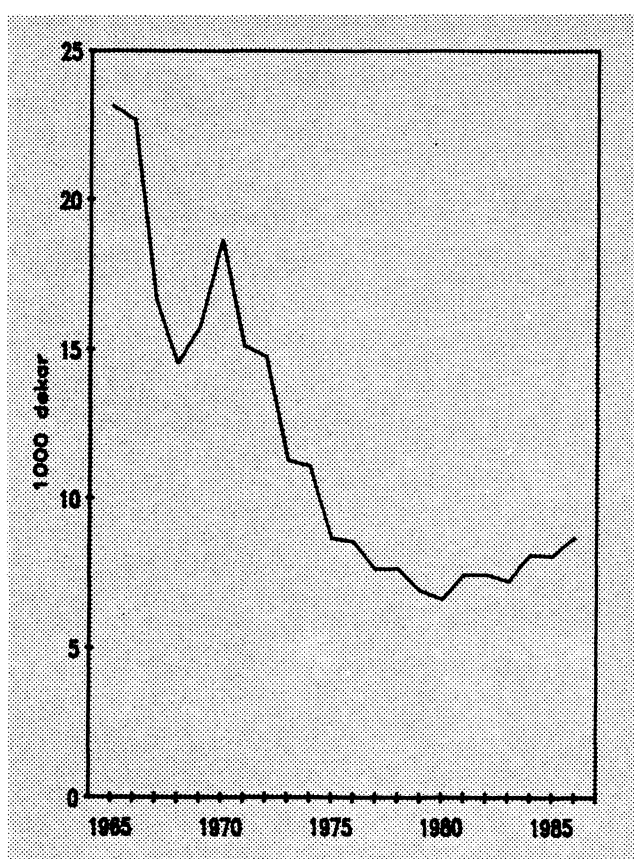
Kilde: Kuntze, 1983.

7.2. Nedbygging av jordbruksarealer

Omdisponering av jordbruksarealer til utbyggingsformål innebærer at jordsmonnet fjernes og arealet dekkes av bygninger, veier etc. Nedbyggingen innebærer en irreversibel endring av arealenes tilstand, fordi de senere ikke kan tilbakeføres til jordbruksareal (uten at man tilfører jordsmonn fra andre arealer).

Figur 7.8 viser tillatt omdisponering av dyrket jord til utbyggingsformål i perioden 1965-1986. Årlig nedbyg-

Figur 7.8. Tillatt omdisponering av dyrket jord til utbyggingsformål. 1965-1986. 1 000 dekar



Kilde: LD.

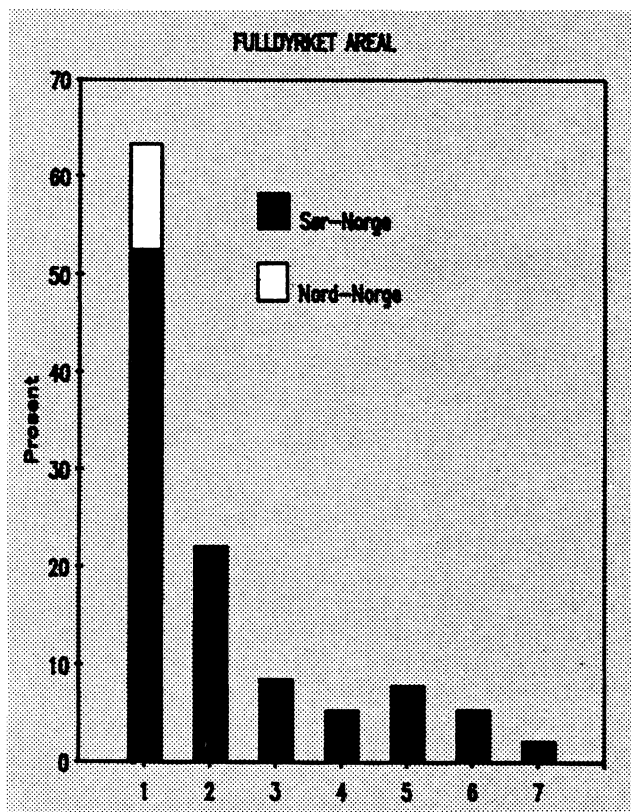
ging av dyrket jord er redusert i løpet av perioden, men er fortsatt på 8 - 10 000 dekar, dvs. om lag 0,1 prosent av fulldyrket areal. Denne irreversible avgangen av dyrket jord kan erstattes ved nydyrking, produks-

Tabell 7.4. Dyrkingsklasser etter høydesoner. Østlandet

Høyde over havet	Klimatiske betingelser for korndyrking	Klimatiske betingelser grovfôr dyrking
Meter		
0 - 150	Svært god	Svært god
151 - 300	God	" "
301 - 450	Brukbar	" "
451 - 600	Knapt brukbar	" "
601 - 900	Ikke brukbar	God
901 -1050	" "	Brukbar
1051 -1200	" "	Knapt brukbar
1201 -	" "	Ikke brukbar

Kilde: Njøs, 1979.

Figur 7.9. Fulldyrket areal etter høydesoner og landsdel. Prosent



Høydeklasser (m.o.h.):

1: 0 - 149 meter	4: 450 - 599 meter
2: 150 - 299 meter	5: 600 - 749 meter
3: 300 - 449 meter	6: 750 - 899 meter
	7: 900 - 1049 meter

Kilde: Strøm, 1985.

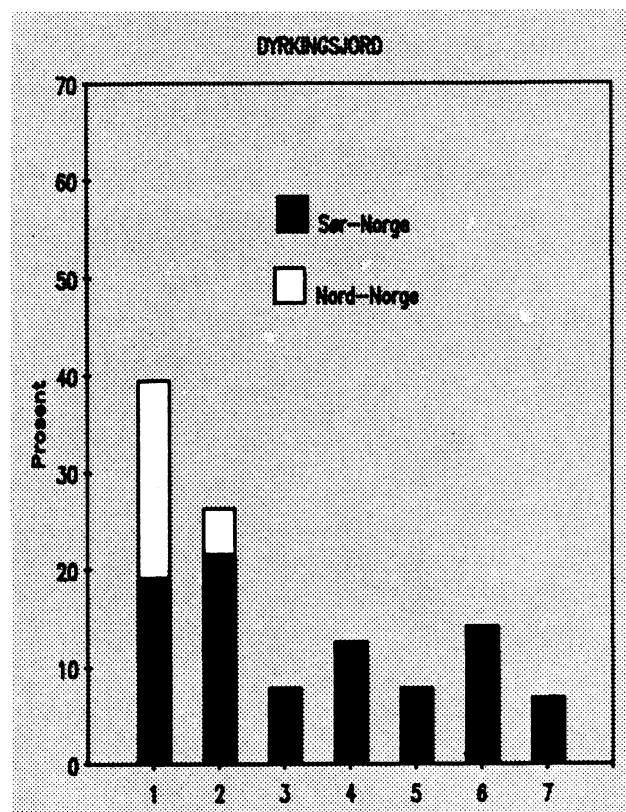
tivitetsøkning på gjenværende dyrket areal eller ved import av matvarer.

Arealregnskapet viser at det er mulig å nydyrke et areal like stort som dagens fulldyrkede areal. Men fordi kvaliteten på arealene varierer betydelig, er det ikke tilstrekkelig å måle deres samlede størrelse for å vurdere effekten av nydyrking i forhold til nedbygging. Mens det for store områder bare er aktuelt å dyrke gras, er det i andre områder mulig å dyrke et stort antall krevende vekster (f.eks. hvete).

Temperaturen er en viktig begrensende faktor i vurderingen av arealenes egnethet til jordbruksproduksjon i Norge. Arealer opp mot fjellet eller langt nord i landet er derfor mindre produktive enn arealer i lavlandet og i Sør-Norge - både m.h.t. muligheten for dyrking av krevende vekster og avling pr. dekar av de vekstene som kan dyrkes der. På Østlandet er f.eks. korndyrking mest aktuelt under 450 m.o.h. mens grovfôr kan dyrkes opp til over 1 000 m.o.h., se tabell 7.4.

1) I tillegg til temperaturen er det tatt hensyn til jordart (kornstørrelse, dybde etc.), terrengets bratthet, teigstørrelse, arrondering etc.

Figur 7.10. Dyrkingsjord etter høydesoner og landsdel. Prosent



Høydeklasser, se figur 7.9.

Kilde: Strøm, 1985.

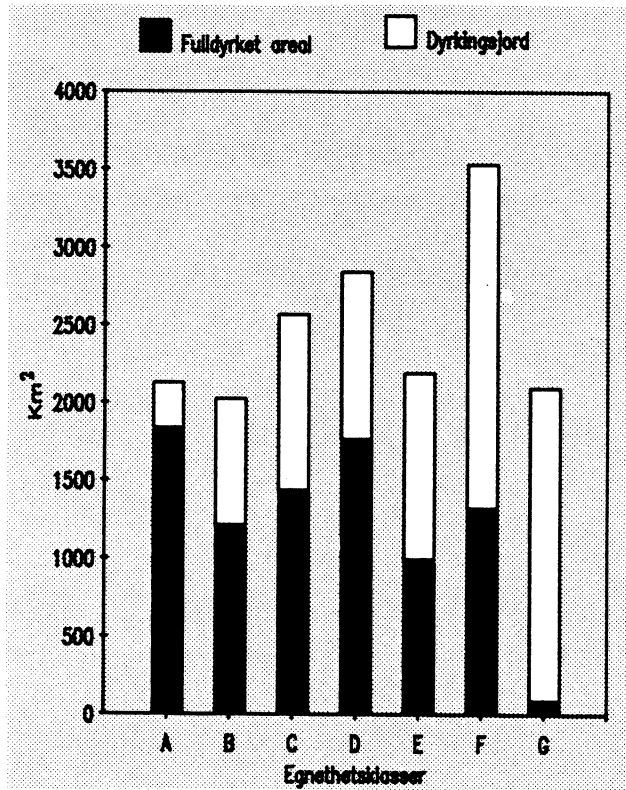
Mens mesteparten av fulldyrket areal ligger i lavlandet i Sør-Norge, ligger store deler av dyrkingsreservene i Nord-Norge og i høyere strøk i Sør-Norge. Figurene 7.9 og 7.10 viser at over 50 prosent av fulldyrket areal ligger under 150 meter i Sør-Norge, mens tilsvarende tall for dyrkingsjord er knapt 20 prosent.

Figur 7.11 viser foreløpige tall for fulldyrket areal og dyrkingsjord etter egnethet for jordbruk¹. Mesteparten av de arealene som er egnet til kornproduksjon (klasse A-C) er allerede fulldyrket. Dyrkingsreservene er i første rekke mindre produktive arealer som er egnet til grasproduksjon, men ikke til korndyrking (klasse E-G).

Nydyrking av de høyproduktive arealreservene som finnes i lavlandet, vil komme i konflikt med annen bruk av arealene, f.eks. til produktiv skog.

Mens nydyrkingsreservene først og fremst finnes på mindre produktive arealer opp mot fjellet og langt nord i landet, skjer nedbyggingen i stor grad på produktive arealer i lavlandet. Foreløpige tall fra utbyggingsregnskapet tyder på at om lag 75 prosent av nedbygd jordbruksareal i Sør-Norge utenom Trøndelag (1984) var egnet til matkorndyrking, dvs. de tre beste klassene i figur 7.11.

Figur 7.11. Fulldyrket areal og dyrkingsjord etter egnethet for jordbruk. Hele landet. Foreløpige tall. Km²



Egnethetsklasser:

A: Ingen viktige begrensninger. Særlig gunstige klimatiske betingelser. Svært godt egnet til matkorn.

B: Ingen viktige begrensninger. Godt egnet til matkorn.

C: Få begrensninger. Kan brukes til matkorn.

D: Moderate begrensninger. Ikke egnet til matkorn.

E: Betydelige begrensninger

F: Sterke begrensninger. Åkerdyrking lite aktuelt.

G: Svært sterke begrensninger. Marginal for fulldyrking.

Kilde: SSB

Referanser

Andersson, R. (1986): Förluster av kväve och fosfor från åkermark i Sverige. Omfattning, orsaker och förslag till åtgärder. Avhandling ved Sveriges Lantbruksuniversitet

Heje, K.K. (div. år): Lommehåndbok for jordbrukere, skogbrukere, meierister og hagebrukere (årgangene 1929, 1940, 1949, 1959, 1969, 1979, 1987)

Kolebrander, G.J. (1982): Fertilizers and pollution. Trans. Int. Congr. Soil Science 12th, India

Kuntze, H. (1983): Zur stickstoffdynamik in landwirtschaftlich genutzten böden. I: Nitrat-ein problem für unsere trinkwasserversorgung? Arbeiten der DLG. Band 177

LD (1955): Om retningslinjer for utvikling av jordbruket. St.meld. nr.60

LD (1963-64): Om jordbrukspolitikken. St.meld. nr.64

LD (1975-76): Om norsk ernærings- og matforsyningspolitikk. St.meld. nr.32

LD (1983-84): Om gjennomføringen av jordbruksavtalen 1980-82. St.meld. nr.81

Njøs, A. (1979): Vurdering av mineraljord til dyrking - forslag til klassifisering. Jord og myr nr. 1, 1979

NLVF og GEFO (1986): Forurensning fra Landbruket - ressurser på avveie. Landbruksforlaget

Strøm, G.D. (1985): Arealressurser i Norge - egenskaper ved og bruk av arealene. Hovedoppgave i geografi, Universitetet i Oslo

Uhlen, G. (1987): Næringsstoffbalanse i jord. Notat



Foto: Ottar Kjøenstad

8. Vann

Forsuring, overgjødsling og forurensning med miljøgifter er de mest utbredte problemene i norske vassdrag. I fjordområdene er overgjødsling og forurensning med miljøgifter dominerende.

Overgjødslingen skyldes utslipp fra husholdninger og avrenning fra landbruket. Miljøgiftene stammer hovedsaklig fra industriutslipp, mens forsuringen skyldes økt tilførsel av langtransporterte luftforurensninger som gir sur nedbør og sur avrenning fra vassdragenes nedbørfelt.

pH-verdien har endret seg lite det siste ti-året i innsjøene i Sør-Norge, men det har skjedd en forskyvning mellom sulfat og nitrat i bidraget til å opprettholde lave pH-verdier på Sør- og Østlandet. På Sørlandet er nitratinnholdet i mange innsjøer fordoblet fra 1974 til 1986, og ser ut til å motvirke den positive effekten av reduserte utslipp av svovel (SFT, 1987a).

8.1 Vannforurensninger

Vannforurensninger vurderes vanligvis ved hjelp av flere sett av indikatorer som angir avvik fra den naturlige tilstanden i vannet. Hvert indikatorsett danner en samlet vurdering av vannkvaliteten med hensyn på de vanligste forurensningsproblemene. I det norske vurderingssystemet for vannkvalitet i elver og innsjøer (SFT, 1988) skiller det mellom 6 ulike typer forurensninger:

- * Eutrofiering (overgjødsling)
- * Partikulært materiale
- * Organisk stoff
- * Forsuring
- * Miljøgifter
- * Mikrobiologisk forurensning

Av disse 6 utgjør eutrofiering, forsuring og miljøgifter de største vannforurensningsproblemene i Norge. Forsuringen har størst regionalt omfang, mens spesielt forurensning med miljøgifter har store konsekvenser i nærområdene rundt utslippskilden.

Eutrofiering

Størrelsen på produksjonen av plantemateriale i vassdrag og fjorder har betydning både for kjemiske og biologiske forhold i vannet. Økt tilførsel av plantenæringsstoffer som fosfor og nitrogen kan bringe vannforekomsten ut av likevekt og resultere i dårligere vannkvalitet og store endringer i vannets innhold av levende organismer. De sekundære virkningene av dette er at vannets bruksmuligheter både som drikkevannskil

de, som lokalitet for akvakulturanlegg og fiske, som lokalitet for bading og rekreasjon og til bruk i deler av industrien reduseres.

Eutrofiering er særlig utbredt i små, grunne vann i lavereliggende strøk med høy bosetning og/eller jordbruksaktivitet i nedbørfeltet. Det er i første rekke innsjøer og elver på Østlandet og i kystnære strøk på Sørlandet, Jæren og deler av Trøndelag som er rammet (SFT, 1986a).

Eutrofiering av fjorder er også knyttet til områder med befolkningkonsentrasjoner. Dessuten har mange fjorder terskler som hindrer effektiv vannutskifting og gjør fjordene spesielt utsatte for eutrofiering.

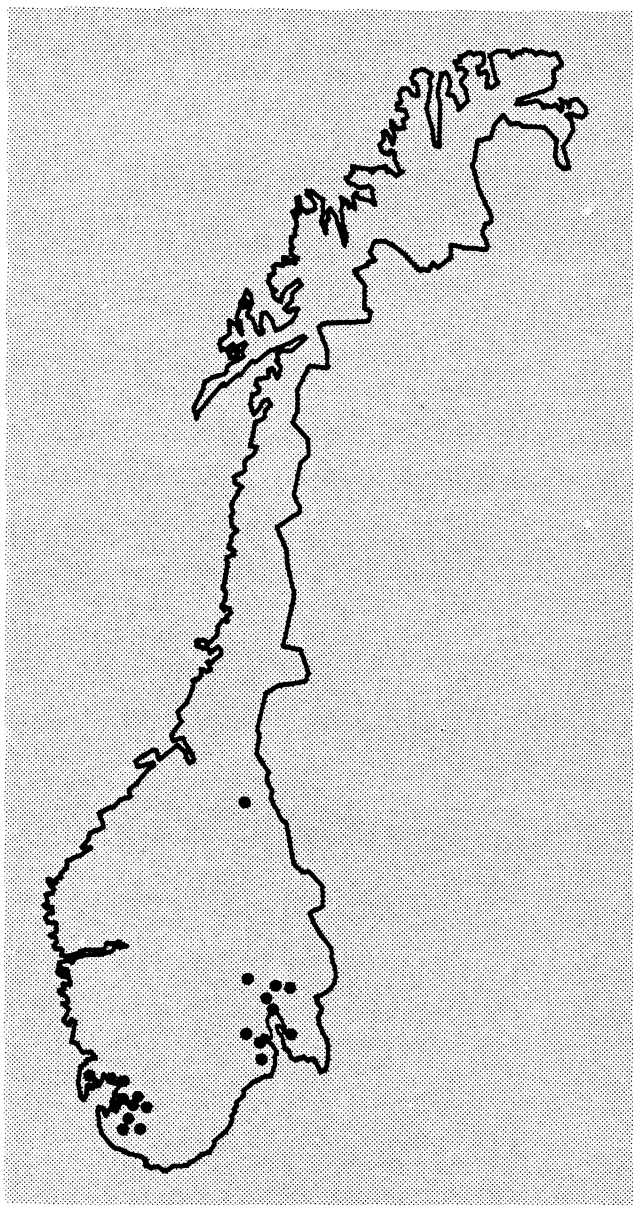
Symptom på eutrofieringsprosessen er vanligvis at innholdet av planktoniske alger øker og at enkelte arter, spesielt noen arter av blågrønnalgene, ekspanderer kraftig (algeblomst). Blågrønnalgene favoriseres ved eutrofiering bl.a. fordi de har evne til å utnytte løst nitrogengass i vannet. Denne algegruppen får dermed en stor fordel i næringskonkurransen med andre algegrupper.

Algene gir vannet sterk farge og de flyter opp til vannoverflaten i klumper. I eutrofe vann vil det forbrukes store mengder oksygen, og i de dypere vannlag vil det mot slutten av stagnasjonsperiodene kunne oppstå oksygenmangel med bl.a. dannelse av hydrogensulfid som er en giftig gass. I sirkulasjonsperiodene (vår og høst) kan gassen spres i hele vannmassen og gi giftvirkning på fisk. Sterk eutrofiering medfører endring i fiskefaunaen. I ferskvann betyr dette at karpefisk (mort, suter, brasme o.l.) erstatter ørret, røye og sik.

Antall bunndyrarter avtar sterkt ved kraftig eutrofiering, men de artene som overlever kan til gjengjeld få stort antall individer.

Flere av blågrønnalgene som blomstrer opp ved eutrofiering har evne til å produsere giftstoffer som ved høye doser kan være dødelige for både mennesker og dyr. Det er snakk om flere grupper av giftstoffer, som bl.a. kan gi leverskader eller virke på sentralnervesystemet (SFT, 1986a). I tillegg danner blågrønnalgene forbindelser som kan føre til oppkast, diare og feber hos varmblodige dyr samt forbindelser som setter smak og lukt på vannet. Vanlig renseteknisk behandling av drikkevann er ikke tilstrekkelig for å fjerne algegiftstoffer fra vannet (SFT, 1986a). Figur 8.1 viser lokaliteter med forekomst av giftproduserende blågrønnalger i Norge.

Figur 8.1. Lokaliteter med forekomst av giftproduserende blågrønnalger i Norge.



Kilde: SFT, 1986a.

Organisk stoff og partikulært materiale

Disse to typene forurensning behandles sammen fordi partikulært materiale omfatter både organiske- og uorganiske partikler. Organisk stoff omfatter i tillegg til organiske partikler også løst organisk stoff.

Organisk stoff tilføres vannforekomstene gjennom utslipp knyttet til menneskelig aktivitet (kommunale utslipp, utslipp fra jordbruket og industrielle utslipp) eller oppstår som en effekt av eutrofiering. Forurensning med organisk stoff rammer i stor grad de samme vannforekomster som rammes av eutrofiering.

En rekke små innsjøer i skog- og myrområder har desuten en høy naturlig tilførsel av organisk stoff i form av humus. Humus består av lite nedbrytbare organiske molekyler og gir vannet en gul eller brun farge. Humusholdig vann regnes som lite egnet til drikkevann både på grunn av fargen og fordi enkelte humusstoffer kan være skadelige for mennesker.

Symptomene på høyt innhold av organisk stoff er, i likhet med ved eutrofiering, redusert oksygeninnhold i vannet med tilhørende kjemiske og biologiske endringer. Økt innhold av organisk stoff gir også økt mengde av sopp og bakterier (nedbrytere) og gjør vannet uegnet til de fleste formål. Nedslamming av bunnen reduserer vannets rekreasjonsverdi.

Uorganiske partikler tilføres vassdragene enten gjennom erosjon og utvasking fra nedslagsfeltet eller som direkte utslipp fra bergverk, industri eller annen virksomhet. Inngrep i nedslagsfeltet f.eks. i form av flatehogst, nydyrking, bakkeplanering og byggeaktivitet kan øke tilførselen av uorganiske partikler vesentlig. Innholdet vil også ha store naturlige variasjoner med toppen i snøsmeltingen og ved kraftige regnskyll. Vassdrag som renner gjennom områder med silt- og leirholdige jordarter er mest utsatte for forurensning med uorganiske partikler.

Konsekvensene av høy partikkeltransport er nedslamming av bunnområder slik at bunndyrhabitat og gyteplasser ødelegges og vannets rekreasjonsverdi forringes. Dessuten fører høyt innhold av uorganiske partikler til økt slitasje i rørkonstruksjoner når vannet brukes f.eks. i vanningsanlegg eller i industrien.

Miljøgifter

Miljøgifter omfatter en rekke vidt forskjellige kjemiske stoffer. Tungmetaller og organisk-kjemiske forbindelser er de viktigste gruppene. Tungmetallene omfatter bl.a. bly, kvikksølv, kadmium, sink og kobber mens de organisk-kjemiske forbindelsene omfatter polyklorerte bifenyler (PCB), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og biocider.

Vann forurenset med miljøgifter har sterkt begrensede bruksmuligheter til drikkevann, til akvakultur og fiske, til vanning og til rekreasjon. Miljøgiftene påvirker, selv

i små mengder, organismer kjemisk slik at sentrale livsfunksjoner kan skades.

Miljøgiftene kan virke direkte på organismens kropps-overflate (vanlig ved akutt forgiftning) eller trenge inn i selve organismen og forårsake forgiftning. Giften kan også akkumuleres i bestemte typer vev (vanlig ved kronisk forgiftning). Giftvirkningen av flere miljøgifter i blanding kan enten være additiv (giftvirkningen summeres), synergetisk (giftigheten er større enn summen av giftvirkningen av enkeltstoffene) eller antagonistisk (stoffene motvirker hverandre slik at giftvirkningen reduseres).

Tabell 8.1. Miljøgifter som SFT prioriterer å begrense utslippene av

Stoffer prioritert for tiltak:

Bly
Kadmium
Kvikksølv
Krom
Kobber
Sink
Fluorider
Klorerte alkylbenzener og styrener (KAB)
Klorerte dibenzo-p-dioksiner og dibenzo-furaner (dioksiner)
Klorerte fenoler
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
Tinnorganiske forbindelser
Polyklorerte bifenyler (PCB)

Stoffer som bør vurderes nærmere før eventuelle tiltak:

Aluminium
Arsen
Nikkel
Klorerte benzener
Klorerte etaner
Klorerte parafiner

Kilde: SFT, 1987b

Miljøgifter er vanligvis lite nedbrytbare og har dermed lang oppholdstid i naturen etter spredning. Mange miljøgifter, f.eks. PCB og biocider, akkumuleres i planter og dyr ved at de lagres i fettvev. I tillegg oppkonsentreres de for hvert ledd i næringskjeden. Dette gjør at spesielt dyr høyt oppe i næringskjeden kan være ubrukelige til konsum, og at organismene selv er svært utsatte for giftvirkning.

Industriutslipp og avrenning fra avfallsfyllinger er de viktigste kildene for tilførsel av miljøgifter både til fjorder og vassdrag, se nærmere beskrivelse i avsnitt 8.2. Utløsing av tungmetaller fra jordsmonn og berggrunn kan også være betydelig særlig når jordvannet er surt.

Tabell 8.1 viser SFT's prioriteringer av miljøgifter som det skal settes inn konkrete tiltak for å begrense utslippene av. Felles for alle disse stoffene er at de er funnet

i så høye konsentrasjoner at det begrenser bruken av vannressursene. Flere av stoffene i tabell 8.1 slippes hovedsaklig ut til luft og jord, slik at den største påvirkningen på vannressursene skjer indirekte gjennom nedbør og ved utvasking gjennom sigevann fra jordsmonnet.

Forsuring

Vannets surhetsgrad har stor betydning for det biologiske livet og for en rekke kjemiske forhold i ferskvann.

Surhetsgraden uttrykkes som pH-verdi og er et mål på konsentrasjonen av hydrogenioner i vannet. pH-skalaen er logaritmisk og har verdier mellom 1 og 14. Nøytralt vann har pH-verdi rundt 7 mens surt vann har lavere pH-verdi (høyere konsentrasjon av hydrogenioner). Vannets innhold av kalk i form av bikarbonat og karbonat avgjør hvor motstandsdyktig vannet er for pH-endringer. Dette kalles vannets bufferevne. Lav bufferevne innebærer at vannet vil kunne få store svingninger i pH-verdi selv ved lav syretilførsel og etterhvert bringes over i et forsuret stadium.

Økningen i syreinnhold i vann skyldes i hovedsak økte tilførsler av syredannende stoffer gjennom luftforurensninger. Utslipp av svoveldioksid (SO₂) og nitrogenoksider (NO_x) fra forbrenning av fossile brennstoffer resulterer i dannelse av sulfat (SO₄²⁻) og nitrat (NO₃⁻) når utslippene kommer i kontakt med nedbør. Nedbøren drenerer enten gjennom jordsmonnet via grunnvannet til vassdragene eller renner direkte til vassdragene. Prosessene i jordsmonnet avgjør forholdet mellom surheten i nedbøren og surheten i vannet som ender i vassdragene. Store deler av Norge har fattig berggrunn og tynt jordsmonn som har liten evne til å bufre den sure nedbøren. Virkningene er størst i de sørlige delene av Norge fordi tilførslene av langtransporterte luftforurensninger fra Mellom-Europa og Storbritannia er størst i disse områdene. Det antas at et område på om lag 33 000 km² er sterkt rammet av forsuring i Norge; spesielt i fylkene Aust-Agder, Vest-Agder, Rogaland og Telemark. Det er små vann i høyereliggende strøk med tynt løsmassedecke som rammes først.

De fleste plante- og dyrearter som lever i vann, kan fungere normalt bare innenfor begrensede surhetsintervaller. Når vannet forsures, vil svært mange arter reduseres eller dø ut, konkurranseforholdet mellom artene vil forandres og de artene som tåler lav pH-verdi, vil øke i antall.

Forsuringen kan føre til økt innhold av aluminium og tungmetaller i vannet og til økt korrosjon i ledningsnett for drikkevannsforsyning. Forsuring reduserer rekreasjonsverdien av vassdragene i første rekke ved at fiskebestander dør ut.

Mikrobiologisk forurensning

Mikrobiologisk forurensning er vannets innhold av organismer (som f.eks. bakterier og encellede dyr) eller

virus som kan overføre sykdommer. Fekalier (avføring) fra syke mennesker og dyr inneholder store mengder slike organismer eller virus.

Mikrobiologisk forurensning legger sterke begrensninger på vannets bruksmuligheter både som drikkevann, til rekreasjon og til bruk f.eks. i næringsmiddelindustrien.

Kildene til denne type forurensning er utslipp av avløpsvann, avrenning fra jordbruket og sigevann fra søppelfyllinger. Det er dermed vann i nærheten av områder med høy bosetningstetthet og nær jordbruksområder som rammes mest.

Under norske forhold er det i hovedsak mage- og tarminfeksjoner som overføres gjennom mikrobiologisk forurensning av vann. Men også sykdommer som kolera, tyfoidfeber, dysenteri, tuberkulose og polio-myelitt overføres gjennom mikroorganismer i vann.

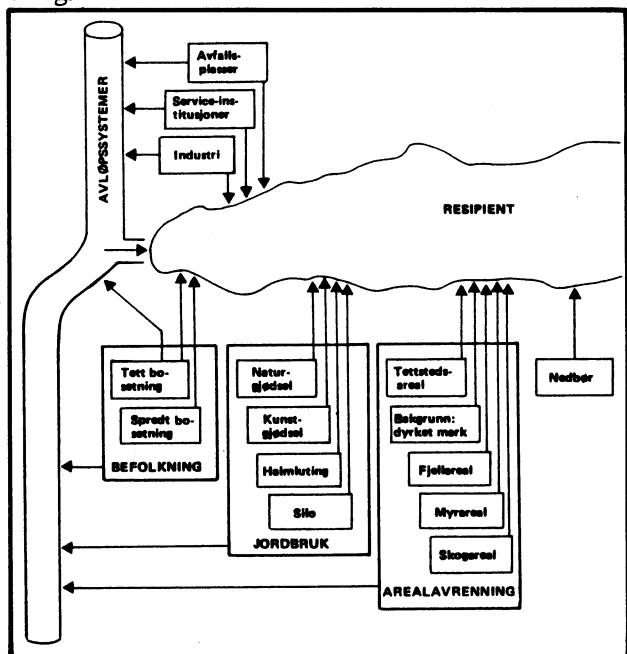
8.2. Kilder til vannforurensning

Stofftilførselene til elver, innsjøer og fjorder kommer dels fra naturlig påvirkning og dels fra menneskelig aktivitet. Figur 8.2 viser en oversikt over forskjellige tilførselskilder.

Kildene til vannforurensning kan grovt deles inn i tre hovedkilder:

- 1) Utslipp fra husholdninger
- 2) Utslipp fra landbruk
- 3) Utslipp fra industri

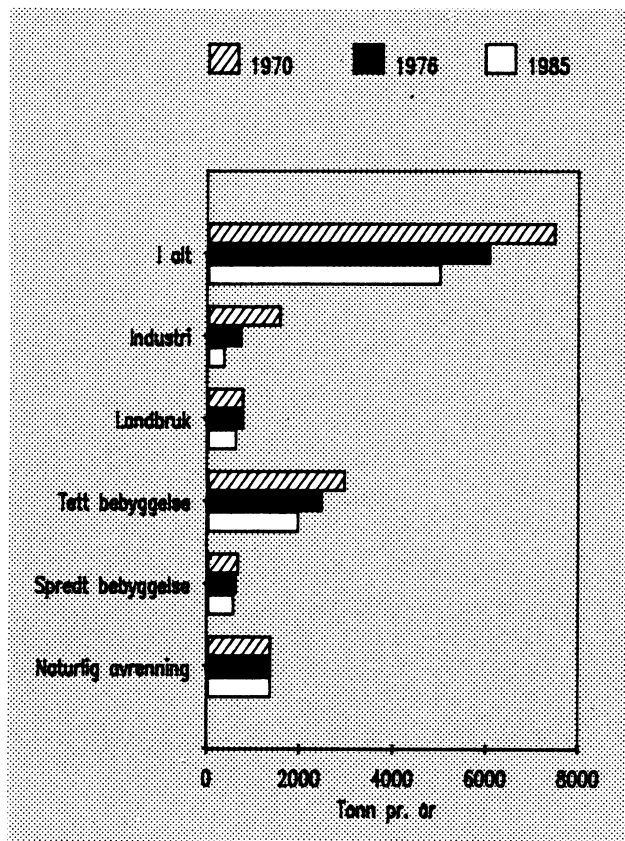
Figur 8.2. Oversikt over ulike kilder til vannforurensning.



Kilde: NIVA.

Figurene 8.3 og 8.4 viser beregnede utslippsmengder av henholdsvis fosfor og organisk materiale i 1970, 1976 og 1985. Den største fosfortilførselen kommer fra tettbebyggelse. Industrien er hovedkilden til utslipp av organisk materiale. Nedgangen i utslippene fram til 1985 skyldes bl.a. tiltak for å bedre og utbygge rensningsanlegg og avløpssystemer, prosessomlegginger i industrien og omlegging av driftsmåter i jordbruket. Tall for totale utslipp av organisk materiale fra landbruket finnes ikke.

Figur 8.3. Beregnede utslippsmengder av fosfor, 1970, 1976 og 1985. Tonn pr. år



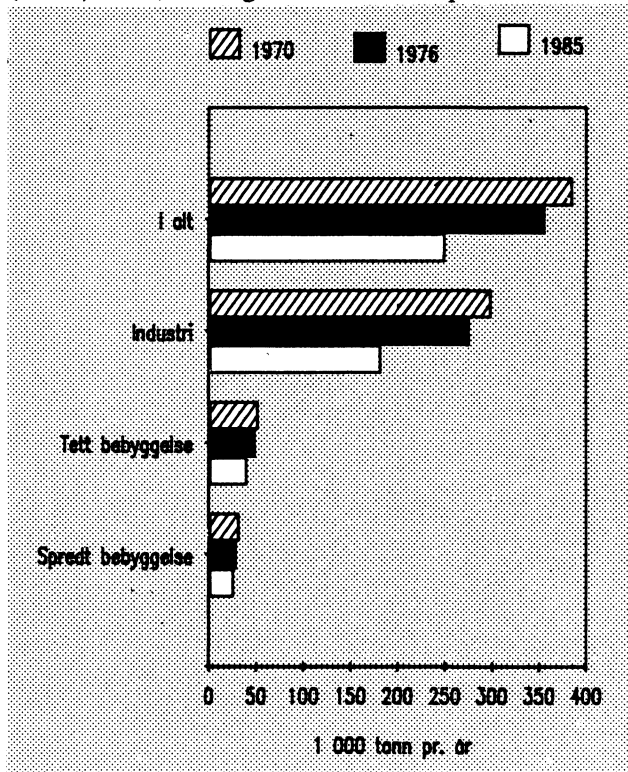
Kilde: SFT, 1984.

Utslipp fra husholdninger

Forurensninger i vann fra husholdninger domineres av menneskelig utskilling (urin og fekalier), matrester, urenheter fra vask og vaskemidler. Det er beregnet at det slippes ut om lag 2,5 g fosfor pr. person pr. døgn.

Avløpsvannet fra husholdninger ledes bort enten ved hjelp av separate avløpsanlegg, f.eks. for boliger og hytter i spredt bebyggelse, eller ved tilknytning til kommunale avløpsanlegg. En undersøkelse utført av SSB (Brunvoll, 1987) viste at det ved utgangen av 1984 var tilknyttet om lag 1,1 mill. leiligheter eller om lag 3 mill. personer til kommunale avløpsledninger. Ennå er ikke alle kommunale avløpsledninger tilknyttet avløpsren-

Figur 8.4. Beregnede utslipp av organisk materiale (BOF₇). 1970, 1976 og 1985. 1 000 tonn pr. år



Kilde: SFT, 1984.

seanlegg. Det er anslått at om lag 2 mill. personer var tilknyttet renseanlegg i 1983 (Brunvoll, 1986).

Avløpssystemene har sin opprinnelse i behovene for drenering og transport av forurenset vann fra bygninger. Tidligere ble ofte vannet ledet i rør til nærmeste vannforekomst. Med utviklingen av samfunnet har avløpsvannets mengde og sammensetning forandret seg.

Ettersom miljølempene økte, ble det fra forureningsmyndighetene innført krav om rensing av avløpsvann. En relativt stor del av avløpsledningene er imid-

lertid bygget med andre funksjonskrav enn de som finnes i dag. Selv relativt nye ledninger kan også fungere dårlig, f.eks. på grunn av feil dimensjonering, dårlige skjøter, feilkoplinger, kjemiske angrep og dårlig anleggsutførelse. Det er altså ofte feil og mangler ved ledningsnett, slik at store mengder forurenset spillvann lekker ut av ledningene og ikke når fram til renseanlegg. Vann trenger også inn i avløpsledningene, særlig i perioder med mye nedbør. Det blir en ekstra belastning som kan forårsake driftsproblem ved renseanlegg. En vellykket rensing av avløpsvann avhenger av at renseanleggene og transportsystemet for avløpsvann fram til renseanleggene fungerer tilfredsstillende. Utbedring av avløpsledninger er derfor en viktig del av arbeidet med å redusere forurensningstilførslene fra befolkning og industri.

SFT regner med at det fram mot år 2000 vil bli større kloakkutslipp pga. for dårlig vedlikehold og for lave vedlikeholdsinvesteringer i ledningsnett og renseanlegg (SFT, 1986b). Ved utgangen av 1984 var det i Norge om lag 27 400 km avløpsledninger, stikkledninger ikke inkludert (Brunvoll, 1987). De vanligste materialtypene er betong og PVC, som utgjorde hhv. 66 og 29 prosent av total ledningslengde.

Tilveksten i 1984 er beregnet til om lag 800 km. Dette var om lag 300 km mindre enn det som ble beregnet for 1980. Tilveksten i 1984 var drøye seks ganger større enn det som ble rehabilitert og utskiftet. PVC utgjorde den klart største andelen av tilveksten med 68 prosent.

I 1984 ble det skiftet ut 97 km gamle ledninger og 30 km ble rehabilitert. Med denne utskiftingstakten vil det ta flere hundre år å skifte ut det eksisterende ledningsnett, og samtidig er det en årlig tilvekst som er flere ganger større enn det som skiftes ut.

I SSB er det i samarbeid med SFT etablert et register over avløpsrenseanlegg i Norge. Registeret omfatter alle renseanlegg som betjener 50 personenheter (PE) eller mer. Tabell 8.2 viser antall renseanlegg, dimensjonerende hydraulisk kapasitet og hydraulisk tilknyt-

Tabell 8.2. Antall anlegg, kapasitet og tilknytning ved registreringene i 1978, 1982 og 1983. Renseprinsipp

Renseprinsipp	Antall anlegg			Kapasitet (1000 PE)			Tilknytning (1000 PE)		
	1978	1982	1983	1978	1982	1983	1978	1982	1983
I alt	523	617	639	1 942	2 558	2 754	1 464	2 031	2 181
Mekanisk	72	74	83	254	414	459	143	237	283
Biologisk	232	173	167	146	102	99	98	64	63
Mekanisk/ kjemisk	71	99	106	923	1 335	1 482	686	1 147	1 244
Biologisk/ kjemisk	148	271	283	619	708	715	537	583	592

Kilder: SFT, 1983. SSB, 1983. Brunvoll, 1986

ning fordelt på renseprinsipp i 1978, 1982 og 1983. I tillegg til de mer høygradige anleggene som omfattes av tabell 8.2, kommer 540 jordrenseanlegg, slamavskillelere og rister (forbehandlingsanlegg) med samlet kapasitet på 379 000 PE og tilknytning på 307 000 PE.

Rensekapasiteten i fylkene er bl.a. avhengig av befolkningensmengde, rensebehov og utbyggingstempo. Valg av rensemetode er avhengig av avløpsvannets sammensetning og resipientenes tilstand og mottakskapasitet. Anlegg med kjemisk rensing utgjør en høy andel av rensekapasiteten på Østlandet. I andre landsdeler er det en dreining mot mer mekanisk og biologisk rensing. Generelt er både den totale kapasitet og kapasiteten pr. innbygger klart større i alle Østlandsfylkene enn i landet forøvrig.

I Norge er om lag 70 prosent av befolkningen, ca. 2,9 mill. personer, bosatt i tettbygde strøk. Tilknytningen til renseanlegg inkludert forbehandlingsanlegg var i 1983 om lag 2,5 mill. PE. Hvis man regner at industritilknytningen utgjorde ca. 0,5 mill. PE (MD, 1984-85a) kan man antydningvis si at ca. 2 mill. personer var tilknyttet renseanlegg. Med en utbyggingstakt på 25 000 PE i året, vil det da ta om lag 35 år før alle personer i tettbygde strøk vil være tilknyttet renseanlegg, forutsatt at all ny kapasitet utnyttes fullt ut og at tilknytningsprosenten til eksisterende anlegg forblir uforandret. Regner man en tilknytning på 70-80 prosent i nybygde anlegg, må imidlertid tidsrammen utvides til om lag 50 år. Det må anmerkes at det i disse beregningene ikke er tatt hensyn til mindre anlegg (med kapasitet mindre enn 50 PE) og at industritilknytningen er meget usikker.

Kommunalt avløpsvann kan utgjøre en betydelig belastning på resipientene. Det er særlig plantenæringsstoffer (fosfor og nitrogen) og organisk materiale som er avforurensningsmessig betydning. Utslipp av urensset kloakk kan også inneholde sykdomsframkallende mikroorganismer. Kommunalt avløpsvann kan også inneholde miljøgifter, som f.eks. tungmetaller, avhengig av graden av industritilknytning til det kommunale avløpsnett og type industri.

Ved kjemisk rensing kan innholdet av fosfor reduseres med rundt 90 prosent i anlegg som fungerer godt. I an-

Tabell 8.3. Utslipp fordelt på resipienter. 1983

Resipient	Prosent av total tilknytning	Prosent med kjemisk rensing
Elv/bekk	22	83
Innsjø	10	91
Fjord	67	85 ¹
Kyst	1	0

1) Bare 23 prosent hvis utslippene til Indre Oslofjord holdes utenfor.

Kilde: Brunvoll, 1986

legg med biologisk rensetrinn og også i rene kjemiske anlegg kan det oppnås en betydelig reduksjon av innholdet av organisk materiale (70-80 prosent). Med de nåværende renseprosesser fjernes nitrogen bare i relativt liten grad. En rekke renseanlegg fungerer imidlertid dårlig pga. driftsproblemer og mangelfullt vedlikehold, slik at man ikke oppnår de ønskete renseeffekter.

Utslipp (tilknytning) fordelt på resipienter er vist i tabell 8.3.

Kommunale avfallsfyllinger representerer også et vannforurensningsproblem. Når vann passerer gjennom avfallsfyllinger, kommer det ut som forurenset sigevann. Utslipp av sigevann i følsomme vannforekomster gir dårlig vannkvalitet. Karakteristisk for dette sigevannet er høyt innhold av organisk stoff, nitrogen, jern, tungmetaller, illeluktende forbindelser og patogene mikroorganismer. Slike utslipp kan føre til algevekst, fiskedød, jernutfelling, giftvirkninger på planter og dyr og bakterievekst/smittespredning.

Sigevannsbelastningen vil bl.a. være avhengig av vannmengde gjennom avfallet (nedbørforhold og eventuelle tiltak for å redusere vanngjennomstrømmingen), avfallets sammensetning, mengde og alder samt resipientenes mottakskapasitet.

Rensing av sigevann er lite utbredt. Bare ved om lag 5-10 prosent av fyllingene blir sigevannet rensset. Vannforurensning oppgis å være et problem ved over 50 prosent av fyllingene og problemet antas å berøre om lag 40 000 mennesker (SFT, 1984).

I en rapport fra SSB (Vestøl, 1984) gis det en oversikt over miljøstandarden ved kommunale avfallsbehandlingsanlegg.

Utslipp fra landbruk

Man skiller ofte forurensninger fra landbruk i punktvis og diffuse forurensninger. Som punktforurensninger regnes tilførsler fra anlegg på gården; silo, våtlutingsanlegg, gjødsellager og melkerom. Diffuse forurensninger kommer fra arealene. Det er imidlertid ikke noe klart skille mellom punktvis og diffuse tilførsler.

Aktivitetene i jordbruket representerer et potensiale for vannforurensning. Hvor stor del av den potensielle forurensningsmengde som tilføres vannforekomsten, vil avhenge av mange forhold. F.eks. vil tilført mengde kunstgjødsel pr. arealenhet ha betydning. Utstyr og rutiner for lagring og viderebehandling av silopressaft og husdyrgjødsel er også vesentlig i denne sammenheng. Arealbruken og de jordbearbeidingsmetoder som benyttes, spiller også inn.

Ved siden av disse forhold, som i hovedsak er forårsaket av mennesker, vil også en del naturgitte forhold ha betydning for omsetning av stoffer i jordbruket. Ulike temperaturer og nedbørforhold vil gi ulik omsetning av plantenæringsstoffer og organiske stoffer i jordsmonnet, og dermed ulik utvasking av disse stoffene til vassdrag. Jordtypen vil ha betydning for erosjon, kjemiske

og fysiske bindings- og forvittringsprosesser og avrenningsforhold. Topografien vil også virke inn på avrenningsforhold. I store korndistrikter, som f.eks. på Østlandet, ligger store arealer uten plantedekke høst og vår, noe som fører til økt utvasking og tap av næringsstoffer. Om lag 1/4 av våre større vannforekomster er sterkt eller markert overgjødset, og landbruket bidrar betydelig til denne forurensningen, se også avsnitt 8.3.

Landbruksdepartementet og Miljøverndepartementet, i samarbeid med SFT, har lagt fram en handlingsplan mot landbruksforurensninger. Handlingsplanen tar for seg tiltak mot punktutslipp og arealavrenning og legger vekt på informasjonsarbeid. Tabell 8.4 gir en oversikt over forurensningskilder innen jordbruket.

Landbruksforurensningene antas å øke i årene som kommer, særlig på Østlandet, Jæren og i Trøndelag. Utslippene fra punktkilder kommer trolig til å avta noe, men vil fortsatt ligge på et høyt nivå (SFT, 1986b).

bløtere. Dette har medført økt forurensning, se også avsnitt 7.2.

Både spredning og lagring av naturgjødset er regulert ved forskrifter. Feil bruk av kunstgjødset bidrar også i betydelig grad til forurensning av grunnvann og vassdrag. Det har vært en sterk økning i bruken av kunstgjødset, særlig i årene etter annen verdenskrig, men bruken ser nå ut til å ha stabilisert seg noe, se figur 8.7.

En del av fosforet som ikke tas opp i planter, bindes til jordpartikler, men kan vaskes ut ved overflateavrenning.

Tap av nitrogen fra kunstgjødset til vann skjer vesentlig gjennom sigevann (grøftevann), men også en del med overflatevann. Nitrogen kan også lekke ned i grunnvannet og forurense dette. Nitratholdig drikkevann er skadelig både for dyr og mennesker når innholdet kommer over en viss mengde.

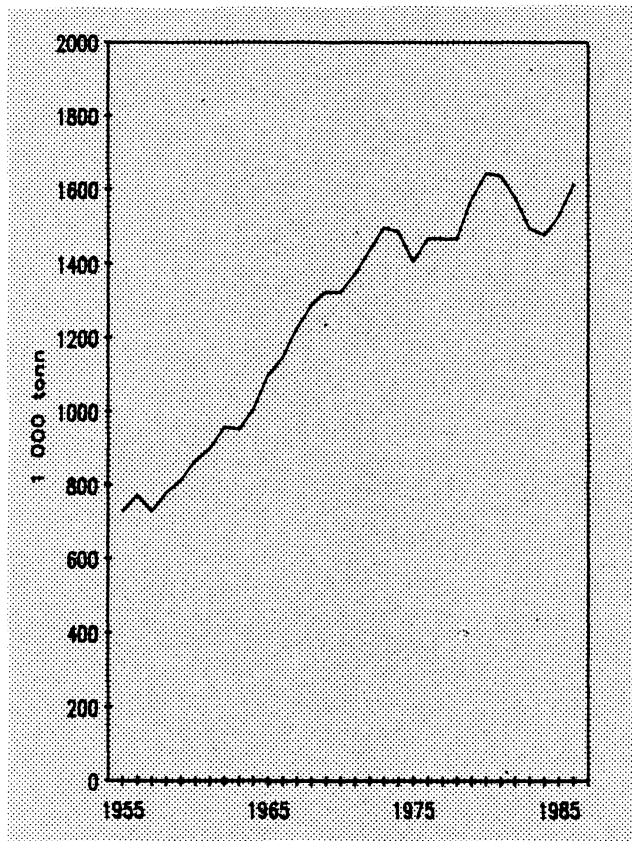
Tabell 8.4. Utslipp til vann fra jordbruket

Kilde	Viktige komponenter i utslipp	Type forurensning
Naturgjødset	Fosfor, nitrogen Organisk materiale Mikroorganismer forurensning	Eutrofiering Organisk stoff Mikrobiologisk
Kunstgjødset	Fosfor, nitrogen	Eutrofiering
Plantevernmidler	Diverse kjemikalier	Miljøgifter
Silopressaft	Fosfor, nitrogen Organisk materiale Sure utslipp	Eutrofiering Organisk stoff Forsuring
Halmluting (skyllevann fra våtluting)	Organisk materiale Basiske utslipp	Organisk stoff Høy pH-verdi
Jorderosjon	Fosfor Organisk materiale Uorganisk materiale	Eutrofiering Organisk stoff Partikulært materiale

Husdyrgjødset er en av de største kildene til forurensning fra jordbruket. Forurensningsproblemene ved slik gjødset har både med lagringsmåte og bruken av gjødset å gjøre. Det har skjedd betydelige forandringer i husdyrbruket de senere år. Antall dyr er konsentrert til et mindre antall bruk. Mengdene av kraftfor og silo for har økt vesentlig, se figurene 8.5 og 8.6. Gjødsetproduksjonen pr. dyreenhet har økt og gjødsla har blitt

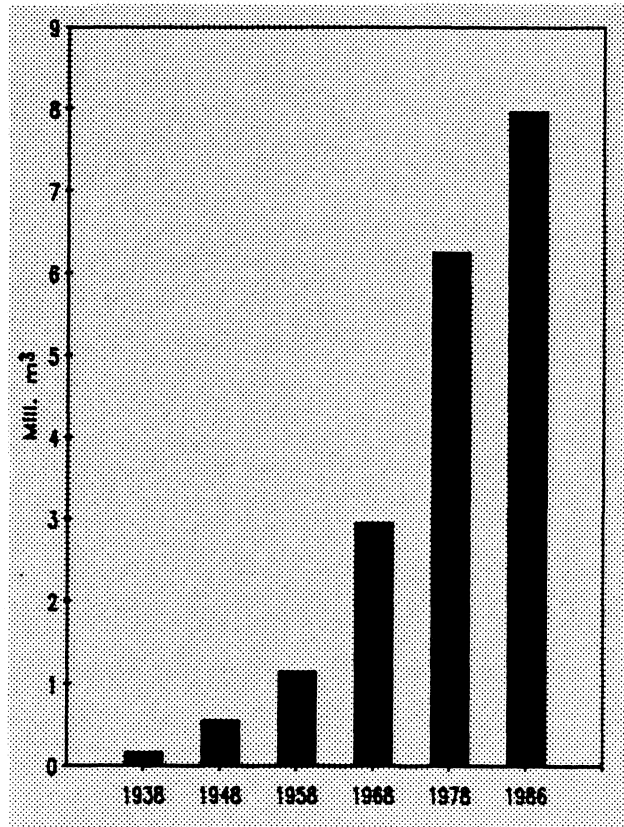
Plantevernmidler. Det totale salget av plantevernmidler i Norge i 1985 var om lag 1,5 mill. kg regnet som mengde aktivt stoff. Ugrasmidlene utgjorde den klart største gruppen av disse midlene med et totalt salg på om lag 1,2 mill. kg. Plantevernmidler er underlagt strenge regler for å bli godkjent for bruk i Norge. Det er regler for bruk av slike midler i nærheten av drikkevannskilder og for sprøyting direkte i vann. Plante-

Figur 8.5. Bruk av kraftfor. 1955-1986. 1 000 tonn



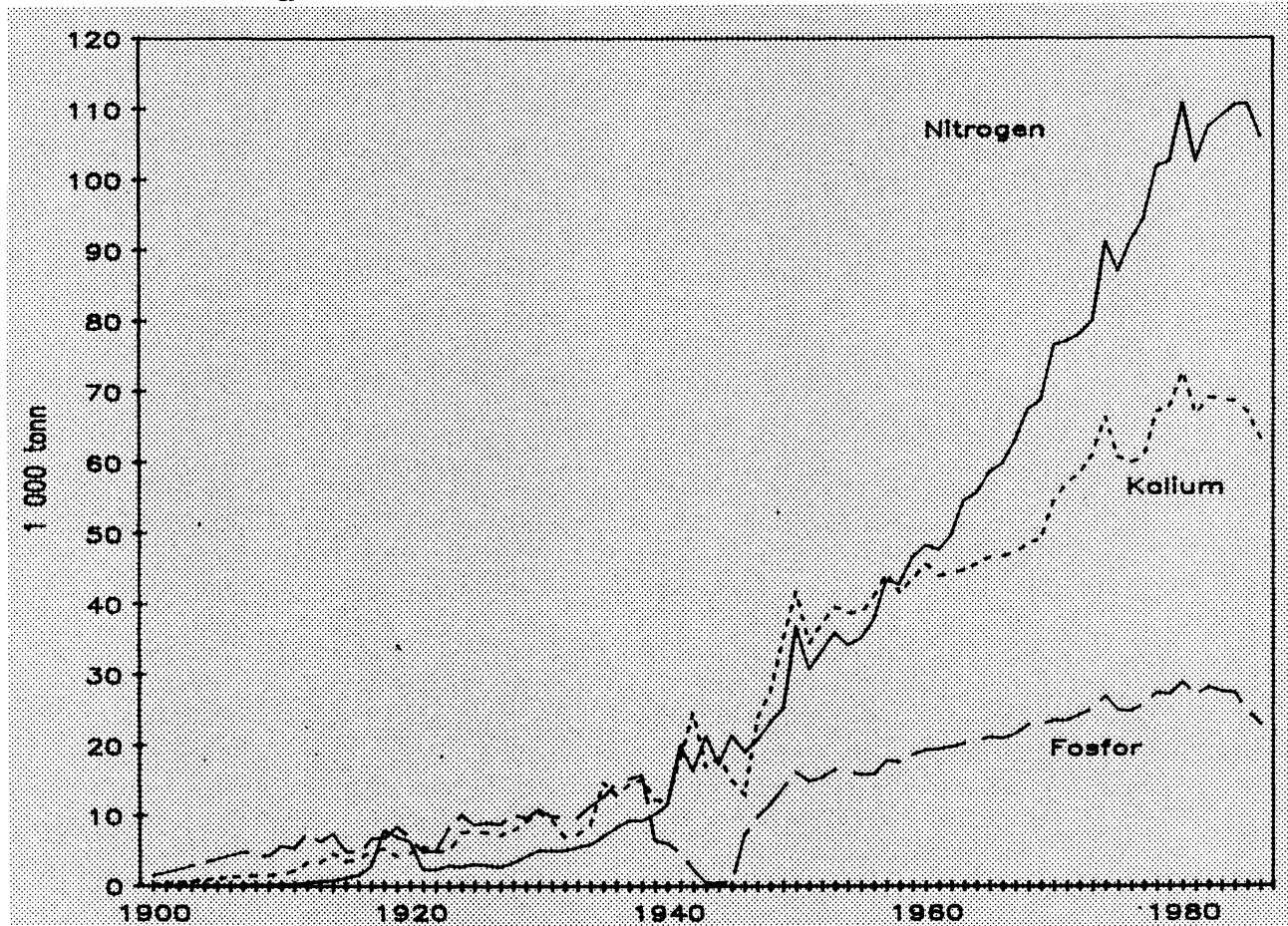
Kilder: NOS Jordbruksstatistikk og Statistisk månedshefte.

Figur 8.6. Volum av nedlagt silofor. 1938-1978 og 1986. Mill. m³



Kilder: NOS Landbruksstilling og ND Avlingsstatistikk 1986.

Figur 8.7. Bruk av kunstgjødsel. 1900-1986. 1 000 tonn



Kilde: NOS Jordbruksstatistikk.

vernmidlene blir av SFT ikke vurdert å være noe stort problem i forbindelse med forurensning i vassdrag. I en undersøkelse utført av GEFO og Statens plantevern (GEFO, 1987) er det påvist rester av plantevernmidler i 6 av 8 undersøkte overflatevann-lokaliteter. Konsentrasjonene var lave, men lå over anbefalte normer for drikkevann. Rester av plantevernmidler omfattes av spesialavfallsforskriftene.

Utslipp av silopressaft er fortsatt en betydelig forurensningskilde. Nye forskrifter om silopressaft ble iverksatt i 1982. I følge forskriftene skal silopressaft samles opp, lagres og disponeres slik at den ikke fører til forurensning av vassdrag eller grunnvannsforekomster som det knytter seg drikkevannsinteresser til. Mange siloanlegg tilfredsstillende imidlertid ikke kravene i forskriftene. Lekkasjer fra siloer representerer et stort problem. Om lag halvparten av anleggene fungerer ikke tilfredsstillende. Bruken av siloer har økt sterkt de senere år, se figur 8.6. Silopressaften er sur (pH ca. 4) og inneholder mye lett nedbrytbart organisk materiale og plantenæringsstoffer som fosfor, nitrogen og kalium.

Halmluting. Mengden av halm som våtlutes har gått sterkt ned de senere år. Skyllervann fra halmlutingsanlegg er basisk og har et høyt innhold av lett nedbrytbart organisk materiale. Nye metoder for halmbehandling (ammoniakkbehandling, tørrluting og pelletering) er tatt mer i bruk. Disse metodene medfører lite forurensning. Utslipp av skyllervann fra halmlutingsanlegg er underlagt forskrifter fra 1985, som inneholder et generelt forbud mot utslipp til vassdrag og grunnvann. For eksisterende anlegg inntreer forbudet i 1988.

Erosjon. Landbruket har i betydelig grad bidratt til økt erosjon. Skogshogging, jorddyrking, planering og jordbearbeiding er inngrep som ofte fører til økt erosjon. Konsentrasjonene av erosjonsmateriale i vassdrag er spesielt høye i snøsmeltingsperioden og ved kraftig regnvær på pløyd leir- og siltrik jord.

Utslipp fra bergverk og industri

Tiltakene mot forurensninger fra norsk industri har, ifølge SFT, stort sett fulgt det tiårsprogram Stortinget vedtok i 1974. I tidsrommet fra 1974 til slutten av 1983 ble det brukt om lag 4,5 mrd. løpende kroner til tiltak mot forurensninger fra industri. Offentlig støtte har spilt en betydelig rolle i gjennomføringen av oppryddingsprogrammet. I perioden 1973-1984 ble det bevilget lån for om lag 2 mrd. kroner, garantier for om lag 1 mrd. kroner og direkte tilskudd på om lag 150 mill. kroner. I følge en undersøkelse utført av SSB (de Caprona og Hansen, 1987) utgjorde tiltak mot utslipp til vann 38 prosent av miljøverninvesteringene i perioden 1974-1984.

Bedriftene har fått fastsatt utslippstillatelser med krav om gjennomføring av tiltak innen fastsatte frister. Selv om forbedringer er oppnådd, representerer industrien fortsatt et betydelig forurensningsproblem. Til dels store overskridelser av utslippstillatelser blir også jevn-

lig avslørt ved utslippskontroller. Vedlikehold og drift av rensningsanlegg er i mange tilfelle dårlig eller tilpasses ikke endringer i produksjonen. Tabell 8.5 gir en oversikt over industrisektorer og viktige komponenter i utslipp til vann fra disse.

Tungmetallforurensning. De viktigste kildene til tungmetallforurensning innen industrien er bergverksdrift, ferrolegeringsindustri, kjemisk og galvanoteknisk industri. Tidligere var det betydelige kvikksølvutslipp fra treforedlingsindustrien. Innen bergverksdriften er dagens forurensningssituasjon i stor grad et resultat av tungmetalltilførsler fra gamle bergvelter med høyt restinnhold av kiselminerale, vann fra gruverom og avrenning fra gamle deponier. Bruk av kvikksølv i kjemisk industri har tidligere medført betydelige utslipp av dette tungmetallet. Renseanlegg og prosessomlegginger har imidlertid redusert utslippene. Metaller som ofte forekommer i utslipp fra galvanotekniske prosesser er sink, nikkel, krom, kobber, tinn, jern og aluminium. Bedrifter innen galvanoteknisk industri har i dag renseutstyr for avløpsvann. Utstyret fungerer imidlertid ikke alltid tilfredsstillende.

Organiske miljøgifter i utslipp til vann stammer i hovedsak fra treforedlings-, aluminiums-, ferrolegerings-, petrokjemisk- og kjemisk industri. Aluminiumsindustrien og annen smelteverksindustri har betydelige utslipp av tjærestoffer (PAH). Fra treforedlingsindustrien representerer utslipp av klorerte forbindelser fra blekeprosesser i celluloseproduksjonen et problem.

Utslipp av plantenæringsstoffer, organisk- og partikulært materiale er forurensninger særlig fra bergverksdrift, produksjon av næringsmidler, treforedlings- og kjemisk industri. Fra bergverksindustrien er det betydelige utslipp av partikulært materiale som bl.a. forårsaker nedslamming av vassdrag. Næringsmiddelindustrien har store utslipp av plantenæringsstoffer og organisk materiale. Treforedlingsindustrien har store utslipp av organisk materiale, både i løst og partikulær form. Innen den kjemiske industrien er det betydelige utslipp av plantenæringsstoffer bl.a. fra kunstgjødselindustriene.

Oljeutslipp

Skadevirkninger av oljesøl i havet vil være avhengig av lokalitet, årstid, oljetype og hvor mye som slippes ut. Bortsett fra skader ved tilsøling som følge av direkte kontakt med olje, er det spesielt de aromatiske hydrokarbonforbindelsene i oljen som er giftige og skadelige for marine organismer.

I 1986 var det en økning i antall meldinger om akutt forurensning i forhold til tidligere år. Økningen gjelder små utslipp (0-5 tonn), og utslippskildene synes hovedsakelig å være skip. De mest utsatte områdene er de sørlige deler av Vestlandet. Det var i 1986 bare ett større utslipp (50 tonn). Dette stammet fra et rørledningsbrudd på britisk sokkel. Utslippet forårsaket minimale miljøskader. Et oljeutslipp på Finnmarkskysten i januar 1986 førte til omfattende sjøfuglskader (SFT, 1987c). Tabell 8.6 viser innrapporterte utslipp i årene

Tabell 8.5. Utslipp til vann fra industri

Industrisektor	Viktige komponenter i utslipp	Type forurensning
Bergverksdrift	Tungmetaller Uorganiske partikler	Miljøgifter Partikulært materiale
Produksjon av næringsmidler	Organisk materiale Plantenæringsstoffer	Organisk stoff Eutrofiering
Treforedlings- industri	Fiber Løst organisk stoff Klorerte organiske forbindelser Diverse kjemikalier Tidligere: kvikksølv	Partikulært materiale Organisk stoff Miljøgifter
Aluminiums- industri	Tjærestoffer (PAH) Støv	Miljøgifter
Ferrolegerings- industri	Tungmetaller Tjærestoffer (PAH)	Miljøgifter
Oljeraffinering	Olje, fenol, sulfid, ammoniakk	Miljøgifter
Petrokjemisk industri	Klorerte organiske forbindelser	Miljøgifter
Kjemisk industri	Plantenæringsstoffer Tungmetaller Klorerte hydrokarboner Diverse organiske og uorganiske forbindelser	Eutrofiering Miljøgifter
Galvanoteknikk industri	Tungmetaller Cyanider Mineralsyrer Organiske forbindelser	Miljøgifter

Tabell 8.6. Antall innrapporterte utslipp inndelt i størrelsesorden og kilder. 1985 og 1986

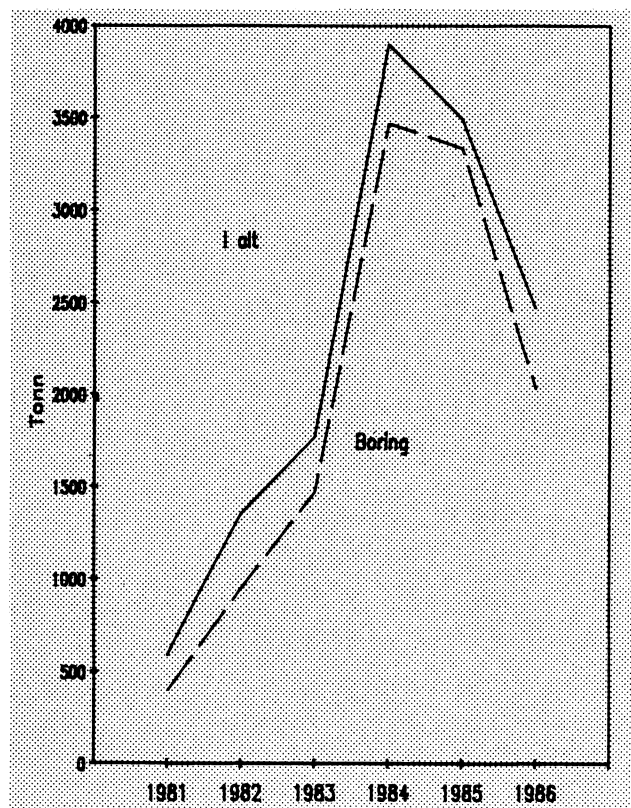
Kilde	Størrelse av utslipp, tonn. År									
	I alt		0-5		5-10		10-50		> 50	
	1985	1986	1985	1986	1985	1986	1985	1986	1985	1986
I alt	92	148	77	127	7	14	4	6	4	1
Landbasert	44	41	34	33	4	6	4	2	2	-
Skip	46	90	43	84	2	6	-	-	1	-
Offshore	2	17	-	10	1	2	-	4	1	1

Tabell 8.7. Utslipp av olje fra plattformer på norsk kontinentalsokkel. Tonn. 1986

Kilde	Utslipp
I alt	2 473
Boring i alt	2 031
Felt:	
Oseberg	416
Vallhall	134
Statfjord	1 377
Leteboring	105
Produksjonsvann	123
Fortreningsvann	94
Andre utslipp/søl	225

Kilde: SFT, 1987d

Figur 8.8. Oljeutslipp fra offshorevirksomhet i perioden 1981-1986. Tonn



Kilde: SFT, 1987d.

1985 og 1986 fordelt på kilder og størrelse av utslippene. Av de 41 utslippene fra landbasert virksomhet i 1986 gikk 22 til sjø og 19 til ferskvannsforkomster.

Ved produksjon av olje slippes det ut en del olje til sjøen ved boring og ved produksjonsuhell og søl. Det totale oljeutslippet fra plattformer på norsk kontinentalsokkel i 1986 var på 2 473 tonn, se tabell 8.7. Dette var en reduksjon på om lag 30 prosent i forhold til utslippet i 1985, som var på 3 490 tonn. Det største ut-

slippet i forbindelse med borevirksomhet i 1986 kom fra Statfjordfeltet, hvor det ble boret 17 brønner med et samlet oljeutslipp på 1 377 tonn.

Figur 8.9 viser oljeutslippene fra offshorevirksomhet i perioden 1981-1986. Nedgangen fra 1985 til 1986 skyldes reduksjon i utslippene i forbindelse med boring med oljebasert slam. I 1985 og 1986 ble det boret hhv. 33 og 32 brønner med oljebasert slam.

8.3 Vannkvalitet

Overvåkning av vannkvaliteten

Det statlige programmet for overvåkning av forurensningsforholdene i vassdrag, grunnvann, fjorder og havområder ble startet i 1980. Målsetningen med programmet er å gi informasjon om utviklingen av forurensningssituasjonen, registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye tiltak. Overvåkingen er tiltaksrettet, og innsatsen rettes mot områder hvor forurensningssituasjonen anses som al-

Tabell 8.8. Lokalteter som inngår i overvåkningsprogrammet for vannforurensninger pr. 1. januar 1987

Vassdrag:

Haldenvassdraget
 Vannsjø og Hobølvassdraget
 Gjersjøen
 Øyern
 Vorma og Glåma i Akershus
 Nitelva og Leira
 Folla
 Øvre Glåma
 Storsjøen i Rendalen
 Gudbrandsdalslågen
 Hunnselva
 Mjøsa
 Begnavassdraget
 Tyrifjorden og Steinsfjorden
 Otra
 Figgjovassdraget
 Orkla
 Sulitjelmavassdraget

Fjorder:

Iddefjorden
 Indre Oslofjord
 Drammensfjorden
 Grenlandsfjordene i Telemark
 Kristiansandsfjorden
 Fedafjorden
 Fjordområdene ved Egersund
 Sørfjorden og Hardangerfjorden

Kilde: SFT, 1986a

vorlig. Tabell 8.8 viser lokaliteter som inngikk i de ulike delene av overvåkningsprogrammet for vannforurensninger pr. 1. januar 1987.

Finansieringen av overvåkningsprogrammet skjer i hovedsak over statsbudsjettet med SFT som ansvarlig for gjennomføringen. Den praktiske, faglige gjennomføringen av overvåkingen av vannforurensninger utføres av følgende institusjoner:

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
 Norsk institutt for luftforskning (NILU)
 Norges geologiske undersøkelser (NGU)
 Direktoratet for naturforvaltning (DN)
 Fiskeridirektoratets havforskningsinstitutt (FHI)

Vassdrag og fjorder med betydelig belastning av miljøgifter

Figur 8.9 gir en oversikt over vassdrag og fjorder i Norge som har markert eller stor belastning med miljøgifter. Miljøgiftene er gruppert i tungmetaller og organiske miljøgifter.

Markert belastning med miljøgifter innebærer at giftkonsentrasjonen i biologisk materiale er så høy at det kan være fare for skade ved konsum og at det forekommer skade på det biologiske miljøet. Stor belastning med miljøgifter innebærer risiko for skade ved konsum av fisk og skalldyr, giftvirkninger og skade på økosystemet og arter som dør ut.

Sørfjorden i Hordaland, Kristiansandsfjorden i Vest-Agder og Frierfjorden i Telemark er de fjordene i Norge som er sterkest belastet med miljøgifter. Felles for alle tre fjordområdene er at giftstoffene stammer fra industriutslipp. I Sørfjorden består miljøgiftene av tungmetaller og PAH, i Kristiansandsfjorden av klororganiske stoffer som heksaklorbenzen, klorerte dioksiner og dibenzofuraner og i Frierfjorden bl.a. av PAH og kvikksølv.

Eutrofierte vassdrag og fjorder i Norge

Figur 8.10 og 8.11 viser henholdsvis eutrofierte innsjøer større enn 1 km² og fjordområder med markert eller stor eutrofiering.

Markert eutrofiering innebærer at vannet er grumset og at det er vanlig med masseoppblomstring av planktoniske alger. Algebegroingen på bunn, stener og planter er stor, og det skjer en framvekst av bakterie- og soppkolonier. Ved stor eutrofiering forsterkes virkningene beskrevet ovenfor ytterligere. I tillegg oppstår det oksygenvinn i dypvannet (i innsjøer) som kan frigjøre tidligere sedimenterte næringsstoffer og gi en selvgjødslingseffekt. Slike vannforekomster vil være uegnet for alle brukerinteresser unntatt kraftproduksjon og transport.

Haldenvassdraget og Figgjovassdraget er av de mest eutrofierte vassdragene i Norge. Utslipp fra landbruket og utslipp av avløpsvann fra husholdninger er de viktigste kildene til eutrofiering.

Av fjordområdene er Indre Oslofjord, Drammensfjorden og fjordområdene ved Egersund sterkt eutrofierte. Tilførsel av plantenæringsstoffer i avløpsvann fra husholdninger er hovedproblemet i disse områdene.

Forsuringssituasjonen i Norge

Høsten 1986 ble det gjennomført en landsomfattende undersøkelse av forsuringssituasjonen i 1005 norske innsjøer (SFT, 1987a). Hensikten var å skaffe et bedre grunnlag for vurdering av effektene av framtidige reduksjoner i utslipp av forurensende stoffer og å kunne sammenlikne forsuringssituasjonen i Sør-Norge i dag med forholdene i 1974-75.

Figur 8.12 gir en prosentvis gruppering av de undersøkte innsjøene etter konsentrasjon av kjemiske stoffer som er sentrale ved forsuring. Omtalen av komponentene og hvilke geografiske mønstre de viser er hentet fra "1000 sjøers undersøkelsen" (SFT, 1987a).

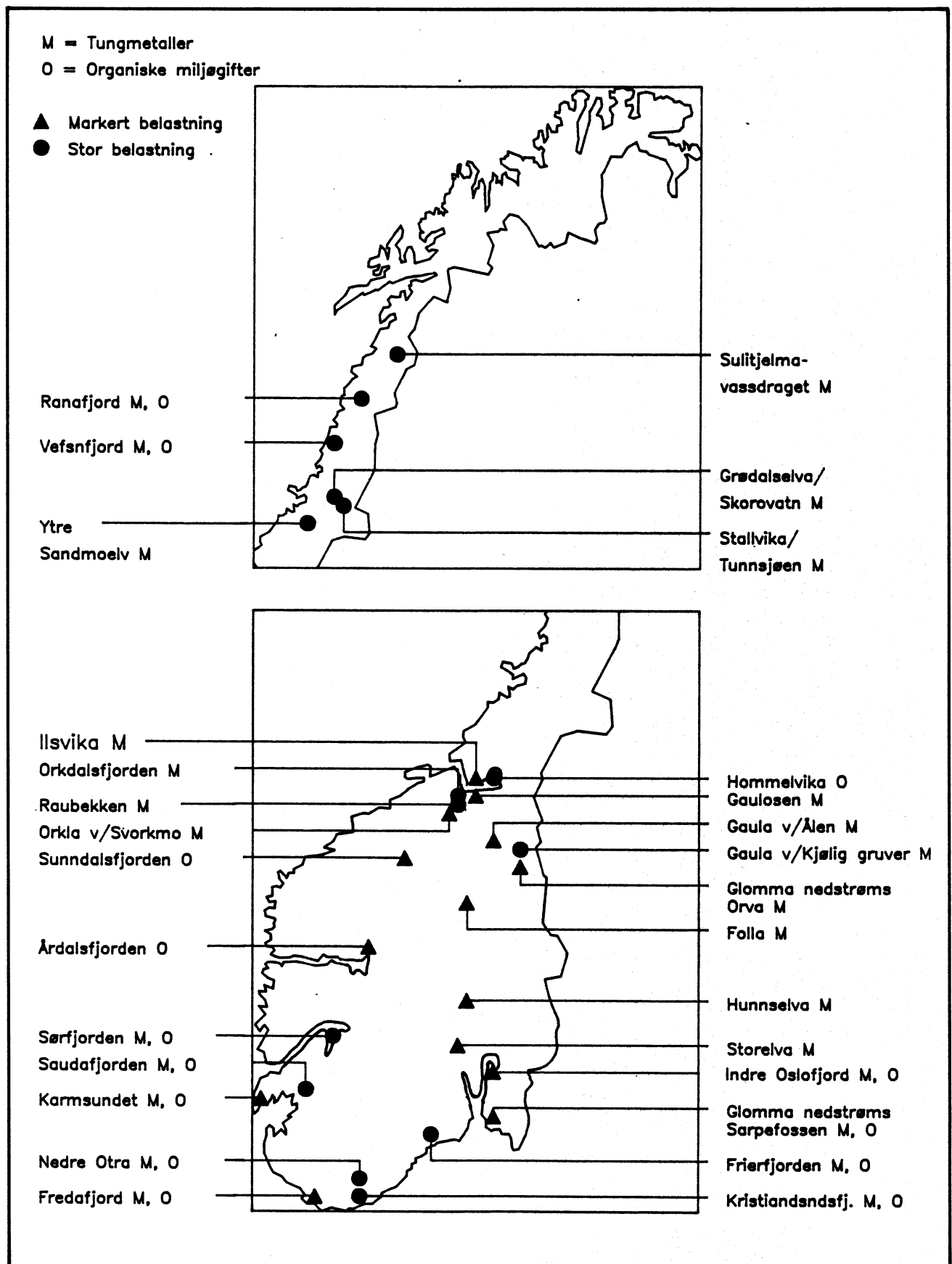
Om lag 50 prosent av de undersøkte innsjøene hadde pH-verdi lavere enn 5.5. Det er spesielt innsjøer i Agderfylkene som inngår i de to laveste pH-kategoriene. Det er kun i innsjøene med pH høyere enn 6,0 (30 prosent av innsjøene) at fiskebestandene normalt ikke vil ha problemer med å overleve.

Sulfatinnholdet i innsjøene reflekterer tilførselsmønsteret av sur nedbør. Sulfat er et "mobilt anion". Dette innebærer at sulfat holdes lite tilbake i jordsmonnet. Når sulfat vaskes ut, trekker det med seg kationer som hydrogen, aluminium og kalsium gjennom jordsmonnet, vannets bufferevne reduseres og avrenningsvannet blir surt. 60 prosent av de undersøkte innsjøene hadde sulfatinnhold over 50 µekv/l¹. Alle disse innsjøene ligger i de områdene som mottar mest sur nedbør. De aller høyeste konsentrasjonene av sulfat ble funnet langs Sørlandskysten og de sørvestlige delene av Østlandet. Konsentrasjonene var også høye i Øst-Finnmark.

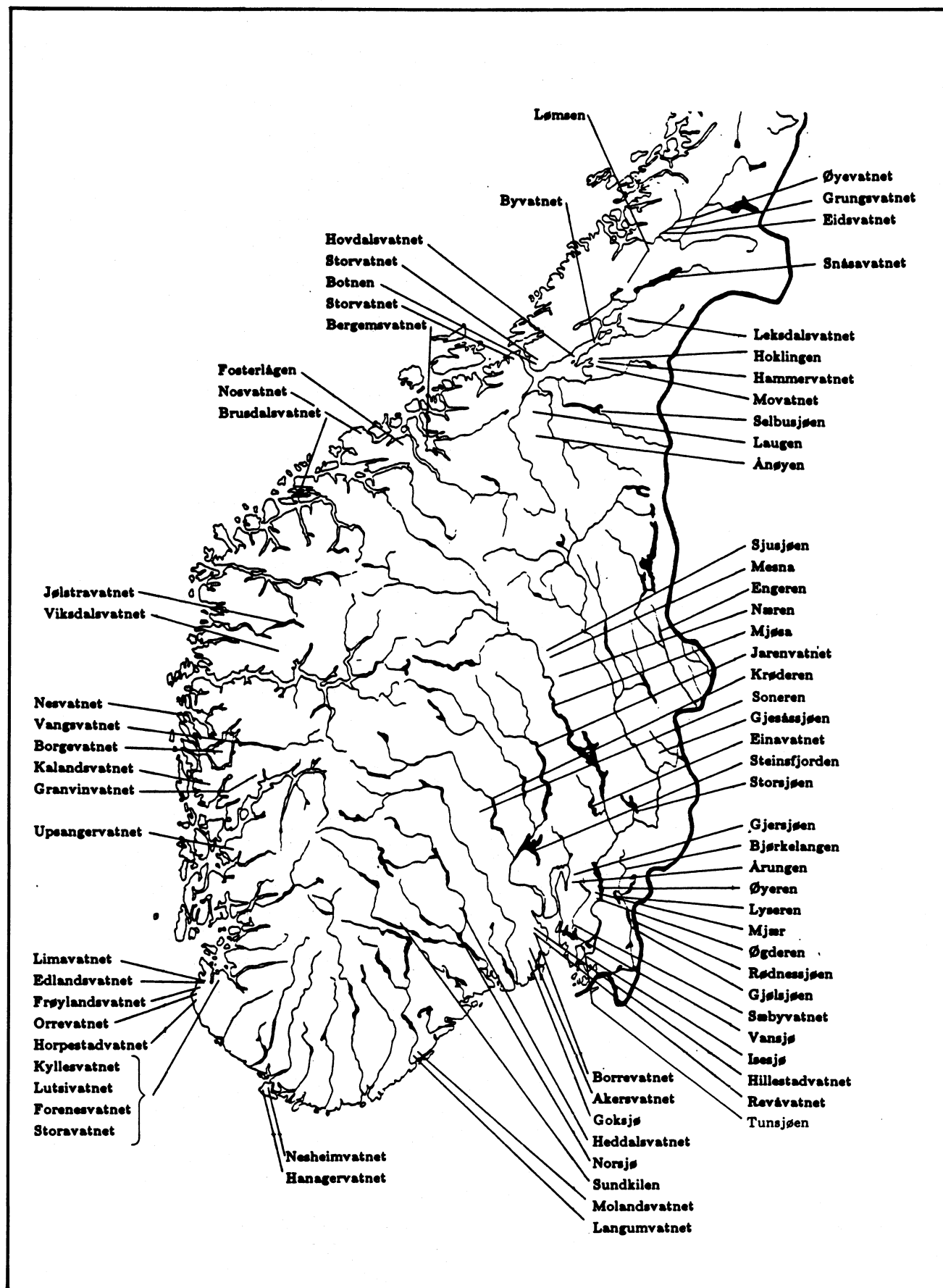
Forsuringen av jordsmonnet har gjort aluminium mer løselig slik at det vaskes lettere ut i vassdragene. Det antas at det er uorganiske aluminiumsioner (labilt aluminium) som er giftig for fisk, mens organisk bundet aluminium, som er vanlig i humusrikt vann, ikke er giftig. Innholdet av labilt aluminium er sterkt korrelert med vannets pH-verdi, og de høyeste verdiene forekommer hovedsaklig i sørlandsfylkene. Av de undersøkte innsjøene hadde 50 prosent mindre enn 25 µg labilt aluminium pr. liter, og 34 prosent mer enn 75 µg/l.

1) $\mu = 10^{-6}$
 $\mu\text{ekv/l} = 10^{-6} \text{ ekv/l}$.

Figur 8.9. Vassdrag og fjorder i Norge med markert eller stor belastning med miljøgifter

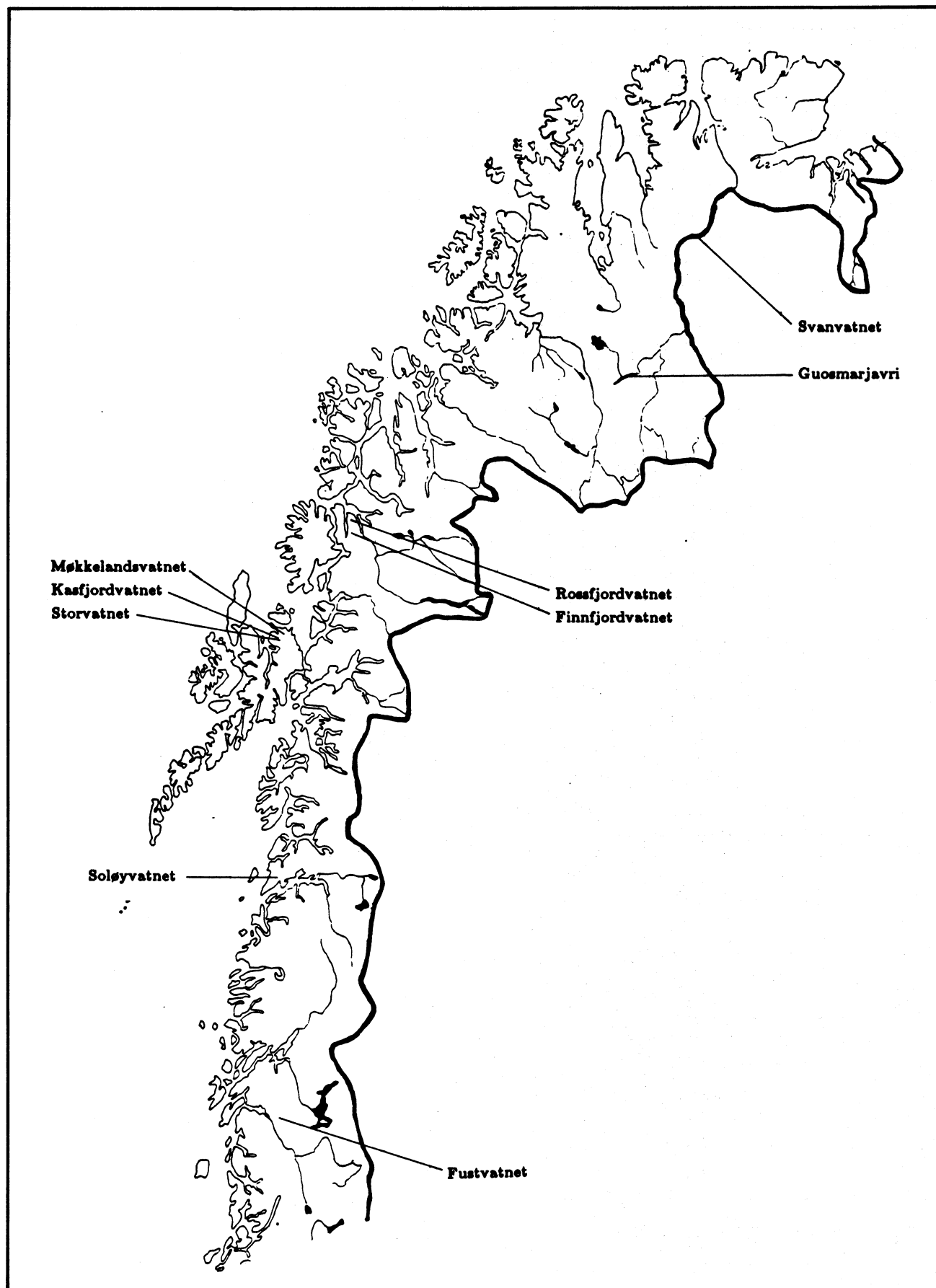


Figur 8.10. Eutrofierte innsjøer i Norge (foreløpig oversikt)

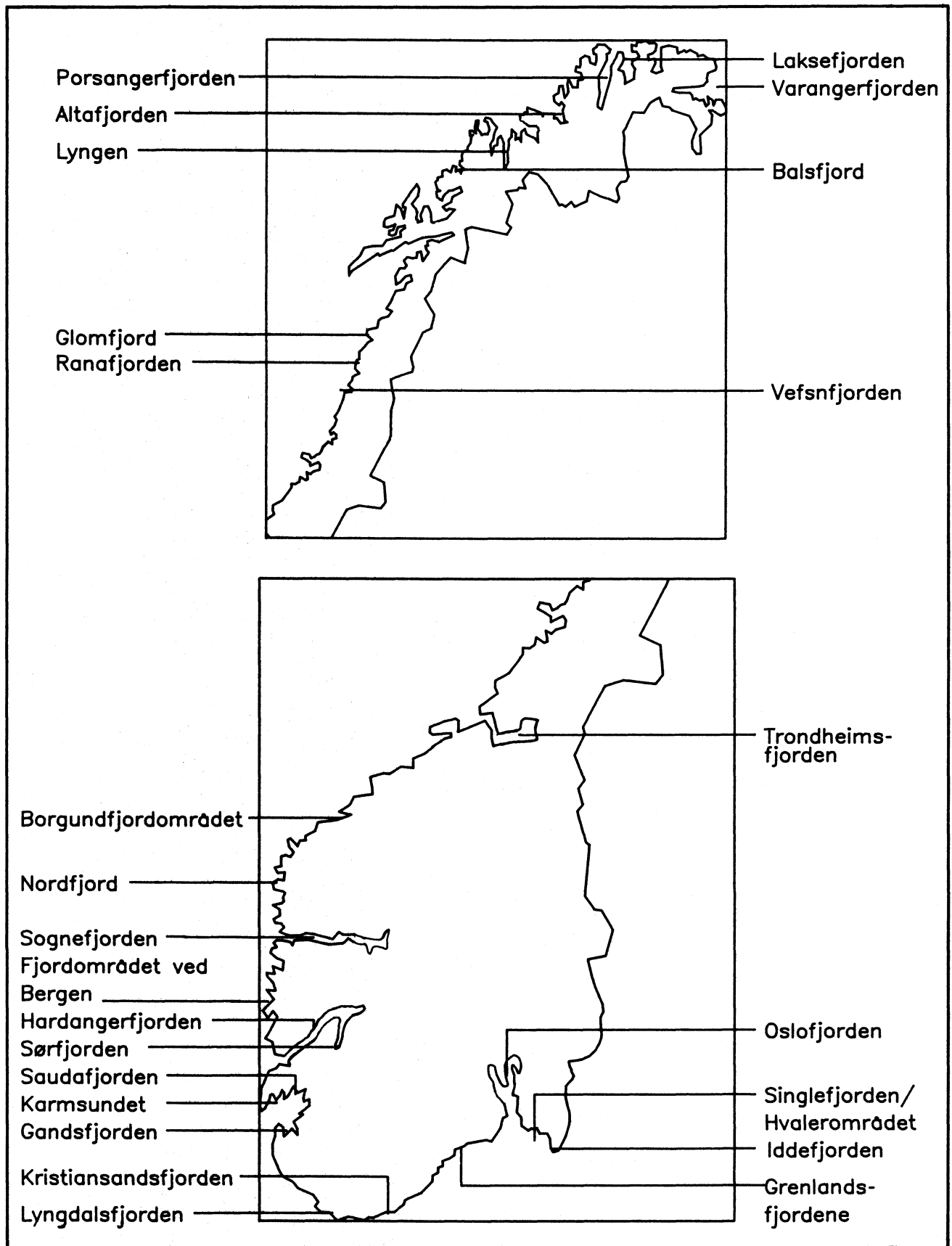


Kilde: NIVA, upublisert materiale.

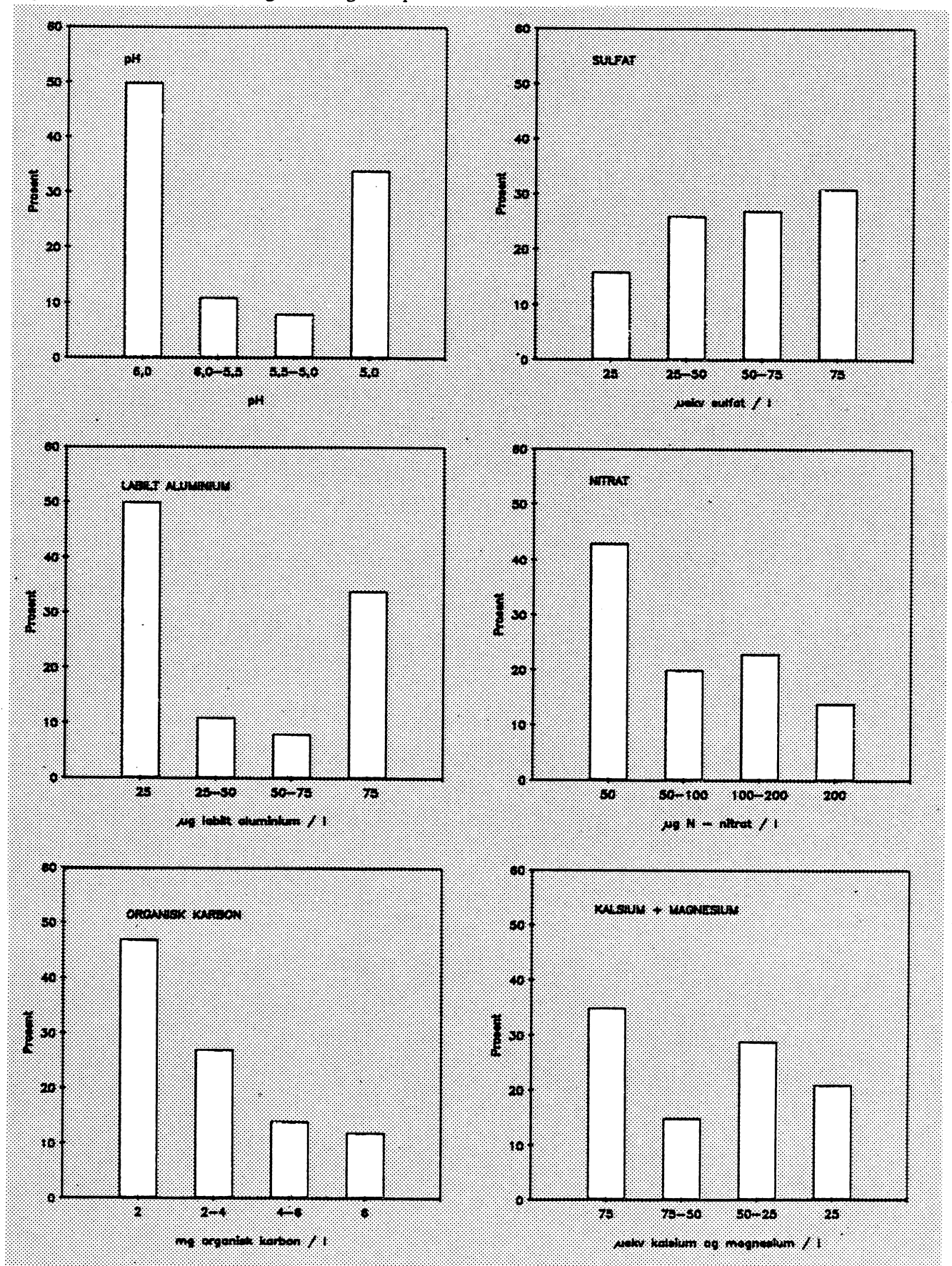
Figur 8.10. (forts.)



Figur 8.11. Markert og sterkt eutrofierte fjordområder i Norge



Figur 8.12. Prosentvis gruppering av de undersøkte innsjøene etter konsentrasjon av sulfat, nitrat, labilt aluminium, organisk karbon, kalsium + magnesium og etter pH-verdi



Kilde: SFT, 1987a.

Nitratinnholdet følger samme geografiske mønster som aluminium med de høyeste verdiene der pH er lav og tilførselen av sur nedbør er høyest. Når nitrat tilføres et nedslagsfelt i større mengder enn vegetasjonen kan ta opp, vil nitrationset oppføre seg som et mobilt anion og virke forsurende på samme måte som sulfat. Mellom 35 og 40 prosent av innsjøene hadde nitratverdier på over 100 ug/l.

Vannets innhold av humusstoffer uttrykkes ved konsentrasjonen av organisk karbon. Over 50 prosent av innsjøene hadde så høyt innhold av humusstoffer at en kunne se brunfarge på vannet. Innsjøer med høyest innhold av organisk karbon ligger i Østlandsområdet og i de østlige delene av Sørlandet. Det er spesielt sjøer i lavereliggende strøk med tykt jorddekke som har høyt innhold av organisk karbon.

Kalsium- og magnesiumioner produseres ved forvitnings- og ionebytteprosesser i nedbørfeltet til innsjøene. Både selve berggrunnen og tykkelsen på jordmonnet har betydning for mengden av disse ionene i avrenningsvannet. Hele 65 prosent av de undersøkte innsjøene har et innhold av kalsium og magnesium som tilsier at de er forsurningsfølsomme. De laveste verdiene av kalsium og magnesiumioner finnes i høyereliggende områder på Sør- og Vestlandet.

Figur 8.13 viser hvor stor prosentandel av sjøene, som ble undersøkt både i 1974-75 og i 1986, som har hatt

henholdsvis en oppgang, nedgang eller som har uendrede konsentrasjoner av nitrat (NO_3^-), sulfat (SO_4^{2-}) og hydrogenioner (H^+) (målt som pH-verdi).

pH-verdien har endret seg lite det siste ti-året, men det har skjedd en forskyvning mellom sulfat og nitrat i bidraget til å opprettholde lave pH-verdier på Sør- og Østlandet. På Sørlandet er nitratinnholdet fordoblet fra 1974 til 1986 i svært mange av de undersøkte innsjøene og ser ut til å motvirke den positive effekten av reduserte utslipp av svovel (SFT, 1987a).

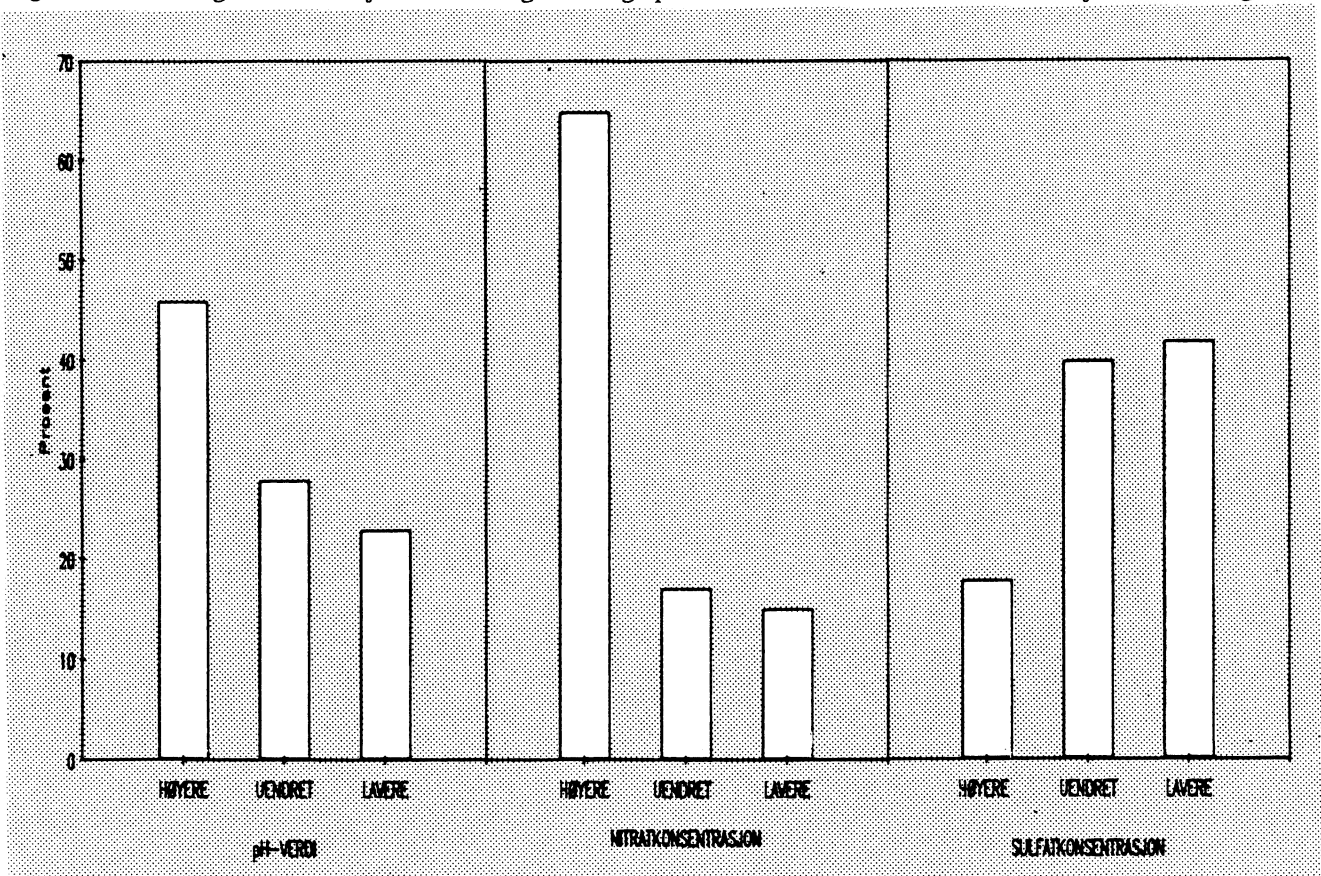
8.4. Bruk av vann

Drikkevannsanleggene i Norge

Norge har god tilgang på drikkevann. Den årlige leveransen av vann til alminnelig forsyning utgjør om lag 700 mill. m^3 eller om lag 2 promille av den totale avrenningen av ferskvann fra norske arealer (MD, 1984-85b). Om lag 85 prosent av befolkningen forsynes med overflatevann og 15 prosent med grunnvann.

Statens institutt for folkehelse (SIF) har etablert et register over alle vannverk som forsyner mer enn 100 personer (Vannverksregisteret). Tall fra Vannverksre-

Figur 8.13. Endring i konsentrasjon av sulfat og nitrat og i pH-verdi fra 1974-75 til 1986 i 305 innsjøer i Sør-Norge



Kilde: SFT, 1987a.

gisteret viser at i 1983 var om lag 3,6 mill. eller 87 prosent av Norges befolkning tilknyttet vannverk som forsynte mer enn 100 personer.

Anleggsstrukturen i norsk drikkevannsforsyning kjennetegnes av mange små anlegg. Av tilsammen 1321 drikkevannsanlegg med kjent størrelse i Vannverksregisteret står de 364 anleggene som forsyner mer enn 1000 personer, for nesten 80 prosent av vannforsyningen, se tabell 8.9. De fleste private vannverkene forsyner mellom 100 og 500 personer og står for en beskjeden del av den totale vannforsyningen selv om de utgjør nesten halvparten av antall anlegg.

I Norge er overflatevannet svært ofte surt og saltfattig og har lavt kalsiuminnhold og lav alkalinitet. Slikt vann er korrosivt overfor en rekke materialer. Korrosjonen kan ha skadelige virkninger f.eks. ved at tungmetaller løses ut fra ledningsnett og forekommer i drikkevannet i konsentrasjoner som innebærer helsefare. En betydelig økonomisk effekt av korrosjon er at ledningsnettets levetid forkortes og at driftskostnadene økes pga. større behov utskifting og rehabilitering av gamle ledninger og økt behov for utspyling og rengjøring av det eksisterende ledningsnett. Lekkasje forårsaket av korrosjon øker også faren for at det suges inn kloakk og andre forurensninger i drikkevannsledningene (SIFF, 1987).

Tabell 8.10 viser en oversikt over ledningsnettets fordeling på ulike materialer og aldersfordelingen på ledningsnett. Støpejern, PVC og asbestsement er de vanligste materialtypene i drikkevannsledningene. En stor del av både asbestsement- og støpejernsledning-

ene er lagt før 1965. Disse materialene er samtidig av de mest utsatte for korrosjon. Korrosjon av jernrør gir grumset og rødbrunt vann med uønsket smak. Dessuten avsettes det rust i rørrettet og vannet kan misfarge klesvask. Korrosivt vann løser ut asbestfibre og kalsium fra asbestsementrørene. Utløsing av kalsium kan gi svært høy pH-verdi på vannet og gi ulemper med utfelling av kalsiumkarbonat i kokekar og varmtvannsinstallasjoner (SIFF, 1987). Store mengder asbestfibre i drikkevannet hevdes i enkelte undersøkelser å innebære en økt risiko for magekreft. Det er imidlertid fortsatt et åpent spørsmål om asbestfibre i drikkevann virkelig har en slik virkning. Skadevirkning av asbest er i første rekke kjent gjennom lungeskader fra innånding av asbeststøv fra luft. Slikt støv kan imidlertid stamme fra asbestfibre i vannforsyningen ved at fibre fester seg til klær under vask og løsner når klærne er tørre.

Aktiviteten i drikkevannskildenes nedslagsfelt har stor betydning for hvor utsatte drikkevannskildene er for forurensninger. Tabell 8.11 viser at over 50 prosent av vannkildene som er registrert i Vannverksregisteret har en eller flere potensielle forurensningskilder i nedslagsfeltet. Hytter, boliger, gardsbruk og ulike typer veier er de hyppigste potensielle forurensningskildene. Det er også verdt å merke seg at om lag 10 prosent av drikkevannskildene har enten olje- og kjemikalielager eller avfallsplass i sitt nedslagsfelt. Etter kildene å dømme er det mikrobiologisk forurensning og forurensning med miljøgifter som utgjør de største truslene for drikkevannsforsyningen.

Tabell 8.9. Vannverkens antall, størrelse og eiendomsforhold. 1983

Antall personer	Vannverk			1000 personer			
	I alt	Privat	Offentlig	I alt	Prosent	Privat	Offentlig
Ukjent	384	92	77				
101- 500	728	374	297	189.4	4.6	94.2	81.2
501- 1000	226	95	116	167.2	4.1	69.5	86.7
1001- 5000	245	59	183	570.3	13.8	118.5	445.9
5001-20000	95	4	91	912.8	22.1	28.6	884.2
> 20000	24	2	22	1753.7	42.5	188.0	1565.7
Sum	1705	626	786	3599.9	87.3	501.6	3066.9

Kilde: SIFF, Vannverksregisteret.

Tabell 8.10. Drikkevannsanleggenes ledningsnett fordelt på materiale og alder. 1983. Km

Rør- materiale	I alt	Prosent	Lagt i perioden			
			Før 1900	1900-44	1945-64	1965-83
Asbestsement	2 956	13.5	0	46	979	1 931
Støpejern	8 855	40.0	368	1 503	2 597	4 387
PVC	5 193	23.5	0	14	216	4 963
PEL	1 505	6.8	-	2	178	1 325
PEH	881	4.0	-	-	43	838
Stål	337	1.5	-	23	86	228
Tre	16	0	-	1	13	2
Betong	140	0.7	-	-	45	95
GUP	7	-	-	-	-	7
Ukjent	2 226	10.1	-	5	50	2 121
I alt	22 117		368	1 594	4 208	15 947

Kilde: SIFF, Vannverksregisteret.

Tabell 8.11. Potensielle kilder til forurensninger i nedbørfeltene til drikkevannskildene. 1983

Potensielle forurensnings- kilder	Vannkilder med angitte forurensningskilder	
	Antall	Prosent
Gardsbruk	179	23.7
Boliger	201	26.7
Hytter	286	39.3
Serviceinstitusjoner	79	10.5
Industrianlegg	62	8.3
Olje- og kjem.lager	57	7.9
Avfallsplasser	24	3.3
Jernbane	25	4.5
Alle typer veier	264	34.3
En eller flere forurensnings- kilder	443	53.4

Kilde: SIFF, Vannverksregisteret.

Kommunal økonomi i forbindelse med vannforsyning og avløp

Figur 8.14 viser årlige investeringer (utgifter til nybygg og nyanlegg) i vannverk og avløp i perioden 1972-1985. Tallene omfatter kommuneforvaltning (by-, herreds- og fylkeskommuner), kommunale bedrifter og aksjeselskap og felleskommunale foretak.

Investeringsvolumet regnet i faste priser (1981-kroner) i vannverk og avløp, økte kraftig i 1970-årene til et maksimum i 1978 og 1979 på om lag 1 600 mill. kroner. I perioden 1980-1985 har investeringene avtatt, og i 1985 var de på om lag 850 mill. kroner, omtrent likt fordelt på vannverk og avløp.

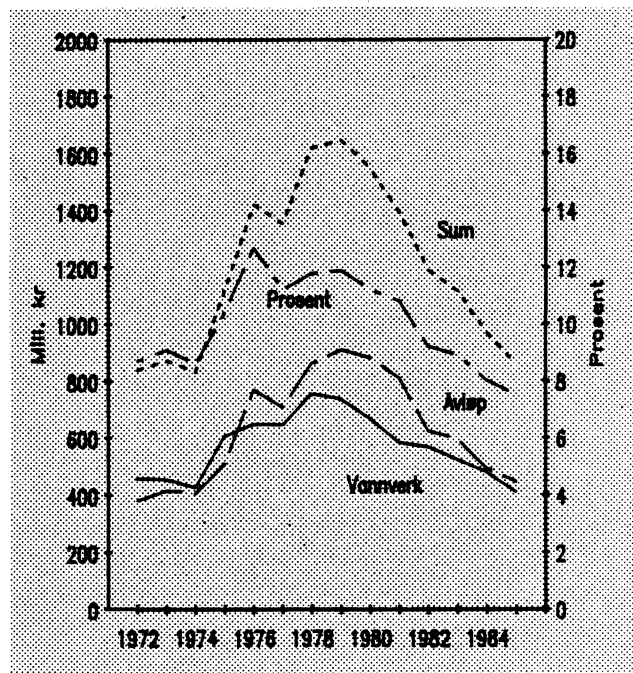
Vann- og avløpsinvesteringenes andel av de totale investeringene i kommunene i perioden var høyest i 1976 med 13 prosent. I 1985 var andelen 7,5 prosent.

Kommunenes utgifter til vannforsyning og avløp dekkes av avgifter (gebyr), skatt og statlige tilskudd. Forholdet mellom disse inntektskildene varierer imidlertid fra kommune til kommune. Det er store forskjeller i fylkenes inndekking av utgiftene, både for vannverk og avløp. Variasjon i kommunenes avgiftsnivå er av stor betydning for fylkenes inndekking. At store investeringer utgiftsføres i kommuneregnskapene kan forårsake store variasjoner i bruttoutgifter fra år til år, særlig på kommunenivå. Administrasjonsutgifter innenfor VAR-sektoren kommer ikke fram i kommuneregnskapene, da disse er samlet under posten "Fellesadministrasjon, tekniske etater".

Innenfor vannforsyning og avløp består avgiftene av en årsavgift og en tilknytningsavgift. Årsavgiften beregnes etter stipulert eller målt vannforbruk, mens tilknytningsavgiften er en engangsavgift som innkreves ved tilknytning til vannforsyningsnett og avløpsnett. Årsavgiftene utgjør den dominerende del av total innkrevet avgift.

Tabell 8.12 viser kommunale og felleskommunale utgifter til og inntekter fra vannverk og avløp i perioden 1982-1985. Driftsutgiftene består, foruten vedlikeholdsutgifter, av utgifter til lønn, utstyr, overføringer og andre driftsutgifter. Driftsinntektene består, foruten salgs- og leieinntekter, av inntekter fra salg av utstyr og overføringer. Inntektene i samband med nybygg og nyanlegg i 1985 bestod for vannverk av om lag 62 prosent overføringer fra stats- og trygdeforvaltningene og fylkeskommuner. For avløp utgjorde overføringene 56 prosent.

Figur 8.14. Investeringer i vannverk og avløp. 1972-1985. Mill. 1981-kroner og prosent av totale investeringer¹



1) Ved deflateringen er det for perioden 1972-1983 benyttet Aspelin-Stormbolls indeks for byggkostnader (boligblokk i Oslo-området medregnet rørlegger- og elektrikerarbeid). Fra 1984 er SSB's byggekostnadsindeks benyttet (boligblokk, total).

Kilde: Kommuneregnskapene, SSB.

Tabell 8.12. Kommunale og felleskommunale utgifter til og inntekter fra vannverk og avløp. 1982-1985. Mill. kr

Fylke	Utgifter				Inntekter			
	Brutto- utgif- ter i alt	Driftsutgifter			Brutto- inn- tekter i alt	Driftsinntekter		
Drifts- utgif- ter i alt		Av dette vedlike- hold av bygg og anlegg	Utgif- ter til nybygg og ny- anlegg	Drifts- inn- tekter i alt		Av dette salgs- og leie- inntek- ter	Inntekter i samband med ny- bygg og nyanlegg	
Vannverk:								
1982	1140,6	533,1	155,2	607,5	972,7	837,2	763,9	135,6
1983	1171,7	577,8	162,4	594,0	1085,8	951,2	891,6	134,6
1984	1248,5	669,1	173,8	574,9	1192,0	1054,5	982,5	137,6
1985	1325,8	742,1	206,9	520,5	1322,5	1182,8	1093,3	119,9
Avløp:								
1982	1172,9	506,7	146,0	666,2	948,9	805,7	770,8	143,2
1983	1251,1	573,1	161,5	678,0	1072,7	921,1	876,8	151,5
1984	1372,6	777,5	188,5	595,1	1313,0	1189,2	973,3	123,8
1985	1453,3	823,5	210,1	564,8	1449,1	1262,7	1090,5	123,9

Kilde: Kommuneregnskapene, SSB.

I 1985 var bruttoutgiftene til vannverk (investeringer inkludert) 1 326 mill. kr, mens bruttoinntektene var 1 323 mill. kroner. De tilsvarende tall for avløp var 1 453 mill. kr og 1 449 mill. kroner. Det var altså både for vannverk og avløp omtrent like store utgifter som inntekter. I 1981 var bruttoinntektene 78 prosent av bruttoutgiftene for vannverk og 70 prosent av bruttoutgiftene for avløp. I perioden 1981-1985 har driftsinntektene, som hovedsakelig utgjøres av salgs- og leieinntekter, økt noe raskere enn driftsutgiftene. Samtidig har det vært en klar nedgang, selv regnet i løpende priser, i investeringer (utgifter til nybygg og nyanlegg) både innenfor vannforsyning og avløp.

Referanser

Brunvoll, F., (1986): VAR. Statistikk for vannforsyning, avløp og renovasjon. Analyse av VAR-data. Hefte II. Avløpsrensaneanlegg. SSB. RAPP 86/13

Brunvoll, F., (1987): VAR. Statistikk for vannforsyning, avløp og renovasjon. Analyse av VAR-data. Hefte III. Avløpsledninger. SSB. RAPP 87/7

de Caprona, Y.C. og Hansen, M.I., (1987): Miljøverninvesteringer i industrien 1974-1985. SSB. IN 87/45

GEFO (1986): Forurensninger fra landbruket - ressurser på avveie. Institutt for georessurs- og forurensningsforskning. Landbruksforlaget

GEFO (1987): Plantevernmidler i overflatevann og grunnvann. Institutt for georessurs- og forurensningsforskning og Statens Plantevern

NIVA (1981): REBUS. Regnskap og budsjettssystem for forurensende tilførsler til vassdrag og fjorder. Del A. NIVA-rapport nr. O-78111

SFT (1983): Avløpsrensaneanlegg. Landsoversikt for 1982. SFT-rapport nr. 57, 1983

SFT (1984): Vårt felles miljø. En rapport fra SFT om forurensninger, støy, kjemiske stoffer og skadelige produkter i dagens Norge. TA-591

SFT (1986a): Overvåkingsresultater 1985. SFT-rapport nr. 257/86

SFT (1986b): Fremtiden er nå. Langtidsplan 1986-89 for SFT med perspektiver fram mot år 2000. TA-600

SFT (1987a): 1000 sjøers undersøkelsen 1986. SFT-rapport nr. 282/87

SFT (1987b): Miljøgifter i Norge. SFT-rapport nr. 79/87

SFT (1987c): Rapport om akutt forurensning i 1986. Registrerte utslipp til land, kyst og hav

SFT (1987d): Utslipp av olje fra plattformene på norsk kontinentalsokkel i 1986

SFT (1988): Vannkvalitetskriterier for ferskvann. TA-630

SIFF (1987): G2 Kvalitetsnormer for drikkevann

SSB (1983): Avløpsrensaneanlegg 1982. Statistisk Ukehefte, nr. 35

MD (1984-85a): Om tiltak mot vann- og luftforurensninger og om kommunalt avfall. St.meld. nr.51

MD (1984-85b): Om vannforsyningen. St.meld. nr.55

Vestøl, J.Å., (1984): Kommunale avfallsbehandlingsanlegg. Miljøstandard. SSB. RAPP 84/4

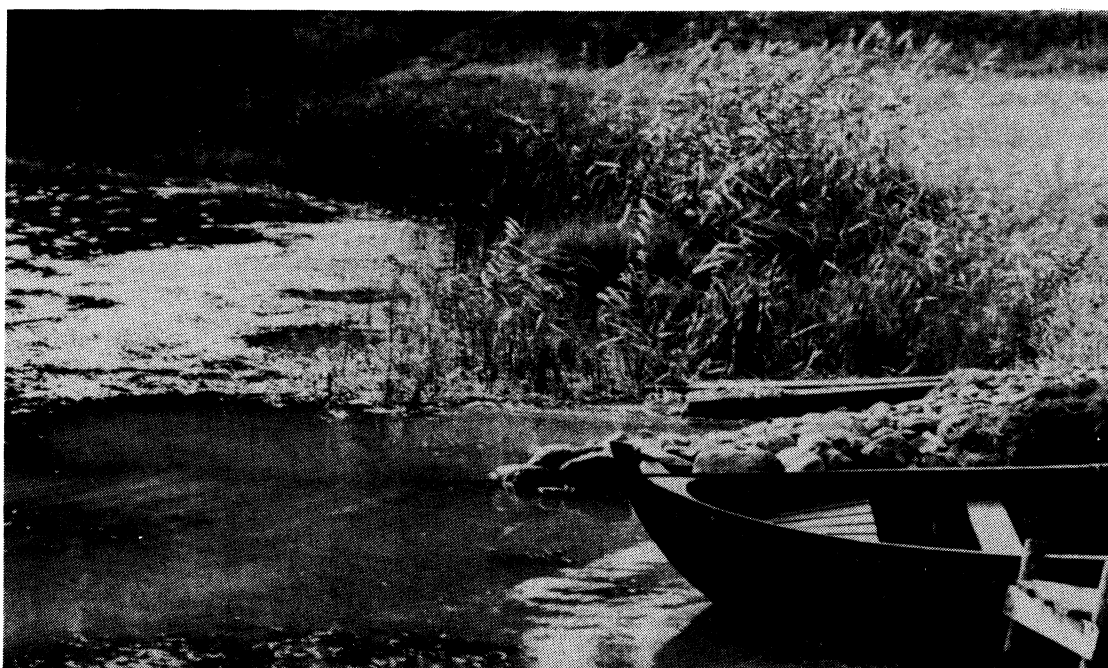


Foto: Elisabeth Fadum

9. Luft

SSB lager hvert år oversikter over nasjonale og kommunale utslipp til luft. Det viser seg å være godt samsvar mellom variasjoner i utslipp og gjennomsnittlige konsentrasjoner av viktige luftforurensningskomponenter. Utslippoversiktene danner grunnlag for en analyse av korrosjonsskader som følge av lokale svovelutslipp. Utslippene og de økonomiske følgene av korrosjonsskader blir framskrevet til år 2000. Utslipp av svovel i Europa har stor betydning for forurensningssituasjonen i Norge når det gjelder forsuring av jord og vann. En studie av mulige framtidige utslipp i Europa danner grunnlag for å si noe om framtidig nedfall av svovel i Norge og hvor det kommer fra. Det mest omfattende tiltaket for å redusere norske utslipp er avgasskravene på nye bensindrevne personbiler som skal gjelde fra og med 1989. Konsekvenser av dette tiltaket på utslippsnivåer og Norges økonomi blir kort beskrevet.

9.1 Luftforurensning - kilder og virkninger

De viktigste kildene til luftforurensning i Norge er utslipp fra industri, transportvirksomhet, fyringsanlegg og langtransporterte luftforurensninger. Utslippene stammer fra bruk av kull, koks og oljeprodukter til varme- og transportformål, fra industrielle prosesser der forurensningene frigjøres fra andre innsatsfaktorer enn energi (prosessutslipp) og fra fordampning av løsningsmidler, lettere oljeprodukter, gjærings- og respirasjonsprodukter o.l.

Konsentrasjonen av en forurensningskomponent er ikke alene bestemt av det lokale utslippet. Faktorer som klima, topografi, utslippsmønster (tidspunkt, høyde over bakken osv.) og transport av forurensning fra andre regioner eller land kan også ha stor betydning for konsentrasjonsnivået.

Skader av luftforurensninger kan oppstå både på menneskelig helse, planter og dyr, og på materialer. Skadevirkningen av de ulike forurensningskomponenter vil avhenge bl.a. av konsentrasjon og eksponeringstid. For mange komponenter opptrer det ikke skader før konsentrasjonen overstiger en terskelverdi (grenseverdi). Andre forurensningskomponenter kan gi skade selv ved lave konsentrasjoner. Dette gjelder spesielt for forurensninger som har kreftfremkallende egenskaper. De ulike forurensningene kan ha forskjellig effekt når de forekommer samtidig; additiv virkning (giftvirkningene summeres), synergetisk virkning (total giftvirkning større enn summen av giftigheten av hver komponent) eller antagonistisk virkning (stoffene motvirker hverandre).

Virkninger av luftforurensninger er ofte knyttet til sekundære forurensningsprodukter, dvs. komponenter som er dannet i lufta f.eks. ved en oksidasjon av den

opprinnelige forurensningskomponenten. Et eksempel på dette er sulfat (SO_4^{2-}) som dannes ved oksidasjon av SO_2 , eller ozon (O_3) som dannes ved en fotokjemisk reaksjon mellom nitrogenoksider (NO_x) og flyktige organiske komponenter (VOC).

Tabell 9.1 gir en oversikt over kilder, virkninger og grenseverdier knyttet til de viktigste komponentene i forbindelse med lokale og regionale luftforurensningsproblemer. Med "grenseverdier for helsevirkninger" menes et eksponeringsnivå som man ut fra nåværende viten antar befolkningen kan utsettes for uten at helse-skader forekommer.

Forurensningskomponenter

Svoveldioksid (SO_2). Om lag halvparten av Norges utslipp av svoveldioksid stammer fra industrielle prosesser, hovedsakelig innen treforedling, oljeraffinering, karbid- og metallproduksjon. Øvrige svovelutslipp skyldes først og fremst forbrenning av tungolje, kull og koks, der svovel inngår som en naturlig bestanddel. I områder med store lokale kilder vil langtransport av SO_2 bety lite for den totale konsentrasjonen.

Svoveldioksid virker i kombinasjon med sot sterkt irriterende på slimhinner og øker risikoen for luftveissykdommer. Det kan også oppstå vegetasjons- og korrosjonsskader ved høye SO_2 -konsentrasjoner. SO_2 bidrar sammen med NO_x til å forsure jord og vann. De norske utslippene av SO_2 utgjør imidlertid bare om lag 10 prosent av det totale nedfallet av svovel (svoveldioksid og sulfat) over Norge. Resten er langtransportert, se avsnitt 9.5. Langtransporterte forurensninger spres utover et stort areal og har derfor liten betydning for forurensningssituasjonen på steder med store lokale utslipp.

Tabell 9.1. Kilder, regionale og lokale skadevirkninger og grenseverdier knyttet til ulike forurensningskomponenter

Komponenter	Kilder	Skadevirkninger	Grenseverdi
Svoveldioksid (SO ₂)	Oljeforbrenning Prosessutslipp: - Raffinering - Metallprod. - Silisiumkarbid	Helse: SO ₂ sammen med sot øker faren for luftveislidelser Natur: Vegetasjonsskader av SO ₂ . Bidrar til forsuring av jord og vann. Korrosjon av materialer	Helse: 100-150 µg/m ³ (døgn) 40-60 µg/m ³ (halvår) Vegetasjon: 30 µg/m ³ (halvår)
Nitrogenoksider (NO _x)	Transport Oljeforbrenning Prosess: - Gjødelsprod.	Helse: Øker faren for luftveissykdommer. NO ₂ farligere enn NO Natur: Bidrar til forsuring av jord og vann. Danner sammen med VOC fotokjemiske oksidanter. Korrosjon av materialer (lite)	Helse (NO ₂): 200 µg/m ³ (time) 100-150 µg/m ³ (døgn) 75 µg/m ³ (halvår)
Karbonmonoksid (CO)	Transport Vedfyring Prosess: - Silisiumkarbid	Helse: CO binder seg til de røde blodlegemene og hindrer opptak av oksygen. Effekter: - Økt risiko for hjertekrampe - Redusert aktivitet hos friske mennesker - Lavere fødselsvekt på nyfødte	Helse: 25 mg/m ³ (time) 10 mg/m ³ (8-timer)
Flyktige organiske forbindelser (VOC)	Transport Vedfyring Løsningsmidler Bensinstasjoner	Helse: Kan inneholde kreftfremkallende stoffer slik som PAH og benzen. Natur: Danner fotokjemiske oksidanter sammen med NO _x .	
Polysykliske aromat- iske hydrokarboner PAH	Vedfyring Aluminiumsverk	Helse: PAH via luft kan gi kreft i luftveis-systemet. PAH via mat kan gi magekreft.	
Benzen (C ₆ H ₆)	Bensinbiler Bensinstasjoner Raffinerier	Helse: Reduksjon i antall blodceller og blodplater. Fare for utvikling av blodkreft	
Dioksiner (PCDD og PCDF)	Sjøpelforbrenning Produksjon av klorerte aromater Bilmotorer	Helse: Hudsykdommer (klorakne), lever-, nerve- og genskader og svekker immunsystemet	Helse: 5 pg/kg-dag
Sot	Kullfyring Vedfyring Transport	Helse: Sot sammen med SO ₂ kan gi luftveissykdommer. Sot er ofte også bærer av kreftfremkallende stoffer (bly, PAH)	Helse: 100-150 µg/m ³ (døgn) 40- 60 µg/m ³ (halvår)
Støv	Kullfyring Veistøv (piggdekk) Metallprod.	Trivsel: Nedsmussing av vegetasjon og materiale nær utslippkildene	

Tabell 9.1 (forts.)

Komponenter	Kilder	Skadevirkninger	Grenseverdi
Bly (Pb)	Bensinbiler Stålverk Kopper produksjon	Helse: Risiko for hjertekarsykdommer og spontanabort. Endret atferdsmønster og nedsatt intelligens og fruktbarhet. Anemi.	Helse: 1,5 µg/m ³ (halvår)
Kvikksølv (Hg)	Avfallsforbrenning Kloralkaliproduksj. Metallproduksjon Kullforbrenning Kremasjoner	Helse: Metyllkvikksølv kan forårsake varige hjerne-skader, fosterskader og kan gi mutasjoner. Natur: Kan inngå i næringskjeder og akkumuleres: skader på terrestriske og akvatiske organismer	
Fluorider (F)	Aluminiumsprod.	Helse: Langvarig og høyt inntak kan føre til fluorose: Smarter i ledd, neurologiske symptomer Natur: Observerte skader på skog, stor- og småfe og villlevende drøvtyggere	Helse: 10 µg/m ³ (halvår) Vegetasjon: 0.3 µg/m ³ (halvår)
Fotokjemiske oksidanter (Ozon, PAN)	Dannes i atmosfæren ved reaksjon mellom VOC og NO _x	Helse: Kan gi luftveislidelser Natur: Skader på skog og vegetasjon Materialer: Skader på f.eks. gummi og plast	Vegetasjon: 120 µg/m ³ (halvår)

Nitrogenoksider (NO_x). Forbrenning av fossilt brensel, trevirke og avfall fører til dannelse av ulike nitrogenoksider (NO_x, dvs. NO og NO₂), dels pga. en reaksjon mellom forbrenningsluftas oksygen og nitrogen og dels gjennom en oksidasjon av det nitrogenet som finnes i brensllet. Utslipet øker vanligvis med økende forbrenningstemperatur, luftgjennomstrømming og nitrogeninnhold i brensllet. De største utslippene av NO_x stammer fra biler, skip og båter. En annen viktig kilde til NO_x-utslipp er produksjon av salpetersyre og ammoniakk.

Andelen NO av totale NO_x-utslipp er vanligvis større enn 90 prosent. NO oksideres imidlertid til NO₂ i atmosfæren. Ved forbrenning og ved nedbrytning av nitrogenholdige stoffer i jorda dannes det også små mengder med dinitrogemonoksid (N₂O). Denne gassen har ingen direkte skadevirkninger, men pga. lang levetid bidrar den til å forringe ozonlaget i stratosfæren, se kapittel 10. Alle utslipp som omtales i dette kapitlet er regnet som NO₂.

Nitrogenoksider, særlig NO₂, kan ved høye konsentrasjoner øke faren for luftveislidelser. Nitrogenoksider bidrar også til forsuring av jord og vann. Bidraget fra NO_x til forsuring av norske vann har i den senere tid økt både absolutt og i forhold til SO₂ (SFT, 1987).

Karbonmonoksid (CO) dannes ved ufullstendig forbrenning både i stasjonære og mobile kilder. De viktigste kildene er bensindrevne biler og vedfyring i husholdningene.

Helseskader av CO-forurensninger skyldes karbonmonoksidets evne til å binde seg til hemoglobinet (Hb) i blodet (200 ganger så stor bindingsevne som oksygen). Dette medfører at muligheten for opptak av oksygen delvis blokkeres. Ved konstant CO-konsentrasjon i lufta oppnås maksimal COHb-konsentrasjon i blodet etter gjennomsnittlig 8 timer. Karbonmonoksid blir raskt oksidert til karbondioksid (CO₂). Helseskader er derfor knyttet til eksponeringer nær kilden, dvs. i sterkt trafikkerte gater, inne i biler i rush-trafikk osv.

Karbondioksid (CO₂) gir ingen direkte helseskader, men bidrar til å endre det globale klimaet, se kapittel 10.

Flyktige organiske komponenter (VOC) er en gruppe som omfatter en rekke forskjellige organiske komponenter slik som: alifatiske og aromatiske hydrokarboner, alkoholer, ketoner, estere, etere og halogenerte hydrokarboner. Ulike løsningsmidler og flyktige polyaromatiske forbindelser (PAH) er også medregnet. **Metan** er ikke medregnet da denne gassen antas å ha liten fotokjemisk betydning i troposfæren (0-10 km over bakken).

VOC dannes både ved vanlig forbrenning av trevirke og fossilt brensel, i industrielle prosesser (raffinering og petrokjemisk) og ved fordampning av bensin, løsningsmidler og terpener som utskilles naturlig av trær.

De fleste VOC-forbindelsene regnes ikke å være helseskadelige. Men enkelte undergrupper, slik som halo-

generte hydrokarboner, PAH-forbindelser og benzen, kan være kreftfremkallende.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er et fellesnavn for en rekke kjemiske forbindelser (mer enn 500). Grunnstrukturen i PAH består av tre eller flere kondenserte benzenringer. En av de viktigste og hyppigste forbindelsene i PAH-gruppen er benzo(a)pyren (BaP).

De største PAH-kildene er produksjon av aluminium, oljeraffinerier, kullfyring og avgasser fra biler. PAH-forbindelser er først og fremst et lokalt forurensningsproblem. Flere av PAH-forbindelsene antas å ha kreftfremkallende egenskaper. Ved eksponering for PAH i luft øker risikoen for kreft i luftveiene, mens PAH i mat og drikke øker faren for magekreft.

Benzen er et aromatisk hydrokarbon som frigjøres fra biler, bensinstasjoner og oljeraffinerier. De høyeste benzen-konsentrasjonene finner en ofte i eller nær gasrajanlegg og ved bensinstasjoner.

Benzen kan ved moderate konsentrasjoner redusere antall blodceller og blodplater. Ved langvarige eksponeringer kan det utvikles blodkreft.

Dioksiner omfatter to grupper av stoffer: Polyklorete dibenzo-p-dioksiner (PCDD) og dibenzofuraner (PCDF). Det finnes i alt 75 forskjellige PCDD- og 135 forskjellige PCDF-forbindelser. Av disse er det 12 substanser som er spesielt giftige. Den mest kjente forbindelsen er TCDD som ble sluppet ut ved en ulykke i Seveso i Italia for 10 år siden.

Dioksiner dannes ved mange forbrenningsprosesser (kanskje alle) der klor er tilstede i brenset eller i lufta. Viktige kilder er søppelforbrenning og produksjon av klorerte aromatiske forbindelser. Dioksiner dannes også ved annen forbrenning, f.eks. i bensinmotorer pga. klorholdige tilsetningstoffer i drivstoffet.

PCDD- og PCDF-forbindelser kan forårsake hudsykdommer (klorakne), lever-, nerve- og genskader og svekke immunsystemet. Videre kan de forsterke effekten av kreftfremkallende stoffer. Stoffene er meget fettløselige og viser liten tendens til biologisk nedbrytning. Dette øker faren for oppkonsentrering i næringskjeder og forekomst i mennesker (SFT, 1986). Potensielle risikogrupper er individer som spiser mye fisk, arbeider i miljø med høye dioksinutslipp og spedbarn som får morsmelk. Det er imidlertid *ikke påvist* noen effekter av dioksin hos noen av disse gruppene i Norge.

Sot omfatter partikler under $10 \mu\text{m}^1$ i diameter og kan dermed sammenliknes med svevestøv (partikler μm). Sot måles ved svertingsgrad, mens svevestøv veies på filter. Sot er en bedre indikator enn svevestøv for vurdering av risiko for helseskader i og med at de organis-

ke komponentene i større grad er inkludert ved måling av sot konsentrasjoner.

Viktigste kilder til sotutslipp er ved, kull, tungolje og diesel. Sot er utelukkende et lokalt forurensningsproblem.

Sot sammen med SO_2 virker irriterende på slimhinner og øker risikoen for luftveislidelser. Sot er også bærer av tungmetaller og kreftfremkallende stoffer som PAH.

Støvedfall er et mål for nedsmussing og omfatter alle partikkelstørrelser. De viktigste kildene er industri og trafikk, spesielt oppvirvling av veistøv (piggdekk). En regner ikke med noen helsefare knyttet til støvedfall, utover effekten til sot. Derimot representer støv et stort negativt trivselselement i mange områder og påfører samfunnet store kostnader i form av nedsmussing.

Bly (Pb) blir tilsatt bensin for å øke oktantallet. Eksos fra bensinbiler inneholder derfor høye konsentrasjoner av bly. En liten andel av det totale blyutslippet kommer fra stålverk og kopperproduksjon (5-10 prosent). I tillegg mottar spesielt Sørlandet endel bly fra England og kontinentet.

Bly akkumuleres i kroppen. Blyeksponering over lengre tid synes blant annet å gi endret atferdsmønster og nedsatt konsentrasjonsevne og intelligens. Store blykonsentrasjoner bidrar også til økt blodtrykk og skader på viktige organer og prosesser i kroppen.

Kvikksølv (Hg) opptrer i to hovedformer: Metallisk kvikksølv i dampform og organiske kvikksølvforbindelser (vanligvis metylkvikksølv). Utslipp til luft av kvikksølv skjer i begge former. Mesteparten omdannes imidlertid før eller siden til organisk kvikksølv. Overeksponering for metallisk kvikksølv forårsaker som regel ikke-varige (reversible) forandringer i sentralnervesystemet. Metylkvikksølv kan forårsake skader på nervecellenes funksjoner med permanent hjerneskade som resultat. For ikke-yrkeseksponerte personer er mat den viktigste metylkvikksølvkilden. Helseskader knyttet til eksponering for metallisk kvikksølv damp opptrer nesten utelukkende i utsatte yrkesgrupper (f.eks. kloralkaliarbeidere).

Metylkvikksølv kan lett akkumuleres i både organismer og ulike næringskjeder. Spesielt utsatt er organismer i eller med nær tilknytning til akvatiske økosystemer. Rovfugler eller rovdyr som livnærer seg på fisk vil ofte være mest utsatt, f.eks. ved nedsatt fruktbarhet, redusert tykkelse på eggskall etc.

Hovedkilden for utslipp av kvikksølv til luft er avfallsforbrenningsanlegg, kloralkalifabrikker, metallproduksjon og krematorier. Forbrenning av kull bidrar også til kvikksølvutslipp.

Fluorider omfatter fluorsyre og ulike fluorsalter og frigjøres dels i gassform og dels bundet til partikler. Den

1) $\mu = 10^{-6}$
 $\mu\text{m} = 10^{-6}$ meter.

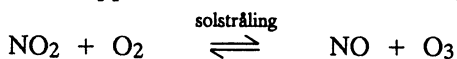
viktigste kilden er aluminiumsverk. Mindre utslipp finner sted ved produksjon av teglstein og opalglass.

Fluorider kan medføre akutte eller kroniske skader på vegetasjon selv ved lave konsentrasjoner. Det er observert slike skader rundt alle de norske aluminiumsverkene. Likeledes forekommer det forgiftning av husdyr, hjort, elg og rådyr som beiter i områdene rundt noen av de største verkene. Langvarig eksponering for høye konsentrasjoner av fluorider kan føre til kronisk fluorforgiftning (fluorose) hos mennesker. Det er bare påvist slike skader i forbindelse med yrkeseksponering.

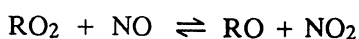
Fotokjemiske oksidanter er en fellesbetegnelse på sterkt oksiderende stoffer som dannes i atmosfæren fra nitrogenoksider, VOC-forbindelser og luftas oksygen i reaksjon med sollys. Den hyppigste og mest kjente oksidanten er ozon (O₃). Det dannes også bl.a. hydrogenperoksyd (H₂O₂) og organiske peroksyforbindelser, slik som PAN (peroksyacetylnitrat). Disse prosessene skjer forholdsvis nær bakken (troposfæren). I stratosfæren 10-50 km over bakken foregår det derimot en nedbrytning av ozon, se kapittel 10.

De kjemiske reaksjonene som fører til dannelse av ozon og andre oksidanter er mange og kompliserte. De viktigste reaksjonene for dannelse av ozon er (SFT, 1982):

1. I en atmosfære med høy nitrogenoksidkonsentrasjon vil det oppstå en likevekt mellom ozon og NO₂:



2. Ved høyt innhold av organiske forbindelser dannes peroksyradikaler (RO₂). Disse oksyderer NO til NO₂ uten at ozon brytes ned. Ved å fjerne NO fra atmosfæren vil ozon-mengden kunne øke.



Den fotokjemiske oksidant-dannelsen påskyndes av høye temperaturer, solstråling og svake vinder. Ved våre breddegrader vil de høyeste konsentrasjonene opptre i månedene april-august. Høye konsentrasjoner av ozon kan skyldes både naturlig dannet ozon, lokale kilder og langtransport av ozon.

Høye konsentrasjoner av fotokjemiske oksidanter øker risikoen for luftveissykdommer. Ozon og andre oksidanter har likeledes medført omfattende skader på vegetasjon. Det er imidlertid stor forskjell i ømfintlighet mellom forskjellige plantearter og mellom planteindivider. For eksempel er det vist at fotosyntesen i havre skades allerede ved 60-70 ppb¹ ozon i 1-2 timer. Bartrær synes å være langt mer motstandsdyktige. Anbefalt grenseverdi for vegetasjonsskader er satt til 120 µg/m³ som timesmiddel. Dette har sin bakgrunn i at

det naturlig kan oppstå episoder med ozonkonsentrasjoner opp mot denne grensen.

9.2 Utslipp til luft i Norge

Nasjonale utslipp til luft i 1985

Oversikter over utslipp av svoveldioksid (SO₂), nitrogenoksider (NO_x), karbonmonoksid (CO), flyktige organiske komponenter (VOC), sot og bly (Pb) til luft er laget for årene 1973-1987. Det er også utarbeidet oversikt over antropogene (menneskelagde) utslipp av karbondioksid (CO₂) for året 1985. Tallene for perioden 1976-1985 (1982-1985 for VOC og sot) bygger på energiregnskapet. Utslippsoversikter for andre år bygger på informasjon om salg av petroleumsprodukter og på produksjonsindekser. Oversiktene for disse årene er derfor mindre detaljerte og bør tolkes med varsomhet.

Utslippene av de forurensningskomponentene som inngår i utslippsoversiktene fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) er nært knyttet til bruken av energi. Utslippstallene er beregnet på grunnlag av detaljerte oversikter over energiforbruk (Ressursregnskapet for energi og Industristatistikk), utslippskoeffisienter og oversikter over utslipp fra om lag 60 store industribedrifter med prosessutslipp (SFT). Utslipp fra industribedrifter med prosessutslipp framkommer dels ved målinger og dels ved beregninger ved hjelp av utslippskoeffisienter. Utslippene er beregnet ved at det til hver energivare og hvert bruksområde er knyttet utslippskoeffisienter som angir hvor store utslipp bruk av ett tonn av energivaren medfører. Tabell 9.2 viser eksempler på utslippskoeffisienter. Det er heftet endel usikkerhet til de fleste av dem.

Utslipp av SO₂ og bly er bestemt av henholdsvis svovel- og blyinnhold i energivaren. CO₂-utslipp fra de ulike energivarene er bestemt av karboninnholdet i brensel og i noen grad av utslippet av VOC fra forbrenningsprosessen. Utslippene av de andre komponentene er i hovedsak bestemt av forbrenningsforholdene i motorer og ovner. Etterhvert som nye undersøkelser blir foretatt, revideres utslippskoeffisientene.

Utslippsoversiktene i denne rapporten viser et høyere utslipp av NO_x enn tidligere oversikter (SSB, 1986, 1987). Dette skyldes i hovedsak at utslippskoeffisientene for NO_x for tungolje og marint brensel brukt i sjøfart og fiske i tidligere beregninger er kraftig undervurdert. Det er mulig at koeffisientene vil bli ytterligere endret etter en revisjon av utslippskoeffisienter for sjøfart som avsluttes i løpet av første halvår 1988.

Utslippsoversiktene gir ikke direkte informasjon om konsentrasjoner av luftforurensninger eller mulige skadevirkninger på helse, naturmiljø, materialer og eiendom. Som vist i avsnitt 9.3 er det imidlertid godt samsvar mellom målte luftkvalitetsendringer og endrede utslippsrater. Utslippsoversiktene gir derved indikato-

1) ppb = parts pr. billion.

Tabell 9.2. Utslippskoeffisienter. 1985. Kg/tonn

		SO ₂	NO _x	VOC	CO	CO ₂	Sot	Pb ¹
MOBILE KILDER								
Bensin	Biltrafikk	0,1	26,6	26,0	250,0	3110	1,0	140
	Fritidsbåter	0,1	3,0	160,0	500,0	2390	4,0	140
Diesel	Biltrafikk	5,8	40,4	6,7	16,9	3180	3,8	-
	Traktorer	5,8	50,0	10,0	50,0	3180	7,0	-
Marint brensel	Sjøfart	5,4	70,0	5,0	7,0	3180	4,0	-
STASJONÆR FORBRENNING								
Naturgass	Industri	-	7,0	1,5	2,0	2760	-	-
Fyringsolje	Husholdninger	5,6	2,5	0,6	6,5	3200	0,3	-
	Industri	5,9	3,0	0,4	2,0	3200	0,3	-
Tungolje	Husholdninger	27,4	4,2	0,3	0,4	3160	1,3	-
	Industri	42,0	5,0	0,3	0,2	3160	1,3	-
Kull	Husholdninger	20,0	1,4	10,0	100,0	3010	8,5	-
	Industri	16,0	4,5	0,8	3,0	3040	1,4	-
Trevirke	Husholdninger	0,4	0,7	20,0	100,0	..	10,0	-
	Industri	0,4	0,9	1,3	15,0	..	2,4	-
FORDAMPNING								
Bensin	Salg	-	-	2,8	-	-	-	-
	Lagring	-	-	1,7	-	-	-	-

¹⁾ Enheten for bly er g/tonn.

Kilde: SSB, SFT, Norsk Petroleumsinstitutt.

rer for forurensningsnivået og endringer i forurensningsbelastningen. De er viktige for å kunne vurdere hvilke sektorer og kilder tiltak mot luftforurensning best kan settes inn mot, og viser effekten av allerede gjennomførte tiltak mot forurensning. Utslippoversiktene danner også basis for framskrivninger av utslipp til luft. Sist, men ikke minst, er utslippoversiktene en kontroll på at Norge følger opp internasjonale avtaler om begrensning av utslipp til luft.

Utslipp til luft etter næring og kilde

Utslipp av SO₂, NO_x, VOC, CO, CO₂, sot og Pb i 1985 fordelt etter næring er vist i tabell 9.3, mens tabell 9.4 viser utslipp etter kilde. I motsetning til tidligere oversikter inneholder disse tabellene også utslipp fra utenriks sjøfart på norsk område (både norske og utenlandske båter) og offshore oljevirksomhet.

Den største kilden til svoveldioksid-utslipp er industrielle prosesser som står for 45 prosent av utslippene. Stasjonær forbrenning og mobile kilder forårsaker henholdsvis 30 og 25 prosent av utslippene. Hovedtyngden av disse utslippene kommer fra forbruk av tungolje.

Industrisektorene står for de største utslippene av SO₂, ialt om lag 72 prosent. Den klart største utslippssektoren er produksjon av metaller. Vel 14 000 tonn SO₂, eller nær halvparten av utslippene i denne sektoren, kom i 1985 fra en enkelt utslippskilde, smeltehytta ved A/S Sulitjelma Gruver. Fra 1987 er smeltehytta nedlagt. Andre sektorer med store utslipp er produksjon av kjemiske råvarer, produksjon av treforedlingsprodukter og raffinering av jordolje.

Mobile kilder står for 85 prosent av utslippene av nitrogenoksider i Norge. Stasjonær forbrenning og industrielle prosesser bidrar med henholdsvis 11 og 4 prosent.

Tabell 9.3. Utslipp til luft etter næring. 1985. 1 000 tonn

MSG-sektor	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	VOC ¹	Sot	Pb ²
I ALT	105,2	222,7	590,0	33287	104,7	24,4	323
11 Landbruk	1,3	5,3	11,8	730	3,8	0,8	2
12 Skogbruk	0,1	0,6	3,0	48	1,1	0,1	1
13 Fiske og fangst	2,7	29,6	6,0	1363	3,4	1,7	1
16 Prod. av næringsmidler	5,7	2,1	1,5	755	0,3	0,3	1
17 Prod. av nytelsesmidler	0,6	0,2	0,3	70	0,0	0,0	0
18 Prod. av tekstil og bekledningsvarer	0,4	0,2	0,2	61	0,0	0,0	0
26 Prod. av trevarer	0,7	0,6	0,9	121	0,1	0,1	0
27 Prod. av kjemiske og mineralske produkter	6,1	4,7	1,1	2234	0,3	0,3	0
28 Grafisk produksjon	0,0	0,1	0,5	26	0,1	0,0	0
31 Bergverksdrift	1,6	1,7	0,7	245	0,2	0,2	0
34 Treforedling	8,2	1,4	0,2	525	0,1	0,2	0
37 Prod. av kjemiske råvarer	7,1	6,8	36,3	1264	1,3	0,1	0
40 Raffinering av jordolje	3,9	1,7	0,1	949	3,1	0,1	0
43 Prod. av metaller	35,8	5,7	0,3	4456	1,4	0,1	21
45 Prod. av verkstedsprodukter	1,2	0,8	1,2	285	0,2	0,1	1
50 Bygging av skip og oljeplattformer m.v.	0,3	0,3	0,3	102	0,1	0,0	0
55 Bygge- og anleggsvirksomhet	1,0	7,2	4,1	566	1,1	0,6	2
60 Utenriks sjøfart ³	7,6	20,2	2,0	912	1,4	1,2	0
65 Olje og gass	0,8	16,9	3,6	4337	2,6	0,4	0
72 Elektrisitetsproduksjon ⁴	0,3	0,4	0,2	0	0,1	0,0	0
74 Innenriks samferdsel	12,6	66,4	39,2	5750	10,2	4,4	16
79 Reparasjon av kjøretøyer, husholdningsapparater	0,1	0,4	3,0	92	0,3	0,0	3
81 Varehandel	1,4	9,9	48,2	1325	5,7	0,6	39
82 Bank- og forsikrings- virksomhet	0,0	0,4	3,0	66	0,3	0,0	3
83 Boligtjenester	0,0	0,0	0,0	16	0,0	0,0	0
84 Annen privat tjenesteprod.....	0,5	2,2	15,2	503	1,7	0,1	13
91 Offentlig administrasjon	0,1	0,1	0,9	44	0,1	0,0	1
92 Forsvar	0,4	4,2	2,8	535	0,4	0,2	1
93 Undervisning og forsknings- virksomhet	0,3	0,1	0,1	163	0,0	0,0	0
94 Helsetjenester m.v.	0,6	0,2	0,1	203	0,0	0,0	0
95 Annen offentlig tjenesteprod.....	0,1	1,2	0,1	73	0,1	0,1	0
P Private husholdninger	3,9	31,1	403,2	5469	65,0	12,6	219

1) Utslipp utenom fordampning. Fordampningsutslipp; se tabell 9.4.

2) Enheten er tonn.

3) Utenriks sjøfart på norsk område uansett nasjonalitet.

4) Utslipp fra søppelforbrenningsanlegg.

Tabell 9.4. Utslipp til luft etter kilde. 1985. 1 000 tonn

	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	VOC	Sot	Pb ¹
I ALT	105,2	222,7	590,0	33287	175,5 ²⁾	24,4	323
STASJONÆR FORBRENNING	31,5	24,7	120,2	12600	24,8	12,5	-
- Industriell forbrenning	24,0	20,9	4,5	9161	2,6	1,1	-
- Forbrenning utenom industri	7,2	3,4	115,5	3439	22,0	11,3	-
- Avfallsforbrenning	0,3	0,4	0,2	-	0,1	0,0	-
INDUSTRIELLE PROSESSER	47,1	9,6	36,1	5518	5,5	0,0	21
- Treforedling	2,8	-	-	-	-	-	-
- Kjemiske råvarer	5,7	5,1	36,1	478	1,3	-	-
- Minerale produkter	2,3	-	-	1048	-	-	-
- Oljeraffinering	2,9	-	-	-	3,0	-	-
- Metallproduksjon	33,3	4,4	-	3992	1,3	-	21
FORDAMPNINGSUTSLIPP .....	.	.	.	.	70,8	.	.
- Lagring av bensin .....	.	.	.	.	2,9	.	.
- Bensinstasjoner .....	.	.	.	.	4,8	.	.
- Løsningsmiddelutslipp .....	.	.	.	.	50,1	.	.
- Olje- og gassutvinning .....	.	.	.	.	13,0	.	.
MOBILE KILDER	26,7	188,5	433,7	14999	74,3	12,0	302
- Biltrafikk	4,3	66,5	360,6	7140	44,5	3,9	287
- Lette kjøretøy							
- Bensin	0,2	36,6	331,3	4600	37,8	1,2	267
- Diesel	0,5	1,9	2,9	370	1,5	0,6	-
- Tunge kjøretøy							
- Bensin	0,0	2,7	18,0	280	1,9	0,1	20
- Diesel	3,6	25,3	8,3	1890	3,3	1,9	-
- Små motorredskap, motorsykler og mopeder	0,0	0,2	46,5	300	18,6	0,5	15
- Traktorer og motorredskap	1,4	11,6	6,9	722	1,6	1,3	-
- Jernbane	0,1	0,3	0,1	51	0,1	0,1	-
- Lufttrafikk	0,1	3,7	9,1	1700	1,9	0,2	-
- Innenriks sjøfart	10,1	49,4	4,9	2500	3,5	2,8	-
- Utenriks sjøfart	7,6	20,2	2,0	912	1,4	1,2	-
- Fiskeflåte	2,7	29,6	3,0	1357	2,1	1,7	-
- Oljeboring	0,5	7,0	0,7	317	0,5	0,4	-
NATURLIGE KILDER							
- Terpenutslipp fra skog .....	.	.	.	.	180,0	.	.

1) Enheten for bly er tonn.

2) Ekskl. naturlige kilder.

Kilde: SSB

De viktigste mobile kildene er dieseldrevne biler, traktorer og båter. Forbrenningsforholdene i disse motortypene karakteriseres ved høye temperaturer og god lufttilgang. Bensinbiler var i 1985 ansvarlig for 18 prosent av de mobile utslippene. Denne andelen vil synke ved innføring av nye avgasskrav for bensinbiler fra 1989, se avsnitt 9.4. I forhold til drivstofforbruket er utslippet av NO_x fra dieseldrevne kjøretøy og båter større enn fra bensindrevne kjøretøyer. Med en forventet kraftig økning i trafikkarbeidet vil det være nødvendig å sette inn tiltak også mot disse utslippskildene dersom man ønsker å redusere NO_x-utslippene.

Etter sektor er NO_x-utslippene størst fra innenriks samferdsel (30 prosent), private husholdninger (14 prosent), fiske og fangst (13 prosent), utenriks sjøfart på norsk område (9 prosent) og oljevirkosomhet på kontinentalsokkelen (8 prosent).

74 prosent av karbonmonoksid-utslippene kommer fra mobile kilder. 90 prosent av utslippene fra mobile kilder kommer fra bensinbiler. De stasjonære forbrenningsutslippene utgjør om lag 20 prosent av de totale CO-utslippene og domineres av vedforbrenning. Private husholdninger er den viktigste utslippssektoren med 68 prosent av disse utslippene.

De største CO₂-utslippene finner sted innen transportsektoren (17 prosent), private husholdninger (16 prosent), produksjon av metaller (13 prosent) og innen olje- og gassvirksomheten på norsk kontinentalsokkel (13 prosent).

De viktigste kildene til utslipp av flyktige organiske forbindelser er fordampning (40 prosent) og utslipp som følge av ufullstendig forbrenning fra mobile kilder (42 prosent). Den største kilden til fordampningsutslipp er løsningsmidler (71 prosent). De andre kildene er fordampning av hydrokarboner fra olje- og gassutvinning på kontinentalsokkelen (18 prosent) og utslipp fra lagring og salg av bensin (11 prosent). Bensindrevne kjøretøy og redskaper står for 78 prosent av de mobile VOC-utslippene. Stasjonære forbrenningsutslipp sto for 14 prosent av VOC-utslippene i 1985. Hovedtyngden (86 prosent) av disse utslippene skyldes bruk av ved.

Løsningsmiddelutslippene, som alene utgjør 29 prosent av VOC-utslippene, er foreløpig ikke sektorfordelt. Sektorene med de største utslippene av VOC (utenom løsningsmidler) er private husholdninger (36 prosent), utvinning av råolje og gass (9 prosent) og innenriks samferdsel (8 prosent).

Oversiktene inkluderer ikke sot fra prosessutslipp. Grunnen er at det er vanskelig å skille ut sotandelen i svevestøvutslippene fra industrielle prosesser. Prosessutslippene av svevestøv er spesielt store i prosesser der kull inngår som reduksjonsmiddel.

Andre sot-utslipp fordeler seg jevnt på mobile kilder og stasjonær forbrenning. Mesteparten (87 prosent) av de stasjonære utslippene kommer fra vedforbrenning. De største kildene til mobile sot-utslipp er dieseldrev-

ne bil-, traktor- og båtmotorer. Også båtmotorer som bruker tungolje gir store utslipp.

Private husholdninger er den største utslippssektoren av sot med over halvparten av utslippene (52 prosent). Innenriks samferdsel står for 18 prosent av utslippene.

Hele 94 prosent av bly-utslippene til luft stammer fra mobile kilder. Nesten alt dette skyldes tilsetning av bly i bensin. Resten av bly-utslippene (6 prosent) er prosessutslipp fra metallindustrien.

De viktigste utslippssektorene i 1985 var private husholdninger (68 prosent), varehandel (12 prosent) og produksjon av metaller (6 prosent).

Utslipp pr. utført årsverk og bruttoprodukt i noen aggregerte næringssektorer

Det er vanskelig å rangere næringsvirksomhet etter forurensningsgrad, selv når en ser bort fra lokale forskjeller som gir ulike skadevirkninger av samme mengde utslipp. Utslippene bør sees i sammenheng med hvor mye den enkelte næring bidrar med til sysselsetting, verdiskapning osv. Om næringsvirksomheten tillegges spesiell vekt (tilleggsnytte) i forbindelse med distriktpolitikk, sysselsettingsmål o.a. bør dette også

Tabell 9.5. Utslipp pr. årsverk og pr. bruttoprodukt for noen aggregerte næringssektorer. 1985

	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂ ¹	VOC	Sot
Kg utslipp pr. årsverk:						
Primærnæringer	28	250	146	15	51	19
Treforedling	683	115	18	44	6	19
Kraftkr. industri	1438	419	1226	192	92	9
Annen industri	72	44	24	17	63	4
Transport	122	526	250	40	70	33
Annen tj.yting	4	18	71	3	11	1
Andre næringer	12	148	48	30	102	6
Alle næringer	55	105	102	15	94	6
kg utslipp pr. mill. kr. bruttoprodukt:						
Primærnæringer	224	1990	1164	120	408	149
Treforedling	2534	426	67	162	22	72
Kraftkr. industri	5305	1545	4524	708	339	32
Annen industri	355	214	117	84	310	19
Transport	523	2253	1074	173	301	143
Annen tj.yting	16	18	323	13	51	5
Andre næringer	14	168	54	34	116	7
Alle næringer	204	385	376	56	19	24

1) Enheten for CO₂ er tonn utslipp pr. årsverk og pr. mill. kr bruttoprodukt.

trekkes inn ved vurderingen av forurensningsgraden. Som et første skritt i en slik vurdering presenteres i tabell 9.5 tall som viser utslipp pr. årsverk og pr. bruttoprodukt i 1985 for noen aggregerte næringssektorer.

Kraftkrevende industri (produksjon av metaller og kjemiske råvarer) har store utslipp av alle komponenter unntatt sot. Særlig prosessutslippene av SO₂ gir høye spesifikke utslipp i denne sektoren. Transportsektoren har betydelige utslipp av NO_x, CO, CO₂ og sot, mens VOC-utslippene fra olje- og gassvirksomheten på kontinentalsokkelen bidrar til høye VOC-utslipp pr. årsverk i "andre næringer". Primærnæringene har høye utslipp av alle komponenter unntatt SO₂ sett i forhold til bruttoproduktet.

Utslipp i Norge i perioden 1973-1987

Utslippene av SO₂ er redusert kraftig i perioden 1973-1987, se figur 9.1. Det har vært små endringer i utslippene fra mobile kilder i perioden. Utslippene fra stasjonær forbrenning er mer enn halvert. Prosessutslippene har også gått ned. Flere faktorer forklarer nedgangen i SO₂-utslippene:

- Svovelinholdet i ulike oljeprodukter er redusert i perioden.

- Forskrifter om bruk av normalsvovelholdig tungolje i kystfylkene i Sør-Norge trådte i kraft i 1977, og for de 13 sørligste fylkene fra og med 1986.

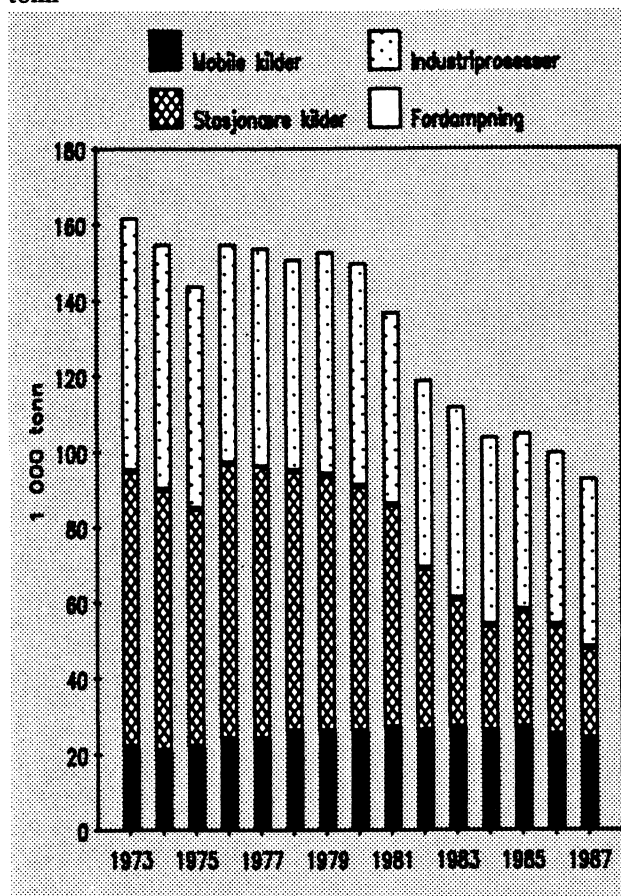
- Et 10-års program for opprydding av eldre forurensende industri ble iverksatt i 1974. Programmet innebar konsesjonsbehandling av utslipp og pålegg om installering av renseanlegg i en rekke bedrifter.

- Tilgangen på tilfeldig kraft har vært god i første halvdel av 1980-årene. Dette minsker forbruket av olje, da enkelte bedrifter kan bytte ut olje med elektrisk kraft.

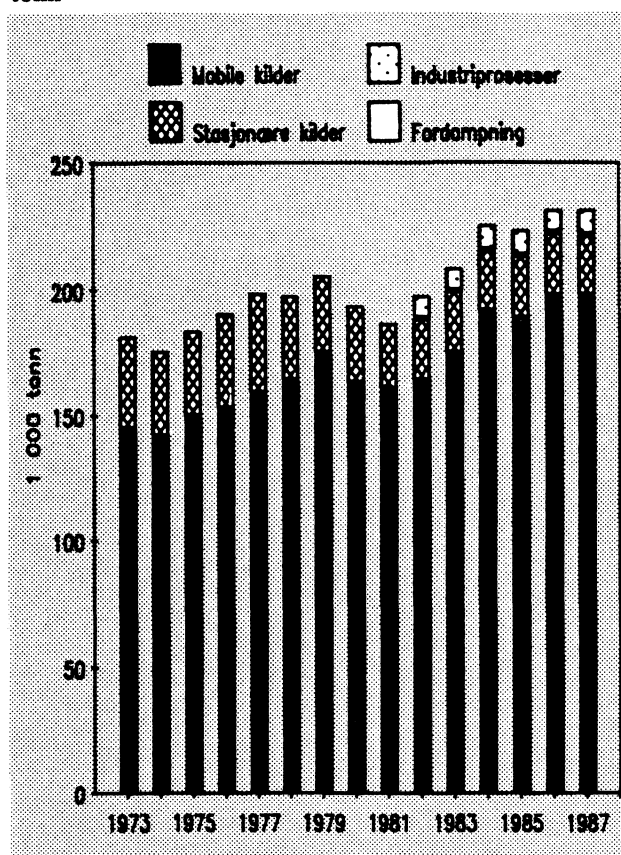
De største utslippsreduksjonene har skjedd i treforedlingssektoren. Utslippene er redusert fra 33 000 tonn i 1976 til 8 000 tonn i 1985. Denne sektoren er den største brukeren av tilfeldig kraft. Utslippene fra kraftkrevende industri har holdt seg stabile i hele perioden. Utslipp fra oljeraffinerier har hatt en kraftig reduksjon og utslipp fra annen industri og andre næringer, med unntak av transportsektorene, er mer enn halvert i perioden som følge av rensetiltak og overgang fra olje til elektrisitet som energibærer. Utslippene økte noe fra 1984 til 1985 som følge av et høyt aktivitetsnivå. Nedgangen mellom 1985 og 1986 skyldes i hovedsak nye forskrifter om svovelinhold i tungolje som ble satt iverk 1. januar 1986.

NO_x-utslippene har økt kraftig i den siste delen av perioden etter en nedgang på slutten av 1970-tallet, se figur 9.2. Den sterkeste veksten har funnet sted i utslipp fra private husholdninger. En stor del av økningen i privat konsum på 1980-tallet er tatt ut i form av privat transport, dvs. kjøp og bruk av privatbiler. Samtidig har utslippene pr. forbrukt enhet drivstoff økt som følge av standardforbedringer i bilparken. NO_x-utslippe-

Figur 9.1. Utslipp av SO₂ etter kilde. 1973-1987*. 1 000 tonn



Figur 9.2. Utslipp av NO_x etter kilde. 1973-1987*. 1 000 tonn



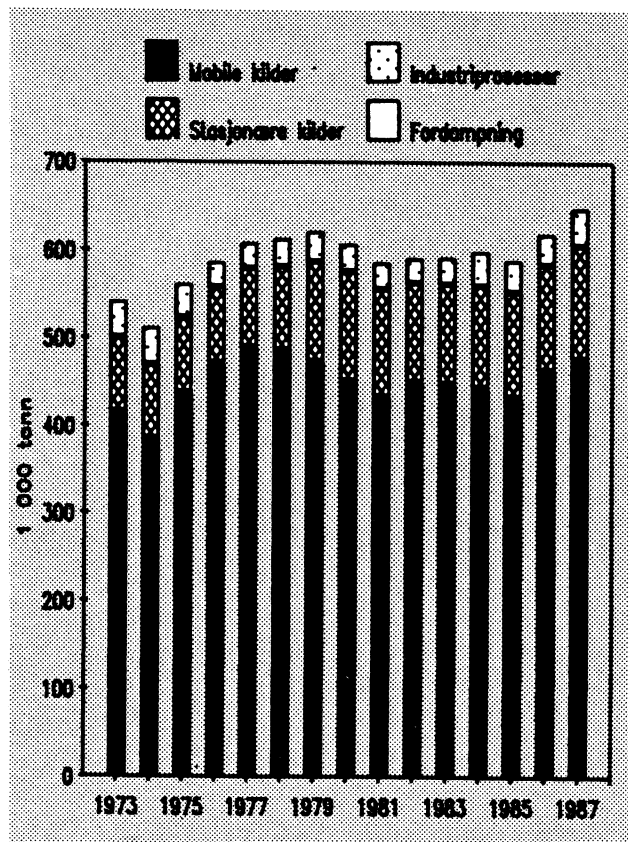
Kilde: SSB.

ne fra stasjonær forbrenning har blitt mindre i perioden på grunn av et redusert forbruk av fyringsoljer, mens prosessutslippene har vært stabile.

Utslippene av CO har vært relativt stabile i perioden, se figur 9.3. De siste årene er det registrert en liten nedgang i utslippene fra bilsbiler som følge av forbedringer av den tekniske standarden. De stasjonære utslippene har derimot økt noe, hovedsakelig som følge av et økt forbruk av ved i private husholdninger. Også prosessutslippene har vært noe større de siste årene.

Utslippene av VOC synes på samme måte som CO å ha vært relativt stabile, se figur 9.4. Utslippene fra både stasjonær forbrenning og mobile kilder økte imidlertid litt mot slutten av perioden.

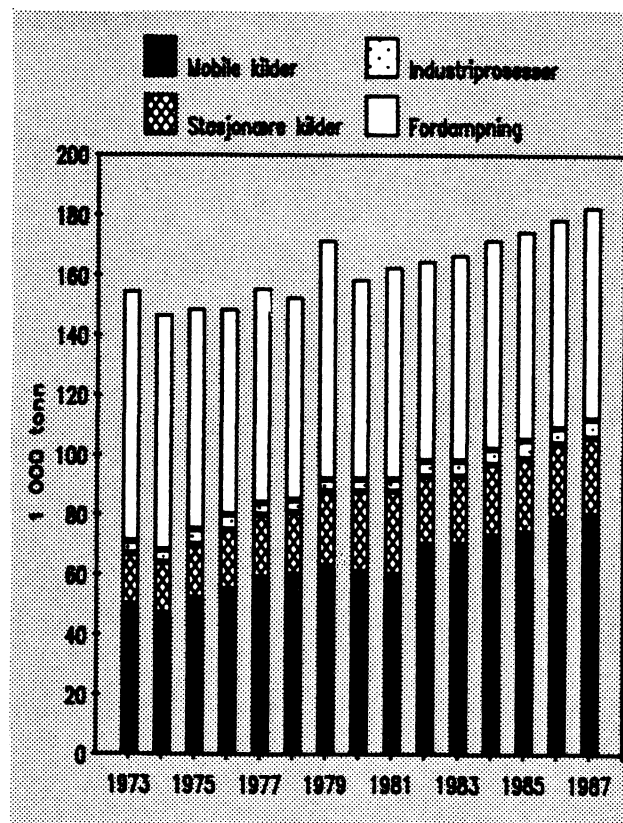
Figur 9.3. Utslipp av CO etter kilde. 1973-1987*. 1 000 tonn



Kilde: SSB.

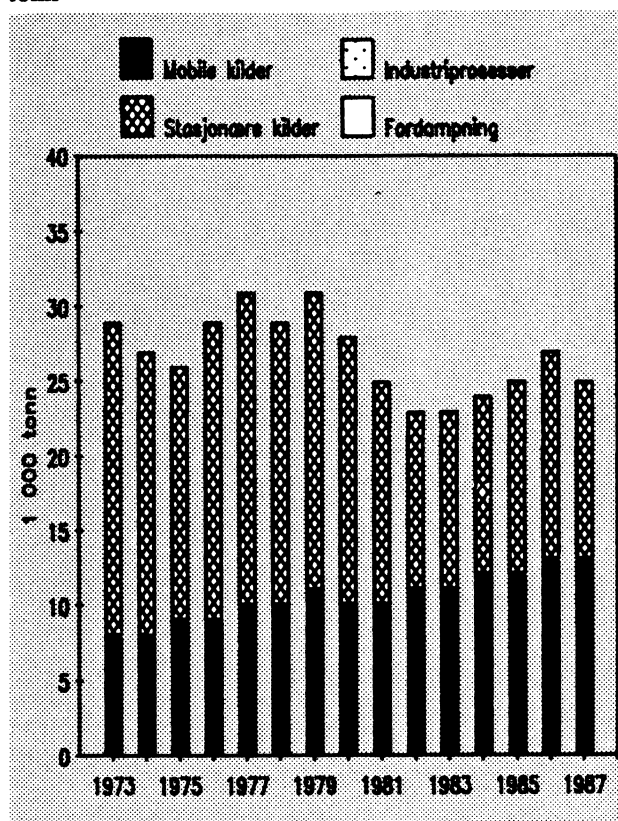
Sot-utslippene ble redusert kraftig i første del av perioden, se figur 9.5. Det skyldtes hovedsakelig mindre omfang av stasjonær tungoljeforbrenning. I de siste årene har imidlertid utslippene igjen økt på grunn av høyere forbruk av ved i private husholdninger og trafikkøkning.

Figur 9.4. Utslipp av VOC etter kilde. 1973-1987*. 1 000 tonn.



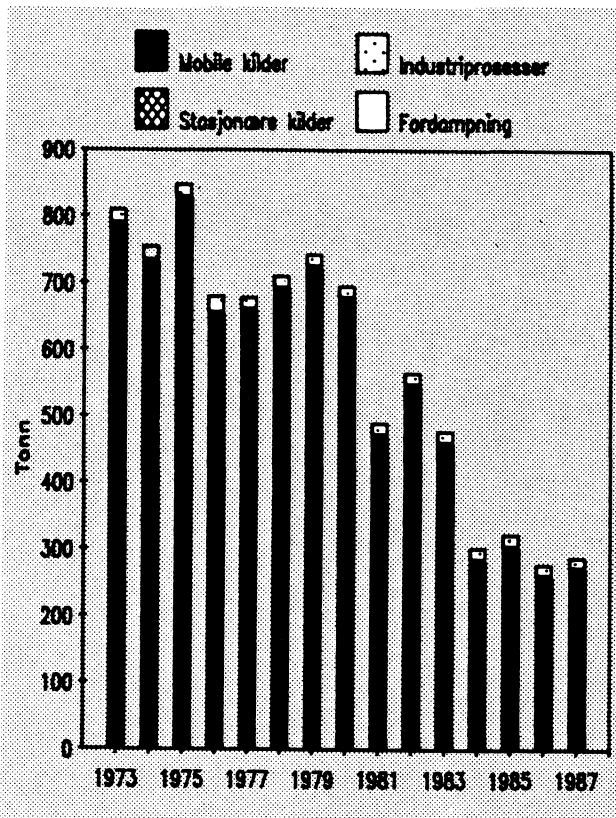
Kilde: SSB.

Figur 9.5. Utslipp av sot etter kilde. 1973-1987*. 1 000 tonn



Kilde: SSB.

Figur 9.6. Utslipp av bly etter kilde. 1973-1987*. Tonn



Kilde: SSB.

Utslippene av bly gikk sterkt ned i perioden, se figur 9.6. Dette skyldes redusert blyinnhold i bensin (forskrifter trådte i kraft i 1980 og 1983), og innføring av blyfri bensin fra 1986. Prosessutslippene av bly fra metallindustri, som har vært relativt stabile i perioden, utgjorde i 1985 i underkant av 7 prosent av de totale utslippene av bly til luft. Prosessutslippene er kraftig redusert fra 1987 i og med at smeltehytta i Sulitjelma ble nedlagt. Reduksjonen av prosessutslipp samt reduserte utslipp fra bensinbiler som følge av innføring av blyfri bensin og katalysatorer på bensinbiler gjør at blyutslipp til luft om kort tid ikke lenger kan regnes som et alvorlig miljøproblem i Norge.

Regionaliserte utslippsoversikter

SSB har laget en regnerutine for å bryte ned nasjonale utslipp på kommuner og 2500 km² ruter (EMEP's rutenett). Modellen tar utgangspunkt i stedfestede utslipp fra ca. 60 store industribedrifter (SFT) og kommunefordelte energiforbrukstall for industrisektorene. Utslipp fra andre sektorer er brutt ned ved hjelp av tall for befolkning, sysselsetting, areal osv. Utslippstallene som blir presentert i dette avsnittet er følgelig resultater av modellberegninger. Nedbrytingen av nasjonale utslippstall skjer etter fordelingsnøkler som tar lite hensyn til eventuelle lokale særtrekk. Dette, sammen med den usikkerhetsfaktoren som innføres ved

bruk av generelle utslippskoeffisienter, gjør at de beregnede utslippene kan avvike noe fra reelle utslipp i kommunene. Resultatene gir imidlertid godt grunnlag for å si noe både om utslippsnivåforskjeller mellom kommuner og utviklingstendenser i enkeltkommuner.

Regionaliserte utslippsoversikter er utarbeidet for årene 1982-1985. Oversikter over regionaliserte utslipp på kontinentalsokkelen er utarbeidet for årene 1982 og 1984. Regionaliserte utslippsoversikter benyttes blant annet til modeller for beregning av storskala dannelse av fotokjemiske oksidanter i OECD-regi. De er også tenkt brukt i studier av sammenhenger mellom utslipp, luftkvalitet og skader på helse, miljø og materialer.

I Naturressurser og miljø 1985 (SSB, 1986) ble det presentert utslipp fordelt etter EMEP-rutenett for komponentene SO₂, NO_x, VOC og CO i 1982. Naturressurser og miljø 1986 (SSB, 1987) presenterte VOC-utslipp fordelt på EMEP's rutenett og kilder for året 1984. Nedenfor er det gjengitt beregninger som viser hvordan utslippene av de ulike forurensningskomponentene har utviklet seg på kommunenivå fra 1982 til 1985.

Det må presiseres at dette avsnittet kun omhandler utslippstall. Det er ikke foretatt noen vurdering av eventuelle skadevirkninger ved rangering av kommunene etter størrelsen på utslippene. I avsnittet om luftkvalitet (9.3) vil faktorer som er med på å bestemme luftkvaliteten bli gjennomgått.

Utslippsendringer som avviker mye fra landsgjennomsnittet vil oftest forekomme i to kommunetyper; kommuner med prosessindustri og kommuner med små utslipp. I kommuner med prosessindustri er ofte én bedrift ansvarlig for en stor del av utslippene. Nedleggelse av bedrifter, produksjonssvingninger eller bytte av energibærere kan føre til store utslippsendringer fra år til år. Bytte av energibærere er hovedsakelig bestemt av tilgangen på tilfeldig kraft. Endel bedrifter, spesielt i treforedlingssektoren, bruker elektrisitet når tilgangen på billig tilfeldig kraft er god. Tilgangen på tilfeldig kraft var betydelig mindre i 1982 enn i 1985. Industrien tungoljeforbruk var 30 prosent lavere i 1985 enn i 1982.

I kommuner med små utslipp vil tilfeldige endringer i energivareforbruket, spesielt i industribedrifter, gi store prosentvise utslippsendringer. Nedenfor er det derfor kun presentert utslippsendringer i kommuner med forholdsvis store utslipp.

I de kommunevise utslippene er alle utslipp fra landbasert virksomhet medregnet. Utslipp fra sjøfart, fiske, oljevirkosomhet på kontinentalsokkelen og kontinentalsokkeltrafikk med helikopter er holdt utenfor.

For hver komponent presenteres tabeller som viser utslippene i 1985 og prosentvis endring 1982-1985 for de 5 kommunene som har størst utslipp, se tabellene 9.6-9.17. Tabellene viser også fordelingen av kommuner i utslippklasser. Kommuner med store utslipp er plassert i den høyeste utslippsklassen.

Tabell 9.6. Kommuner med størst utslipp av SO₂ i 1985. Utslippsendringer 1982-1985

	Utslipp tonn	Endring prosent
Fauske	14530	-9
Rana	3115	-20
Sarpsborg	3105	-54
Oslo	2767	-10
Årdal	2607	+17

Kilde: SSB.

Tabell 9.7. Kommuner etter utslippsklasser for SO₂ 1985.

Utslippsklasse tonn	Antall kommuner
< 100	362
100 - 500	52
500 - 1000	10
> 1000	26

Kilde: SSB.

Totale utslipp av SO₂ på fastlandet har gått ned med 15 prosent mellom 1982 og 1985. Hele 272 kommuner har redusert utslippene med mer enn 5 prosent; 108 kommuner med mer enn 20 prosent. I 66 kommuner økte utslippene med mer enn 5 prosent. De største utslippsendringene har skjedd i kommuner med prosessindustri.

Av kommuner med relativt store utslipp har reduksjonene vært spesielt store i Sarpsborg (50 prosent), Halden (30 prosent), Larvik (25 prosent), Hurum og Rana (20 prosent hver). Utslippsreduksjonene i disse kommunene skyldes mindre utslipp fra treforedlingsindustri og metallindustri (Rana), hovedsakelig fordi tilgangen av tilfeldig kraft var bedre i 1985 enn i 1982 slik at tungoljeforbruket ble redusert.

Skjeberg (120 prosent), Orkdal og Moland (ca. 40 prosent) er eksempler på kommuner med store utslipp som har økt kraftig i perioden. Økningene skyldes hovedsakelig økte utslipp fra prosessindustri. De fleste av kommunene som har økt utslippene i perioden er kommuner som i 1982 hadde relativt små utslipp.

Nasjonale NO_x-utslipp har økt med nærmere 13 prosent i perioden. Kun 9 kommuner har redusert utslippene med mer enn 5 prosent. Hele 429 kommuner har hatt utslippøkninger på mer enn 5 prosent.

Tabell 9.8. Kommuner med størst utslipp av NO_x i 1985. Utslippsendringer 1982-1985

	Utslipp tonn	Endring prosent
Oslo	7299	+17
Porsgrunn	4938	+11
Bergen	3342	+19
Meløy	3173	+7
Bærum	2125	+22

Kilde: SSB.

Tabell 9.9. Kommuner etter utslippsklasser for NO_x 1985

Utslippsklasse tonn	Antall kommuner
< 100	194
100-500	223
500-1000	24
> 1000	13

Kilde: SSB.

Røyken (70 prosent), Tinn (65 prosent) og Sarpsborg (50 prosent) har minsket utslippene mest på grunn av utslippsreduksjoner fra henholdsvis produksjon av sement og kalk (nedleggelse av viktigste utslippskilde), kjemiske råvarer og treforedlingsprodukter. Utslippsreduksjonen i Sarpsborg skyldes overgang fra bruk av tungolje til bruk av elektrisk kraft.

428 kommuner har hatt utslippøkninger på mer enn 5 prosent. For de fleste kommunene har utslippene blitt større på grunn av en kraftig økning i trafikkarbeidet.

Nasjonale utslipp av CO ble redusert med 2 prosent i perioden 1982-1985. Kun 55 kommuner har hatt utslippsendringer på mer enn 5 prosent, hvorav 48 har redusert utslippene.

Utslippsreduksjonene skyldes i første rekke nedgang i utslippene fra bensinbiler. Oslo kommune, som har de desidert største CO-utslippene, har f.eks. redusert utslippene med 6 prosent i perioden.

Moland (ca. 40 prosent) og Lillesand (ca. 20 prosent), begge i Aust-Agder, har hatt de største utslippøkningene på grunn av økte utslipp fra produksjon av silisiumkarbid. Disse kommunene lå i 1985 på henholdsvis tredje og femte plass på listen over norske kommuner med størst CO-utslipp. De store CO-utslippene i Moland og Lillesand representerer imidlertid neppe noe miljø- eller helseproblem.

Tabell 9.10. Kommuner med størst utslipp av CO i 1985. Utslippsendringer 1982-1985

	CO tonn	Endring prosent
Oslo	46530	-6
Bergen	23709	-1
Moland	19091	+41
Trondheim	12414	-3
Lillesand	12310	+19

Kilde: SSB.

Tabell 9.11. Kommuner etter utslippsklasser for CO. 1985

Utslippsklasse tonn	Antall kommuner
< 500	174
500-2500	239
2500-5000	30
> 5000	11

Kilde: SSB.

Tabell 9.12. Kommuner med størst utslipp av VOC i 1985. Utslippsendringer 1982-1985

	VOC tonn	Endring prosent
Oslo	12172	+2
Bergen	6314	+4
Trondheim	3751	+3
Stavanger	2601	+3
Bærum	2592	+7

Kilde: SSB.

Tabell 9.13. Kommuner etter utslippsklasser for VOC. 1985

Utslippsklasse tonn	Antall kommuner
< 100	138
100-500	258
500-1000	31
> 1000	27

Kilde: SSB.

Tabell 9.14. Kommuner med størst utslipp av sot i 1985. Utslippsendringer 1982-1985

	Sot tonn	Endring prosent
Oslo	1269	+6
Bergen	786	+7
Trondheim	453	+4
Stavanger	363	+10
Bærum	234	+11

Kilde: SSB.

Tabell 9.15. Kommuner etter utslippsklasser for sot. 1985

Utslippsklasse tonn	Antall kommuner
< 20	182
20-100	247
100-200	17
> 200	8

Kilde: SSB.

De nasjonale utslippene av VOC har endret seg lite i perioden. Bare 23 kommuner har endret utslippene med mer en 5 prosent (14 økt, 9 redusert).

Den største nedgangen i VOC-utslipp har vært i Bamble kommune (10 prosent) på grunn av utslippsreduksjoner fra petrokjemisk industri. Sola er den eneste kommunen med relativt store utslipp som har økt utslippene i perioden. Økningen, som har vært på ca. 35 prosent, skyldes økte utslipp fra oljeraffinerier.

På landsbasis har sot-utslippene økt med 5 prosent fra 1982 til 1985. 16 kommuner har minsket utslippene med mer enn 5 prosent i perioden. Hele 389 kommuner hadde en utslippsøkning på mer enn 5 prosent.

Sarpsborg har minsket utslippene av sot med 55 prosent. Dette skyldes stort sett reduksjon av utslipp fra treforedlingsindustrien i byen på grunn av et redusert tungoljeforbruk.

351 kommuner har økt sot-utslippene med mellom 5 og 10 prosent. Dette skyldes i hovedsak økte utslipp fra biltrafikk og fra forbruk av ved i private husholdninger. Utslippsøkninger utover 10 prosent (38 kommuner) har bare skjedd i kommuner som i 1982 hadde små utslipp.

Bly-utslippene viser de mest dramatiske endringene. Nasjonalt er utslippene redusert med 47 prosent i perioden. 99 prosent av norske kommuner har hatt en utslippsreduksjon på mellom 40 og 50 prosent. Kun én kommune, Fauske, har tilnærmet uendrede utslipp fordi prosessutslippene fra smeltehytta i Sulitjelma, som er den desidert største utslippskilden både i Fauske kommune og i Norge som helhet, var like store i 1985 som i 1982.

Tabell 9.16. Kommuner med størst utslipp av Pb i 1985. Utslippsendringer 1982-1985

	Bly tonn	Endring prosent
Oslo	30	-42
Fauske	14	0
Bergen	11	-46
Trondheim	6	-47
Bærum	6	-45

Kilde: SSB.

Tabell 9.17. Kommuner etter utslippsklasser for Pb. 1985

Utslippsklasse tonn	Antall kommuner
< 0.5	281
0.5 - 5	168
> 5	5

Kilde: SSB.

9.3 Luftkvalitet

I Statlig program for forurensningsovervåking inngår målinger av forurensningskonsentrasjonen ved 35 stasjoner i 29 byer og tettsteder. Målingene gir døgnmiddelverdier for svoveldioksid, bly, sot og partikulært sulfat. Fra 1986 gikk målingene av partikulært sulfat ut

av programmet, blymålingene ble redusert til 10 stasjoner, mens målinger av nitrogendioksid ble startet på 9 stasjoner. Alle komponentene måles som døgnmiddelverdier; svoveldioksid måles hver dag, sot hver dag i februar, mai, august og november, bly måles hver dag i februar og august mens NO₂ måles hver dag i vinterhalvåret fra oktober til mars.

Luftkvalitet angis ved konsentrasjonen av forurensende stoff i lufta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). For komponentene som inngår i overvåkingsprogrammet er det fastsatt grenseverdier for helsevirkninger, se tabell 9.1. Det er da tatt hensyn til at enkelte grupper, som astmatikere, er langt mer følsomme for forurensning enn andre deler av befolkningen. Dagens kunnskap om dose-effektforhold er imidlertid mangelfull. Det er derfor benyttet en sikkerhetsfaktor på mellom 2 og 5 for ulike forurensningskomponenter. Det vil si at man må opp i eksponeringsnivåer som er fra 2 til 5 ganger høyere enn grenseverdiene før det med sikkerhet kan påvises skadelige effekter. Overskridelser av grenseverdiene behøver derfor ikke nødvendigvis bety at det vil oppstå skader. På samme tid kan man heller ikke med sikkerhet påstå at verdier under grensene ikke kan medføre skader.

Faktorer som påvirker luftkvaliteten

Luftkvalitet påvirkes av en rekke faktorer. Av de viktigste er lokale utslippsintensiteter og utslippskilder, meteorologiske forhold, topografi og omfanget av langtransporterte forurensninger. Utslippsintensiteten er i hovedsak bestemt av forekomsten av forurensende industri og befolknings- og trafikk tetthet.

Utslippskildene har også stor betydning for luftkvaliteten. For eksempel vil utslipp fra en høy pipe gi mindre belastning på lokalmiljøet enn utslipp nær bakkenivå. Kraftige utslippsreduksjoner behøver derfor ikke automatisk slå ut i bedret luftkvalitet. Et eksempel på dette er luftkvaliteten i Sarpsborg som ikke har endret seg i særlig grad på tross av en kraftig reduksjon av utslippene fra Borregaard etter 1982.

Luftkvaliteten kan variere mye etter avstand fra kilden. For eksempel vil CO konsentrasjonene langs veikanten på en sterkt trafikkert gate være mye større enn bare 20 meter fra veien. Plasseringen av målestasjoner i forhold til viktige utslippskilder vil derfor påvirke resultatet av målingene.

Utslippene varierer med årstiden. Forbruket av fossile brensler og ved til oppvarming er naturlig nok størst i vinterhalvåret. Dette gjør at utslippene av SO₂ og sot er størst i den kalde årstiden. Utslipp av de andre komponentene som inngår i måleprogrammet varierer mindre over året, men til gjengjeld kraftig over døgnet. Dette gjelder i særlig grad utslippene fra biltrafikk.

Værforholdene og tilhørende bevegelse i luftmassene (utskiftnings hastighet) har avgjørende betydning for luftkvaliteten. Forurensningsepisoder, det vil si perioder med meget dårlig luftkvalitet, oppstår oftest når de laveste luftlag blir liggende i ro i lengre tid (inversjon) slik at forurensningene ikke transporteres vekk og for-

tynnes. Inversjonsperioder oppstår oftest på vinterstid med klart, kaldt og stille vær. Andre forurensningskomponenter viser de høyeste verdiene under andre forhold og årstider. Fotokjemiske oksidanter dannes for eksempel helst i sommerhalvåret på dager med sterk solinnstråling og relativt lite vind.

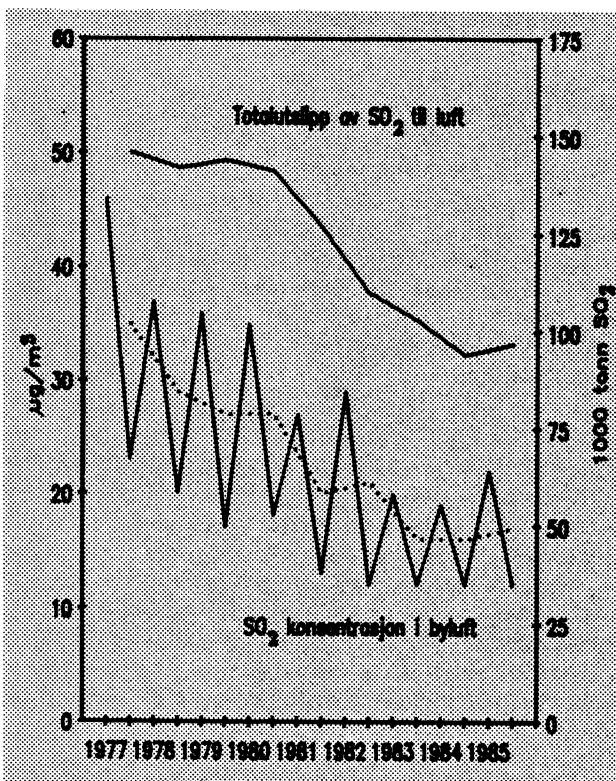
Også topografien påvirker luftmassenes utskiftningshastighet. Steder som ligger i ly har dårligere spredningsforhold enn mer åpent beliggende steder. Dette gjelder også innenfor mindre geografiske områder, som f.eks. byområder.

Det er regionale variasjoner i tilførselen av langtransportert forurensning. I de aller fleste tettstedene i landet er det lokale utslipp som bestemmer luftkvaliteten. Det eneste unntaket kan være områder i Øst-Finnmark, som får store mengder SO₂ tilført fra smelteverk i Sovjetunionen.

Luftkvaliteten i norske byer

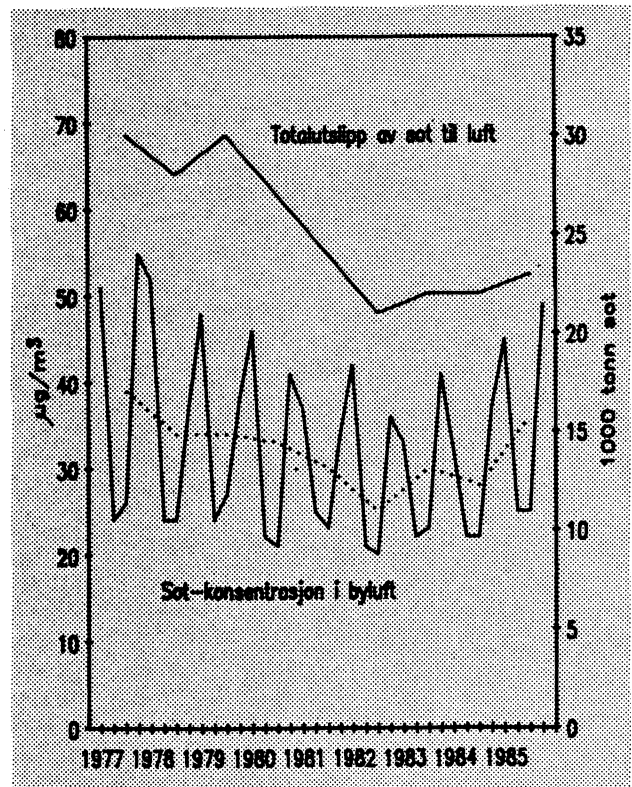
Resultatene fra overvåkningsprogrammet viser at alle komponentene har tydelige årstidsvariasjoner med høye konsentrasjoner i vinterhalvåret og langt lavere konsentrasjoner i sommerhalvåret. Figurene 9.7-9.9 viser i tillegg til sesongvariasjonene, endringer i gjennomsnittskonsentrasjonene av svoveldioksid, sot og bly i noen større norske byer (Fredrikstad, Oslo, Drammen, Kristiansand, Stavanger, Bergen, Trondheim og

Figur 9.7. Gjennomsnittlig SO₂-konsentrasjon i luft i en del større norske byer. $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nasjonale utslipp av SO₂, 1977-1986. 1 000 tonn.



Kilde: NILU.

Figur 9.8. Gjennomsnittlig sot-konsentrasjon i luft i en del større norske byer. $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nasjonale utslipp av sot, 1977-1986. 1 000 tonn.



Kilde: NILU.

Tromsø) og nasjonale utslipp av de ulike komponentene i perioden 1977-1986.

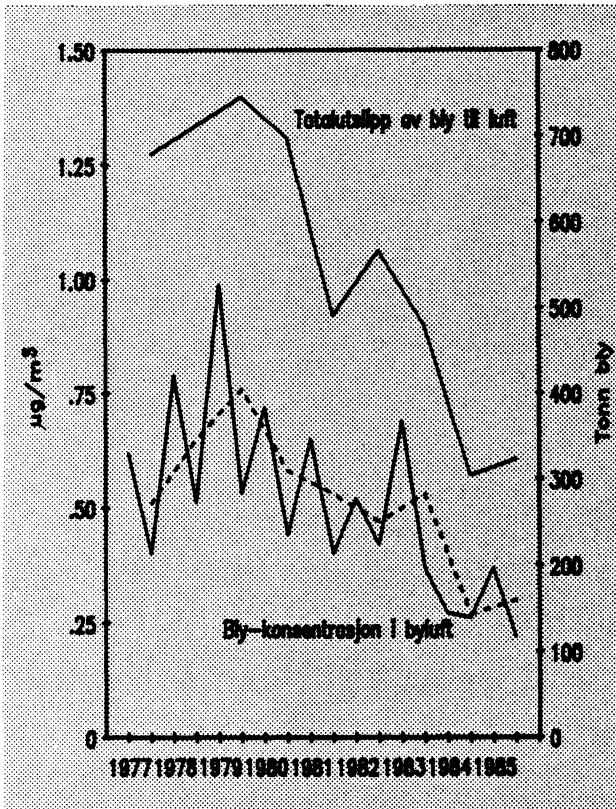
Figur 9.7 viser at gjennomsnittlig svoveldioksid konsentrasjon i byene har gått klart ned i løpet av de siste 10 årene. Sot konsentrasjonene viste en fallende tendens i begynnelsen av perioden, men har de siste årene økt noe, se figur 9.8. Konsentrasjonene av bly er redusert mest, se figur 9.9.

Endringene i luftkvalitet, midlet over flere byer, viser seg å variere i takt med de nasjonale utslippene av de aktuelle komponentene. På tross av avvikende tendenser i utvikling av luftkvalitet og utslippsrater for noen byer i enkelte år, kan derfor utslippoversikter og utslippsframskrivninger gi gode indikasjoner på den gjennomsnittlige luftkvaliteten i norske byer. Gjennomsnittsverdier kan imidlertid dekke over problemer med dårlig luftkvalitet. For noen komponenter, som SO₂ og NO_x, er korte episoder med høy belastning mest skadelig. SO₂-episoder inntreffer oftest på steder med store prosessutslipp. De høyeste SO₂ verdiene var målt i Sulitjelma med døgnmiddelverdier mellom 29 og 43 ganger så store som grenseverdiene. Også andre stasjoner har SO₂ målinger som overskrider grenseverdiene, se tabell 9.18.

NO₂-målinger ble først startet høsten 1986. Resultatene viser at hele 5 av 8 målestasjoner hadde NO₂-konsentrasjoner over nedre grenseverdi for døgnmiddel i vinterhalvåret 1986/1987. På en stasjon, i Stavanger, ble også grenseverdien for halvårsmiddel overskredet,

se tabell 9.19. Disse målingene forsterker inntrykket av at NO_x kan bli det største luftforurensningsproblemet i årene framover. Framskrivninger (se avsnitt 9.4) viser

Figur 9.9. Gjennomsnittlig bly-konsentrasjon i luft i endel større norske byer. $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nasjonale utslipp av bly, 1977-1986. Tonn.



Kilde: NILU.

Tabell 9.18. Målestasjoner med overskridelse av grenseverdier for SO_2 vinteren 1986-1987. $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$

Målested	Stasjon	Middel-verdi	Maks. døgn-middel	Antall observasjoner		
				I alt	>100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Halden	Rådhuset		141	181	1	
Halden	Stubberudvn.		255	182	7	3
Sarpsborg	Alvim		121	156	1	
Sarpsborg	St. Olavs Vold	59	405	177	16	6
Porsgrunn	Rådhuset		124	171	1	
Skien	Kongens gt.		118	182	1	
Øvre Årdal	Farnes	52	538	181	9	5
Årdalstangen	Læg Reid	47	479	163	6	5
Sulitjelma	Furulund	328	3788	166	46	42
Sulitjelma	Sandnes	359	4356	266	45	42
Kirkenes	Rådhuset		166	181	3	1

Kilde: NILU.

en økning av NO_x -utslippene i tiden fram mot århundreskiftet.

For sot og bly er det også registrert overskridelser av grenseverdier. Man kan anta at de fleste større tettsteder med stor biltrafikk fra tid til annen har overskridelser av grenseverdiene langs sterkt trafikkerte veier.

Luftkvaliteten ved norske bakgrunnsstasjoner

Langtransportert forurensning i luft og nedbør blir registrert ved 7 bakgrunnsstasjoner, det vil si målestasjoner som i liten grad blir påvirket av lokale utslippskilder. Mye av forurensningen kommer fra andre land. Det er for eksempel beregnet at mindre enn 10 prosent av svovelnedfallet i Norge skrives fra norske utslipp.

Årlige middelkonsentrasjoner for SO_2 ved norske bakgrunnsstasjoner er gitt i tabell 9.20. De høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene er målt på stasjonene på Sørlandet (Birkenes), Sør-Vestlandet (Skræådalen) og Øst-Finnmark (Jergul). Av tabellen framgår det at de målte konsentrasjonene av SO_2 viste en fallende tendens fra 1978 til 1983 på alle stasjoner unntatt Jergul. I 1984 og 1985 var det igjen en økning av SO_2 -konsentrasjonen.

Også luftkvaliteten ved bakgrunnsstasjonene viser store variasjoner fra døgn til døgn. En stor del av årlig forurensningstilførsel kommer ofte i løpet av noen få dager, oftest på vinterstid. De største verdiene måles når luftpakker som har ligget i ro over sterkt industrialiserte områder i Europa omsider blir transportert inn over Norge.

Tabell 9.19. Målestasjoner med overskridelse av grenseverdier for NO₂ vinteren 1986-1987. µg NO₂/m³

Målested	Stasjon	Middel- verdi	Maks. døgn- middel	Antall observasjoner		
				I alt	>100 µg/m ³	>150 µg/m ³
Fredrikstad	Brocks gt	59	123	180	14	
Jeløy	Jeløy	19	67	173		
Drammen	Engene	73	241	174	26	1
Kristiansand	Festnings gt	33	75	151		
Skien	Kongens gt.	62	118	181	11	
Kristiansand	Festnings gt	33	75	151		
Stavanger	Handelens hus	80	207	172	33	5
Bergen	Chr.Mich.inst	50	201	174	7	2
Trondheim	Brattøra	45	96	167		

Kilde: NILU.

Tabell 9.20. Årsmiddelkonsentrasjoner for SO₂ ved noen bakgrunnstasjoner 1978-1986. µg svovel/m³

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Hummelfjell	1,0	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3
Birkenes	1,7	1,1	1,4	0,8	1,0	0,5	0,7	0,7	0,7
Skreådalen	1,6	1,0	1,3	0,7	0,8	0,5	0,8	0,6	0,8
Kårvatn .....	..	0,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4
Tustervatn .....	..	0,9	0,6	0,7	0,5	0,3	0,7	0,6	0,5
Jergul	0,9	1,5	1,6	1,3	0,8	0,8	1,2	1,4	1,0

Kilde: NILU.

9.4 Framskrivninger av nasjonale utslipp til luft.

SSB har ved flere anledninger presentert framskrivninger av utslipp til luft basert på beregninger gjort med den makroøkonomiske likevektsmodellen MSG-4E (Glomsrød og Vigerust, 1985, SSB, 1986, 1987, Alfsen, 1987). Framskrivningene har bygget på ulike økonomiske scenarier og forskjellige antakelser om hvilke miljøverntiltak som kan bli aktuelle i framskrivningsperioden.

Det foregår en kontinuerlig utvikling og revisjon av metode- og datagrunnlaget for framskrivningene. Framskrivningene presentert i denne rapporten skiller seg fra tidligere publiserte framskrivninger på følgende punkter:

- Flere utslippskomponenter er innarbeidet i framskrivningene. I tillegg til svoveldioksid (SO₂), nitrogenoksider (NO_x), karbonmonoksid (CO) og bly (Pb) er flyktige organiske komponenter (VOC) og sot nå med i framskrivningene. Antall kilder er utvidet fra å omfatte stasjonære brenselutslipp, mobile brenselutslipp og industrielle prosessutslipp til også å inkludere fordampningsutslipp.

- Utslippskoeffisientene benyttet i framskrivningene bygger på opplysninger om utslipp og rensing av utslipp i 1984. Disse avviker noe fra tallene presentert i avsnitt 9.2. Utslippskoeffisientene for framtidige år er korrigert for planlagte utslippsreducerende tiltak.

- Framskrivningene bygger i hovedsak på perspektivberegningene fram til år 2003 presentert i Langtidsprogrammet 1986-1989. Disse er revidert for nye anslag for petroleumssektoren og elektrisitetsprisene. De reviderte beregningene har 1985 som startår, mens tidligere framskrivninger tok utgangspunkt i beskrivelsen av norsk økonomi og utslipp i 1983.

Usikkerhet og tolkning av framskrivningene

Det må understrekes at ingen av de økonomiske alternativene er vurdert spesielt med hensyn på økonomisk utvikling i den enkelte næringssektor. En annen sammensetning av produksjon og forbruk kan tenkes å gi samme vekst i økonomiske hovedstørrelser som bruttonasjonalprodukt (BNP), totalt privat forbruk og investeringer, men avvikende anslag for framtidige utslipp til luft. Det er også knyttet betydelig usikkerhet til antakelser om tekniske endringer i framskrivningsperioden. Utslippsframskrivningene må derfor tolkes med forsiktighet og bør oppfattes som indikasjoner på mulig utviklingstendenser heller enn presise prognoser for faktiske utslipp i framtiden.

Framskrivningene, som er utarbeidet for det interdepartementale utvalget for forurensningsprognoser (Utvalget for forurensningsprognoser, 1987), må sees på som foreløpige. Det arbeides for tiden med å oppdatere utslippskoeffisientene, og dette kan føre til endringer i de beregnede utslippsnivåene, særlig når det gjelder utslippsnivået for nitrogenoksider fra innenriks sjøfart. De rapporterte vekstratene vil imidlertid ikke bli vesentlig endret som følge av oppdateringen.

Forutsetninger om økonomisk vekst

Tabell 9.21 presenterer to økonomiske scenarier, et moderat (M) og et høyt (H) vekstalternativ, i form av

Tabell 9.21. Tilgang og bruk av varer og tjenester. Årlig vekst. Prosent

	62-70	70-83	83-85	Nivå	
				1985 Mrd. 85-kr.	1985-2003 M H
BNP	4,1	4,0	4,9	497,8	2,1 3,0
Fastlands-					
Norge ¹	4,2	3,2	4,0	389,8	2,1 3,2
Import	7,3	3,0	7,9	195,6	2,4 3,6
Eksport	6,1	4,8	8,7	235,0	2,3 3,3
Innenlands					
bruk	4,6	3,1	4,2	458,4	2,1 3,1
Forbruk	4,1	3,6	4,6	334,5	2,3 3,4
Privat	3,5	3,1	5,4	241,9	2,3 3,3
Offentlig	6,2	5,0	2,7	92,6	2,4 3,8
Investeringer					
i fast real-					
kapital	4,1	3,4	-8,2	108,0	2,2 3,8
Lager-					
endringer	-	-	-	16,0	- -

1) Eksklusiv petroleumsvirksomhet og sjøtransport (ekskl. utenriks sjøfart 1985 og 1985-2003).

Kilde: Utvalget for forurensningsprognoser, 1987.

gjennomsnittlige vekstrater for noen økonomiske hovedstørrelser fram til år 2003. Forskjellene mellom høyt og moderat alternativ kommer hovedsakelig av ulike forutsetninger om timeverkstilgang, sparing og produktivitetsvekst. Det høye vekstalternativet skisserer en utvikling med større timeverksinnsats enn det moderate vekstalternativet. I det høye alternativet er også sparingen høyere. Når sparingen slår ut i høyere investeringer i Fastlands-Norge, vil det øke den langsiktige veksten. Ved høyere investeringer vil det også være rimelig å anta et større innslag av ny teknologi, og det er derfor antatt en høyere vekst i totalproduktiviteten i det høye vekstalternativet sammenliknet med det moderate vekstalternativet. For flere detaljer om scenariene henvises det til Utvalget for forurensningsprognoser (1987).

Vekstraten for bruttonasjonalproduktet (BNP) regnet i faste priser ligger noe over vekstraten i de tilsvarende scenariene i Langtidsprogrammet. En årsak til dette er det oppjusterte produksjonsanslaget for petroleumsektoren. Inntektene fra den oppjusterte olje- og gass-eksporten er i liten grad tatt ut i innenlands bruk.

De reviderte beregningene gir årlige vekstrater for privat konsum på henholdsvis 2,3 og 3,3 prosent i det moderate og høye vekstalternativet. Én konsekvens av dette er, ifølge beregningene, en gjennomsnittlig årlig vekst i personbilbeholdningen til husholdningene (målt i faste priser) på henholdsvis 3,5 og 4,7 prosent. Totalvekst i bilbestanden over perioden 1985-2000 blir derved 68 prosent i det moderate alternativet og nær 100 prosent i det høye alternativet. Til sammenlikning kan nevnes at Transportøkonomisk Institutt (TØI) anslår veksten i personbilbestanden til å bli på 70 prosent fram mot år 2000.

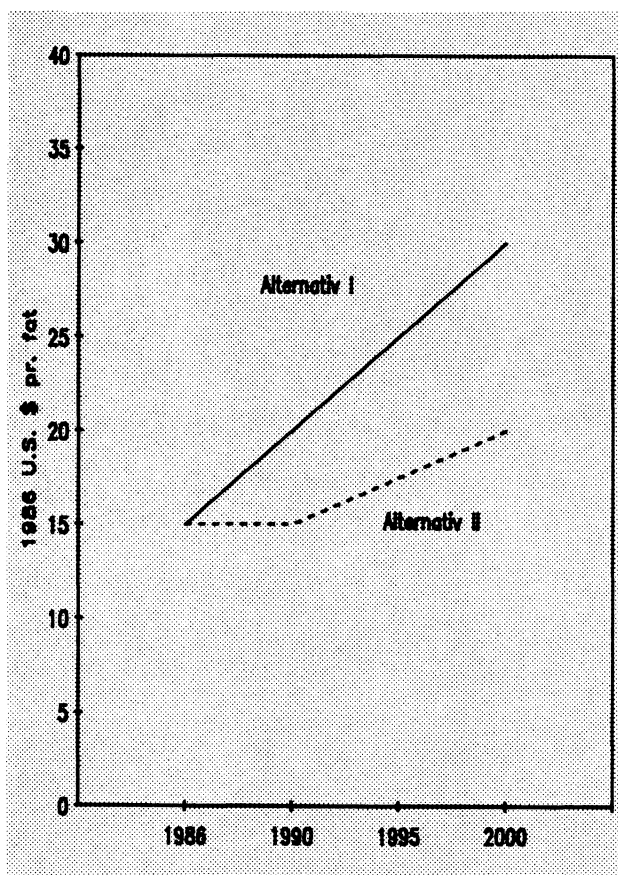
MSG-beregninger på mellomlang sikt må tolkes med stor forsiktighet. Mulighetene for en svakere økonomisk utvikling i første halvdel av 1990-årene kan ikke utelukkes. En mer ujevn utvikling med lavere kapasitetsutnyttning vil gi lavere utslipp i 1990-årene enn det beregningene presentert her antyder.

Forutsetninger om energipriser

For å beskrive usikkerheten i råoljeprisen i årene framover er det sett på to alternative prisbaner for råolje, se figur 9.10. Alternativene er identiske med prisbanene benyttet av Energiprognoseutvalget (OED, Energiprognoseutvalget 1987a). Alternativ I ligger til grunn for både det moderate og det høye vekstalternativet. Alternativ II blir benyttet i virkningsberegninger til det moderate alternativet.

For prisutviklingen på innenlandske petroleumsprodukter vil i tillegg arbeidskostnader og kapitalkostnader ved produksjon og distribusjon av petroleumsprodukter ha betydning. Disse kostnadene, som utgjør om lag 25 prosent av totalkostnadene, har en mer stabil prisutvikling enn råoljeprisen. Dette gjør at prisen på oljeprodukter varierer mindre enn råoljeprisen.

Figur 9.10. Forutsetninger om realprisutviklingen på råolje. 1986-US\$ pr. fat



Kilde: Energiprognoseutvalget.

Tabell 9.22. Pris på energivarer¹. Øre/kwh nyttiggjort energi i 1985-kroner². Alle avgifter inkludert

	1983	1985*	1986*	1995	2000
El.pris (5%)	28,2	31,7	30,6	31,7	31,7
El.pris (6%)	-	-	-	36,3	36,3
El.pris (7%)	-	-	-	41,1	41,1
Parafin	47,6	44,3	30,6	36,0	39,8
Fyringsolje 1	42,0	38,9	24,9	30,9	34,8
Fyringsolje 2	35,0	32,2	21,0	25,4	28,7
Tungolje ³	20,7	22,3	12,2	16,8	19,8
Bensin ⁴					

1) Råoljeprisforutsetninger som i alternativ I.

2) For årene 1983, 1985 og 1986 svarer gjennomsnittlig el.pris til det variable leddet i H4-tariffen. For årene 1995 og 2000 er langtidsgrensekostnad for alminnelig forsyning med henholdsvis 5, 6 og 7 prosent kalkulasjonsrente lagt til grunn.

3) Normal svovelholdighet.

4) Prisutviklingen tilnærmet som for fyringsolje nr. 1.

Kilde: Energiprognoseutvalget.

Tabell 9.22 viser realprisutviklingen på en del petroleumsprodukter (målt pr. enhet nyttiggjort energi) gitt forutsetningene for råoljeprisen i alternativ I. Det er også forutsatt tilnærmet konstante realøkonomiske kostnader ved foredling og distribusjon, samt uendrede avgifter.

Deretter antas det en konstant realpris på elektrisitet. I begge de økonomiske vekstalternativene er langtidsgrensekostnad beregnet med 6 prosent kalkulasjonsrente. Det er gjort virkningsberegninger på det moderate vekstalternativet med langtidsgrensekostnad beregnet med henholdsvis 5 prosent og 7 prosent kalkulasjonsrente.

Framtidig forbruk av oljeprodukter

I det moderate vekstalternativet gir MSG-beregningene en årlig vekst i transportoljeforbruket på 3,7 prosent over perioden 1985-2000, se tabell 9.23. Til sammenlikning kan nevnes at i perioden 1976-1986 økte forbruket med 2,5 prosent pr. år i gjennomsnitt.

MSG-beregningene antyder større vekst i oljeforbruket framover enn det som blir anslått i Energi-

Tabell 9.23. Forbruk av oljeprodukter. Gjennomsnittlig årlig vekst. 1985¹-2000. Prosent

	Moderat alternativ	Høyt alternativ
I alt:		
Transportoljer	3,7	5,0
Fyringsoljer	2,5	3,2
Herav i husholdningene:		
Transportoljer	3,9	5,2
Fyringsoljer	3,4	3,9

1) Forbruket i 1985 er ikke temperaturkorrigert.

Kilde: SSB.

meldingen. Mens Energimeldingen gir en vekstrate for totalt forbruk av raffineriprodukter på 1,9 prosent p.a. i moderat alternativ (dvs. noe i underkant av forventet vekst i BNP), antyder MSG-beregningene en årlig vekstrate på rundt 3,0 prosent. (Det er uklart hvordan vekstprosenten i Energimeldingen er framkommet.) Framskrivningene av utslipp til luft presentert her vil derfor ligge over framskrivninger basert på energiprognosene i Energimeldingen.

Forutsetninger om miljøverntiltak

I tillegg til de økonomiske forutsetningene beskrevet foran, er det gjort visse forutsetninger om virkningene av en del gjennomførte og planlagte utslippsreduserende tiltak. Tiltakene er:

- Ny regulering av maksimalt tillatt svovelinnhold i tungoljer med virkning fra 1. januar 1986. Grensen i de 13 sørligste fylkene er nå 1 prosent svovel (etter vekt). I Oslo og Drammen er grensen satt til 0,8 prosent svovel.

- Avgasskrav til nye bensindrevne personbiler fra 1. januar 1989. Kravene kan med dagens teknologi bare innfris ved katalytisk avgassrensing. Det er antatt:

- 70 prosent rensing av NO_x- og CO-utslipp,
- 75 prosent rensing av VOC-utslipp,
- 85 prosent rensing av sot-utslipp.

Det er videre antatt en gradvis utskifting av bilparken over 10 år. Biler med katalytisk avgassrensing kan ikke benytte blyholdig bensin. Bruk av blyholdig bensin blir derfor også gradvis nedtrappet over en periode på 10 år.

- Rensekrav til en del enkeltbedrifter, særlig i sektoren produksjon av metaller.

Tiltakene er innarbeidet ved å justere utslippskoeffisientene. Det er også tatt hensyn til at virksomheten ved smeltehytta i Sulitjelma, som i 1985 sto for et SO₂-utslipp på nesten 15 000 tonn, ble nedlagt i 1987.

Framskrivninger av utslipp til luft

Totale utslipp i år 2000 og gjennomsnittlig årlig vekst over perioden 1985-2000 er vist i tabell 9.24. Tallene

Tabell 9.24. Utslipp år 2000. 1 000 tonn. Gjennomsnittlig årlig vekst. 1985-2000

	1985	2000		Årlig vekst 1985-2000	
		M ¹	H ²	M ¹	H ²
		Prosent		Prosent	
SO ₂	101	108	120	0,5	1,1
NO _x	154	187	210	1,3	2,1
CO	678	572	647	-1,1	-0,3
VOC	162	193	221	1,2	2,1
Sot	29	42	46	2,6	3,3
Pb	0,33	0,07	0,08	-9,7	-8,9

1) Moderat vekstalternativ.

2) Høyt vekstalternativ.

Kilde: SSB.

inkluderer ikke utslipp fra avfallsforbrenningsanlegg, utenriks sjøfart og olje- og gassvirksomhet i norske farvann.

Utslippstallene bygger som nevnt på utslippskoeffisienter som nå er under revisjon. Spesielt utslippsnivåene for NO_x vil bli oppjustert, anslagsvis med 20 000 tonn, men revisjonen vil bety lite for vekststratene.

Tabell 9.25 viser gjennomsnittlig årlig utslippsvekst over perioden 1985-2000 etter noen aggregerte næringssektorer og etter kildetyper i det moderate vekstalternativet.

Utslipp i det moderate vekstalternativet

Utslippene av svoveldioksid viser ifølge beregningene en svak økende tendens framover. Det moderate vekstalternativet anslår den årlige veksten til å være 0,5 prosent i gjennomsnitt over perioden 1985-2000. Dette er en svak vekst sett i lys av den forventede økning i oljeforbruket. Årsaken er lavere prosessutslipp som følge av nedleggelsen av smeltehytta ved A/S Sulitjelma Gruver, samt innføringen av en del utslippsbegrensende tiltak. I tillegg kommer at den mest forurensende delen av norsk industri (kraftintensiv industri) vokser langsommere enn resten av økonomien. Utslipp fra denne delen av industrien vil i år 2000 utgjøre om lag 25 prosent av de totale SO₂-utslippene i Norge mot vel 40 prosent idag.

Norge har, sammen med om lag 20 andre land, undertegnet en avtale som innebærer at nasjonale utslipp av SO₂ må reduseres med 30 prosent innen 1993 med utgangspunkt i utslippene i 1980 (ECE, 1985). Norge har som erklært målsetting å redusere utslippene med 50 prosent. Beregningene antyder et utslippsnivå på noe i overkant av 100 tusen tonn SO₂ i 1993. Målet om 30 prosent reduksjon av SO₂-utslippet innen 1993 i forhold til utslippet i 1980, tilsvarer et nivå på 98 tusen tonn SO₂ i 1993. Med den usikkerhet som er knyttet til framskrivningene er det trolig at dette ligger innenfor rekkevidde. Målsettingen om 50 prosent reduksjon i SO₂-utslipp innen 1993, svarende til et utslippstak på ca. 70 tusen tonn SO₂ pr. år, vil derimot kunne bli vanskelig å nå med eksisterende utslippsreguleringer.

Utslippene av nitrogenoksider er beregnet å vokse med 1,3 prosent i gjennomsnitt pr. år i det moderate alternativet. Innføringen av strengere avgasskrav på bensindrevne personbiler er ikke nok til å stanse den langsiktige veksten. Årsaken er den relativt sterke veksten i transportsektoren og tjenesteytende næringer. Disse bruker hovedsakelig transportmidler som ikke omfattes av de nye avgasskravene. En gjennomsnittlig årlig vekst i personbilbeholdningen på 3,6 prosent bidrar selvfølgelig også til høye framtidige NO_x-utslipp.

For tiden pågår internasjonale forhandlinger med sikte på å komme fram til en avtale om tiltak for å redusere utslippene av nitrogenoksider. En slik avtale vil trolig tidligst foreligge i 1988/1989. Det er således for

Tabell 9.25. Gjennomsnittlig årlig vekst i utslipp 1985-2000. Moderat vekstalternativ. Prosent

	SO ₂	NO _x	CO	VOC	Sot	Pb
	M	M	M	M	M	M
I alt	0,5	1,3	-1,1	1,2	2,6	-9,7
Næringer¹:						
Primærnæringer	1,7	2,6	-2,8	0,9	2,3	-13,4
Treforedling	-1,0	0,7	-0,4	-0,7	0,7	..
Kraftintensiv ind.	-2,0	0,8	0,4	0,3	1,6	-1,2
Annen ind., bergverk	1,8	3,1	-2,1	3,0	2,4	-10,7
Tjenesteyting	2,4	0,4	-3,8	-1,1	1,3	-10,7
Transport	2,6	2,6	-0,8	1,1	2,6	-12,0
Andre næringer	1,2	1,3	-3,2	0,6	1,3	-13,2
Husholdninger	3,4	-2,7	-0,8	0,3	2,9	-10,8
Kilder:						
Stasjonær forbrenning	1,6	2,3	3,4	3,4	3,0	..
Prosessutslipp	-1,3	0,5	0,4	1,3	..	-1,5
Mobile kilder	2,6	1,1	-3,6	-2,9	1,7	-10,9
Fordampning .....	..	..	..	2,7	..	..

1) VOC: Andel og vekst av næringsfordelte utslipp.

Kilde: SSB.

tidlig å si noe om avtalens endelige utforming, men det blir trolig aktuelt for partene å innføre tiltak med sikte på å stabilisere NO_x-utslippene på 1985/86-nivå. SFT utarbeider nå planer for tiltak mot NO_x-utslipp. Sentralt i disse planene er tiltak mot kjøretøyer og fartøyer som til nå har vært holdt utenom planer om strengere avgasskrav. Det vil imidlertid ta noe tid før full effekt av disse tiltakene kan oppnås. Dette, sammenholdt med framskrivningene, indikerer at det på kort sikt kan by på problemer å stabilisere utslippene av NO_x.

Innføringen av gasskraftverk med strenge rensekraft vil i liten grad bidra til å øke de nasjonale utslippene av NO_x. Utslippene kan imidlertid føre til lokale forurensningsproblemer, og kan gjøre det vanskeligere å nå en eventuell målsetting om å stabilisere NO_x-utslippene. Produksjon av 5 TWh gasskraft vil gi utslipp på mellom 300 og 5 000 tonn NO_x pr. år avhengig av rense- og forbrenningstekniske tiltak.

Utslipp av karbonmonoksid avtar med om lag 1,1 prosent pr. år i gjennomsnitt til tross for økningen i oljeforbruket. Dette kommer av innføringen av katalysatorer på bensindrevne personbiler fra og med 1989. Avgassbestemmelsene vil på sikt først og fremst redusere forurensningsbelastningen i byer og tettsteder med stor trafikk.

Utslipp av flyktige organiske komponenter viser i beregningene en økning på 1,2 prosent i gjennomsnitt pr. år. Utslippene fra mobile kilder avtar sterkt som følge av nye avgasskrav til bensindrevne personbiler, mens utslipp fra stasjonære kilder og fordampningsutslipp øker. Datagrunnlaget for framskrivning av VOC-utslipp, særlig fordampning av løsningsmidler, er imidlertid spesielt usikkert.

Beregningene viser kraftigst økning i utslipp av sot; 2,6 prosent i gjennomsnittlig årlig vekst over perioden 1985-2000. Innføringen av strengere avgasskrav reduserer effektivt sot-utslippene fra bensindrevne personbiler, men får liten effekt på de totale sot-utslippene. Kysttrafikken og oppvarming av boliger og andre lokaler er de største kildene til sot-utslipp.

Utslipp av bly forventes å representere et mindre forurensningsproblem på sikt. Som følge av økt bruk av blyfri bensin avtar bly-utslippene med hele 9,7 prosent i gjennomsnitt pr. år over perioden 1985-2000 i det moderate alternativet.

Utslipp i det høye vekstalternativet

Høyere økonomisk vekst resulterer i økning i utslippsnivået for alle forurensningskomponentene. Produktivitsveksten i det høye alternativet er imidlertid

raskere enn i det moderate alternativet. Dette bidrar til lavere utslipp pr. produsert enhet. Økt aktivitet gjør allikevel at veksten i utslippene er høyere i det høye alternativet enn i det moderate. Den gjennomsnittlige årlige vekstraten for totale utslipp i det høye alternativet ligger fra 0,6 til 0,9 prosentpoeng over tilsvarende rater i det moderate alternativet. Økningen er gjennomgående størst for utslipp fra mobile kilder. Det er først og fremst tjenesteytende næringer og treforedling som vokser raskere i det høye alternativet. Vekstratene for utslipp fra disse sektorene ligger 1,3 prosentpoeng over ratene i det moderate alternativet.

Virkinger av planlagte og gjennomførte utslippsreducerende tiltak

En rekke utslippsreducerende tiltak er vedtatt og delvis gjennomført de siste årene, se beskrivelsen av forutsetninger om miljøverntiltak ovenfor. Den forventede effekt av disse er illustrert i figur 9.11 som viser historiske utslipp i årene 1973-1985 og beregnede utslipp for årene 1986-2003 for de ulike forurensningskomponenter. De historiske utslippene, spesielt av NO_x, avviker noe fra tallene presentert i avsnitt 9.2 da utslippsoversiktene i det avsnittet bygger på reviderte utslippskoeffisienter. Framskrivningsdelen av kurvene viser beregnede utslipp basert på det moderate og det høye vekstalternativet henholdsvis med og uten utslippsreducerende tiltak. Tabell 9.26 viser endringene i

Tabell 9.26. Endringer i gjennomsnittlige årlige vekstrater som følge av vedtatte tiltak. Moderat (M) og høyt (H) vekstalternativ. Prosentpoeng

	M	H
Svoveldioksid (SO ₂)	-0,9	-0,9
Nitrogenoksider (NO _x)	-1,4	-1,5
Karbonmonoksid (CO)	-4,4	-4,6
Flyktige org. komp. (VOC).....	-1,9	-2,0
Sot	-0,3	-0,4
Bly (Pb)	-13,4	-13,8

Kilde: SSB.

vekstratene for perioden 1985-2000 for de ulike komponentene som følge av tiltakene.

Det er viktig å være klar over at en i beregningene forutsetter at produsenter og konsumenter tilpasser seg prisendringer momentant. Det bør derfor ikke legges vekt på endringer fra år til år i utslippsframskrivningene. Resultatene er først og fremst ment å illustrere de mer langsiktige utviklingstrekk fram mot århundreskiftet.

Følsomhetsberegninger

Forutsetningene bak framskrivningene er usikre. Dette gjelder spesielt forutsetningene om energiprisene. Det

er derfor gjort følsomhetsberegninger med lavere råoljepriser og alternative avkastningskrav (kalkulasjonsrenter) på vannkraftutbyggingen. Følsomhetsberegningene bygger på det moderate vekstalternativet. Råoljeprisen er redusert fra 30 US\$ pr. fat (1986-dollar) til 20 US\$ pr. fat i år 2000, se figur 9.10. Det er videre laget beregninger for det tilfellet at langtidsgrensekostnad for vannkraft bestemmes på grunnlag av 5 prosent og 7 prosent kalkulasjonsrente. Kalkulasjonsrenten i det moderate og høye vekstalternativet var forutsatt å være 6 prosent. Følsomhetsberegningene er partielle beregninger. Det er ikke sett på tilpasningen i utenrikshandelen som følge av prisendringene. Det er heller ikke tatt hensyn til institusjonelle forhold ved variasjon i prisene. I følsomhetsberegningene er det således sett bort fra det faktum at rammene for kraftforbruket i kraftintensiv industri fastsettes av Stortinget og at prisen for kraft til denne industrien ikke direkte påvirkes av størrelsen på kalkulasjonsrenten. I beregningene vil endringer i elektrisitetsprisen imidlertid ikke påvirke den delen av produksjonen i kraftintensiv industri som går til eksport.

Tabell 9.27 viser resultatene av følsomhetsberegningene i form av prosentvise avvik fra utslippsnivåene i år 2000 (moderate alternativ) ved 1 prosent reduksjon i råoljeprisen og ved endring av kalkulasjonsrenten til henholdsvis 5 prosent og 7 prosent.

Tabell 9.27. Følsomhetsberegninger. Avvik fra det moderate vekstalternativet. 2000. Prosent

	1)	2)	3)
Svoveldioksid	0,2	0,0	0,0
Nitrogenoksider	0,3	0,4	-0,6
Karbonmonoksid	0,4	-1,8	2,3
Flyktige org. komponenter	0,2	-0,6	0,8
Sot	0,4	-2,4	3,1
Bly	0,4	-0,1	0,1

1) 1 prosent reduksjon i råoljeprisen.

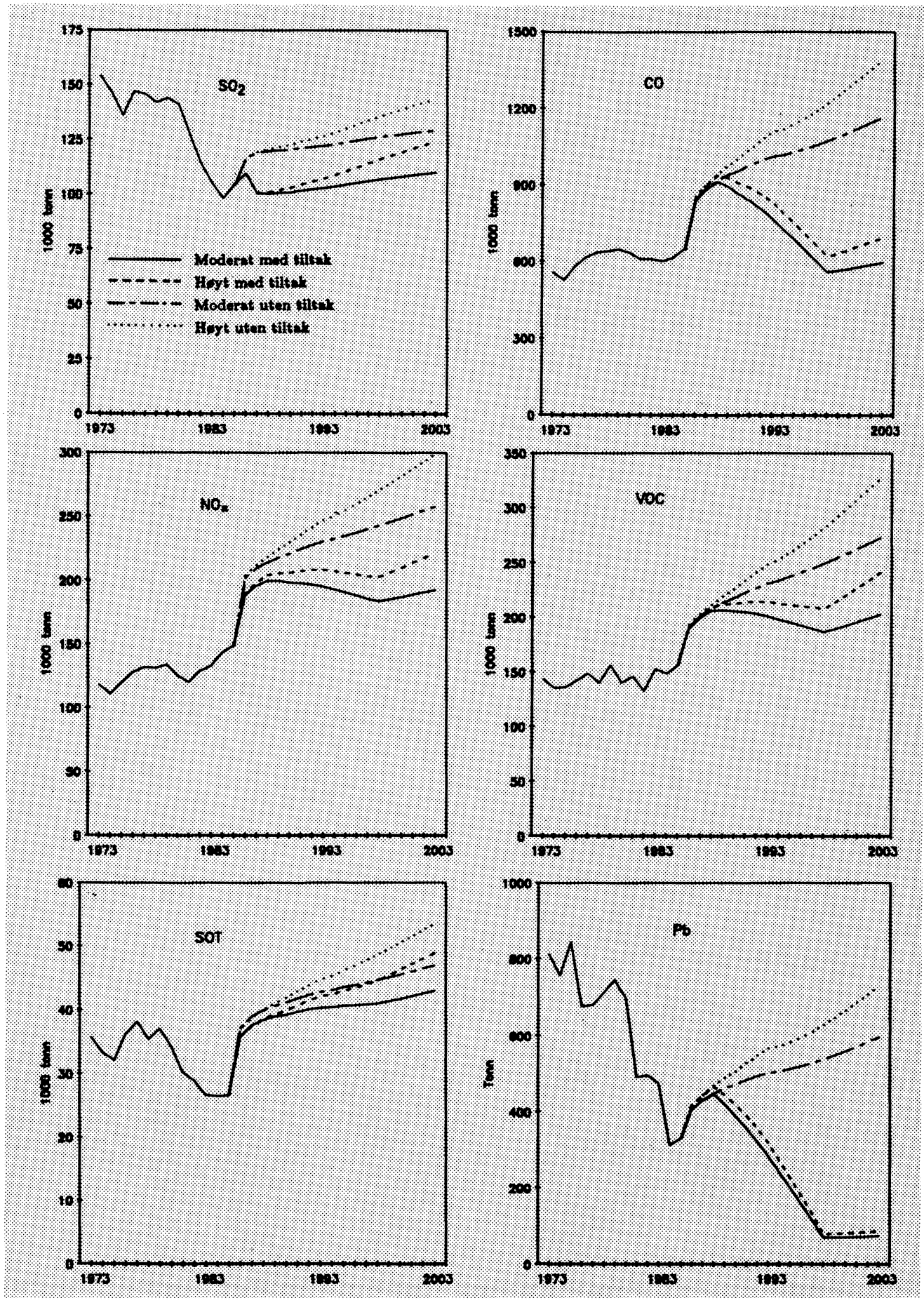
2) 5 prosent kalkulasjonsrente.

3) 7 prosent kalkulasjonsrente.

Kilde: SSB.

Tidligere studier (SSB, 1987) har antydnet økninger i utslipp til luft som følge av 1 prosent reduksjon i råoljeprisen på 0,15 prosent for SO₂, 0,30 prosent for NO_x og 0,35 prosent for CO. Dette er omtrent i samsvar med resultatene ovenfor. Oljeprisendringene har en mer homogen virkning på utslippsnivåene for de ulike komponenter enn endringer i elektrisitetsprisen. Variasjoner i elektrisitetsprisen har markert størst effekt på utslipp av CO og sot, noe som skyldes at romoppvarming er en stor kilde til utslipp av disse komponentene og at det er relativt gode muligheter for å skifte mellom ulike energibærere til dette formålet ettersom de relative prisene endrer seg. Ellers er det verdt å merke seg at følsomhetsberegningene skisserer et

Figur 9.11. Utslipp 1973-2003. Moderat (M) og høyt (H) vekstalternativ, med og uten effekt av utslippsreducerende tiltak



forløp der en reduksjon i prisen for elektrisitet gir økt utslipp av NO_x. Dette er en følge av økt aktivitet i kraftintensiv industri og tjenesteytende næringer som følge av økt innelands etterspørsel. Særlig i kraftintensiv industri er substitusjonsmulighetene mellom elektrisitet og olje små.

Andre miljøtiltak

Ytterligere reduksjon i utslippene av svoveldioksid kan skje ved å iverksette nye rensetiltak overfor prosessindustrien eller ved å redusere svovelinnholdet i tungolje, lettolje og diesel. Dette vil kunne gi betydelige reduksjoner i svovelutslipp fra husholdningenes fyring, industrivirksomhet og transportarbeid. Andre mulige tiltak for å redusere SO₂-utslippene kan være energiøkonomisering (ENØK), utvidet bruk av varmepumper, fjernvarmeutbygging og overgang til ikke-svovelholdige energibærere som gass, elektrisitet og solenergi.

Utslipp av nitrogenoksider stammer hovedsakelig fra mobile kilder. Til nå er det bare vedtatt å innføre strengere avgasskrav for bensindrevne personbiler. Strengere avgasskrav overfor hele transportsektoren, dvs. inklusive vare- og lastebiler, busser og fartøyer i innenriks sjøfart, kan gi betydelige reduksjoner i NO_x-utslippene fra disse kildene, anslagsvis 40-50 prosent pr. kjøretøy/fartøy. På grunn av langsom utskifting av en del større kjøretøy og fartøy vil det ta lang tid før et slikt tiltak vil ha full effekt. Det kan også være aktuelt med tiltak som kan dempe eller stoppe økningen i trafikkarbeidet framover.

Andre mulige tiltak kan være alternativ energidekning fra ikke-forurensende kilder som varmepumper og solenergi, eller pålegg om ettermontering av lav-NO_x-brennere i større olje- og kullkjeler.

Utslipp av karbonmonoksid og sot vil kunne reduseres noe ved bruk av forbedret forbrenningsteknologi.

Tiltak mot utslipp av flyktige organiske komponenter bør antakelig rettes mot husholdningssektoren, da denne står for en stor del av de menneskelagde VOC-utslippene. Bedre forbrenningsteknologi vil også her bidra til å redusere utslippene.

9.5 Framskrivninger av europeiske utslipp og nedfall av svoveldioksid i Norge

Sammenheng mellom internasjonal økonomisk aktivitet og utslipp til luft

Sur nedbør er blitt et alvorlig problem i Europa og Nord-Amerika. Flere forhold bidrar til problemet, men den sure nedbøren i Norge skyldes i stor grad utslipp til luft av svoveldioksid (SO₂) og nitrogenoksider (NO_x) fra bruk av fossilt brennstoff og industriprosesser i Europa. Det er derfor av interesse for norske

myndigheter å benytte et modellapparat der økonomisk utvikling og utslipp kan analyseres i en internasjonal (europeisk) sammenheng.

Prognoser for utslipp til luft kan lages ut fra de enkelte lands prognoser om eget framtidig energiforbruk, økonomisk vekst m.v. Dette er blant annet gjort av IIASA (International Institute for Applied System Analysis) som ledd i det såkalte RAINS-prosjektet. Problemene med en slik framgangsmåte er i første rekke at en risikerer å basere seg på tall som kan bære preg av å være politisk bestemte målsettinger snarere enn realistiske prognoser. For det andre er en ikke sikret konsistens mellom forventet økonomisk utvikling i de ulike landene. Man bør derfor isteden basere framskrivningene på en økonomisk modell der det tas eksplisitt hensyn til handelsstrømmer mellom landene og den innflytelse eksport og import har på landenes økonomi. Videre bør en ta hensyn til endringer i næringsstrukturen, prisvridninger og teknisk utvikling i de enkelte land. Ved å basere framskrivningene på økonomiske modeller kan en si noe om hvor store tekniske endringer, rensetiltak, næringsvridninger, etc. som er nødvendige for å oppnå bestemte mål for svovelutslippene en gang i framtiden, gitt økonomisk vekst. Alt dette vil kreve et forholdsvis stort modellapparat.

SSB har gjennomført et prosjekt med et langt lavere ambisjonsnivå, nemlig å knytte utslipp til økonomiske prognoser fra det såkalte LINK-prosjektet. LINK er et system for å koble sammen og løse økonomiske enkeltmodeller for ulike land på en innbyrdes konsistent måte. LINK-systemet sikrer via flere beregningsrunder at eksportanslagene for et land er lik samlet import andre land beregnes å motta fra dette landet. Det er viktig å være oppmerksom på at anslagene for økonomisk vekst i LINK ikke gir uttrykk for myndighetenes planer eller ønsker om økonomisk vekst.

Utviklingen i utslipp og nedfall av SO₂ fram til 1991 beregnes under forutsetning om at utslippene utvikler seg i takt med veksten i bruttonasjonalprodukt (BNP). En transportmodell for SO₂, utviklet av Meteorologisk Institutt i Oslo i forbindelse med FN-programmet EMEP (The Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe) ble så benyttet for å bestemme nedfallet av svovel over de enkelte landområder (Eliassen og Saltbones, 1983).

En del av nedfallet over Europa kommer fra utslipp man ikke har greid å stedfeste. Dette nedfallet er av stor betydning for Norge. I 1980 var for eksempel nærmere halvparten av svovelnedfallet over Norge fra ukjente kilder.

BNP som en indikator for utslipp av SO₂ er ikke uten videre godt egnet til å svare på hvilke utslippsnivåer de enkelte land vil ha i framtiden. SO₂-framskrivningene basert på LINK og faste utslippskoeffisienter kan ikke betraktes som realistiske prognoser, men tjener heller som en indikasjon på hvor store strukturendringer, rensetiltak og tekniske endringer som er nødvendige

for å oppnå en bestemt utslippsmålsetting. De største fordelene med LINK er at det er et system som dekker også Øst-Europa, og at systemet sikrer at de enkelte del-modellene er innbyrdes konsistente.

Det siste tiåret har BNP og utslipp av SO₂ ikke utviklet seg i takt i Europa. De fleste landene har hatt vekst i BNP, mens utslippene har blitt redusert i mange land. Likevel er det flere grunner til at nedgangen i utslipp ikke uten videre kan ventes å fortsette. "Oljepris-sjokkene" i 1970-årene ga sterke insentiver til å begrense bruken av olje. Siden 1985 er oljeprisen blitt lavere igjen. Det er rimelig å vente at dette både fører til økt bruk av olje som energikilde, og til større produksjon og forbruk av produkter der olje er en viktig innsatsfaktor.

En del av reduksjonene i SO₂-utslipp det siste tiåret er resultater av aktive tiltak for å begrense forurensningen, f.eks. forskrifter om overgang til bruk av olje med lavere svovelinnhold, pålegg om rensing o.l. Dette kan innebære at noen av de mest effektive rensetiltakene allerede er gjennomført, slik at ytterligere reduksjoner er dyrere og dermed også vanskeligere å få gjennomslag for.

Økonomiske forutsetninger

Framskrivningen av økonomisk utvikling i Europa for årene 1985-1991 er hentet fra LINK. Tabell 9.28 viser vekstratene for BNP (NMP) for de ulike land.

Tabell 9.28. Framskrivninger fra LINK. Gjennomsnittlig årlig vekst i bruttonasjonalprodukt i faste priser. 1986-1991

	BNP		BNP
	%		%
Østerrike	2.0	Nederland	2.3
Belgia	2.4	Norge	1.1
Bulgaria ¹	3.8	Polen ¹	3.5
Tsjekkoslovakia ¹	2.9	Portugal	3.4
Danmark	1.9	Romania ¹	4.2
Finland	2.4	Spania	3.5
Frankrike	2.5	Sverige	1.4
Forb.rep.Tyskland	2.0	Sveits	1.7
DDR ¹	3.9	Tyrkia	4.8
Hellas	1.7	Storbritannia	2.4
Ungarn ¹	1.7	Sovjet ¹	3.9
Irland	2.5	Jugoslavia	2.4
Italia	2.8		

¹) Netto materialprodukt.

Kilde: LINK.

Utslipp i basisåret

Tall for nasjonale utslipp av SO₂ for basisåret 1985 er hentet fra RAINS-prosjektet ved IIASA. Tallene er beregnet på grunnlag av opplysninger fra FN-statistikk for 1980 og energibruk i perioden 1980-1985. Både for denne perioden og for framskrivninger gjort innenfor RAINS er det myndighetenes offisielle planer om energibruk som er brukt, slik disse er oppgitt til IEA (Vest-Europa) og ECE (Øst-Europa).

Resultater

Tabell 9.29 gir historiske og beregnede utslipp av svoveldioksid fra noen europeiske land i 1980, 1985, 1990 og 1991.

Tabell 9.29. Utslipp av SO₂. Tusen tonn

	Rains 1980	Rains ¹ 1985	Rains 1990	Link 1990	Link 1991
I alt	58636	55940	57889	65671	67788
Belgia	857	587	608	668	678
Bulgaria	1026	1026	1358	1246	1285
Danmark	453	394	421	426	441
DDR	4607	4720	4828	5736	5949
Finland	584	466	418	523	536
F.rep.					
Tyskland	3202	2952	2791	3272	3318
Frankrike	3551	2301	1952	2588	2668
Hellas	695	828	1277	895	916
Irland	214	148	195	166	171
Italia	3609	2988	3193	3411	3517
Jugoslavia	1478	1478	2647	1659	1706
Nederland	450	293	394	325	336
Norge	138	125	124	131	133
Polen	4028	4212	3760	4978	5164
Portugal	297	309	316	364	378
Romania	1482	1442	2059	1780	1844
Sovjet	17363	17755	17558	21456	22272
Spania	3258	3130	3210	3693	3841
Stor- britannia	4679	4230	4244	4818	4886
Sverige	484	434	351	458	471
Sveits	127	100	95	109	110
Tsjekko- slovakia	3140	3080	2652	3565	3663
Tyrkia	960	1119	1835	1428	1480
Ungarn	1602	1528	1280	1651	1693
Østerrike	352	295	323	325	332

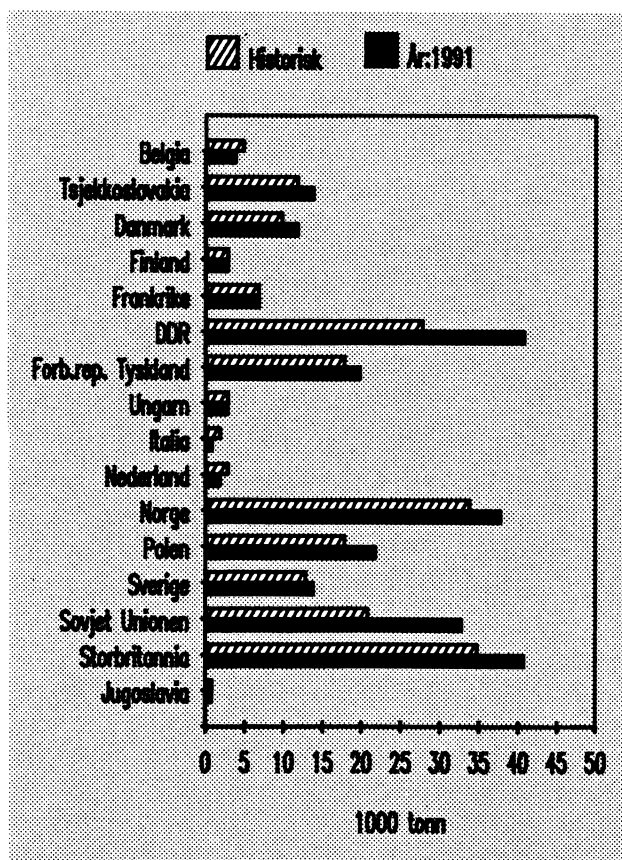
¹) Oppgavene for 1985 bygger i sin helhet på oppgaver fra RAINS. For enkelte land finnes det historiske tall fra år etter 1980 som stemmer dårlig med RAINS-tallene.

Kilde: IIASA, SSB.

Avvikene mellom beregninger basert på RAINS og LINK er betydelige. Framskrivningene basert på LINK antyder totale utslipp som er omtrent 13 prosent høyere enn utslippstallene fra RAINS i 1990, mens avvikene for de enkelte land kan være hele +/- 40 prosent. For Norge kan det være bekymringsfullt at LINK i tillegg til vekst i de totale europeiske utslippene antyder gjennomgående høyere utslipp (opp til 30 prosent) fra Polen, Sovjet, DDR, Storbritannia og Sverige enn det RAINS gjør. Dette er land som er viktige "leverandører" av svovelforurensninger til Norge.

Figur 9.12 viser beregnet nedfall av svovel fra de ulike land i Norge i 1991 basert på LINK-dataene og gjennomsnittlig årlig nedfall for årene 1979, 1980, 1983 og 1984.

Figur 9.12. Nedfall av SO₂ i Norge etter kilde



Kilde: SSB.

Det ventes en positiv realvekst i BNP i alle de europeiske landene fra 1985 til 1991. Med antakelsen om et fast forhold mellom BNP og SO₂-utslipp vil alle land få økte svovelutslipp fra 1985 til 1991. Fra 1980 til 1991 er det likevel noen land som totalt sett får en nedgang i svovelutslipp ifølge beregningene. Det skyldes at den observerte nedgangen mellom 1980 og 1985 har vært så stor at dette mer enn oppveier senere økninger.

I forhold til gjennomsnittet for 1979, 1980, 1983 og 1984 innebærer LINK-framskrivningene en vesentlig økning i transporten av svovel til Norge fra Øst-Tysk-

land og Sovjetunionen, en mindre økning i nedfallet fra Storbritannia og Polen og i nedfallet som stammer fra Norge selv, og en liten økning i nedfallet fra Tsjekkoslovakia, Danmark, Vest-Tyskland og Sverige. Ikke for noen land viser framskrivningene nedgang i utslipp av svoveldioksid som transporteres til Norge. En økende del av den sure nedbøren over Norge vil sannsynligvis ha sin kilde i Øst-Europa i årene framover.

Avtalen om 30 prosent utslippsreduksjon som en del av land har undertegnet (ECE, 1985) skal være innfridd to år etter tidshorisonten for beregningene presentert her. Enkelte land, deriblant Norge, har erklært at de vil gjennomføre større reduksjoner enn 30 prosent. Tabell 9.30 viser de offisielle målsettinger myndighetene i

Tabell 9.30. Prosentvise endringer i utslipp av SO₂ i forhold til 1980-nivået

	MÅL 1980-93	LINK 1980-91	RAINS 1980-90
Belgia	-50	-21	-29
Bulgaria	-30	+25	+32
Danmark	-50	-3	-7
DDR	-30	+29	+5
Finland	-50	-8	-28
Forb.rep.			
Tyskland	-60	+4	-13
Frankrike	-50	-25	-45
Hellas	-	+32	+84
Irland	-20	-9	
Italia	-30	-3	-12
Jugoslavia	-	+15	+79
Nederland	-60	-25	-12
Norge	-50	-4	-10
Polen	-	+28	-7
Portugal	-	+27	+6
Romania	-	+24	+39
Sovjet	-30	+28	+1
Spania	-	+18	-1
Storbritannia	-	+4	-9
Sveits	-30	-13	-25
Sverige	-65	-3	-27
Tsjekkoslovakia	-30	+17	-16
Tyrkia	-	+54	+91
Ungarn	-30	+6	-20
Østerrike	-50	-5	-8

MÅL: Offisielle nasjonale målsettinger.
LINK: Egne framskrivninger basert på LINK-prognoser for BNP og faste utslippskoeffisienter.
RAINS: Prognoser fra IASAs modell RAINS. RAINStall for utslipp i 1980 er basis for alle beregninger av prosentvise endringer i tabellen.

Kilde: SSB.

hvert enkelt land har for prosentvise reduksjoner i utslippene av svoveldioksid til luft fra 1980 til 1993 (Hordijk, 1987). Målsettingene sammenliknes i tabellen med den prosentvise endring i utslippene en får fra våre beregninger fram til 1991 og er også sammenliknet med prosentvis endring i utslippene ifølge RAINS-prognosene fram til 1990. Merk at slutt-året er forskjellig i de tre kolonnene.

Enkelte land har en svakere utslippsvekst (eller sterkere utslippsreduksjon) i SSB's framskrivninger enn i RAINS-prognosene. Dette er noe overraskende, siden SSB's beregninger har brukt en metode som ikke gir rom for reduksjoner i perioden 1985-91 så lenge en har positiv økonomisk realvekst. Årsaken kan være at IIASA har opplysninger om at disse landene har planer om å gå over til økt bruk av energibærere med høyt svovelinnhold. Det er også mulig at LINK-prognosene er mer pessimistisk med hensyn til den økonomiske veksten i disse landene enn den utviklingen de offisielle energibanene i RAINS bygger på, for eksempel ved at LINK krever konsistens når det gjelder handelsstrømmene landene imellom.

Ut fra tallmaterialet foran kan en trekke følgende slutninger

En større del av svovelledfallet over Norge i årene framover kan komme fra Øst-Europa.

De fleste europeiske land må få relativt store endringer i forholdet mellom SO₂-utslipp og BNP hvis målsettingene for utslipp i 1993 skal oppfylles. Tabell 9.31,

Tabell 9.31. Nødvendig relativ reduksjon i forholdet mellom SO₂-utslipp og bruttonasjonalprodukt fra 1985 til 1991. Prosent

Belgia	12	Portugal	45
Bulgaria ¹	44	Romania ¹	44
Danmark	28	Sovjet ¹	45
Finland	24	Spania	41
F.rep.Tyskland	32	Storbritannia	33
Frankrike	7	Sverige	28
Jugoslavia	39	Sveits	19
Italia	28	Tsjekkosl. ¹	40
Nederland	6	Tyrkia	55
Norge	27	Østerrike	26
Polen ¹	45		

¹) Reduksjon i forholdet mellom utslipp av SO₂ og nettomaterialprodukt.

Kilde: SSB.

som viser nødvendige endringer i dette forholdet forutsatt at utslippene skal reduseres med 30 prosent over perioden 1980-1991, gir en grov indikasjon på hvor store strukturendringer, tekniske tiltak, etc. som må gjennomføres i de gjenværende år av perioden.

9.6 Korrosjonskostnader ved luftforurensning

Forurensning legger beslag på samfunnets produktive ressurser ved at effektiviteten til innsatsfaktorene reduseres. Helsevirkninger gir for eksempel større sykefravær og lavere yteevne i arbeidslivet, et tap som kommer i tillegg til redusert velvære og større utgifter innen helsevesenet. Økt sykefravær og redusert produktivitet i arbeidstiden fordyrer dermed arbeidskraften og gjør tilgangen av den mindre.

Tilsvarende virkninger av forurensning forekommer også når det gjelder kapitalutstyr og vareinnsats i produksjonen. Forurensning reduserer levetiden til en del kapitalvarer, eller gjør det nødvendig med økt innsats av ressurser til vedlikehold.

Ved siden av at kapitalvarer fordyres for den enkelte bedrift eller konsument, kan korrosjon påføre samfunnet kostnader ved at prisforholdet mellom produksjonsfaktorene påvirkes, og ressurser feilallokeres i økonomien.

Slike indirekte kostnader ved materialskader på grunn av forurensning er ennå ikke beregnet. Forskere både i Norge og andre land har imidlertid studert omfanget av forurensningsskader på utvalgte materialer og anslått de direkte kostnadene knyttet til atmosfærisk korrosjon på grunn av forurensning.

På dette grunnlaget har SSB beregnet omfanget av en del materialkostnader knyttet til svovelforurensning i luft i 1985, og fordelt disse på ulike former for produksjon og forbruk. Prisen på bruk av realkapital som inngår i den langsiktige planleggingsmodellen MSG-4E er justert ned tilsvarende, slik at beregningen gjenspeiler en tenkt økonomisk utvikling fram mot år 2003 i en ikke-forurenset atmosfære.

De skadene som er med i beregningen, omfatter skader på sink og sinkbelagt stål, samt maling på stål, tre og mur - alt eksponert utendørs. Skadene skyldes tørravsetning av svoveldioksid (SO₂) fra utslipp til luft som hovedsakelig stammer fra lokale forurensningskilder.

Langtransportert forurensning i form av sur nedbør bidrar lite til atmosfærisk korrosjon, men forsurer vann og jord slik at installasjoner i bakken svekkes raskere enn ellers. Av andre materialkostnader som ikke inngår i beregningene ennå, kan nevnes forvitring av betong, bygningssten og skulpturer, som også skyldes svovelforurensning. Edelmetaller i elektriske kontakter viser seg også å korrodere raskere i høye svovelskonsentrasjoner. Ozon skader tekstiler, plast, gummi og asfalt selv ved lave konsentrasjoner. Plantenes vekstevne reduseres også ved høye ozon-konsentrasjoner.

For 1985 ble materialkostnadene som følge av lokale utslipp av SO₂ beregnet å være om lag 220 millioner kroner. Uten SO₂-forurensning vil disse ressursene frigjøres, ved at kapital blir tilgjengelig til en lavere pris

og produksjonskapasiteten blir større. Bruttoproduksjonsverdien viser seg også å bli om lag 270 millioner 1985-kroner høyere i år 2003 enn om forurensningen fortsetter som nå. Særlig gir det utslag på aktivitetsnivået i bygg- og anleggsektoren ved at husholdningen øker sin boligetterspørsel.

Bruttonasjonalproduktet øker imidlertid mindre enn bruttoproduksjonen, fordi investeringene blir høyere og kapitalvareproduksjonen krever mye vareinnsats som legger beslag på innenlands produksjonskapasitet. Bruttonasjonalproduktet er 100 millioner 1985-kroner større i 2003 uten svovelforurensning, og det private konsumet økte omtrent tilsvarende.

Beregningene skissert ovenfor kan utvides til å omfatte flere typer materialskader når kostnadsanslag over slike skader foreligger. Videre kan virkninger av redusert arbeidsproduktivitet innarbeides i økonomiske framskrivninger på tilsvarende måte. Målet er at anslag over effekter av miljøforringelser på økonomisk vekst etterhvert blir tilgjengelig i større omfang, og i større grad blir vurdert ved utarbeidingen av miljøpolitikk.

9.7 Miljømessige og økonomiske konsekvenser av krav til avgasser fra nye, bensindrevne biler

Høsten 1986 vedtok regjeringen å innføre avgasskrav for nye, bensindrevne personbiler fra og med 1989. Avgasskravene, som er på linje med gjeldene krav i U.S.A., kan med dagens teknologi bare innfris ved katalytisk avgassrensing (såkalt treveiskatalysator). Den direkte reduksjonen i utslipp fra nye privatbiler blir betydelig, og vil på litt sikt også bidra til reduserte totalutslipp av flere forurensningskomponenter.

Det er usikkert hva kostnadene forbundet med innføringen av de nye avgasskravene vil bli. Merkostnadene ved produksjon og installering av katalysatoren på bilene er anslått å ligge mellom kr. 2 000 og kr. 6 000 (cif, dvs. inklusive omkostninger, forsikring og frakt). Inklusive avanser og avgifter tilsvarer dette en økning i prisen for en gjennomsnittsbil på mellom 4 og 12 prosent. I tillegg til de direkte kostnadene forbundet med avgasskravene vil en endret kjøperpris for biler også få indirekte virkninger på norsk økonomi. Høyere bilpriser vil ventelig føre til redusert etterspørsel etter nye biler og økt etterspørsel etter andre konsumvarer.

De makroøkonomiske konsekvensene av denne vridningen i privat etterspørsel er forsøkt kartlagt ved hjelp av beregninger gjort med den langsiktige generelle likevektmodellen MSG-4E. (For en beskrivelse av MSG-modellen, se Longva et al., 1986). Beregningene tar utgangspunkt i det moderate alternativet for økonomisk vekst som beskrevet i avsnitt 9.4. Det er gjort flere beregninger med ulike antakelser om produksjons- og installasjonskostnader av katalysatorer på

biler. Nedenfor presenteres resultatene av beregningene når cif-prisen på katalysatoren settes til 4000 kroner i 1985. Det er ikke tatt hensyn til eventuell økning i driftsutgiftene for biler med katalysator eller kostnader knyttet til kontroll av forskriftene. Driftsutgiftene er anslått til å være henholdsvis fra 0 - 200 kroner pr. bil årlig og ca. kr. 100 pr. kontrollert bil.

En cif-pris på kr. 4 000 vil med moms og vareavgifter gi en prisøkning på ca. kr. 10 800. Som følge av dette vil gjennomsnittsprisen for biler i år 2000 ligge om lag 8 prosent høyere enn uten avgasskravene, se tabell 9.32. Beregningene viser at dette kan føre til en reduksjon i kjøp av biler på ca. 3,8 prosent og en økning i bruk av kollektive transportmidler på ca. 0,5 prosent. Totalt privat konsum reduseres med ca. 0,1 prosent eller nesten 340 mill. 1985-kroner i år 2000. Kjøp av boliger, varige fritidsgoder og feriereiser til utlandet øker derimot med 0,1 - 0,2 prosent som følge av avgasskra-

Tabell 9.32. Endringer i privat konsum. Prosent. 2000

Totalt privat konsum	-0,1
Pris på kjøp av egne transportmidler	8,0
Kjøp av egne transportmidler	-3,8
Driftsutgifter til egne transportmidler	1,7
Bruk av offentlige transportmidler.....	0,5

Kilde: SSB.

vene. Økt boligbygging fører også til en økning i forbruk av elektrisitet og fyringsoljer. Samlet netto innenlands bruk av elektrisitet øker med 0,08 prosent i år 2000, mens fyringsoljeforbruket øker med 0,03 prosent.

Større etterspørsel etter innenlandsproduserte varer gjør at total bruttoproduksjon øker svakt. Aktiviteten reduseres imidlertid i noen sektorer som varehandel (mindre omsetning av biler), oljeraffinerier (reduisert omsetning av bensin) og bank og forsikring. Produksjon av varer innenlands krever større vareinnsats enn import av biler. Den økte vareinnsatsen gjør at BNP reduseres svakt som følge av avgasskravene, til tross for økt total bruttoproduksjon. Beregningene antyder at BNP i år 2000 reduseres med 210 mill. 1985-kroner i forhold til alternativet uten avgasskrav. Dette er en relativ reduksjon på mindre enn 1 promille. Til sammenlikning kan nevnes at årlig vekst i BNP har ligget på mellom 4 prosent og 6 prosent de siste årene.

Samtidig med at importen av biler og bensin reduseres som følge av prisøkningen, øker importen av endel andre typiske konsumvarer. I alt reduseres total import svakt med ca. 80 mill. 1985-kroner i år 2000 (0,03 prosent).

Tabell 9.33 oppsummerer beregningsresultatene. Den viser samlet tilgang og bruk av varer og tjenester i 1985 og år 2000 for referansealternativet, samt endringer i

Tabell 9.33. Tilgang og bruk av varer og tjenester. Referansealternativ (REF) og endringer som følge av nye avgasskrav (KAT). Mill. 1985-kroner

	REF. 1985	REF. 2000	KAT. 2000
Bruttonasjonalprodukt	497838	692015	-212
+Import	195576	275503	-53
=Total tilgang	693413	967518	-265
-Eksport	234984	342491	0
=Innenlands bruk	458430	625027	-265
Privat konsum	241916	337527	-338
Offentlig konsum	92594	132739	-6
Investeringer	107967	153965	79
Lagerendring	15953	796	0

Kilde: SSB.

år 2000 i alternativet der kostnadene ved katalysatorer på biler er inkludert.

Redusert import av biler fører selvfølgelig til en reduksjon i størrelsen på personbilparken. Beregningene antyder en reduksjon på nesten 4 prosent i forhold til referansealternativet i år 2000. Mens beholdningen av biler i år 2000 er beregnet å være om lag 2,5 millioner i referansealternativet, antyder beregningene en reduksjon i beholdning på ca. 100 000 privatbiler i år 2000 når kostnaden ved katalysatorrensing inkluderes.

Reduksjonen i størrelsen av bilparken følges imidlertid ikke av en like stor reduksjon i samlet kjørelengde (målt ved driftsutgifter til privat transport i faste priser). Under antakelsen om konstante driftsutgifter pr. kjørt kilometer finner vi en økning i kjørelengde pr. bil på litt over 2 prosent svarende til omtrent 300 km pr. år. Denne økningen i årlig utkjørt distanse kommer i tillegg til en beregnet vekst i årlig kjørelengde pr. bil i referansealternativet på vel 6 prosent over perioden 1985-2000. Med en årlig gjennomsnittlig kjørelengde pr. bil på 13500 km i 1985, finner vi således i år 2000 en gjennomsnittlig kjørelengde på 14 340 km i referansealternativet og 14 650 km i alternativet der kostnadene ved katalysatorer er innarbeidet.

De indirekte effektene av kravene om avgassrensing på bensindrevne personbiler er effekter som kan henføres til endringer i den økonomiske vekstbanen som følge av avgasskravene. Disse gir ikke registrerbar nedgang i utslipp utover de direkte effekter (som til gjengjeld er store, se tabell 9.26). Med direkte effekter menes her reduksjoner i totalutslipp som følger av lavere utslipp pr. bil. De nye strengere avgasskrav vil føre til en redusert vekst i bilparken framover, noe som vil redusere utslippene noe. På den annen side vil sannsynligvis nedgang i salget av nye biler føre til en foreldelse av bilparken over den perioden vi har studert. Det er ikke tatt hensyn til dette i modellberegningene. En eldre bilpark vil isolert sett bidra til økte forurensninger i forhold til basisalternativet. Disse ef-

tektene er allikevel marginale i forhold til den store direkte reduksjonen man forventer når katalysatorrensing av avgasser setter inn.

Beregningene presentert i avsnitt 9.4 antyder at blyutslippene i år 2000 ville blitt ca. 7 ganger høyere om rensetiltaket ikke var blitt innført og andelen med blyfri bensin holdt seg på dagens nivå. Reduksjonen i totale utslipp av CO, NO_x og VOC i år 2000 som følge av tiltaket er beregnet til henholdsvis 50 prosent, 15 prosent og 25 prosent av forventede utslipp om tiltaket ikke var blitt gjennomført. Forskjellen gjenspeiler først og fremst at utslipp fra bensindrevne biler utgjør en varierende andel av de totale utslippene av de ulike komponentene. I 1985 sto således utslipp fra bensindrevne biler for 66 prosent av de totale CO utslippene, mens andelen for NO_x og VOC var på henholdsvis 15 og 33 prosent.

Samlet tyder beregningene på at de samfunnsøkonomiske kostnader knyttet til innføringen av de nye avgassbestemmelsene, målt ved reduksjon i BNP eller privat konsum, er små. Reduksjonen i privat konsum som følge av nye avgassbestemmelser er anslått til å være om lag 350 mill. 1985-kroner i år 2000. Dette er et mindre tap enn man intuitivt kunne tenke seg. Antall biler kjøpt pr. år har den siste tiden ligget mellom 130 000 og 170 000 biler. En merutgift (cif) på kr. 4 000 pr. bil ville, hvis bilsalget ble opprettholdt, påføre konsumentene et tap på mellom 520 og 680 mill. kroner pr. år. Etter omdisponering av sitt forbruk vil konsumentene ha redusert tapet til 350 mill. kroner.

REFERANSER

Alfsen, K. H. (1987): Luftforurensninger og økonomisk vekst. SSB. Økonomiske analyser nr. 4

Eliassen, A. og J. Saltbones (1983): Modelling of long-range Transport of Sulphur over Europe: A two-year Model Run and some Model Experiments. Atmospheric Environment 17

Economic Commission for Europe (ECE) (1985): Protocol to the 1979 Convention on long-range Transboundary Air Pollution on the Reduction of Sulphur Emissions or their Transboundary Fluxes by at least 30 per cent. ECE/EB.AIR/12

Finansdepartementet (1985): Langtidsprogrammet 1986-1989. St.meld. nr. 83, 1984-85

Glomsrød, S. og B. Vigerust (1985): Luftforurensninger og økonomisk vekst. SSB. Økonomiske analyser nr. 8

Hagen, L. O. og J. Scholdager (1986): Klassifisering av luftforurensninger i byer og tettsteder. NILU-rapport OR 39/86

Hordijk, L. (1987): Acid Rain Abatement in Europe: Two progress Reports. Research Report 4/87. IIASA. Laxenburg, Wien

Klein, L. R. (1977): Project LINK. Lecture Series 30. Center of Planning and Economic Research. Aten

Longva, S., L. Lorentsen og Ø. Olsen (1986): The multi-sectoral growth Model MSG-4. Formal Structure and Empirical Characteristics. SSB. Reprint Series no. 17

Nyborg, K. (1987): Økonomisk aktivitet og utslipp av svovel i Europa. Utslippsberegninger med basis i LINK-prosjektets økonomiske framskrivninger. SSB. Interne Notater 87/37

OED, Energiutvalget (1987a): Energiutvalgets rapport til energimeldingen 1987

OED (1987b): Norges framtidige energibruk og -produksjon. St.meld. nr.38, (1986-87)

SFT (1982): Luftforurensning. Virkninger på miljø og helse. Rapport nr. 38

SFT (1986): Miljøgifter og overvåkningsresultater 1984. TA-607. Rapport nr. 216/86

SFT (1987): 1000 sjøers undersøkelsen 1986. Rapport nr. 282/87

SSB (1986): Naturressurser og Miljø 1985. RAPP 86/1

SSB (1987): Naturressurser og Miljø 1986. RAPP 87/1

Utvalget for forurensningsprognoser (1987): Framskrivninger av utslipp til luft 1985-2000. Rapport nr.1



Foto: Ottar Kjørstad

10. Globale virkninger av luftforurensninger

Blant de mest alvorlige globale miljøproblemer idag er luftforurensningsproblemer knyttet til utslipp av karbondioksid (CO_2) (drivhuseffekten) og ødeleggelsen av ozonlaget i stratosfæren. Mens drivhuseffekten ikke er noe nytt fenomen i jordens historie, er trusselen mot ozonlaget trolig knyttet til utslipp av kjemikalier som er av relativt ny dato. Mulige skadevirkninger av disse forurensningsproblemene, som er av global natur, er meget alvorlige.

10.1 Innledning

I løpet av de siste 20 årene er det blitt klart at utslipp av enkelte forurensende stoffer kan endre klimaforholdene på jorda. Utslipp av bl.a. karbondioksid (CO_2), klorerte fluorkarboner (KFK), metan (CH_4) og dinitrogenmonoksid (N_2O) medvirker til den såkalte "drivhuseffekten" som fører til et varmere globalt klima og endret nedbørsmønster. Det beskyttende ozonlaget i stratosfæren 10 til 50 km over jordoverflaten tæres vekk som følge av forurensninger, særlig utslipp av KFK.

Det er viktig å skille mellom rollen til ozon i stratosfæren (10-50 km over bakkenivå) der det skjermer jorden fra skadelig ultrafiolett stråling og dens rolle som en bakkenær forurensningskomponent som kan medføre helse-, material- og vegetasjonsskader. Ozonproblemer nær bakken er tidligere omtalt i avsnitt 9.1, mens problemer med å opprettholde ozonlaget i stratosfæren er behandlet i avsnitt 10.2 i dette kapitlet.

Tabell 10.1 viser en oversikt over utslipp, konsentrasjon og kilder til drivhuseffekt og effekt på ozonlaget.

10.2 Drivhuseffekten

Jordens globale klima bestemmes stort sett av tre faktorer:

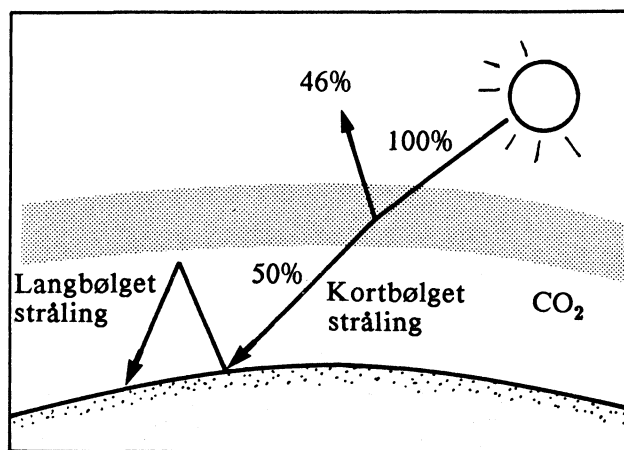
- 1) energitilførsel fra sola
- 2) jordens refleksjonsevne (albedo)
- 3) den kjemiske sammensetning av atmosfæren.

Solinnstrålingen bestemmer total energitilførsel til jorda. Strålingen er relativt kortbølget og om lag 46 prosent reflekteres fra atmosfæren uten å nå jordoverflaten, 23 prosent absorberes av havet, 27 prosent varmer

opp jordoverflaten, mens bare 4 prosent absorberes av planter. Jorda taper varme ved utsendelse av langbølget varmestråling. Den kjemiske sammensetningen av atmosfæren bestemmer hvor lett varmeutstrålingen fra jorda slipper ut gjennom atmosfæren. Gasser som CO_2 , CH_4 , N_2O og vanndamp fungerer som et drivhustak rundt jorda og bidrar til å sperre inne den langbølgete varmestrålingen fra jorda, se figur 10.1.

Energitilførselen fra sola, jordas refleksjonsevne (albe-

Figur 10.1. Drivhuseffekten



do) og den kjemiske sammensetning av atmosfæren har alle endret seg over jordens levetid, men på en slik måte at klimaet likevel har vært relativt stabilt. Drivhuseffekten har hittil spilt en stabiliserende rolle for temperaturutviklingen på jorda (se nedenfor). Stadig økende utslipp av drivhusgasser fra de industrialiserte samfunn kan imidlertid endre denne balansen drastisk.

Energitilførsel fra sola

I dag er energistrømmen (fluksen) fra sola om lag 1368 W/m^2 . Tidlig i jordas utviklingshistorie var den langt

Tabell 10.1. Globale forurensningsproblemer. Utslipp, konsentrasjon, kilder og virkninger

	Globale utslipp pr. år	Konsentrasjon	Kilder	Virkninger på drivhus-effekten	Virkninger på ozon-laget
Karbondioksid (CO ₂)	20 Gtonn (1984)	345 ppm ¹ (1985)	-Fossilt brensel -Sementproduksjon -Kalking -Biomasse-reduksjon	Økt	Reduserer temperatur i stratosfæren: øker ozon-innholdet
Klorfluorkarboner (KFK): - KFK11: CFC ₁₁ - KFK12: CF ₂ Cl ₂	0.8 Mtonn (1980)	0.5 ppb ² (1985)	-Kjøleanlegg -Kjemisk rensing -Drivgass i spraybokser -Produksjon av isopor	Økt	Frigjør klor som bryter ned ozon i stratosfæren
Dinitrogenmonoksid (N ₂ O)	40 Mtonn (1980)	300 ppb ² (1985)	-Mikrobiologiske prosesser i jord. Øker ved økende bruk av ammoniumgjødsel -Fossilt brensel	Økt	Bryter ned ozon både direkte og indirekte ved å forsterke effekten av klor.
Metan (CH ₄)	420 Mtonn (1980)	1.7 ppm ¹ (1985)	-Drøvtyggere -Vannmettet jord -Rismarker -Bruk av naturgass -Forbrenningsprosesser	Økt	Øker ozon-konsentrasjonen ved å øke mengden vanndamp i stratosfæren og ved å produsere ozon i troposfæren.

1) ppm: parts per million (tusendels promille). Målt etter volum.

2) ppb: parts per billion (milliondels promille). Målt etter volum.

Kilder: FN og EPA, 1986.

lavere. En prosent endring i energistrømmen fra sola påvirker jordas middeltemperatur med om lag 1,5 grader Celsius, gitt at alle andre forhold er konstante. Den voksende energitilførselen fra sola ville ha økt jordas middeltemperatur med omlag 7 grader Celsius pr. milliard år, eller med om lag 30 grader Celsius over jordas levetid, dersom atmosfærens kjemiske sammensetning og andre faktorer ikke hadde endret seg. Jordas middeltemperatur er idag ca. 15 grader Celsius. Hadde jordas temperatur vært opptil 30 grader lavere i tidligere tider, ville jordkloden vært permanent dekket av is og snø, og liv ville ikke kunne ha oppstått. Det er derfor klart at sammensetningen av jordas atmosfære (og muligens jordens albedo) må ha vært vesentlig annerledes før, for at liv i det hele tatt skulle ha oppstått.

Jordens refleksjonsevne (albedo)

En høy refleksjonsevne betyr at mer av den innfallende solstråling reflekteres ut i rommet uten å bli absorbert av jorda. Dette fører til en kaldere jord enn om refleksjonsevnen er lavere. En isdekket hvit jord ville av denne grunn være svært vanskelig å varme opp. Om jorden hadde vært isdekket for noen milliarder år siden ville dagens solinnstråling ikke vært nok til å tine opp

jorda, til tross for at den samme solinnstrålingen nå er nok til å opprettholde en middeltemperatur på 15 grader Celsius.

Det er få holdepunkter for å hevde at jordens refleksjonsevne har endret seg vesentlig over tid med unntak av istidene da refleksjonsevnen nærmet seg de verdier vi idag finner i is- og snødekte strøk. Variasjonen i refleksjonsevne har antakelig betydd mindre for utviklingen av klimaet på jorda enn variasjonene i energitilførsel og i den kjemiske sammensetningen av atmosfæren.

Sammensetningen av atmosfæren

Jordens atmosfære består idag av omtrent 78 prosent nitrogen, 21 prosent oksygen og små mengder argon og CO₂ (målt etter volum). Konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren er idag på om lag 345 ppm (parts per million) eller 0.0345 prosent. Sammensetningen varierer ikke særlig i høyder under 10-20 km (troposfæren).

Atmosfærens evne til å reflektere, absorbere og slippe gjennom stråling med ulike bølgelengder avhenger av dens kjemiske sammensetning. De såkalte "drivhusgassene" kjennetegnes ved at de relativt lett slipper gjen-

nom kortbølget stråling fra sola, men reflekterer langbølget varmestråling fra jordoverflaten. De viktigste drivhusgassene idag er karbondioksid (CO₂), klorerte fluorkarboner (KFK), dinitrogenoksid (N₂O), metan (CH₄) og ozon (O₃). Forekomsten av vandamp i atmosfæren spiller også en stor rolle, men regnes vanligvis ikke med blant drivhusgassene. Tilstedeværelsen av disse gassene i atmosfæren virker omtrent som et vindusglass i et drivhus; solstråling slipper lett inn, mens varmestrålingen fra jorda ikke slipper så lett ut.

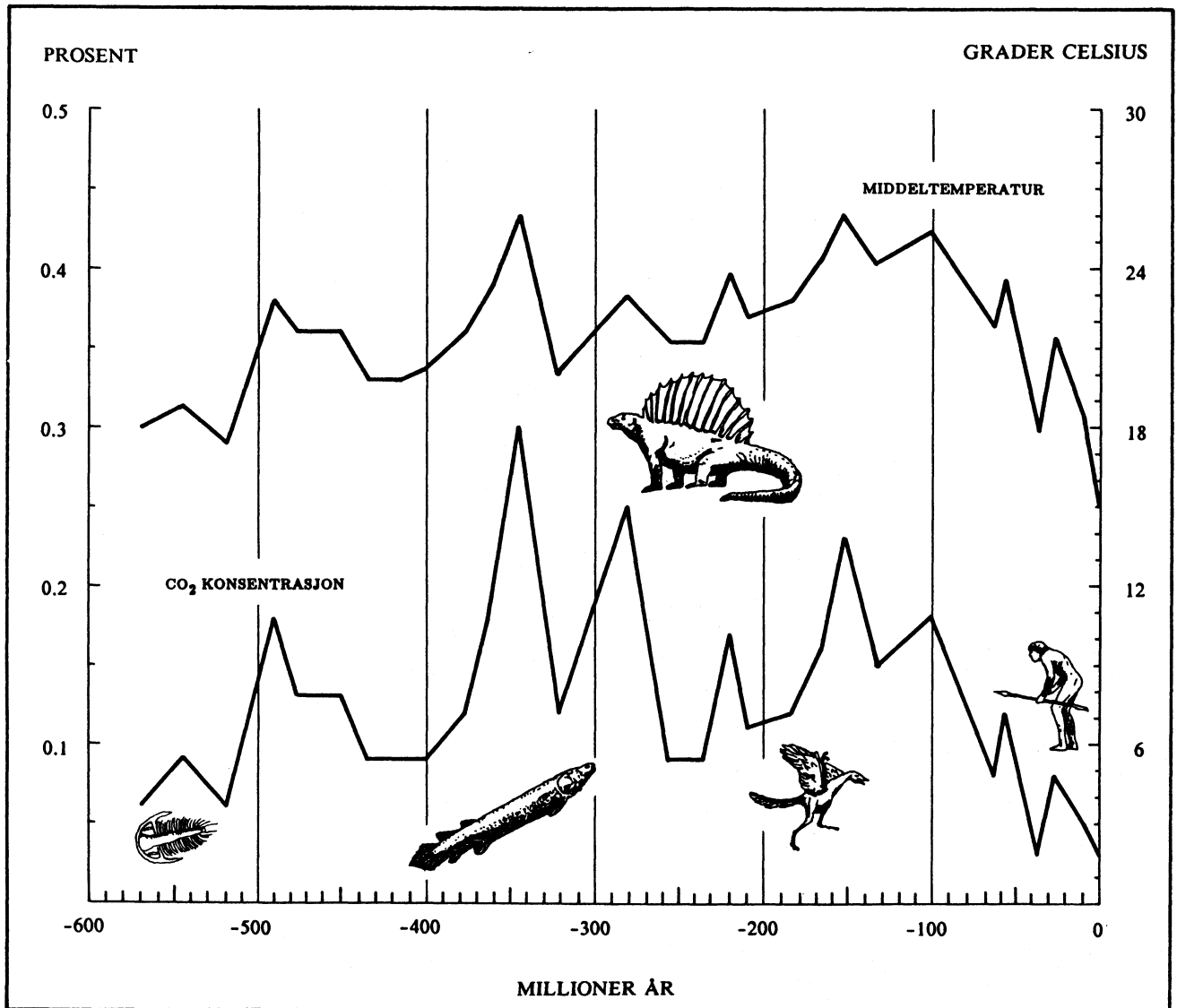
I tidligere tider, dvs. for millioner av år siden, var konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren langt høyere enn nå, se figur 10.2. Drivhuseffekten som fulgte med de høye CO₂-konsentrasjonene var avgjørende for muligheten for liv på jorda. Uten relativt høye CO₂ konsentrasjoner i atmosfæren ville jorda nå være en "snøball" - permanent dekket av is. Et sammenfall av avtakende vulkansk aktivitet, tilsynelatende av liv med tilhørende opptak av karbon og økt innstråling fra sola har

gjort at middeltemperaturen på jorda har vært forbausende stabil, tatt i betraktning variasjonen i atmosfærens kjemisk sammensetning og solinnstrålingen.

Figur 10.2 viser også middeltemperaturen på jorda de siste 500 millioner år. Variasjoner i temperaturen med noen ti-grader rundt temperaturkurven vist i figuren ville umuliggjort tilsynelatende av liv. En middeltemperatur under null grader Celsius ville antakelig ført til en permanent isdekket jord. Et vesentlig varmere klima ville frigjort store mengder CO₂ fra verdenshavene, noe som i sin tur ville øke temperaturen ytterligere. Jorda kunne da få middeltemperaturer over kokepunktet for vann og klimatiske forhold som dem vi idag observerer på planeter som Venus.

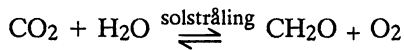
Det er selvfølgelig stor usikkerhet knyttet til anslag over CO₂-konsentrasjonen langt tilbake i tid. Det synes imidlertid klart at konsentrasjonen har variert en god del, med en nedadgående tendens de siste 100

Figur 10.2. CO₂-konsentrasjon i prosent og jordas middeltemperatur i grader Celsius de siste 500 millioner år



millioner år. Figurene 10.3 og 10.4 antyder flere detaljer i utviklingen av CO₂-konsentrasjonen. Figur 10.3 viser beregnet CO₂-konsentrasjon de siste 160 000 årene, mens figur 10.4 viser anslått konsentrasjon de siste to hundre årene. Beregningene tyder på en klart økende CO₂-konsentrasjon i atmosfæren etter at industrialiseringen startet.

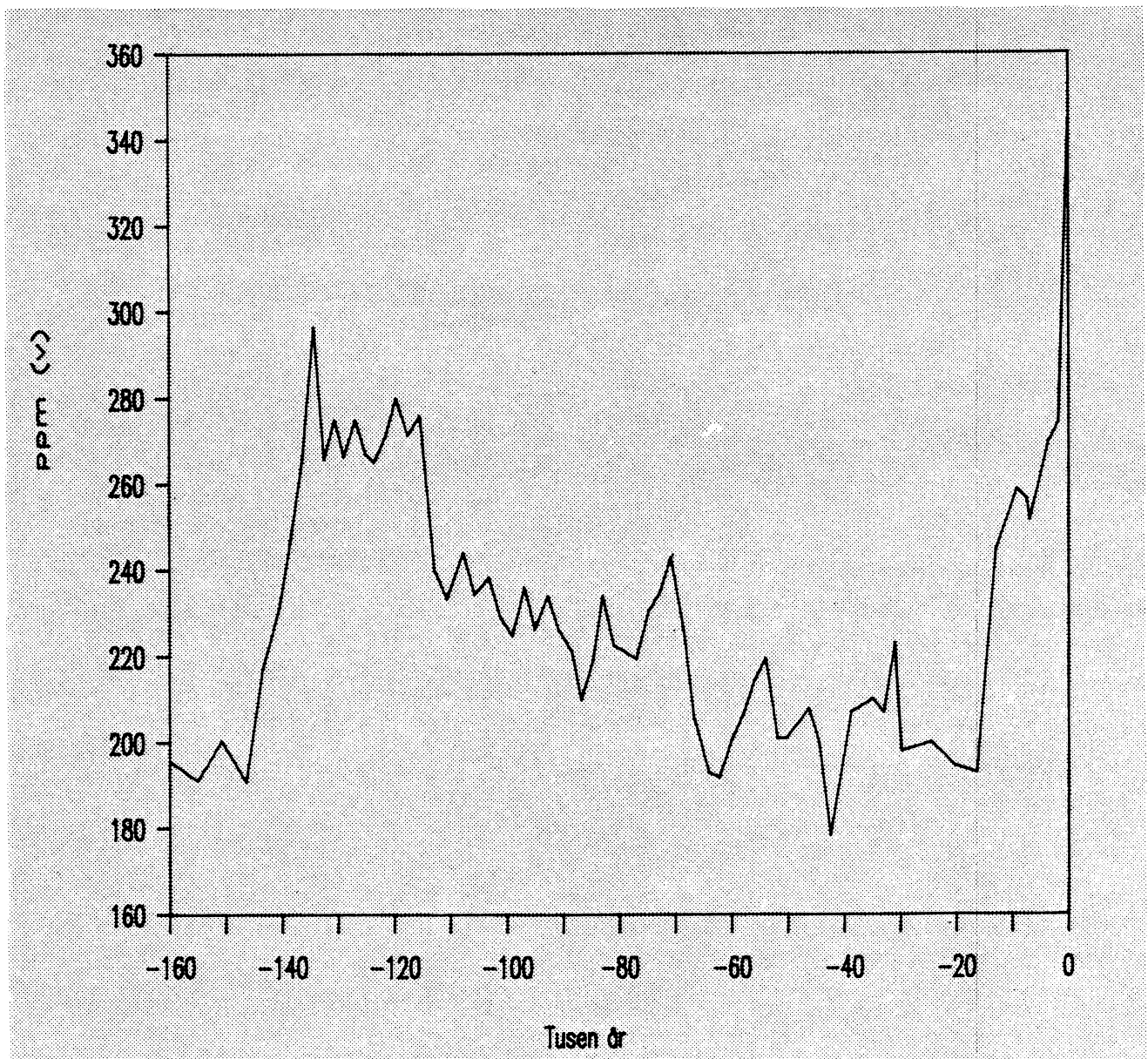
Opprinnelsen til CO₂ i atmosfæren er utgassing fra jorda, stort sett i form av vulkansk aktivitet. CO₂-konsentrasjonen i tidligere tider har da også i hovedsak blitt bestemt av hyppigheten av slik aktivitet. Etter hvert spilte fotosyntese i planter en større rolle som "brønn" for CO₂ ved sitt opptak av karbon under vekstprosessen. Enkelt fortalt kan fotosyntese beskrives ved

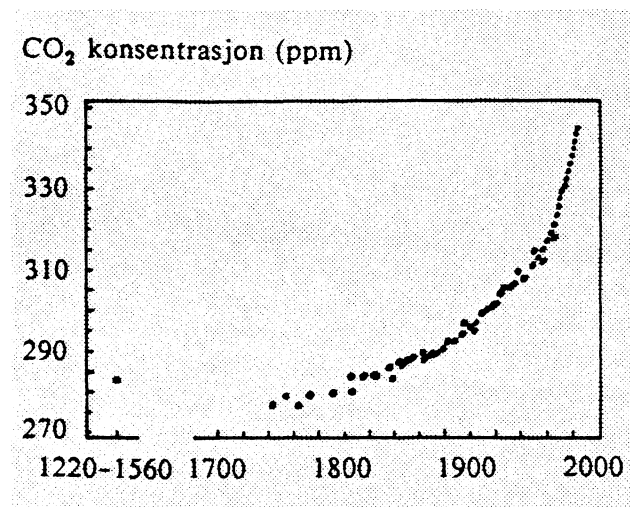


Denne prosessen sammen med avtagende vulkansk aktivitet forklarer reduksjonen i CO₂ konsentrasjon i atmosfæren de siste 100 millioner år.

Skissemessig kan man si at CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren har variert mellom tre adskilte nivåer de siste 160 000 årene, se figur 10.3. Det lave nivået på rundt 200 ppm for 160 000 år siden svarer til slutten av nest siste istid. Platået på mellom 270 og 300 ppm som følger deretter inntreffer mellom nest siste og siste istid. Under siste istid avtok så CO₂-konsentrasjonen ned mot et nivå på rundt 200 ppm igjen. Det nest siste punktet i figuren er på et nivå som er typisk for CO₂-konsentrasjonen i før-industriell tid (ca. 275-290 ppm). Det siste punktet representerer et nytt og høyere nivå og svarer til dagens CO₂-konsentrasjon på rundt 345 ppm. Som det framgår av figurene 10.3 og 10.4 er

Figur 10.3. CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren de siste 160 000 årene. ppm



Figur 10.4. CO₂-konsentrasjonen fra 1750 til 1985. ppm

Kilde: Friedli et al. 1986, Neftel et al., 1985.

CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren idag større enn den har vært de foregående 160 000 år.

Drivhuseffekten i nyere tid

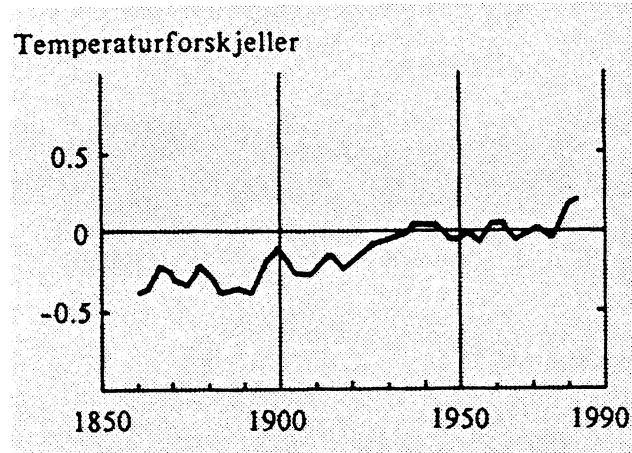
Framveksten av de industrialiserte samfunn med økt forbrenning av karbonholdige brensler som kull, koks, olje og gass, har økt CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren fra om lag 290 ppm (parts per million eller tusendels prosent) til ca. 345 ppm, se figur 10.4. Enkelte forskere forutsa allerede rundt århundreskiftet at utbredt bruk av fossile brensler ville kunne påvirke klimaforholdene på jorda. Det var imidlertid først på 1960-tallet at presise målinger fastslo at menneskelagde (antropogene) utslipp av CO₂ faktisk bidrar til de observerte konsentrasjonsnivåene av CO₂ i atmosfæren. I dag er det fastslått at også den globale middeltemperatur har økt over de siste hundre årene, se figur 10.5.

Den første systematiske overvåkingen av CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren startet under det internasjonale geofysiske året 1958. Siden den gang har CO₂-konsentrasjonen økt med om lag 8 prosent, fra 318 ppm og til 345 ppm. Årlige fossile brenselutslipp har økt med omtrent 120 prosent over samme tidsrom, se figur 10.6, og det er beregnet at dette i seg selv skulle gi opphav til en økning i CO₂-konsentrasjonen på om lag 39 ppm, eller 12 prosent.

Differansen på 17 ppm mellom beregnet og observert CO₂-konsentrasjon skyldes trolig i hovedsak absorpsjon og akkumuleringen av CO₂ i verdenshavene. Absorpsjonsevnen til havvann avtar imidlertid med økende temperatur. En eventuell framtidig temperaturøkning i verdenshavene vil derfor kunne frigjøre store mengder CO₂ fra disse, og derved påskynde en ytterligere temperaturøkning.

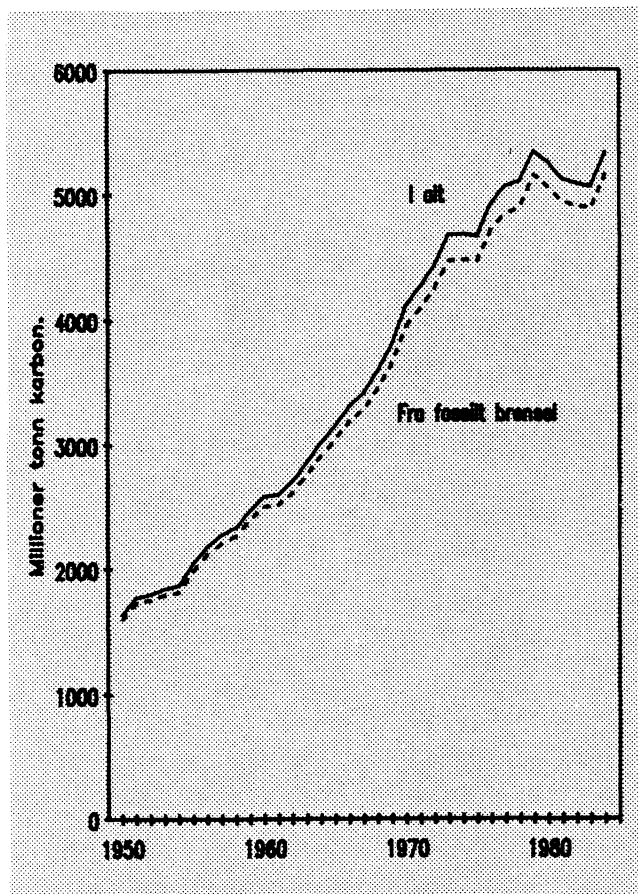
Også andre gasser enn CO₂ bidrar til drivhuseffekten, først og fremst KFK, CH₄, N₂O og O₃. Man regner med at idag er den samlede effekt av disse andre gasser

Figur 10.5. Global middeltemperatur 1861-1984



Kilde: Jones et al., 1986.

ne av samme størrelsesorden for drivhuseffekten som av CO₂. Selv om konsentrasjonen av disse gassene er mindre enn konsentrasjonen av CO₂, er en del av dem, særlig KFK, svært bestandige og vil derfor akkumuleres i atmosfæren. KFK er også med på å bryte ned ozonlaget i stratosfæren. Kilder og virkninger av disse gassene er vist i tabell 10.1.

Figur 10.6. Totale antropogene utslipp av CO₂. 1950-1985. Mill. tonn karbon

Kilde: World Resources Institute og The International Institute for Environment and Development, 1986.

Tabell 10.2. Utslipp av CO₂

	Mill. tonn	Mill. Innbyggere	Tonn per innbygger
Norge	45 ¹	4	11
USA	4 800	237	20
Canada	450	25	18
Forbunds- republikken			
Tyskland	750	61	12
Stor- britannia	600	56	11
Afrika	600	553	1
Hele verden	20 000	5 000	4

1) Medregnet utenriks sjøfart med ca. 13 millioner tonn.

Kilder: SSB, World Resources 1986.

Tabell 10.2 viser utslipp av CO₂ i noen land og verdensdelene i absolutte tall og pr. innbygger. Forskjellene er store mellom utslipp pr. innbygger i industrialiserte land og mindre utviklede områder.

Figur 10.7 viser et grovt regnskap for forekomsten av karbon på jorda og bruken av den. Sedimenter og havvann inneholder de største mengdene karbon, mens utveksling av karbon mellom atmosfæren og henholdsvis havvann og levende organismer står for det største opptaket av karbon. Antropogene utslipp er relativt små, men allikevel av stor betydning for menneskers levevilkår.

Studier av klimautviklingen framover

Det er gjennomført et stort antall studier av mulige langsiktige utviklingsbaner for antropogene utslipp av CO₂. Det er selvfølgelig stor usikkerhet knyttet til slike framskrivninger og anslagene i studiene varierer da også over et vidt spekter. Det synes allikevel rimelig å anta at atmosfærens innhold av CO₂ og andre drivhusgasser vil være fordoblet i forhold til det før-industrielle nivået (290 ppm) en gang i midten av neste århundre. Forskere synes enige om at dette vil føre til en global økning av middeltemperaturen på fra 1,5 til 5 grader Celsius. Økningen vil være større i de nordlige og sørlige områder på jorden. Enkelte beregninger antyder temperaturøkninger på mellom 5 og 7 grader Celsius i de områder der bl.a. Norge befinner seg. Nedbørmønsteret vil også endre seg, med økt nedbør rundt ekvator og polene og mindre nedbør i de viktige subtropiske områdene nord og sør for ekvator. Nedbørmengden på norske breddegrader er i enkelte beregninger anslått å kunne øke med omlag 10 cm pr. år. Endret nedbørmønster, f.eks. ved økt sommertørke i de mest intensive jordbruksområdene, sammen med økt fordampning vil kunne redusere jordbruksavlingene i de fleste av dagens jordbruksområder. Økt konsentrasjon av CO₂ vil på den annen side medvirke til bedre vekstvilkår for planter.

En global oppvarming kan også føre til endringer i havnivået, dels fordi volumet av havvannet øker ved økt global temperatur og dels fordi alpine og polare isbreer smelter eller sklir ut i havet. (Den siste effekten er klart dominerende). Flere studier antyder en heving av havnivået med 50-200 cm ved en fordobling av konsentrasjonen av drivhusgasser i forhold til før-industrielt nivå. En slik heving av havoverflaten vil naturlig nok få store konsekvenser: viktige landbruks- og bosetningsområder blir utilgjengelige, erosjon av kystområder vil øke og saltinnholdet i drikkevannsreservoarer vil stige.

Det synes som om menneskeheten nå i løpet av noen generasjoner er i ferd med å gjenskape klimatiske forhold på jorden som kloden sist opplevde for svært lenge siden (størrelsesorden million år). Det er vanskelig å si med sikkerhet hva dette vil bety for menneskers levekår. Men det er hevet over tvil at slike dramatiske endringer vil måtte få konsekvenser for de fleste former for menneskelige aktivitet. Hensynet til klimaendringer burde derfor få en langt mer framtrædende plass i all langsiktig planlegging enn det som er tilfellet i dag. Det må videre være en prioritert oppgave å forsøke å kartlegge i detalj de praktiske problemer som vil oppstå som følge av denne menneskelagde endring i jordens klima.

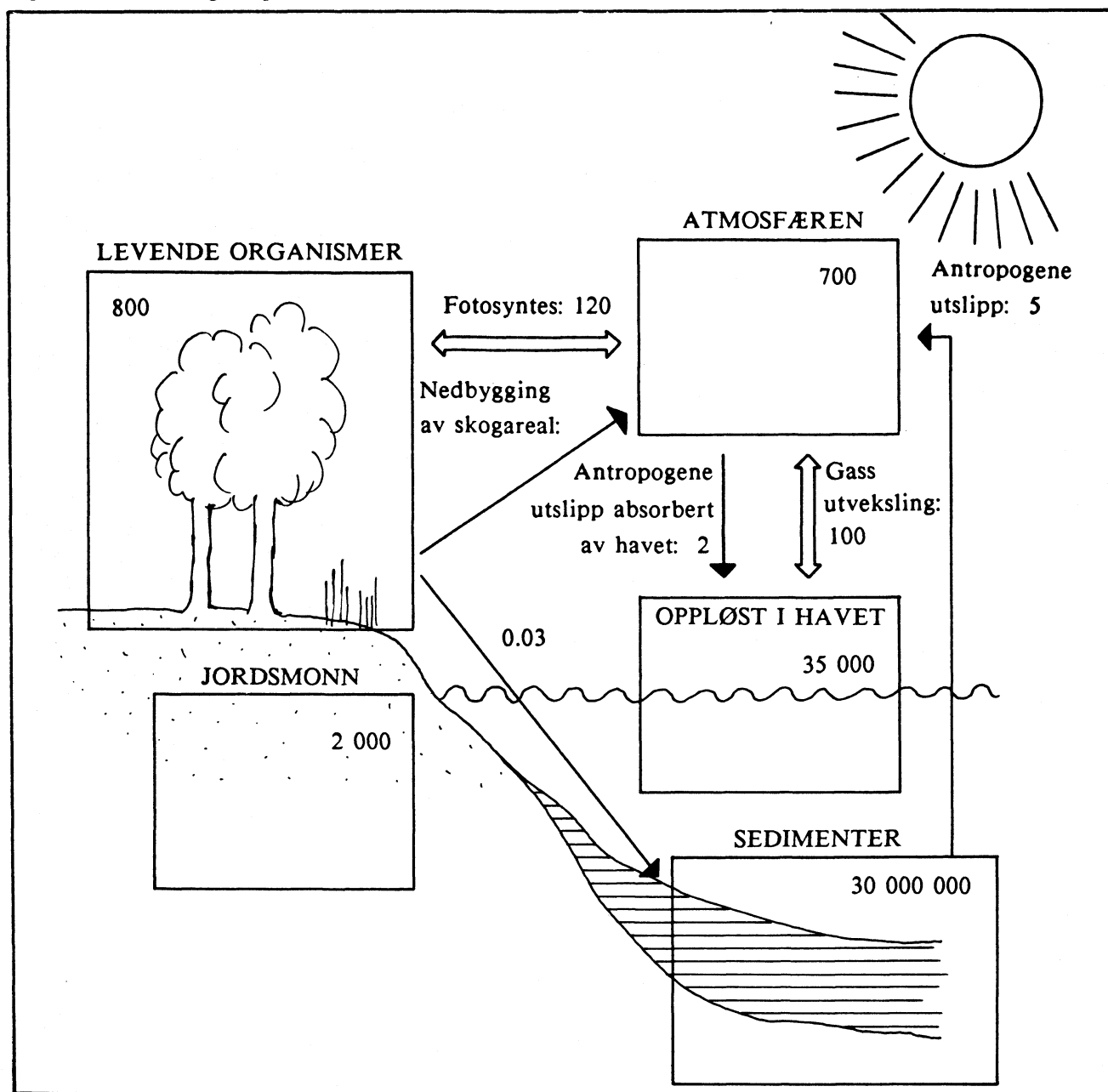
Det finnes ingen kjent teknologi som kan "rense" CO₂-forurensningen. Den eneste mulige løsningen vil være å erstatte fossilt brensel med andre energikilder slik som biomasse, bølgekraft, solenergi, vannkraft eller atomkraft. En større bruk av naturgass på global skala vil redusere veksten i CO₂-utslippet fordi naturgass har et lavere karboninnhold og en større brennverdi enn olje og spesielt kull. For Norges vedkommende er dette imidlertid neppe tilfelle i og med at naturgass brukes til gasskraft i en viss grad fortrenger vannkraft. Det er derfor grunn til å tro at Norge vil øke sin andel av de globale CO₂-utslippene framover.

Klimaendringer er i seg selv neppe noen stor trussel mot menneskehetens eksistens på jorda på kort sikt. Forurensningsproblemer, for eksempel knyttet til nedbrytingen av ozonlaget i stratosfæren rundt jorda, framstår som langt alvorligere i så henseende, se avsnitt 10.2. Men klimaet på jorda inngår i et uhyre komplekst system, og det er vanskelig å si hva sluttresultatet vil bli når vi først har gitt systemet et "puff". Enkelte faktorer tyder på at klimasystemet kun er i labil likevekt. Mye taler derfor for at vi bør vise den største varsomhet med å påvirke systemet for hardt i dette største av alle eksperimenter menneskeheten har gitt seg ut på.

10.3 Stratosfærisk ozon

I stratosfæren 10 til 50 km over bakken blir ozon (O₃) dannet ved hjelp av ultrafiolett stråling fra sola. En kontinuerlig prosess finner sted der oksygenmolekyler (O₂) omdannes til ozon og tilbake til vanlig oksygen

Figur 10.7. Karbonregnskap. Gtonn C. Utveksling mellom ulike reservoarer. Gtonn C pr. år



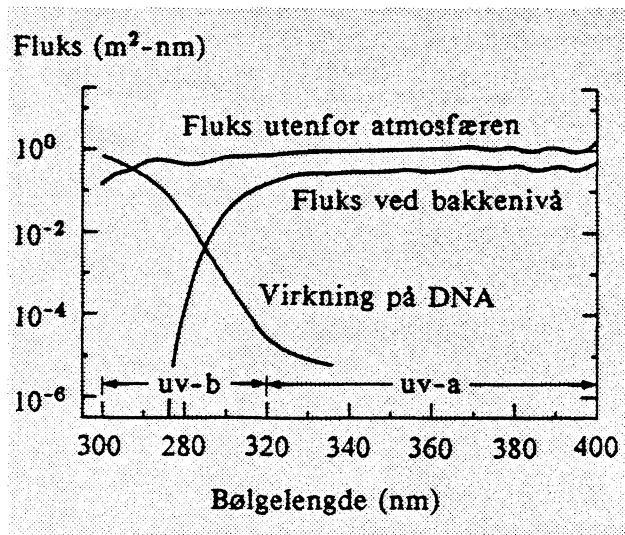
Kilde: FN og EPA, 1986.

igjen. Ultrafiolett stråling spalter O_3 til O_2 og O og absorberes derved effektivt. Ozonlaget virker derfor skjermende for denne type stråling. Klorfluorkarboner (KFK) og andre gasser frigjort ved menneskelig aktivitet kan endre balansen mellom ulike former av oksygenmolekyler ved å ødelegge ozon. Tynnere ozonlag i stratosfæren vil gi økt ultrafiolett innstråling (UV-B). Mulige skadevirkninger av en økning i UV-B-strålingen er større risiko for hudkreft, nedsatte jordbruksavlinger (erter, bønner og kålplanter synes å være mest utsatt), redusert mangfold i akvatiske økosystemer, skader på malte flater og på PVC-plast. Det er også sannsynlig at økt UV-B-stråling vil øke den fotokjemiske prosessen i troposfæren og øke innholdet av ozon og PAN nær bakken, se avsnitt 9.1.

Den ultrafiolette strålingen deles ofte i tre grupper avhengig av bølgelengden: UV-A: 320-400 nm¹, UV-B: 280-320 nm og UV-C: 200-280 nm. Den største oppmerksomheten er rettet mot UV-B, fordi denne regnes som farligst for levende organismer fordi ozon er den eneste gassen i atmosfæren som kan absorbere denne typen stråling, se figur 10.8. UV-C har om mulig enda større negativ effekt for levende organismer, men blir fullstendig absorbert i atmosfæren uavhengig av ozonkonsentrasjonen. Den relativt ufarlige UV-A blir ikke absorbert av ozon.

1) $n = 10^9$
nm = 10^{-9} meter.

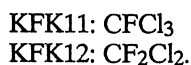
Figur 10.8. Absorpsjon av ultrafiolett stråling og skader på DNA



Kilde: EPA og FN, 1986.

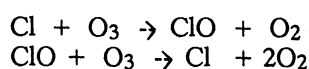
Ved normal konsentrasjon av ozon i stratosfæren (10-50 km over bakken) absorberes det meste av UV-B-strålingen. En regner imidlertid med at en reduksjon av ozon-konsentrasjonen på 1 prosent øker UV-B strålingen med 2 prosent. Observasjoner i den senere tid slår fast at det har skjedd en signifikant, men foreløpig svak reduksjon i den stratosfæriske ozon-konsentrasjonen siden 1978. Den største effekten viser seg over Antarktis, der nyere forskningsresultater viser en reduksjon i ozon-konsentrasjonen i august måned 1987 på over 50 prosent fra 1979. At reduksjonen over Antarktis er såpass stor skyldes de spesielle meteorologiske forholdene over dette området i vinterhalvåret.

Reduksjonen i ozon-konsentrasjonen i stratosfæren antas først og fremst å ha sammenheng med økende bruk av klorfluorkarboner (KFK). De to viktigste KFK-forbindelsene er KFK11 og KFK12 som har kjemiske formler:

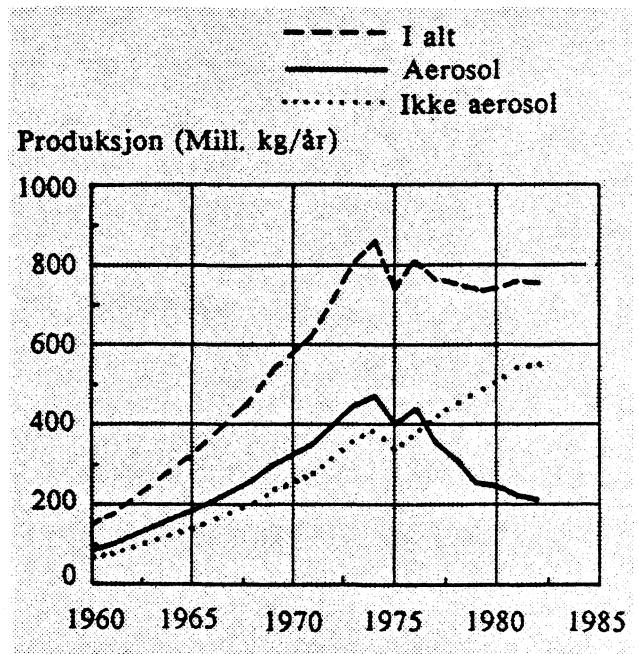


KFK brukes i kjøleskap og kjøleanlegg, i kjemiske renserier og som drivgass i spraybokser. Figur 10.9 viser anslag over produksjon av KFK siden 1960.

Det går fram av figuren at produksjonen har vært relativt stabil siden 1975. Dette henger sammen med redusert bruk av KFK som drivgass i spraybokser etter at myndighetene i flere land har regulert denne bruken. I de siste 10-årene antas allikevel KFK-konsentrasjonen i atmosfæren å ha økt med 5-7 prosent pr. år. KFK-forbindelsene er stabile i troposfæren, (0-10 km over bakken), men i stratosfæren brytes de ned av ultrafiolett stråling og frigjør derved klor. Klor virker som en katalysator ved nedbrytning av ozon og starter en kjedereaksjon:



Figur 10.9. Verdens produksjon av KFK



Kilde: EPA og FN, 1986.

En regner med at et enkelt klor-atom kan ødelegge tusener av ozon-molekyler før det vaskes ut av atmosfæren (i form av hydrogenklorid - HCl eller klornitrat - ClNO₃).

KFK er ikke den eneste gassen som kan endre ozonbalansen, se tabell 10.1. Tilførsel av metan (CH₄) og CO₂ kan øke ozon-konsentrasjonen, mens N₂O i likhet med KFK ødelegger ozon. Økt CO₂-innhold vil redusere temperaturen i stratosfæren (men øke den på bakkenivå), og dette vil bidra til økt ozon-konsentrasjon i stratosfæren.

Avtale om utslippsreduksjon

I Montreal, september 1987, skrev 35 land under på en avtale om å fryse utslippet av KFK på 1986-nivået før 1989. Innen 1994 skal forbruket reduseres med 20 prosent og før 1999 med 50 prosent. De nordiske miljøvernministrene har i tillegg vedtatt å redusere forbruket med 25 prosent innen 1991. Det vil kreve stor innsats i Norge for å oppfylle denne avtalen, i og med at Norge fra før har et lavt forbruk av KFK, målt for eksempel pr. innbygger, i forhold til andre industrialiserte land. Det må understrekes at en reduksjon i utslippet av KFK ikke øyeblikkelig bedrer ozonbalansen. KFK-forbindelser har en meget lang levetid (75-150 år). Langtidseffekten av den mengden KFK som allerede er sluppet ut og som ennå ikke har nådd stratosfæren, vil muligens bidra til å redusere ozonlaget i 50-100 år framover.

Referanser

Barnola, J. M., D. Raynaud, Y. S. Korotkevich og C. Lorius (1987): Vostok Ice Core provides 160,000-year Record of Atmospheric CO₂. *Nature*, vol. 329

Budyko, M. I., A. B. Ronov og A. L. Yanshin (1987): *History of the Earth's Atmosphere*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg og New York

Friedli, H., H. Löttscher, H. Oeschger, U. Siegenthaler og B. Stauffer (1986): Ice Core Record of the ¹³C/¹²C ratio of Atmospheric CO₂ in the past two Centuries. *Nature*, vol. 324

Jones, P. D., T. M. L. Wigley og P. B. Wright (1986): *Global Temperature Variations between 1861 and 1984*. *Nature*, vol. 322

Neftel, A., E. Moore, H. Oeschger og B. Stauffer (1985): Evidence from Polar Ice Cores for the Increase in Atmospheric CO₂ in the past two Centuries. *Nature*, vol. 315

Tickell, C. (1977): *Climate Change and World Affairs*. Pergamon Press, Oxford

United States Environmental Protection Agency (EPA) og Forente Nasjoner (FN) (1986): *Effects of changes in stratospheric Ozon and global Climate*. Washington, D.C

World Resources Institute og The International Institute for Environment and Development (1986): *World Resources 1986*. Basic Books, Inc., New York

Diverse meddelelser i *Nature* og *Science*.

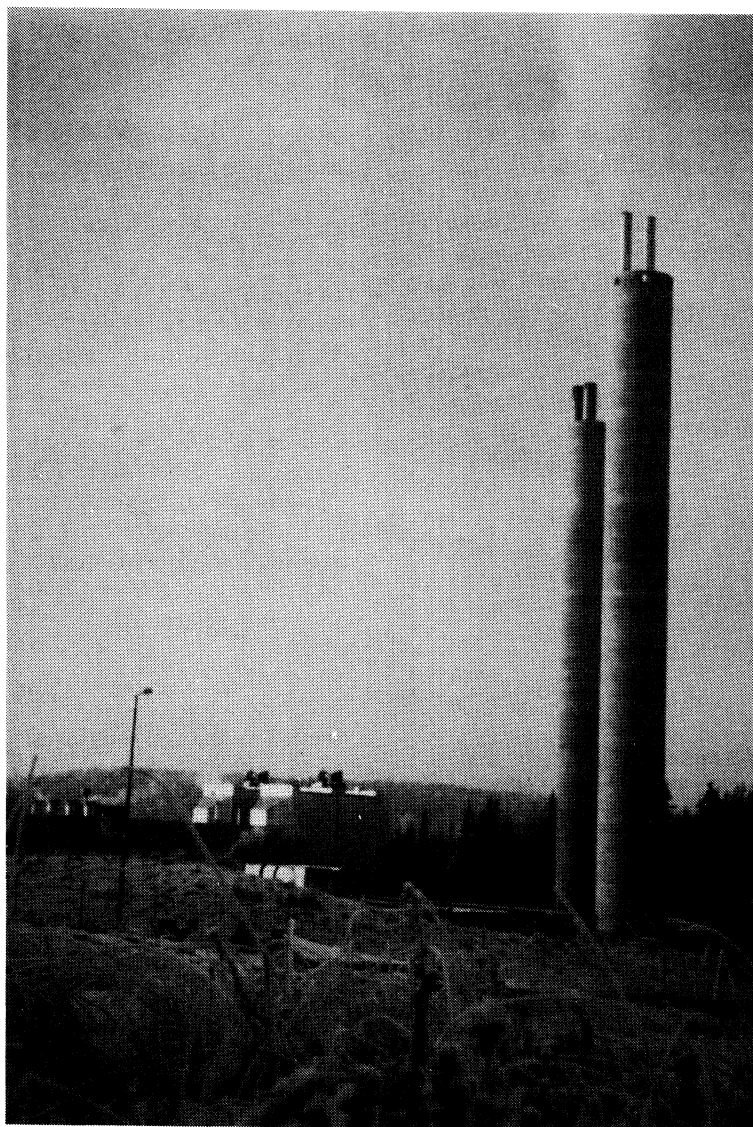


Foto: Yngve Vogt

11. Miljøverninvesteringer i industrien 1974-1985

SSB gjennomførte i 1986 en frivillig spørreundersøkelse om miljøverninvesteringer i 9 industrisektorer for perioden 1974-1984 og i 1985. Undersøkelsen, som ble gjennomført på oppdrag av Miljøverndepartementet, gjaldt bare miljøverninvesteringer rettet mot forurensning av det ytre miljøet.

11.1 Bakgrunn for undersøkelsen

I undersøkelsen ble miljøverninvesteringer presisert til å bety investeringer som helt eller i det vesentligste ble gjennomført for å imøtekomme stilte eller forventede krav fra myndighetene om å begrense utslipp av forurensende stoffer til omgivelsene. Investeringer som primært ble gjort for å bedre produktiviteten regnes ikke med, selv om de som bieffekt skulle gi lavere utslipp.

Det ble i undersøkelsen skilt mellom to typer av miljøverninvesteringer:

- Investeringer i renseanlegg.
- Investeringer i ny eller modifisert produksjonsprosess der miljøvernutstyret er integrert i produksjonsutstyret.

Det ble videre skilt mellom fire ulike typer av miljøverntiltak:

- Tiltak som omfatter reduksjon av utslipp til luft,
- tiltak som omfatter reduksjon av utslipp til vann,
- tiltak som omfatter behandling av fast avfall,
- andre tiltak som først og fremst omfatter tiltak mot lukt og støy.

Det ble sendt ut spørreskjema til alle bedrifter med minst 5 ansatte i 9 industrisektorer. Av 399 bedrifter har 67 prosent svart på henvendelsen. Fordelingen av svar på de ulike næringssektorer er vist i tabell 11.1.

Undersøkelsen dekker over 10 år bakover i tid, og det har vært problemer med å avgrense begrepet "miljøverninvestering". Resultatene av undersøkelsen må

sees i lys av dette. I avsnitt 11.4 og 11.5 er resultatene vurdert i forhold til andre anslag over miljøverninvesteringer i industrien.

11.2 Miljøverninvesteringer etter sektor, type tiltak og investeringstype

Ifølge spørreundersøkelsen ble det i perioden 1974-1984 gjennomført miljøverninvesteringer for ialt 4,5 mrd. 1985-kroner i de 9 industrisektorene. Dette gir et gjennomsnittlig investeringsbeløp i perioden 1974-1984 på 412 mill. kr. pr. år. Totale miljøverninvesteringer i 1985 var oppgitt å være 291 mill. kroner, dvs. noe lavere enn gjennomsnittlig investeringsbeløp i foregående ti-års periode. Kraftkrevende industri, som omfatter produksjon av kjemiske råvarer og metaller, gjennomførte det aller meste av miljøverninvesteringene. Over perioden 1974-1984 sto kraftkrevende industri for 72 prosent av alle miljøverninvesteringer, mens andelen var på hele 91 prosent i 1985. Treforedlingssektoren sto for henholdsvis 20 prosent i perioden 1974-1984 og 5 prosent i 1985.

Omtrent 58 prosent av miljøverninvesteringene i 1974-1984 gikk til tiltak rettet mot utslipp til luft, mens andelen i 1985 var 77 prosent. Lufttiltakene var først og fremst rettet mot utslipp av støv og dernest utslipp av SO₂. I perioden 1974-1984 ble det gjennomført store investeringer i vanntiltak i treforedlingssektoren. Dette forklarer den relativt lave andelen av lufttiltak i løpet av dette tiåret. Vanntiltakene var hovedsakelig rettet mot utslipp av organisk materiale.

Fordelingen av miljøverninvesteringer etter investeringstyper var omtrent den samme i 1985 som i perioden 1974-1984. Omtrent 95 prosent av alle miljøverninvesteringer gikk til investeringer i renseanlegg, se forøvrig tabell 11.2.

Tabell 11.1. Antall bedrifter og svar. Etter næringssektor

Næringskode	Navn	Antall bedrifter	Antall svar	Prosent
	Totalt	399	269	67.4
31151-2	Produksjon av fiskeoljer, fiskemjøl og vegetabiliske oljer	41	22	53.7
341	Treforedling	54	376	8.5
351	Produksjon av kjemiske råvarer	60	43	71.7
352	Produksjon av kjemisk-tekniske produkter	67	43	64.2
353	Raffinering av jordolje	6	2	33.3
354	Produksjon av jordolje- og kullprodukter	62	40	64.5
3691-2	Produksjon av teglvarer, sement og kalk	17	16	94.1
371	Produksjon av jern, stål og ferrolegeringer	48	35	72.9
372	Produksjon av ikke-jernholdige metaller	44	31	70.5

Kilde: SSB.

Tabell 11.2. Miljøverninvesteringer etter sektor/type tiltak/investeringstype. Prosent

	1974-1984	1985
Gjennomsnittlig årlige miljøverninvesteringer (mill. 1985-kr)	412	291
Relativ fordeling (prosent):		
Etter sektorer:		
Kjemiske råvarer	29	37
Jern, stål og ferrolegeringer	28	37
Treforedling	20	5
Ikke-jernholdige metaller	15	17
Andre sektorer	8	4
Etter type tiltak:		
Luft	58	77
Vann	38	16
Avfall og andre tiltak	3	6
Uspesifiserte	1	1
Etter investeringstyper:		
Renseanlegg	85	86
Ny eller mod. prod. prosess	13	11
Uspesifisert	2	4

Kilde: SSB.

11.3 Miljøverninvesteringenes andel av de totale investeringer

Figur 11.1 sammenholder miljøverninvesteringene med de totale investeringer i perioden 1974-1985.

Totalt sto miljøverninvesteringene for om lag 8 prosent av alle investeringer i perioden 1974-1985. Miljøverninvesteringene utgjorde størst andel i sektoren produksjon av jern, stål og ferrolegeringer med vel 15 prosent av de totale investeringene. Andelen var minst i sektorene produksjon av kjemisk-tekniske produkter og produksjon av teglvarer, sement og kalk. Kraftkrevende industri sammen med treforedling sto for noe over 90 prosent av miljøverninvesteringene ifølge spørreundersøkelsen, men hadde bare ca. 80 prosent av de totale investeringene i samme tidsrom.

11.4 Sammenlikning med andre norske kilder

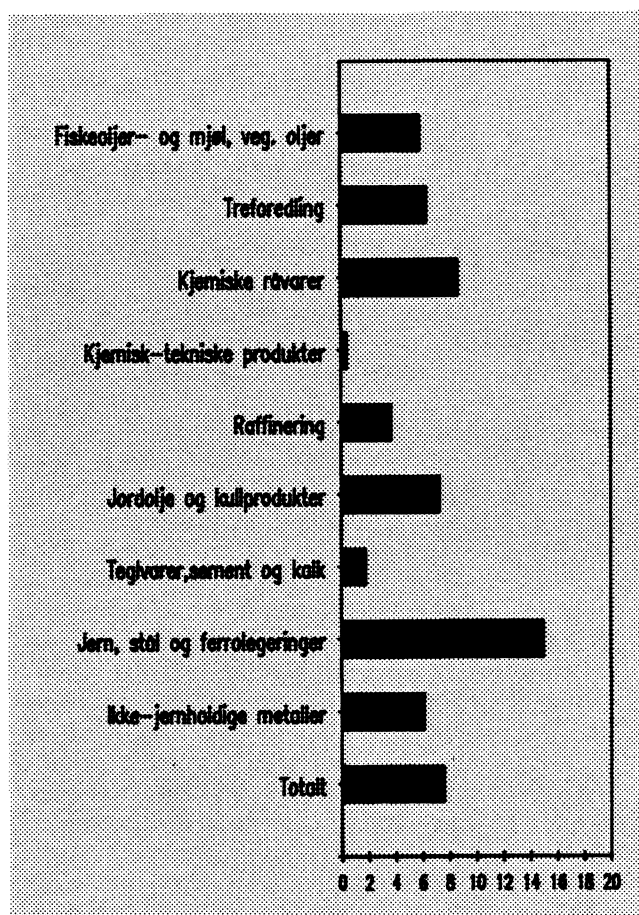
Resultatene fra spørreundersøkelsen kan sammenholdes med andre data og undersøkelser om miljøverninvesteringer i industrien. De viktigste kildene er:

- Data fra Miljøverndepartementet og Industribanken registrert i forbindelse med støtteordninger til miljøverniltak. Støtteordningen omfattet garantier, lån og tilskudd.

- Undersøkelse av driftskostnader ved miljøverniltak i industrien foretatt av Norges Industriforbund.

Sammenligningene vanskelig gjøres til en viss grad av at de ulike undersøkelsene omfatter ulike deler av indus-

Figur 11.1. Miljøverninvesteringenes andel av de totale investeringer etter sektor. 1974-1985. Prosent



Kilde: SSB.

trien, ulike miljøverntiltak, eller gjelder forskjellige tidsperioder. I noen rapporter oppgis også investeringsbeløpene i løpende kroner uten angivelse av investeringsstidspunktet. Under endel forenknelde forutsetninger er det allikevel mulig å trekke noen konklusjoner.

De totale miljøverninvesteringer støttet av Miljøverndepartementet/Industribanken i perioden 1974-1984 kan anslås til å være om lag 7,7 mrd. 1985-kroner. I underkant av 1 mrd. kroner var investeringer i sektorer som ikke var med i SSB's spørreundersøkelse. Miljøverninvesteringer registrert av miljøvernmyndighetene for perioden 1974-1984 er således nesten 2,5 mrd. kroner høyere enn det beløp som framkommer fra spørreundersøkelsen. Dette til tross for at spørreundersøkelsen hadde muligheten til å avdekke miljøverninvesteringer utført uten støtte fra myndighetene og ikke tidligere registrert av Miljøverndepartementet eller Industribanken.

Det er særlig miljøverninvesteringer innen treforedlings- og metallsektoren som er underrepresentert i spørreundersøkelsen til SSB. For treforedlingssektoren utgjør de oppgitte investeringsbeløp i spørreundersøkelsen bare 40 prosent av de miljøverninvesteringer som er registrert av Miljøverndepartementet/Industribanken, mens tilsvarende andel for metallsektoren

er om lag 80 prosent. Det synes klart at viktige bedrifter innen disse, og andre, sektorer har unnlatt å svare på spørreundersøkelsen. Dette kan bl.a. komme av at bedrifter er slått konkurs eller er nedlagt av andre årsaker i løpet av perioden.

For kjemisk og petrokjemisk industri antyder derimot spørreundersøkelsen et beløp for miljøverninvesteringer som er om lag 10 prosent høyere enn det som framkommer fra dataene til Miljøverndepartementet og Industribanken. Dette kan tyde på at flere bedrifter innen disse sektorene har gjennomført miljøverntiltak uten støtte fra myndighetene.

Norges Industriforbund gjennomførte i 1986 en undersøkelse av driftskostnader ved miljøverntiltak i industrien i periode 1970-1985. Undersøkelsen, som var basert på et utvalg av industribedrifter, omfattet også opplysninger om industriens investeringer i ytre miljøverntiltak i denne perioden. Siden investeringsnivået antakelig var relativt beskjedent i perioden 1970-1973, kan resultatene sammenliknes med spørreundersøkelsens tall for perioden 1974-1985.

Undersøkelsen til Norges Industriforbund, antyder et beløp for de totale miljøverninvesteringene i hele industrien i perioden 1974-1985 på om lag 8,6 mrd. 1985-kroner. Dette er igjen langt mer enn totalbeløpet på 4,8 mrd. kroner som framkommer av SSB's spørreundersøkelse. Sammenlikning tyder på at miljøverninvesteringene innen treforedling, oljeraffinering og fiske- og metallindustrien er lavt anslått i SSB's spørreundersøkelse. Det er videre klart at det særlig er investeringer i vanntiltak som er undervurdert. Dette synes rimelig ettersom det er nettopp disse tiltak som dominerer miljøverninvesteringene i treforedlingssektoren.

11.5 Sammenlikning med svenske spørreundersøkelser

Statistiska Centralbyrån i Sverige (SCB) har gjennomført to spørreundersøkelser om miljøverninvesteringer i svensk industri for årene 1981 og 1985. Undersøkelsene var mer omfattende enn den norske undersøkelsen i det de dekket flere bransjer og flere bedrifter. Svarprosenten var også høyere i Sverige; rundt 80 prosent.

Andelen av de totale investeringer som gikk til miljøverntiltak er anslått til 2,6 prosent og 4 prosent i henholdsvis 1981 og 1985, altså vesentlig lavere enn de norske andelen. Andelen varierte mye mellom sektorer, men var ikke høyere enn 10 prosent i noen sektor. Treforedlingssektoren sto for mellom 30 og 40 prosent av alle miljøverninvesteringene. Det ble investert mest i renseanlegg i denne sektoren, mens metallindustrien i større grad har investert i nye eller modifiserte produksjonsprosesser. Lufttiltakene dominerer også i Sverige, men vanntiltakene utgjør en litt større andel enn i Norge.

De løpende kostnader for miljøverntiltak i Svensk industri i 1985 ble anslått til vel 1 mrd. svenske kroner. Til sammenlikning kan nevnes at miljøverninvesteringene samme år utgjorde ca. 1,2 mrd. kroner. Inntekter som følge av miljøverninvesteringene utgjorde ca. 20 prosent av de løpende kostnadene.

11.6 Konklusjon

Til tross for mangler ved SSB's undersøkelse om miljøverninvesteringer i deler av industrien, er det mulig å trekke noen konklusjoner på bakgrunn av de innkomne svar:

- Miljøverninvesteringene var i gjennomsnitt pr. år større i perioden 1974-1984 enn de var i 1985.
- De største investeringene ble gjennomført av kraftkrevende industri. Dette er rimelig vurdert ut fra behovet for opprydning i denne industrisektoren.
- De fleste investeringer er gått til bekjempelse av utslipp til luft. Andelen av lufttiltak var markert større i 1985 enn i foregående ti-års periode.
- Miljøverninvesteringer i renseanlegg dominerte i hele perioden.
- Lufttiltakene har først og fremst gått til å bekjempe utslipp av støv og SO₂, mens vanntiltakene har vært konsentrert om å redusere utslipp av oppløst og suspendert organisk materiale.

Referanser

de Caprona, Y. C. og M. I. Hansen (1987): Miljøverninvesteringer i industrien 1974-1985. SSB. IN 87/45

MD (1985): Om tiltak mot vann- og luftforurensninger og om kommunalt avfall. St.meld. nr. 51, (1984-1985)

Statistiska Centralbyrån (1983): Industrins investeringar för yttre miljöskydd 1981. Statistiska Centralbyrån, F1983:8

Statistiska Centralbyrån (1987): Industrins investeringar för yttre miljöskydd 1985. Statistiska Centralbyrån, Na 23 SM 8701

Sveen, B. (1986): Driftskostnader i forbindelse med industriens miljøverntiltak. Norges Industriforbund

Sveen, B. (1986): Driftskostnader ved miljøverntiltak. Norges Industri, nr. 5

Årsrapporter fra Industribanken 1975-1986 og fra Miljøverndepartementets utvalg for finansiering av miljøverninvesteringer i eldre industri fra 1979 til 1986

VEDLEGG 1

PUBLIKASJONER FRA SEKSJON FOR RESSURS- OG MILJØANALYSER. 1980-1987

Kapittel 1. Innledning

Artikler (ART):

Nr. 151 Vogt, T. og Østdahl, T. : Presentasjon av miljøstatistikk: Miljødatakart

Interne notater (IN):

Nr. 83/14 Sæbø, H.V. : Natural Resources 1982

Rapporter (RAPP):

Nr. 81/2 Vogt, T. : Referansearkiv for naturressurs- og forurensingsdata. 2. utgave
 " 81/9 Longva, P. : A System of Natural Resource Accounts
 " 82/5 Naturressurser 1981
 " 83/1 Naturressurser 1982
 " 84/1 Naturressurser og miljø 1983
 " 85/1 Naturressurser og miljø 1984
 " 86/1 Naturressurser og miljø 1985
 " 85/18 Fadum, E. og Vogt, T. : Referansearkiv for naturressurs- og forurensingsdata. 3. utgave. Arkiv- og registerdel

Sosiale og økonomiske studier (SØS):

Nr. 65 Alfsen, K.H., Bye, T. og Lorentsen, L. (1987): Natural Resource Accounting and Analysis. The Norwegian Experience 1978-1986

Statistiske analyser (SA):

Nr. 46 Ressursregnskap
 " 50 Miljøstatistikk 1983

Kapittel 2. Energi

Interne notater (IN):

Nr. 80/12 Sæbø, H.V. : Norske energireserver pr. 1/1 1980
 " 80/13 Birkeland, E., Hervik, A., Longva, P. og Sæbø, H.V. : Ressursregnskap for energi. Dokumentasjonsnotat nr. 1
 " 80/31 Sæbø, H.V. : Temperaturkorrigering av elektrisitetsforbruket

- Nr. 80/39 Utviklinga i elektrisitetsforbruket 1977-1980 sammenliknet med prognosene
 " 81/3 Birkeland, E. og Sæbø, H.V. : "Notater om energibruk i jordbruket"
 " 81/4 Birkeland, E., Hustveit, A., Ljones, A. og Longva, P. : Ressursregnskap for energi. Dokumentasjonsnotat nr. 2. Bruk av energi 1976-1978. Indirekte energi
 " 81/31 Ljones, A. og Sæbø, H.V. : End Use of Energy in Norway 1978-2000
 " 81/32 Sæbø, H.V. : Energy in the Portuguese Economic Model
 " 82/11 Rosland, A. : Forbruk av fast brensel i husholdningene 1960-1980
 " 82/21 Ljones, A. : Ressursregnskap for energi. Dokumentasjonsnotat nr. 4. Tilgang og bruk av energi 1976-1980
 " 82/32 Bye, T. : Ressursregnskap-Nasjonalregnskap. Dokumentasjonsnotat nr.1. Energiregnskapet
 " 83/7 Ljones, A. og Sæbø, H.V. : Temperaturkorrigering av energiforbruket
 " 83/13 Jansrud, R. og Ljones, A. : Ressursregnskap for energi. Dokumentasjonsnotat nr. 5. Fylkesvise energiregnskap 1980
 " 83/27 Klette, T.J. : Ressursregnskap for energi. Dokumentasjonsnotat nr.6 Metodebeskrivelse og resultater fra autodieselregnskap 1982
 " 84/19 Ljones, A. : ANNA. EDB-program for energistatistikken og energianalyse
 " 85/27 Tungland, K. og Vigerust, B. : Ressursregnskap for energi. Dokumentasjonsnotat nr. 7. Fylkesvise energiregnskap 1982
 " 85/34 Tungland, K. : Energisubstitusjon i en regionalmodell
 " 86/6 Bye, T. og Frenger, P. : Relative Rates at Return in Norwegian Manufacturing Industry 1962-1981
 " 86/30 Bye, B. : Substitusjon mellom elektrisitet og olje i fire aggregerte produksjonssektorer
 " 87/4 Bye, T. og Frenger, P. : Oppdateringsrutiner i MSG-4
 " 87/6 Alfsen, K.H. : The effect of uncertainty and learning on resource depletion
 " 87/41 Østensen, I. : Internasjonale priser på elektrisk kraft

Rapporter (RAPP):

- Nr. 80/6 Fylkesvise elektrisitetsprognoser for 1985 og 1990
 " 80/7 Analyse av utviklingen i elektrisitetsforbruket 1978 og 1. halvår 1979
 " 81/7 Ljones, A. og Sæbø, H.V. : Temperaturkorrigering av energiforbruket
 " 82/26 Rosland, A. og Aaheim, A. : Energireserver
 " 83/6 Aaheim, A. : Norske olje- og gassreserver
 " 83/22 Aaheim, A. : Kostnader ved ulike utbyggingsrekkefølger av vassdragsutbygginger - en metodestudie
 " 84/2 Bye, T. : Energisubstitusjon i næringssektorene i en makromodell
 " 84/20 Ljones, A. : Energiundersøkelsen 1983. Om energibruk og energiøkonomisering i private husholdninger
 " 87/9 Bye, T. og Vigerust, B. : Energisubstitusjon og virkningsgrader i MSG

Statistisk ukehefte (SU):

- Nr. 80/42 Ressursregnskap for energi 1978 og foreløpige tall for 1979. Utviklingstrekk 1. halvår 1980
 " 81/3 Fylkesvise energiregnskap 1978 - Bruk av energivarer
 " 81/7 Energibruk etter formål. 1978
 " 81/28 Ressursregnskap for energi 1979
 " 81/42 Fylkesvise energiregnskap 1979. Bruk av energivarer
 " 81/47 Forbruk av fast brensel i private husholdninger 1960-1980
 " 82/25 Ressursregnskap for energi 1980
 " 82/38 Utviklingen i elektrisitetsforbruket
 " 82/40 Fylkesvise energiregnskap 1980
 " 83/25 Ressursregnskap for energi 1981
 " 83/46 Energiundersøkelsen 1983
 " 84/26 Ressursregnskap for energi 1982
 " 84/50 Fylkesvise energiregnskap 1982
 " 85/31 Ressursregnskap for energi 1983
 " 85/44 Ressursregnskap for energi 1984. Foreløpige tall. Energibruken i 1. halvår 1985
 " 86/30 Ressursregnskap for energi 1985. Foreløpige tall
 " 86/50 Ressursregnskap for energi 1984
 " 87/27 Ressursregnskap for energi 1986. Foreløpige tall
 " 87/28 Ressursregnskap for energi 1985
 " 87/ Fylkesvise energiregnskap 1984

Kapittel 3. Petroleumsøkonomi

Discussion Paper:

- No. 22 Brekke, K.A., Gjelsvik, E. og Vatne, B.H. : A dynamic Supply Side Game applied to the European Gas Market
- " 23 Bartlett, S., Dagsvik, J.K., Olsen, Ø. og Strøm, S. : Fuel Choice and the Demand for Natural Gas in Western European Households
- " 26 Berger, K., Bjerkholt, O. og Olsen, Ø. : What are the Options for Non-OPEC Producing Countries?

Interne notater (IN):

- Nr. 83/1 Aslaksen, I. : Oljen i norsk økonomi fram til 1982. En oversikt over behandlingen av oljesektoren i nasjonalregnskapet
- " 83/22 Aslaksen, I. og Bjerkholt, O. : Macroeconomic Planning Strategies under Uncertainty of Future Oil Price and Rates of Return. A dynamic programming Approach
- " 84/7 Golombek, R. : Optimal utvinning av råolje
- " 85/16 Stoltenberg, J. : Makroøkonomisk planlegging under usikkerhet. En empirisk analyse
- " 85/42 Nafstad, O. : Gassetterspørsel i Europa. Modeller og empiriske resultater
- " 86/3 Berger, K. og Roland, K. : En skisse til modellsystem for overvåking av petroleumsmarkedene
- " 87/31 Skjerpén, T. : Modellering av tilbudet utenfor OPEC. Teoretiske modeller og simuleringer

Rapporter (RAPP):

- Nr. 83/7 Bergan, R. : Behandlingen av oljevirkksomheten i Byråets makroøkonomiske årsmodeller
- " 84/17 Schreiner, A. og Skoglund, T. : Virkninger av oljevirkksomhet i Nord-Norge
- " 85/4 Lorentsen, L. og Roland, K. : Markedet for råolje. Historisk utvikling. Teorier og modeller. Prisprognoser

Reprint Series:

- No. 22 Mathiesen, L., Roland, K. og Thonstad, K. : The European Natural Gas Market. Degrees of Market Power on the Selling Side
- " 23 Dagsvik, J.K., Lorentsen, L., Olsen, Ø. og Strøm, S. : Residential Demand for Natural Gas. A Dynamic Discrete-Continuous Choice Approach

Økonomiske Analyser (ØA):

- Nr. 83/1 Aslaksen, I. : Prognoser for oljeinntektene. Hva menes med "ned-justering" for planleggingsformål
- " 83/2 Lorentsen, L., Lund, A. og Roland, K. : Hva blir prisen på Nordsjøolje framover
- " 84/2 Lorentsen, L., Roland, K. og Aaheim, A. : Lønnsomhet og kostnader ved olje og gassproduksjon i Nordsjøen
- " 84/2 Schreiner, A. og Skoglund, T. : Regional arbeidsmarkedsutvikling fram mot år 2000. Kan oljevirk-
somheten løse Nord-Norges problemer
- " 85/2 Cappelen, Å. og Roland, K. : Virkninger på norsk økonomi av et stort fall på oljeprisen
- " 86/4 Roland, K. og Thonstad, K. : Det vesteuropeiske gassmarkedet - perspektiver mot år 2000
- " 86/5 Berger, K., Cappelen, Å., Knudsen, V. og Roland, K. : Utsiktene for oljemarkedet og virkningene for norsk økonomi
- " 86/6 Roland, K. og Thonstad, K. : Det vest-europeiske gassmarked. Perspektiver mot år 2000
- " 87/2 Berger, K., Cappelen, Å. og Svendsen, I. : Virkninger på norsk økonomi av ulike investeringsbaner i oljevirk-
somheten
- " 87/8 Gjelsvik, E., Olsen, Ø. og Vatne, B.H. : Utsikter for det vest-europeiske gassmarkedet. Noen bereg-
ningsresultater for gassforbruket fram mot år 2000
- " 87/8 Brekke, K.A., Gjelsvik, E. og Vatne, B.H. : En dynamisk modell for kampen om det vest-europeiske gassmarkedet

Kapittel 4. Mineraler

Interne notater (IN):

- Nr. 80/20 Hansen, H.J. : Ressursregnskap for kvarts 1978
 " 81/5 Hansen, H.J. : Reserver av sand og grus i Vestfold. Et beregningseksempel
 " 82/14 Hansen, H.J. : Utforming av et ressursregnskap for sand og grus
 " 86/24 Tjelmeland, L. og Aaheim, A. : Norges avhengighet av importerte råvarer

Rapporter (RAPP):

- Nr. 80/12 Melien, T. : Ressursregnskap for jern

Statistisk ukehefte (SU):

- Nr. 80/9 Ressursregnskap - Prøveregnskap for metaller

Kapittel 5. Fisk

Interne notater (IN)

- Nr. 84/6 Ressursregnskap for fisk
 " 85/44 Tjelmeland, L.: En produktfunksjon for banklinefiske

Rapporter (RAPP):

- Nr. 82/17 Ressursregnskap for fisk
 " 82/24 Brunvoll, F. og Jørgensen, J.C. : Metoder for framskriving av fiskeflåtens kostnader
 " 83/3 Hunstad, T. : Forbruk av fisk og fiskevarer i Norge 1979

Statistisk ukehefte (SU):

- Nr. 80/17 Ressursregnskap - Prøveregnskap for fisk
 " 83/3 Ressursregnskap for fisk

Kapittel 6. Skog

Interne notater (IN):

- Nr. 80/15 Lindseth, A.H. : Ressursregnskap for skog. Dokumentasjonsnotat
 " 80/29 Lindseth, A.H. : Framskriving av et ressursregnskap for skog
 " 82/38 Kristoffersen, I. : Skogressursene
 " 83/26 Kristoffersen, I. og Aaheim, A. : Innenlandsk forbruk av skogvarer fram mot år 2000
 " 85/14 Næsset, E. : Ressursregnskap for skog. Dokumentasjonsnotat nr.2
 " 85/37 Næsset, E. og Aaheim, A. : Alternative utforminger av en etterspørselsmodell for skogvarer. Estimeringer basert på ressursregnskap for skog 1970-1982
 " 86/4 Næsset, E. : Ressursregnskap for skog. Dokumentasjonsnotat nr. 3
 " 86/16 Næsset, E. : Ressursregnskap for skog. Dokumentasjonsnotat nr. 4
 " 86/26 Næsset, E. : Ressursregnskap for skog. Dokumentasjonsnotat nr. 5
 " 87/8 Næsset, E. og Aaheim, A. : Substitusjon mellom byggevarer til innvendig bruk i bygg- og anleggssektoren
 " 87/32 Næsset, E. : Kostnadsklasser for skog basert på registrering på kart og flybilder. Tolking av treslag i flybilde

Rapporter (RAPP):

Nr. 85/30 Kristoffersen, I. og Næsset, E. : Ressursregnskap for skog 1970 - 1981

Statistisk ukehefte (SU)

Nr. 80/17 Ressursregnskap - Prøveregnskap for skog
 " 81/50 Ressursregnskap for skog 1979 og foreløpige tall for 1980
 " 82/50 Ressursregnskap for skog 1980 og foreløpige tall for 1981

Kapittel 7. Jordbruksareal**Artikler (ART):**

Nr. 144 Sæbø, H.V. : Land Use and Environmental Statistics obtained by Point Sampling. Areal- og miljøstatistikk utarbeidet ved hjelp av punktsampling

Interne notater (IN):

Nr. 80/14 Vogt, T. : Planlagt arealbruk. Plantyper og klassifisering
 " 81/18 Lone, Ø. : Arealbruk i Østfold 1965 - 1975
 " 82/1 Planregnskap. Arbeidsopplegg og erfaringer
 " 82/20 Skancke, T. : Ervervsareal i Østfoldbyene
 " 82/35 Skrvøseth, P.E. : Bruk av punktsampling til utarbeidelse av areal-oppgaver i tettstedsnære områder. Eksempler fra Kråkerøy og Rolvsøy
 " 83/25 Sørensen, M. : Spredt bebyggelse i Østfold
 " 84/18 Embretsen, B.A. : Kommunale oversiktsplaner som ledd i arealforvaltningen

Norges offisielle statistikk (NOS):

B 333 Arealbruksstatistikk for tettsteder (1982)

Rapporter (RAPP):

Nr. 80/8 Lone, Ø. : Hovedklassifiseringa i arealregnskapet
 " 80/31 Garnåsjordet, P.A., Lone, Ø. og Sæbø, H.V. : "Two Notes on Land Use Statistics" 81/27 Vogt, T. : Ressursregnskap for fysisk planlegging
 " 82/7 Engebretsen, : Arealbruk i norske byer og tettsteder
 " 82/30 Vogt, T. : Referansearkiv for naturressurs- og forurensningsdata - Arealopplysninger i forvaltningen
 " 82/35 Steinbakk, H. : Planregnskap for Østfold 1981 - 1992
 " 83/4 Martinsen, A. og Steinbakk, H. : Planregnskap for Rogaland 1981 - 1992
 " 83/5 Michelsen, A. og Steinbakk, H. : Planregnskap for Akershus 1981 - 1992
 " 83/23 Otterstad, V. og Steinbakk, H. : Planrekneskap for Sør-Trøndelag 1981 - 1992
 " 85/14 Steinbakk, H. og Wessel, T. : Planrekneskap for Møre og Romsdal 1984 - 1995
 " 85/15 Høy, T., Wessel, T. og Steinbakk, H. : Planrekneskap for Sogn og Fjordane 1984 - 1995
 " 85/23 Angelsen, A. : Kommunale utbyggingsplaner til industriformål
 " 86/6 Skjæveland, G., Steinbakk, H., Stranger-Johannessen m.f. : Planregnskap for Aust-Agder 1986-1997
 " 86/8 Engebretsen, Ø. : Punktsampling som grunnlag for regional arealbudsjettering
 " 86/9 Engebretsen, Ø. : Kvalitetsklassifisering av jordbruksareal i arealregnskapet

Kapittel 8. Vann**Interne notater (IN):**

Nr. 84/10 Fadum, E., Nagy, K., Vogt, T. : Brukerundersøkelse om ferskvannsdata
 " 85/8 Rogstad, L. : Opplegg for ressursregnskap for vann
 " 86/7 Brunvoll, F. : Rapport om registrering av deklarasjonsskjemaer for spesialavfall og kopling til Bedrifts- og foretaksregisteret

Rapporter (RAPP):

- Nr. 80/8 Borring, J., Hofseth, E.H., Nesje, Ø. og Voksø, A. : Miljøvirkninger av vannkraftutbygging - Statusrapport pr. 1-1-1980
- " 84/4 Vestøl, J.Å. : Kommunale avfallsbehandlingsanlegg - Miljøstandard. Oversikt 1978/79 og 1983
- " 84/7 Vogt, T. : Social Indicators and Environmental Dimensions
- " 84/10 Rosland, A. : Vannkraftutbygging. Reguleringsinngrep. Virkninger på fisk
- " 85/6 Fadum, E., Nagy, K. og Vogt, T. : Emnekatalog for ferskvann
- " 85/31 Brunvoll, F. : VAR, Hefte I. Statistikk for vannforsyning, avløp og renovasjon Analyse av VAR-data
- " 86/13 Brunvoll, F. : VAR. Statistikk for vannforsyning, avløp og renovasjon. Analyse av VAR-data. Hefte II. Avløpsrensaneanlegg
- " 87/7 Brunvoll, F. : VAR. Statistikk for vannforsyning, avløp og renovasjon. Analyse av VAR-data. Hefte III. Avløpsledninger, tilknytning til avløpsnett, avløpsavgifter

Sosiale og økonomiske studier (SØS):

- Nr. 86/61 Vogt, T. : Vannkvalitet og helse. Analyse av en mulig sammenheng mellom aluminium i drikkevann og aldersdemens

Statistisk ukehefte (SU):

- Nr. 83/35 Avløpsrensaneanlegg 1982
- " 83/43 Kommunale avfallsbehandlingsanlegg 1978/79 og 1983

Kapittel 9. Luft**Discussion Paper:**

- Nr. 20 Alfsen, K.H., Hansen, D.A., Glomsrød, S. : Direct and indirect Effects of reducing SO₂-Missions: Experimental Calculations on the MSG-4E Model

Interne Notater (IN):

- Nr. 86/33 Vigerust, B. : Energibruk og luftforurensning
- " 86/36 Alfsen, K.H., Glomsrød, S. og Vigerust, B. : Utslipp til luft, 1984-2000
- " 86/39 Alfsen, K.H. og Glomsrød, S. : Virkninger av lavere oljepriser på framtidige utslipp til luft
- " 87/2 Alfsen, K.H. og Rosland, A. : Overgang fra privat til kollektiv transport: Virkninger på utslipp i Oslo/Akershus
- " 87/5 Alfsen, K.H. og Glomsrød, S. : Bruk av personbil og luftforurensning: Virkninger av endret konsumentatferd
- " 87/9 Rosland, A. : Regionaliserte utslipp til luft
- " 87/10 Selboe, O.K. : Utslipp til luft på norsk kontinentalsokkel
- " 87/17 Hansen, M.I. og Vigerust, B. : EMMA - Modell for beregning av månedlige utslipp til luft
- " 87/24 Alfsen, K.H. : Korttidsanalyse av utslipp til luft
- " 87/37 Nyborg, K. : Økonomisk aktivitet og utslipp av svovel i Europa
- " 87/45 de Caprona, Y. og Hansen, M.I. : Miljøverninvesteringer i industrien. 1974- 1985

Reprint Series:

- No. 21 Alfsen, K.H. and Glomsrød, S.: Future emissions to air in Norway: Forecasts based on the macro-economic model MSG-4E

Økonomiske Analyser (A):

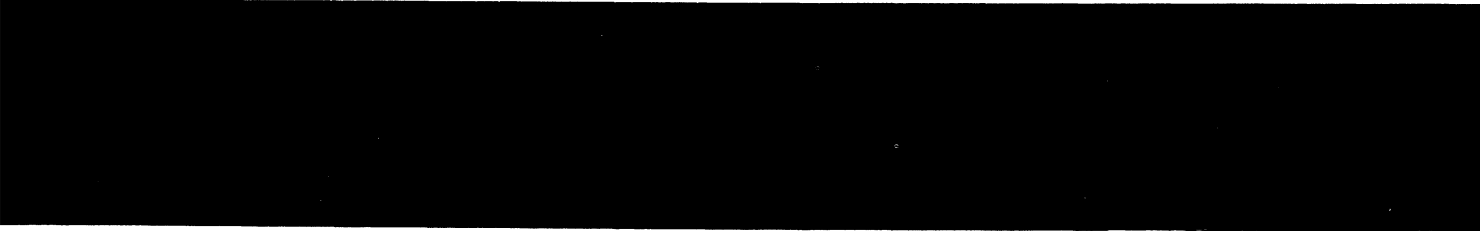
- Nr. 85/8 Glomsrød, S. og Vigerust, B. : Luftforurensninger og økonomisk vekst
- Nr. 87/4 Alfsen, K.H. : Luftforurensninger og økonomisk vekst

UTKOMMET I SERIEN RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ ETTER 1. JANUAR 1987 (RAPP)

Issued in the series Reports from the Central Bureau of Statistics since 1 January 1987 (REP)


ISSN 0332-8422

- Nr. 87/1 Naturressurser og miljø 1986 Energi, mineraler, fisk, skog, areal, vann, luft, radioaktivitet, miljø og levekår Ressursregnskap og analyser. 1987-115s. 40 kr ISBN 82-537-2404-7
- 87/2 Folke- og boligtellingerne 1960, 1970 og 1980 Dokumentasjon av de sammenlignbare filene. 1987-266s. 55 kr ISBN 82-537-2416-0
- 87/3 KVARTS-84 Modellbeskrivelse og teknisk dokumentasjon av 1984-versjonen av KVARTS/Einar Bowitz, Morten Jensen og Vidar Knudsen. 1987-87s. 40 kr ISBN 82-537-2441-1
- 87/5 Grunnlag for ferieprognoser Analyse av ferieplaner og faktisk feriemønster/Hege Kitterød. 1987-55s. 40 kr ISBN 82-537-2444-6
- 87/6 Holdninger til norsk utviklingshjelp 1986. 1987-73s. 40 kr ISBN 82-537-2491-8
- 87/7 VAR Statistikk for vannforsyning, avløp og renovasjon Analyse av VAR-data Hefte III Avløpsledninger, Tilknytning til avløpsnett, Avløpsavgifter/Frode Brunvoll. 1987-67s. 40 kr ISBN 82-537-2485-3
- 87/8 Framskrivning av tilgang på arbeidskraft i fylkene 1983-2003/Knut Ø. Sørensen. 1987-78s. 40 kr ISBN 82-537-2497-7
- 87/9 Energisubstitusjon og virkningsgrader i MSG/Torstein Bye og Bente Vigerust. 1987-41s. 30 kr ISBN 82-537-2502-7
- 87/10 Et økonomisk-demografisk modellsystem for regional analyse/Tor Skoglund og Knut Ø. Sørensen. 1987-58s. 30 kr ISBN 82-537-2503-5
- 87/12 Virkninger på nordisk samhandel av en svensk devaluering/Sturla Henriksen. 1987-75s. 40 kr ISBN 82-537-2509-4
- 87/13 Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. Årene 1970-1987. 1987-69s. 40 kr ISBN 82-537-2517-5
- 87/14 MSG-4 A Complete Description of the System of Equations/Erik Offerdal, Knut Tonstad og Haakon Vennemo 1987-141s. (RAPP; 87/14) 45 kr ISBN 82-537-2524-2
- 87/15 Energiundersøkelsen 1985 Energibruk i privat og offentlig tjenesteyting/Jon Sagen. 1987-93s. 40 kr ISBN 82-537-2533-7
- 87/16 Kommunehelsetjenesten Årsstatistikk for 1986. 1987-61s. 40 kr ISBN 82-537-2531-0
- 87/17 Nordmenns ferievaner i regional perspektiv/Hege Kitterød. 1987-86s. 40 kr ISBN 82-537-2543-4
- 87/18 Totalregnskap for fiske- og fangstnæringen. 1987-39s. 30 kr ISBN 82-537-2549-3
- 87/19 En økonomisk analyse av varigheten av arbeidsledighet/Rolf Aaberge. 1987-39s. 30 kr ISBN 82-537-2546-9
- 87/20 Statistisk beskrivelse av arbeidsledighetens lengde 1973-1985/Rolf Aaberge. 1987-39s. 30 kr ISBN 82-537-2547-7
- 87/21 Aktuelle skattetal 1987 Current Tax Data. 1987-45s. 40 kr ISBN 82-537-2552-3



Pris kr 45,00

Publikasjonen utgis i kommisjon hos H. Aschehoug & Co. og
Universitetsforlaget, Oslo, og er til salgs hos alle bokhandlere.



ISBN 82-537-2623-6
ISSN 0332-8422