

RAPPORTER

89/1

**NATURRESSURSER OG MILJØ
1988**

STATISTISK SENTRALBYRÅ
CENTRAL BUREAU OF STATISTICS OF NORWAY

RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ 89/1

NATURRESSURSER OG MILJØ

1988

**ENERGI, PETROLEUMSØKONOMI, MINERALER, FISK, SKOG,
JORDBRUK, AVFALL, AVLØP OG VANNFORSYNING, LUFT**

RESSURSREGNSKAP OG ANALYSER

STATISTISK SENTRALBYRÅ
OSLO—KONGSVINGER 1989

ISBN 82-537-2765-8
ISSN 0332-8422

EMNEGRUPPE

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

ANDRE EMNEORD

Forurensning

Naturmiljø

Miljø - økonomi

Utslipp

FORORD

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

Naturressurser og miljø 1988 består av oppdaterte ressursregnskaper for energi, mineraler og fisk og resultater fra analyser som er gjort på bakgrunn av disse regnskapene. Publikasjonen inneholder også analyser av luftforurensninger, jordbruksforurensninger og skogskader og informasjon om kommunal avfallsbehandling og avløpsrensing.

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 1988*.

Førstekonsulent Frode Brunvoll har vært redaktør for publikasjonen.

Statistisk sentralbyrå, Oslo 3. mars 1989.

Gisle Skancke

Lorents Lorentsen



Foto : Elisabeth Fadum

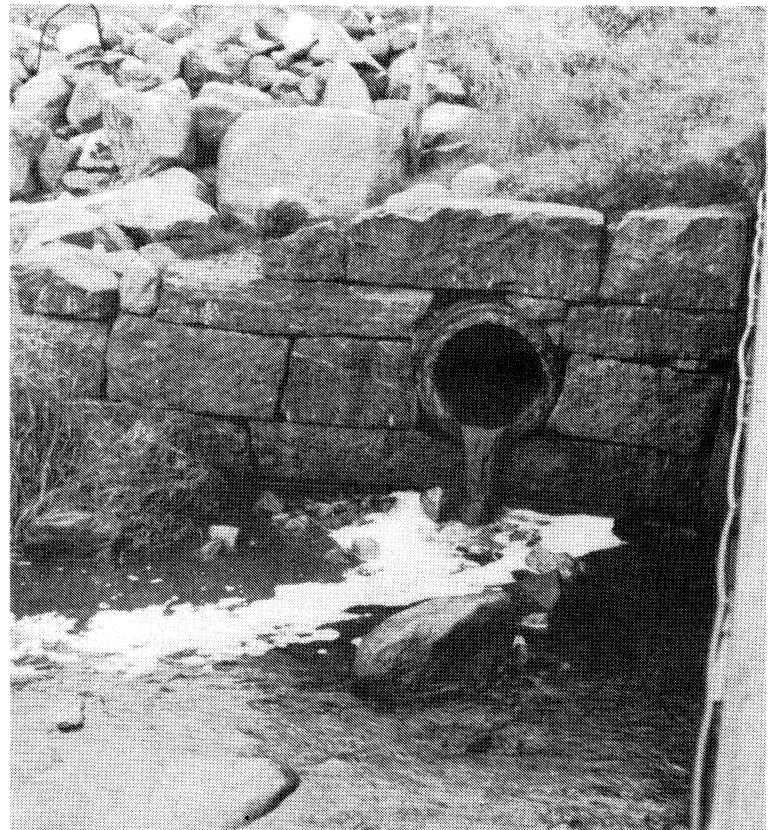


Foto : Miljøvernnavdelingen i Rogaland

INNHold

| | Side |
|--|------|
| FIGURREGISTER | 7 |
| TABELLREGISTER | 9 |
| 1. INNLEDNING OG SAMMENDRAG | 11 |
| 2. ENERGI | 13 |
| 2.1. Energireserver | 13 |
| 2.2. Uttak og bruk av energivarer | 14 |
| 2.3. Utviklingen i innenlandsk energibruk 1986 - 1988 | 16 |
| 2.4. Priser på elektrisitet og oljeprodukter | 17 |
| 2.5. Energipolitikk 1988 | 19 |
| 2.6. Analyseprosjekt: Energibruk i husholdningene | 20 |
| 2.7. Analyseprosjekt: Gasskraft eller vannkraft? Om betydningen av usikre gasspriser | 21 |
| 2.8. Enheter og omregningsfaktorer | 22 |
| 2.9. Tabellvedlegg | 24 |
| Referanser | 28 |
| 3. PETROLEUMSØKONOMI | 29 |
| 3.1. Reservetilgang av olje og naturgass | 29 |
| 3.2. Investeringer og produksjon | 31 |
| 3.2.1. Investeringer i petroleumsvirksomheten | 31 |
| 3.2.2. Olje- og gassutvinning | 32 |
| 3.3. Oljemarkedet i 1988 | 33 |
| 3.4. Gassmarkedet i Vest-Europa | 34 |
| 3.4.1. Analyseprosjekt: "Åpen adgang"-prinsippet for omsetning av naturgass | 37 |
| 3.5. Valg av utvinningstempo og bruk av oljeinntekter | 39 |
| 3.5.1. Analyseprosjekt: Formuesforvaltning | 39 |
| 3.5.2. Analyseprosjekt: Planlegging av oljevirkosmheten under usikkerhet | 41 |
| Referanser | 43 |
| 4. MINERALER | 44 |
| 4.1. Reserver av norskproduserte malmer | 44 |
| 4.2. Uttak og innenlandsk bruk av malmer | 46 |
| 4.3. Priser på mineralske råstoffer og produkter | 46 |
| 4.4. Ressursrente for malmer og mineraler | 46 |
| 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. Skogtilstand | 57 |
| 6.2. Analyseprosjekt: Verdsetting av skog | 59 |
| Referanser | 60 |
| 7. JORDBRUK | 61 |
| 7.1. Miljø- og ressurskonsekvenser av spesialisert jordbruk | 61 |
| 7.2. Analyseprosjekt: Modell for simulering av arealavrenning, jorderosjon og foretaksøkonomisk resultat | 62 |
| Referanser | 66 |

| | Side |
|---|------|
| 8. AVFALL | 67 |
| 8.1. Kommunalt avfall | 67 |
| 8.2. Spesialavfall | 70 |
| Referanser | 72 |
| 9. AVLØP OG VANNFORSYNING | 73 |
| 9.1. Avløpsrensaneanlegg | 73 |
| 9.2. Kommunal økonomi i forbindelse med avløp og vannforsyning | 77 |
| Referanser | 78 |
| 10. LUFT | 79 |
| 10.1. Luftforurensninger - kilder og virkninger | 79 |
| 10.2. Utslipp til luft i Norge | 81 |
| 10.3. Framskrivninger av nasjonale utslipp til luft | 86 |
| 10.4. Skader av luftforurensning | 95 |
| 10.5. Luftforurensning og helse | 96 |
| 10.6. Utviklingen i regional forurensningskonsentrasjon | 102 |
| Referanser | 105 |
| VEDLEGG | |
| 1. Publikasjoner fra Seksjon for ressurs- og miljøanalyse. 1980 - 1988/89 | 107 |
| Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk sentralbyrå (RAPP) | 115 |

Standardtegn i tabeller :

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

Forkortelser på institusjoner som det er referert til i rapporten:

| | |
|-------|--|
| BP | British Petroleum Company |
| FAO | Food and Agriculture Organization (UN) |
| ICES | Det internasjonale havforskningsrådet |
| IEA | International Energy Agency |
| MD | Miljøverndepartementet |
| NLJOS | Norsk institutt for jord- og skogkartlegging |
| NILU | Norsk institutt for luftforskning |
| NISK | Norsk institutt for skogforskning |
| NLH | Norges landbrukshøgskole |
| NPI | Norsk petroleumsinstitutt |
| OECD | Organisation for Economic Co-operation and Development |
| OED | Olje- og energidepartementet |
| OPEC | Organization of Petroleum Exporting Countries |
| SEFO | Senter for forskningsoppdrag |
| SFT | Statens forurensningstilsyn |
| SSB | Statistisk sentralbyrå |

FIGURREGISTER

| | Side |
|--|------|
| 2. ENERGI | |
| 2.1. Nyttbar vannkraft 1. januar 1989. TWh | 13 |
| 2.2. Energibruk i Norge etter sektor utenom energisektorene og utenriks sjøfart. 1976 - 1987. PJ ... | 15 |
| 2.3. Elektrisitetsforbruket i Norge etter sektor utenom energisektorene. 1974 - 1987. TWh | 15 |
| 2.4. Utviklingen i forholdet mellom pris på og bruk av elektrisitet og olje. Husholdningssektoren. 1962 - 1987. 1980=1 | 17 |
| 2.5. Realpris på elektrisitet levert til husholdninger/jordbruk og kraftkrevende industri. 1970 - 1987. Faste 1980-priser. Øre/kWh | 18 |
| 2.6. Energipriser 1973 - 1988. Faste 1980-priser. Øre/kWh. Nyttiggjort energi. Alle avgifter inkludert | 18 |
| 2.7. Utviklingen i bruk av olje og ved i husholdningene. PJ | 20 |
| 3. PETROLEUMSØKONOMI | |
| 3.1. Påløpte investeringskostnader i petroleumssektoren. 1983 - 1989. Mrd. kr | 31 |
| 3.2. Sammensetningen av investeringskostnadene i feltutbygging. 1983 - 1989. Mrd. kr | 31 |
| 3.3. Olje- og gassproduksjon på norsk sokkel. 1971 - 1988. Mtoe | 32 |
| 3.4. Spotprisen på Brent Blend. US\$ pr.fat | 33 |
| 3.5. OPECs oljeproduksjon. Mill. fat pr. dag | 33 |
| 3.6. Tilpasningen i gassmarkedet, med og uten "åpen adgang" | 37 |
| 3.7. Framskrivninger av gassforbruket i Vest-Europa. IEA, modellberegnet. 1985=100 | 39 |
| 3.8. Petroleumsformuen. 1986 - 2025. Mrd. kr (1986-priser) | 40 |
| 3.9. Sparerater for Norge. 1974 - 1987 | 40 |
| 3.10. Sammenhengen mellom usikker oljeinntekt og ønsket sparing | 41 |
| 4. MINERALER | |
| 4.1. Prisutvikling på kobber, aluminium, bly, nikkel og sink. 1975 - 1988. £ pr. tonn | 45 |
| 5. FISK | |
| 5.1. Totalbestand og gytebestand av norsk-arktisk torsk. 1965 - 1988. 1 000 tonn | 49 |
| 5.2. Rekrutteringsindeks for norsk-arktisk torsk. 1966 - 1985. | 49 |
| 5.3. Totalbestand og gytebestand av norsk vårgytende sild. 1974 - 1988. 1 000 tonn | 49 |
| 5.4. Rekrutteringsindeks for norsk vårgytende sild. 1970 - 1985 | 50 |
| 5.5. Størrelse av loddebestanden i Barentshavet om høsten. 1973 - 1988. Mill. tonn | 50 |
| 5.6. Kvoter og fangst. Norsk-arktisk torsk. 1978 - 1989. 1 000 tonn | 51 |
| 5.7. Nettooverføring fra Norge til utlandet. 1980 - 1988. 1 000 tonn t.e. | 54 |
| 5.8. Fiskeoppdrett. Slaktet mengde laks og regnbueørret. 1980 - 1988. 1 000 tonn | 54 |
| 5.9. Eksport av fersk fisk, rundfrys fisk, filét og klippfisk/tørrfisk. 1983 - 1988. Mill. kr | 55 |
| 6. SKOG | |
| 6.1. Skadet skogareal i Vest-Tyskland etter grad av skade. Prosent. 1983 - 1988 | 59 |
| 7. JORDBRUK | |
| 7.1. Sammenhenger mellom gjødsling, arealstatus og avling/avrenning/jorderosjon | 62 |
| 7.2. Modell for simulering av arealavrenning (nitrogen og fosfor), jorderosjon og foretaksøkonomisk resultat. Hovedkomponenter | 64 |
| 8. AVFALL | |
| 8.1. Sammensetningen av kommunalt avfall. Prosent | 67 |
| 8.2. Prosentfordeling av avfallsmengden etter anleggstype. 1978/79, 1983, 1984, 1985/86 | 69 |
| 8.3. Antall anlegg fordelt på anleggstype. 1978/79, 1983, 1984, 1985/86 | 69 |
| 8.4. Antall kommuner tilknyttet avfallsanlegg. 1978/79, 1983, 1984, 1985/86 | 69 |
| 8.5. Resipienter for sigevann fra avfallsbehandlingsanlegg. 1985/86 | 70 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 9. | AVLØP OG VANNFORSYNING | |
| 9.1. | Hydraulisk kapasitet ved avløpsrensning. 1962 - 1988. Mill. PE | 74 |
| 9.2. | Investeringer i vannverk og avløp. 1972 - 1987. Mill. 1981-kroner og prosent av totale investeringer | 77 |
| 10. | LUFT | |
| 10.1. | Utslipp av SO ₂ etter kilde. 1973 - 1988. 1 000 tonn | 85 |
| 10.2. | Utslipp av NO _x etter kilde. 1973 - 1988. 1 000 tonn | 86 |
| 10.3. | Utslipp av CO etter kilde. 1973 - 1988. 1 000 tonn | 87 |
| 10.4. | Utslipp av VOC etter kilde. 1973 - 1988. 1 000 tonn | 87 |
| 10.5. | Utslipp av partikler etter kilde. 1973 - 1988. 1 000 tonn | 87 |
| 10.6. | Utslipp av bly etter kilde. 1973 - 1988. Tonn | 88 |
| 10.7. | Utslipp av CO ₂ etter kilde. 1973 - 1988. Millioner tonn | 88 |
| 10.8. | Utslipp til luft 1973 - 2000. Effekt av ytterligere tiltak (tiltaksalternativet og avgiftsalternativet). 1 000 tonn/år | 92 |
| 10.9. | Korrosjonskostnader fordelt på materialtyper og sektorer. 1985. Mill. kr | 96 |
| 10.10. | Materialskader pr. kg utslipp av SO ₂ etter fylke. 1985. Kr | 97 |
| 10.11. | Materialkostnader forårsaket av SO ₂ -utslipp fra næringssektorer. 1985. Mill. kr | 98 |
| 10.12. | Materialkostnader forårsaket av SO ₂ -utslipp fra næringssektorer. 1985. Kroner pr. kg SO ₂ | 98 |
| 10.13. | Materialskade fra norske utslipp og langtransportert tilførsel av SO ₂ . Prosent. 1985 | 99 |
| 10.14. | Andel av skade fra ulike komponenter i kommuner. Prosent. 1985 | 100 |
| 10.15. | Gjennomsnittlig SO ₂ -konsentrasjon i luft i en del større norske byer. µg SO ₂ /m ³ . Nasjonale utslipp av SO ₂ . 1977 - 1988. 1 000 tonn | 103 |
| 10.16. | Gjennomsnittlig sotkonsentrasjon i luft i en del større norske byer. µg sot/m ³ . Nasjonale utslipp av sot. 1977 - 1988. 1 000 tonn | 103 |
| 10.17. | Gjennomsnittlig blykonsentrasjon i luft i en del større norske byer. µg Pb/m ³ . Nasjonale utslipp av bly. 1977 - 1988. Tonn | 104 |

TABELLREGISTER

| | Side | |
|-------|---|----|
| 2. | ENERGI | |
| 2.1. | Uttak av energivarer i Norge. 1930 - 1988. PJ | 14 |
| 2.2. | Energibruk utenom energisektorene, etter næring. 1987. Endring 1976 - 1987 | 14 |
| 2.3. | Elektrisitetsbalanse. 1988. Endring 1975 - 1988 | 16 |
| 2.4. | Gjennomsnittlig volumvekst i BNP og privat konsum. Prosent. 1986 - 1988 | 16 |
| 2.5. | Energibruk utenom energisektorene og utenriks sjøfart, etter energivare. 1988. Endring 1976 - 1988 | 16 |
| 2.6. | Gjennomsnittspriser på elektrisitet og noen utvalgte oljeprodukter. Tilført energi. 1988. Endring 1987 - 1988 | 17 |
| 2.7. | Sikkerhetskvivalent krav til avkastning av 1 000 kroner kapital i ulike sektorer med 10 eller 50 prosent gasskraftandel. Kr | 21 |
| 2.8. | Gjennomsnittlig energiinnhold, virkningsgrader og tetthet, etter energivare | 22 |
| 2.9. | Energienheter | 23 |
| 2.10. | Prefikser | 23 |
| 2.11. | Energibruk utenom energisektorene, etter næring. 1976 - 1988. PJ | 24 |
| 2.12. | Utvinning, omforming og bruk av energivarer. 1987. PJ | 25 |
| 2.13. | Elektrisitetsbalanse. 1975 - 1988. TWh | 26 |
| 2.14. | Energibruk utenom energisektorene og utenriks sjøfart, etter energivare. 1976 - 1988. PJ | 27 |
| 2.15. | Gjennomsnittspriser på elektrisitet og noen utvalgte oljeprodukter. Tilført energi. 1978 - 1988 .. | 27 |
| 3. | PETROLEUMSØKONOMI | |
| 3.1. | Reserveregnskap for råolje. Produktive og besluttet utbygde felt. 1979 - 1988. Mtoe | 30 |
| 3.2. | Reserveregnskap for naturgass. Produktive og besluttet utbygde felt. 1979 - 1988. Mtoe | 30 |
| 3.3. | Petroleumsinntekter og oljerente. 1977 - 1988 | 30 |
| 3.4. | Forbruk av naturgass i Vest-Europa. 1965 - 1986. Mtoe | 35 |
| 3.5. | Produksjon og reserver av naturgass. 1986 | 35 |
| 3.6. | Profittmarginer i gassdistribusjon etter sektor. 1987\$/mill. Btu | 36 |
| 3.7. | Volumeffekter av endret prissetting. Vest-Tyskland. Mtoe | 38 |
| 4. | MINERALER | |
| 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 | 44 |
| 4.3. | Produksjon, eksport og import av norskproduserte malmer. 1987. 1 000 tonn rent metall | 46 |
| 4.4. | Beregnet ressursrente for malmer. 1975 - 1986. Mill. kr. Løpende priser | 47 |
| 4.5. | Beregnet ressursrente for andre mineraler. 1975 - 1986. Mill. kr. Løpende priser | 47 |
| 5. | FISK | |
| 5.1. | Bestandsutvikling. Norsk-arktisk torsk. 1975 - 1988. 1 000 tonn | 49 |
| 5.2. | Bestandsutvikling. 1975 - 1988. 1 000 tonn | 51 |
| 5.3. | Kvoter og fangst, etter bestand. 1978 - 1989. 1 000 tonn | 52 |
| 5.4. | Norsk fangst etter grupper av fiskeslag. 1981 - 1988. 1 000 tonn | 53 |
| 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. 1988. 1 000 tonn t.e. | 54 |
| 5.8. | Matfiskoppdrett. Fylke. 1987 | 55 |
| 5.9. | Eksport av fiskevarer. 1979 - 1988. 1 000 tonn | 55 |
| 5.10. | Eksport av oppdrettslaks. 1981 - 1988 | 56 |
| 5.11. | Eksportverdi av fiskevarer i mill. kr og i forhold til verdi av annen tradisjonell eksport. 1979 - 1988 | 56 |
| 6. | SKOG | |
| 6.1. | Gjennomsnittlig kronetetthet i Aust-Agder og Nord-Trøndelag. Prosent. 1984/85 og 1987/88 .. | 58 |
| 6.2. | Skadet skogareal i Vest-Tyskland, etter treslag. 1985 - 1988. Mill. ha og prosent av arealet for hver enkelt art | 60 |

| | Side |
|--|------|
| 7. JORDBRUK | |
| 7.1. Andel av nitrogen- og fosforutslipp til primærresipient. Utslipp fra ulike kilder på Østlandet, Sørlandet og i Rogaland | 62 |
| 8. AVFALL | |
| 8.1. Antall avfallsbehandlingsanlegg og avfallsmengde (1 000 tonn) fordelt på anleggstype. Fylke. 1985/86 | 68 |
| 8.2. Antall anlegg og avfallsmengder etter hvor mange kommuner som betjenes av anleggene. 1978/79, 1983 og 1985/86 | 70 |
| 8.3. Systemmengde spesialavfall. 1987 | 71 |
| 8.4. Innsamlete mengder spesialavfall. 1987 | 71 |
| 8.5. Behandling av innsamlet spesialavfall. 1987 | 71 |
| 9. AVLØP OG VANNFORSYNING | |
| 9.1. Antall renseanlegg, kapasitet og tilknytning fordelt på renseprinsipp. 1983 og 1988 | 74 |
| 9.2. Antall anlegg, kapasitet og tilknytning fordelt på metoder innenfor de forskjellige hovedrensprinsipp. 1988 | 75 |
| 9.3. Kapasitet ved renseanlegg og andel med kjemisk rensing. Landsdeler. 1988 | 75 |
| 9.4. Gjennomsnittsalder (år) for avløpsrenseanlegg. 1983 og 1988 | 76 |
| 9.5. Renseanlegg fordelt på størrelsesgrupper. Antall og kapasitet (1 000 PE). 1988 | 76 |
| 9.6. Utslipp til ulike resipienter og andel med kjemisk rensing. 1988 | 77 |
| 9.7. Antall renseanlegg og tilknytning fordelt på slamdisponeringsmåter. 1988 | 77 |
| 9.8. Kommunale og felleskommunale utgifter til og inntekter fra vannverk og avløp. 1982-1987. Mill. kr | 78 |
| 10. LUFT | |
| 10.1. Kilder, regionale og lokale skadevirkninger og grenseverdier knyttet til ulike forurensningskomponenter | 80 |
| 10.2. Utslippskoeffisienter. 1986. Kg/tonn | 82 |
| 10.3. Utslipp til luft etter næring. 1986. 1 000 tonn | 83 |
| 10.4. Utslipp til luft etter kilde. 1986. 1 000 tonn | 84 |
| 10.5. Hovedstørrelser for økonomisk utvikling og energibruk i referansealternativet og tiltaksalternativet. Nivå 1986 og gjennomsnittlig årlig vekst 1986 - 2000 | 89 |
| 10.6. Framskrivning av utslipp til luft. Referansealternativet. Nivå 1986 og 2000. Gjennomsnittlig årlig vekst 1986 - 2000 | 90 |
| 10.7. Utslipp til luft 1986 - 2000. Etter næring og kilde. Nivå 1986 og gjennomsnittlig årlig vekst ... | 90 |
| 10.8. Effekt av ytterligere tiltak. År 2000. 1 000 tonn | 94 |
| 10.9. Hovedstørrelser for energibruk i avgiftsalternativet. Endring i forhold til referansealternativet og tiltaksalternativet i år 2000. Prosent | 94 |
| 10.10. Framskrivning av utslipp til luft. Avgiftsalternativet. Nivå 1986 og 2000. Gjennomsnittlig årlig vekst 1986 - 2000 | 95 |
| 10.11. Avvik fra avtaler eller intensjoner om utslipp. 2000. Prosent | 95 |
| 10.12. Materialkostnader ved korrosjon etter fylke. Virkninger av norske SO ₂ -utslipp. 1985. Mill. kr .. | 97 |
| 10.13. Materialkostnader ved korrosjon og forvitring. Medregnet langtransport av SO ₂ . 1985. Mill. kr | 99 |
| 10.14. Økning i antall dødsfall i år 2003 som følge av endring i SO ₂ -konsentrasjon | 100 |
| 10.15. Farekoeffisienter for de ulike forurensningskomponenter | 100 |
| 10.16. Andel av total skade fra ulike komponenter etter kommune og sum av skadeandelen ved de ulike beregningsalternativer. Prosent. 1985 | 100 |
| 10.17. Andel av skade pga. utslipp fra aggregerte næringssektorer etter kommune. Sektorutslippenes andel av total skade. Prosent. 1985 | 101 |
| 10.18. Andel av total skade (alle kommuner) fra sektorer når utslipp fra mobile kilder er sektorfordelt. Prosent | 102 |
| 10.19. Målestasjoner med overskridelse av grenseverdier for SO ₂ vinteren 1987 - 1988. µg SO ₂ /m ³ .. | 104 |
| 10.20. Målestasjoner med overskridelse av grenseverdier for NO ₂ vinteren 1987 - 1988. µg NO ₂ /m ³ .. | 105 |
| 10.21. SO ₂ -årsmiddelkonsentrasjoner ved noen bakgrunnsstasjoner. 1978 - 1987. µg S/m ³ | 105 |

1. Innledning og sammendrag

Arbeidet med ressursregnskap og ressursbudsjett tok til på 1970-tallet. Siden 1978 har ansvaret for utarbeiding av en del ressursregnskap og analyser av ressurs- og miljøforhold vært tillagt Statistisk sentralbyrå. Ressursregnskapene gir en oversikt over naturressursgrunnlaget, både kvantitativt og kvalitativt, samt uttak og bruk av ressursene. Regnskapene danner også grunnlag for analyser som gir vurderinger av nåværende og framtidig disponering av viktige naturressurser. I miljøsammenheng er Statistisk sentralbyrås oppgave i første rekke å skaffe informasjon om og bidra med analyser av forurensningsproblemer.

Rapporten fra Verdenskommisjonen for miljø og utvikling (Brundtlandkommisjonen) 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 betinget fornybare og ikke fornybare ressurser og gi økte forurensningsproblemer. Hvis ikke kartlegging av ressurs- og miljøkonsekvenser inngår som et ledd i planprosessen, vil en vanskelig kunne forutse og unngå slike problemer. I media får vi nesten daglig eksempler på alvorlige miljøbelastninger som er resultater av kortsynte beslutninger tatt tidligere, og som det er forbundet store kostnader med å rydde opp i. Mange av disse problemene kunne vært unngått ved en bedre planlegging.

Ved planlegging og vurdering av den langsiktige samfunnsutviklingen er det ut fra ulike faglige synspunkt sterkt ønskelig å legge større vekt på utviklingen i nasjonale formueskomponenter enn det som har vært vanlig hittil. *Nasjonalformuen i vid forstand* omfatter miljøtilstand, reserver av naturressurser, menneskelig kapital i form av kunnskap, helsetilstand og sosiale institusjoner i tillegg til de mer tradisjonelle formueskomponentene som produksjonskapital, konsumkapital og nettofordringer på utlandet. Hvis vi øker våre beholdninger av produksjons- og konsumkapital, vil dette normalt gi grunnlag for å øke bruttonasjonalproduktet og konsumet. Derimot er det ikke åpenbart at den totale nasjonalformuen øker, hvis den økonomiske veksten har skjedd ved å redusere behold-

ningen av naturressurser eller har medført en forverring av miljøtilstanden.

Begrepet *bærekraftig utvikling* som Brundtland-kommisjonen legger stor vekt på, kan tolkes som en fornuftig, langsiktig forvaltning av nasjonalformuen der disponeringen av tradisjonelle økonomiske ressurser ses i sammenheng med disponeringen av naturressurser og miljø.

For Norge er petroleumsressursene på kontinentalsokkelen den økonomisk sett viktigste naturressursen. Utvinning av olje og gass som er ikke-fornybare naturressurser, medfører at reservene fysisk reduseres. Nettoinntektene fra salg av olje og gass regnes som inntekt i nasjonalregnskapet, men verdien av naturressursene inngår ikke i nasjonalregnskapets formuesbegrep. Dermed får heller ikke utvinningen av olje og gass noen motpost i nasjonalregnskapet, i form av endringer i petroleumsformuen. Dette drøftes i kapittel 3 i rapporten, og det gis anslag for hvordan tradisjonelle mål for nasjonalformue, inntekt og sparing kan korrigeres for å ta hensyn til ressurstappingen.

Sammendrag

I kapittel 2 presenteres energiregnskapet, som gir oversikt over norske energireserver, uttak og bruk av energi i ulike sektorer i økonomien. Utviklingen i bruk av energivarer diskuteres i lys av den makroøkonomiske utviklingen og endringer i prisene på elektrisitet og oljeprodukter. Vurderinger av hensynet til usikkerhet ved innføring av gasskraft gis. Det totale energiforbruket i Norge har økt med i gjennomsnitt 0,3 prosent pr. år i perioden 1986-1988. Energiforbruket gikk noe opp fra 1986 til 1987, men avtok igjen i 1988. I følge foreløpige tall var det totale innenlandske forbruket 752 PJ i 1988. Dette er en nedgang på om lag 2 prosent fra 1987.

I kapittel 3 om petroleumsøkonomi gis oversikter over produksjon og reserver av olje og gass i Norge. Utviklingen på det internasjonale oljemarkedet beskrives kort, og det presenteres en analyse av utsiktene for det vest-europeiske gassmarkedet. Valg av utvinningstempo i norsk petro-

leumssektor og bruken av oljeinntektene er også sentrale temaer i dette kapitlet. Den planlagte utbyggingsaktiviteten innen petroleumsvirksomheten de nærmeste årene vil føre til en kraftig produksjonsøkning, spesielt av råolje. Det er anslått at norsk råoljeproduksjon vil bli over 2 millioner fat pr. dag tidlig i 1990-årene. Produksjonen i første halvår 1989 er anslått til 1,44 millioner fat pr. dag. Norsk olje- og gassproduksjon i 1988 var 86,5 millioner tonn oljeekvivalenter. Dette er en økning på om lag 8 prosent fra 1987.

I kapittel 4 presenteres status for norsk malm- og mineralutvinning. Mange malmgruver har innstilt virksomheten i de senere år. Ressursgrunnlaget har vist seg å være betydelig mindre enn det en antok for om lag 10 år siden.

I kapittel 5 gir ressursregnskapet for fisk opplysninger om utvikling i fiskebestander, kvoter og hvor stor fangsten var i 1988, samt tall for eksport av fiskeprodukter og oppdrettsfisk. Gytebestanden av norsk vårgytende sild er nå større enn på mange år. Loddebestanden i Barentshavet er i svak vekst, men det er ennå ikke grunnlag for fangst på denne bestanden. Torskebestanden er kraftig nedvurdert i forhold til tidligere anslag. Det totale fangstkvantumet i norske fiskerier har gått ned med 9 prosent fra 1987 til 1988. Eksportverdien av fiskevarer økte imidlertid til 11 milliarder kr i 1988. Eksportmengden av oppdrettslaks økte med 50 prosent og eksportverdien med 40 prosent.

I kapittel 6 beskrives skogtilstanden i Norge og Vest-Tyskland. En metode for verdsetting av skog basert på flybilder og kart presenteres. Både for gran og furu i Norge er det registrert redusert kronetetthet. På landsbasis hadde om lag 49 prosent av grantrærne mer enn 10 prosent utglisning av kronene. For furu var denne andelen om lag 56 prosent. I Vest-Tyskland utgjorde områder med skadet eller død skog om lag 52 prosent av det totale skogarealet.

I kapittel 7 beskrives en modell for beregning av forurensningstilførsler fra jordbruket. Modellen er utarbeidet som et ledd i arbeidet med å redusere forurensningene fra jordbruket og gir muligheter for å simulere effektene av ulike forurensningsbegrensende tiltak. SFT har anslått at jordbruket står for 60 prosent av det totale norske utslippet av nitrogen til Skagerak og Nordsjøen og 45 prosent av utslippet av fosfor.

I kapittel 8 presenteres resultater fra en registrering av kommunale avfallsbehandlingsanlegg. Kapitlet omhandler også spesialavfall. I 1985/86 ble det produsert om lag 2 millioner tonn kommunalt avfall i Norge. Dette tilsvarer 470 kg pr. innbygger pr. år, hvorav om lag 200 kg er husholdningsavfall.

I kapittel 9 er noen hovedtall fra registeret over norske avløpsrenseanlegg presentert, sammen med tall for kommunale utgifter og inntekter i forbindelse med avløp og vannforsyning. I 1988 er det registrert 700 avløpsrenseanlegg som betjener mer enn 50 personenheter (PE) i Norge. I perioden fra utgangen av 1983 til utgangen av 1988 har kapasiteten ved avløpsrenseanlegg i gjennomsnitt økt med

34 000 PE i året. Statens forurensningstilsyn har utarbeidet en tiltakspakke for utbygging av kommunalt avløp fram til 1995, som et ledd i oppfølgingen av Nordsjøavtalen.

I kapittel 10 drøftes hvordan den økonomiske aktiviteten påvirker utslipp til luft og luftkvalitet. Det gis historiske oversikter over utslipp til luft på nasjonalt nivå for en rekke forurensningskomponenter. Videre presenteres framskrivninger av nasjonale utslipp. Disse ses i sammenheng med internasjonale avtaler om utslippsreduksjoner som Norge har inngått. Enkelte materialskader som følge av nasjonale svovelutslipp er beregnet, og de makroøkonomiske effekter av slike skader er analysert. I kapitlet drøftes også sammenhengen mellom luftforurensning og helse. Utslippene av svoveldioksid er kraftig redusert i perioden 1973-1988. Målsettingen om 50 prosent reduksjon av disse utslippene innen 1993 i forhold til nivået i 1980, vil allikevel kunne bli vanskelig å nå med bare eksisterende utslippsreguleringer. Norge har bundet seg til en internasjonal avtale om utflating av nitrogenoksid-utslipp på 1987-nivå innen utgangen av 1994. Videre har Norge avgitt en erklæring om å sikte mot en reduksjon av disse utslippene på om lag 30 prosent i forhold til 1986-nivå innen 1998. Dette siste målet vil bli vanskelig å nå uten ytterligere strenge miljøpolitiske virkemidler. Med hensyn på luftforurensninger er Oslo den mest miljøbelastede kommunen med Stavanger og Bergen på de neste plassene. Det er først og fremst høye utslipp av partikler som bidrar til dette.

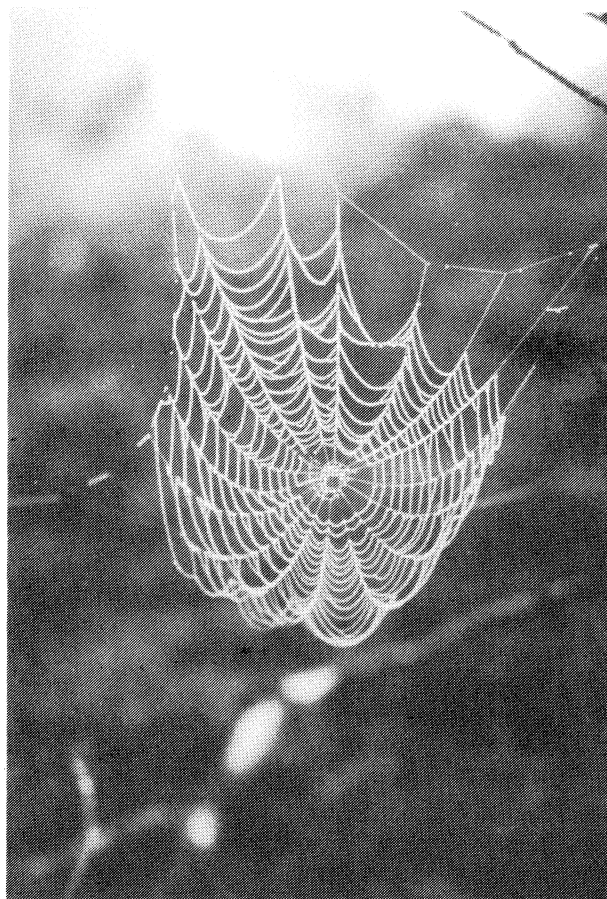


Foto : Frode Brunvoll

2. Energi

Det totale energiforbruket i Norge har vokst med om lag 0,3 prosent pr. år de siste to årene. Veksten skyldes i første rekke høy aktivitet i kraftkrevende industri og økt oljeforbruk i transportsektorene. Energiforbruket i andre sektorer og i husholdningene har gått ned fra 1986 til 1988 som følge av lav aktivitet og nedgang i konsumet. Siden 1986 har det vært billigere å fyre med olje enn elektrisitet. Dette ser foreløpig ikke ut til å ha ført til noen betydelig overgang fra elektrisk fyring til oljefyring.

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.

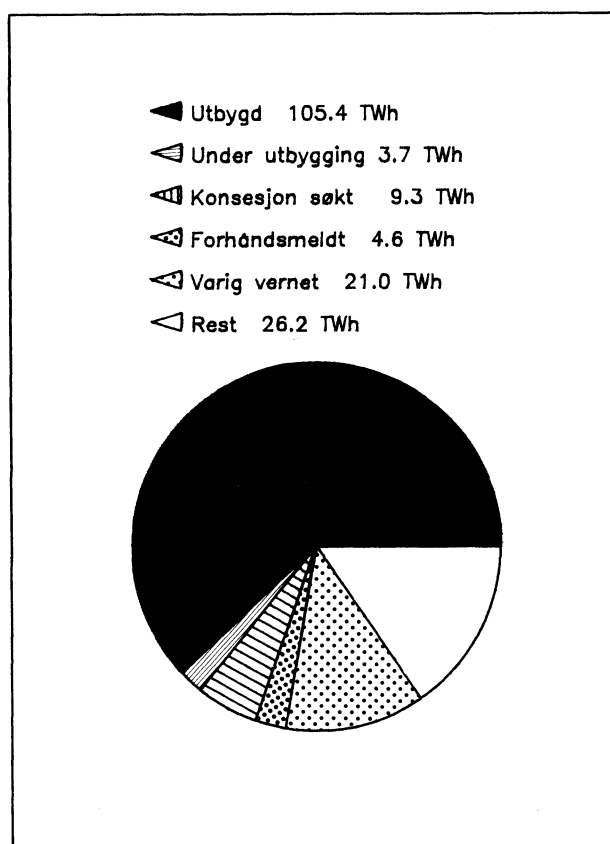
Figur 2.1 viser at de samlede økonomisk nyttbare vannkraftressurser var på 170,2 TWh pr. 1. januar 1989. I dette tallet er varig vernede vassdrag med et kraftpotensiale på 21,0 TWh medregnet. Pr. 1. januar 1989 var det bygd ut vannkraft med en midlere produksjonsevne på 105,4 TWh. Dette er 0,4 TWh mer enn ved forrige årsskifte. Midlere produksjonsevne uttrykker kraftverkens produksjonskapasitet i et år med normal nedbør.

Total magasinkapasitet i det norske vannkraftsystemet er 77 TWh. Ved årsskiftet 1988/89 hadde magasinene en fyllingsgrad på om lag 74 prosent som svarer til 56 TWh. Dette er noe mer enn gjennomsnittet for de ti siste årene. Når fyllingsgraden er så høy, til tross for stor eksport av elektrisitet, skyldes dette svært store nedbørmengder i 1988.

Ressursrenten for vannkraft

Ressursrenten for vannkraft kan defineres som den årlige merinntekt landet får fordi vi utnytter vannkraftressurse-

Figur 2.1. Nyttbar vannkraft 1. januar 1989. TWh



ne. I prinsippet er denne merinntekten lik differansen mellom faktisk nasjonalinntekt og det nasjonalinntekten ville vært dersom vi ikke utnyttet vannkraften. Vi vet ikke med sikkerhet hva Norges nasjonalinntekt ville vært uten vannkraft, og det er derfor ingen entydig korrekt måte å beregne ressursrenten på. Hvis alle betalte samme pris på kraft (fra kraftstasjonsvegg), ville differansen mellom totale salgsinntekter og totale produksjonskostnader innen kraftproduksjon gitt et anslag på ressursrenten. I Norge differensieres imidlertid kraftprisen mellom ulike brukere, dvs. at prisen på elektrisitet til en viss grad avhenger av produksjonskostnadene i kraftverket som leverer. Derfor er det i stor grad de som kjøper billig kraft som høster ressursrenten i form av lavere kostnader.

Dette gjør det spesielt vanskelig å finne fram til et tilfredsstillende mål for ressursrenten for vannkraft. En mulighet er å beregne forskjellen mellom kostnadene ved kraftproduksjon, inklusive normal avkastning på kapital, og potensielle inntekter dersom alle betalte en pris lik langtidsgrensekostnad. Dette angir den høyeste prisen noen betaler for kraft. Et slikt mål angir derfor en øvre grense for ressursrenten, og er anslått til mellom 5 og 6 milliarder kroner pr. år. Av dette går 80 prosent til å dekke kostnader i kraftkrevende industri.

Et alternativt mål på ressursrenten er å ta utgangspunkt i likevektsprisen for kraft. Den uttrykker den felles pris alle brukere av kraft måtte betale dersom en skulle omsette det samme kvantum kraft som omsettes idag. Ressursrenten ville da blitt betydelig lavere og ikke nødvendigvis positiv.

Fast brensel

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 Spitsbergen Kulkompani fordelte ressursene pr. 1. januar 1988 seg på 13,1 mill. tonn sikre ressurser og 25 mill. tonn sannsynlige og mulige ressurser. Av de sikre ressursene finnes 85 prosent i gruvene på Svea, som ikke har vært i drift i 1988. Uttaket av kull i 1988 var i underkant av 0,3 mill. tonn.

Til de faste brenslene hører også biomasse. Energireserver i form av biomasse var beregnet til om lag 64 PJ pr. 1. januar 1984. Det er ikke foretatt senere beregninger, og tallet er usikkert.

2.2. Uttak og bruk av energivarer

Uttak av råolje og naturgass i Nordsjøen og produksjon av vannkraft utgjør det alt vesentlige av produksjon av energivarer i Norge. Tabell 2.1 viser hvordan uttaket av energivarer har utviklet seg siden 1930 og fram til idag. Vannkraftproduksjonen har siden 1930 i gjennomsnitt økt med 4,5 prosent pr. år. Kullproduksjonen på Svalbard holdt seg på om lag samme nivå fra 1950 til 1987. I 1988

Tabell 2.1. Uttak av energivarer i Norge. 1930 - 1988. PJ

| År | 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 | 3 096 | 371 | 1 622 | 1 089 | 14 |
| 1986 | 3 282 | 349 | 1 799 | 1 122 | 12 |
| 1987* | 3 640 | 374 | 2 081 | 1 173 | 13 |
| 1988* | 4 007 | 392 | 2 396 | 1 212 | 8 |

Tabell 2.2. Energibruk¹ utenom energisektorene, etter næring. 1987*. Endring 1976 - 1987².

| Næring | 1987 PJ | Gjennomsnittlig årlig endring i prosent | |
|-------------------------------------|------------|---|---------|
| | | 1976-86 | 1986-87 |
| I alt | 841 | -0,8 | -3,2 |
| Utenriks sjøfart | 73 | -9,2 | -40,2 |
| Innenlandsk bruk | 768 | 1,9 | 2,8 |
| Landbruk og fiske | 32 | 0,3 | 3,2 |
| Kraftintensiv industri | 206 | 1,9 | 5,6 |
| Annen industri og bergverk | 113 | -0,8 | -1,7 |
| Andre næringer | 205 | 3,0 | 3,0 |
| Private husholdninger | 213 | 3,1 | 2,9 |

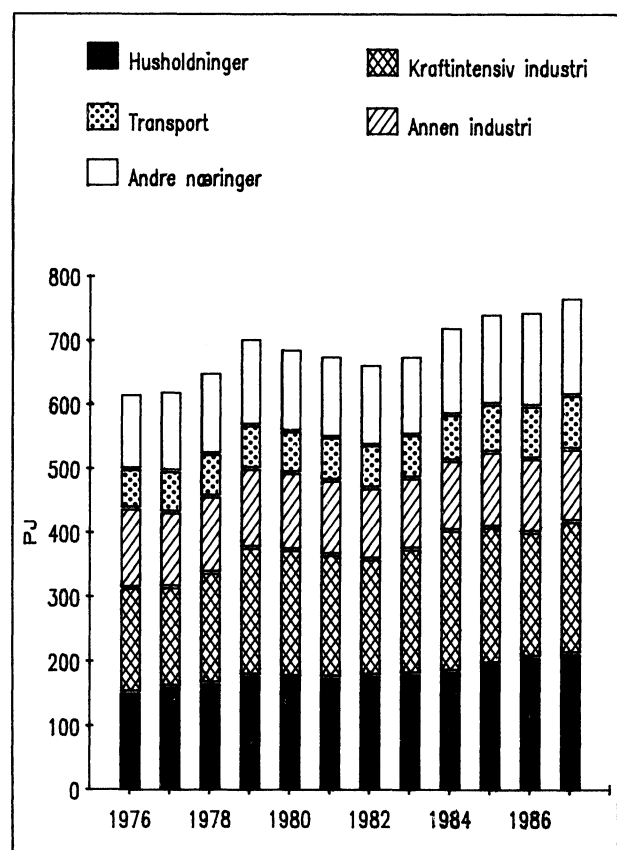
¹ Omfatter også energivarer brukt som råstoff.

² Se fotnote til tabell 2.11 (avsnitt 2.9, tabellvedlegg).

var uttaket betydelig mindre på grunn av driftsstans ved gruvene på Svea.

Bruken av energi utenom energisektorene var på 841 PJ i 1987, se tabell 2.2. Det var en nedgang på 3,2 prosent fra 1986 til 1987. Nedgangen skyldes utenriks sjøfart som reduserte sin bruk av energi med 40 prosent som følge av salg av skip til utlandet. Innenlandsk energibruk har vært

Figur 2.2. Energibruk i Norge etter sektor utenom energi-sektorene og utenriks sjøfart. 1976-1987*. PJ



forholdsvis stabil siden 1985. Aktiviteten i kraftintensiv industri var høy i 1987, og bruken av energi gikk fra 1986 til 1987 opp med 5,6 prosent til 206 PJ. I husholdningssektoren økte energiforbruket med 2,9 prosent, mens veksten i andre sektorer tilsammen var på 1,4 prosent. Foreløpige tall for 1988 tyder på at innenlandsk energibruk har gått ned fra 768 PJ i 1987 til 752 PJ i 1988.

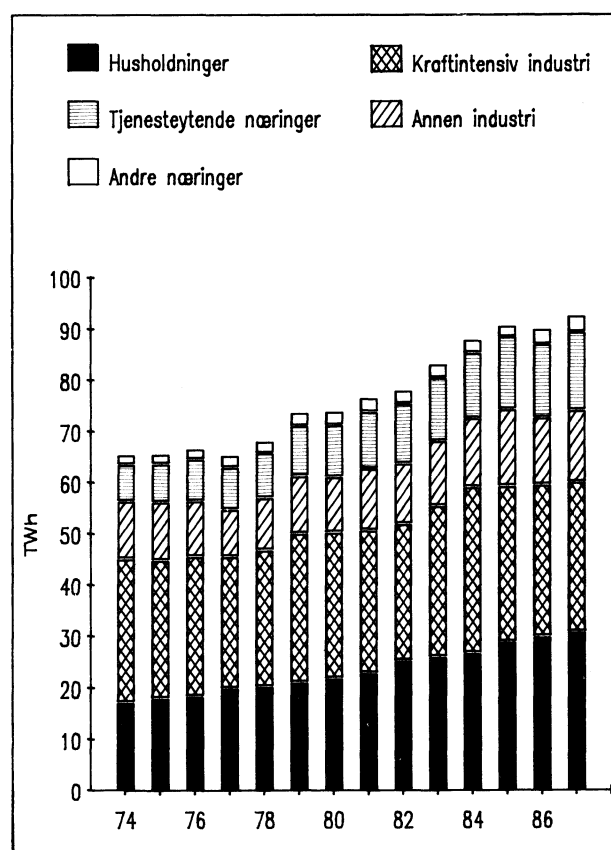
Figur 2.2 viser at innenlandsk bruk av energi utenom energisektorene har steget fra 617 PJ i 1976 til 768 PJ i 1987. Størst økning i total energibruk hadde husholdninger. Her økte energibruken særlig sterkt i periodene 1976 - 1979 og 1984 - 1986.

Energiregnskapet er utarbeidet for årene 1976 til 1987 og følger energivarene fra uttak gjennom omformingssektorene til bruk av energi i produksjonssektorene og private husholdninger. Foreløpig regnskap for 1987 er gjengitt i tabell 2.12, se avsnitt 2.9, tabellvedlegg.

Tall fra energiregnskapet viser en total produksjon av energi i Norge på 3 640 PJ. Primærtilgangen til Norge er 859 PJ, dvs. 23,5 prosent. Vi er nettoimportør av kull og koks, nettoeksportør av olje og gass og omtrent selvforsynt med vannkraft.

Forbruket av petroleumsprodukter i sektorer utenom energisektorene var i 1987 på 420 PJ. Dette utgjør 49,9 prosent av total energibruk i disse sektorene. Det innenlandske for-

Figur 2.3. Elektrisitetsforbruket i Norge etter sektor utenom energisektorene. 1974-1987*. TWh



bruket av petroleumsprodukter gikk opp med 3,6 prosent fra 1986 til 1987.

Av figur 2.3 går det fram at innenlandsk elektrisitetsforbruk utenom energisektorene har steget fra 65 TWh i 1974 til 93 TWh i 1987. Forbruket har steget alle år unntatt fra 1976 til 1977 og fra 1985 til 1986. Størst økning har det vært i tjenesteytende næringer og i husholdninger.

Elektrisitetsforbruket utgjorde 333 PJ, eller 39,6 prosent av total energibruk, og økte med 2,8 prosent fra 1986 til 1987.

Forbruket av fast brensel var i 1987 på 85 PJ, som tilsvarer 10 prosent av total energibruk. Bruk av fast brensel gikk ned med 1,1 prosent fra 1986 til 1987.

Produksjon, eksport og import av elektrisitet

I 1988 var produksjonen av elektrisk kraft (vannkraft og varmekraft) 110,0 TWh. Dette er om lag 5,7 TWh høyere enn i 1987, og 3,3 TWh høyere enn i 1984, som til nå har vært et produksjonsmessig toppår, se tabell 2.13 i avsnitt 2.9, tabellvedlegg. Årsproduksjonen i 1988 lå på 104 prosent av anleggenes midlere produksjonsevne.

Samlet eksport i 1988 var om lag 7,3 TWh, hvorav 2,3 TWh gikk til Danmark og 5,0 TWh til Sverige. Samlet eksportverdi var om lag 550 mill. kroner. I 1988 ble det importert 1,7 TWh med en verdi på om lag 100 mill. kr.

Tabell 2.3. Elektrisitetsbalanse¹ 1988. Endring 1975 - 1988.

| | Gjennomsnittlig årlig endring i prosent | | |
|--|---|---------------|---------------|
| | 1988 TWh | 1975- 1987 | 1987- 1988 |
| Produksjon | 110,0 | 2,5 | 5,5 |
| +Import | 1,7 | 32,4 | -41,4 |
| -Eksport | 7,3 | -4,5 | 121,2 |
| =Brutto innenl. forbruk | 104,4 | 3,1 | 0,5 |
| -Pumpekraft | 1,0 | 17,6 | 42,9 |
| -Tap ved eksport | 0,9 | 0,0 | 50,0 |
| -Tilfeldig kraft | 5,0 | 3,4 | 4,2 |
| =Brutto fastkraft- forbruk | 97,5 | 3,1 | -0,3 |
| Kraftintensiv industri | 30,7 | 0,9 | 2,7 |
| Alminnelig forbruk | 66,8 | 4,3 | -1,6 |
| -Tap i linjenettet, eget forbruk i stasjonene | 9,2 | 2,9 | 0,0 |
| =Netto fastkraftforbruk | 88,3 | 3,1 | -0,3 |
| Kraftintensiv industri | 29,8 | 0,8 | 2,8 |
| Alminnelig forbruk ² | 58,5 | 4,5 | -1,5 |
| Alminnelig forbruk ² temperaturkorrigert | 59,4 | 4,0 | 2,7 |

¹⁾ Definisjonene i tabellen følger Elektrisitetsstatistikkens definisjoner. Tallene er foreløpige. ²⁾ Netto fastkraftforbruk utenom kraftintensiv industri.

Mesteparten av den importerte kraften kom fra Sverige, men det ble også importert noe kraft fra Danmark og Sovjet.

Tabell 2.3 viser elektrisitetsbalansen. Det er knyttet usikkerhet til anslagene over tap i linjenettene, og dermed også til anslagene for netto forbruk av fastkraft.

2.3. Utviklingen i innenlandsk energibruk 1986 - 1988

Utviklingen i innenlandsk energibruk er generelt avhengig av økonomisk vekst, sammensetning av veksten på

Tabell 2.4. Gjennomsnittlig volumvekst i BNP og privat konsum. Prosent. 1986 - 1988

| | |
|-----------------------------|------|
| Bruttonasjonalprodukt | 1,2 |
| Privat konsum | -1,9 |

Tabell 2.5. Energibruk utenom energisektorene og utenriks sjøfart, etter energivare. 1988. Endring 1976 - 1988.

| Energivare | 1988 PJ | Gjennomsnittlig årlig endring i prosent | |
|------------------------------------|------------|---|---------------|
| | | 1976- 1986 | 1986- 1988 |
| I alt | 752 | 1,9 | 0,3 |
| Elektrisitet | 336 | 3,0 | 1,8 |
| Fast kraft | 318 | 3,1 | -0,5 |
| Alminnelig fors. | 211 | 4,6 | -0,8 |
| Kraftint. ind. | 107 | 0,7 | 2,4 |
| Tilfeldig kraft | 18 | 1,1 | 34,2 |
| Olje i alt | 335 | 0,8 | -0,1 |
| Olje utenom transportolje | 75 | -5,1 | -11,1 |
| Olje til transport | 205 | 3,2 | 0,7 |
| Gass gjort flytende | 55 | 44,6 | 17,3 |
| Fjernvarme | 3 | . | . |
| Fast brensel | 78 | 3,1 | -5,9 |
| Kull, koks | 45 | 1,9 | -7,9 |
| Ved, avfall, avlut etc. | 33 | 6,6 | -1,5 |

næringer og endringer i energiprisene. På kort sikt kan temperaturendringer bety mye.

Bruttonasjonalprodukt (BNP) i Norge økte med i gjennomsnitt 1,2 prosent pr. år i perioden 1986 - 1988, se tabell 2.4. Denne økningen skyldes hovedsakelig økt produksjon av olje og gass. I Fastlands-Norge steg bruttoproduktet noe mindre. Innen industrien var det store variasjoner i veksten mellom de ulike næringene, med sterkest vekst i kraftintensiv industri. Det private konsumet avtok i samme periode med 1,9 prosent i året, hovedsakelig som følge av svak økonomisk vekst og en tilstramning av den økonomiske politikken.

Tabell 2.5 viser *det totale energiforbruket* utenom energisektorene og utenriks sjøfart. I perioden 1986 - 1988 var veksten i gjennomsnitt 0,3 prosent pr. år. Veksten i energiforbruket skyldes høy produksjon i kraftkrevende industri og en økning av oljeforbruk til transportformål på om

lag 0,7 prosent pr. år. Alle andre sektorer hadde samlet en nedgang på om lag 2 prosent pr. år i sitt totale elektrisitets- og oljeforbruk. Oljeforbruket og forbruket av faste brenslere har gått ned, mens forbruket av elektrisitet har steget.

I 1986 var det relativt kaldt og i 1988 relativt varmt. Det temperaturkorrigerede forbruket av olje og elektrisitet til alle andre sektorer enn kraftintensiv industri og transport gikk ned med om lag 0,5 prosent pr. år.

Elektrisitetsforbruket, eksklusive bruk i energisektorene, økte i perioden med 1,8 prosent pr. år. Det vesentligste av økningen skjedde gjennom tilgang på tilfeldig kraft, som ble brukt til erstatning for olje i kjeler, spesielt i treforedling. Fastkraftforbruket økte med 1,2 prosent pr. år i gjennomsnitt. Veksten i fastkraftforbruket i kraftintensiv industri var 2,4 prosent pr. år. I alminnelig forsyning steg forbruket med 0,5 prosent pr. år. Temperaturkorrigeret fastkraftforbruk i alminnelig forsyning økte med om lag 2,1 prosent pr. år i gjennomsnitt. Metoden som benyttes til å korrigere for temperaturforskjeller er antakelig for følsom for store endringer i temperaturene i forhold til et normalår. Tallene må derfor brukes med en viss forsiktighet.

Det totale innenlandske *oljeforbruket*, eksklusive energisektorene, var nesten uendret fra 1986 til 1988. Bruken av fyringsoljer gikk ned med 11 prosent pr. år i gjennomsnitt. Om lag 40 prosent av denne nedgangen ble kompensert med økt bruk av tilfeldig kraft. Noe av nedgangen skyldes dessuten høyere temperaturer i 1988 enn i 1986. Reduksjonen i oljeforbruket kan også sees i sammenheng med innføring av restriksjoner mot bruk av tungsvovelholdige oljer i de 13 sørligste fylker i 1986. Dette kan ha medført enten en overgang til lettsvovelholdig olje og/eller en overgang til bruk av noe mer elektrisitet.

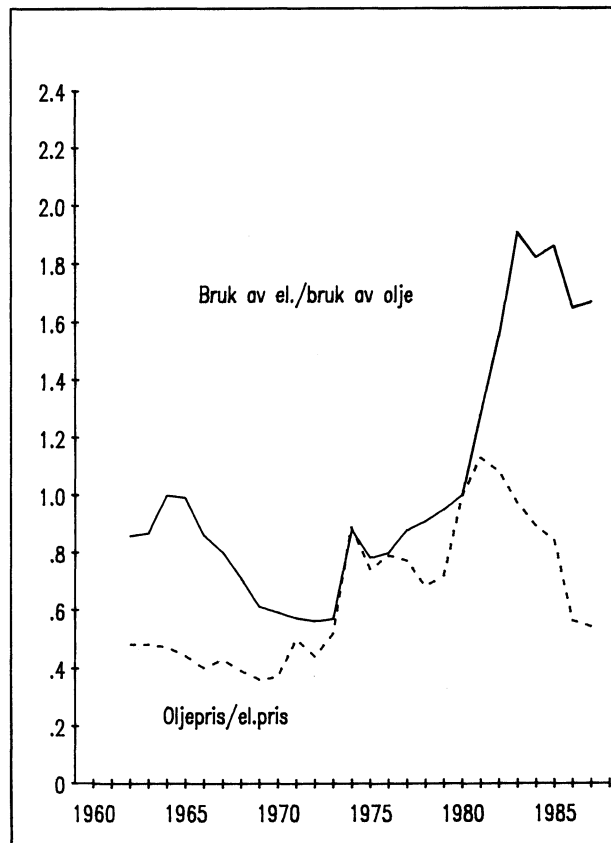
2.4. Priser på elektrisitet og oljeprodukter

Etterspørselen etter ulike energivarer til varmeformål er blant annet avhengig av prisforholdet mellom energivarene hvis de er substitutter, se figur 2.4. Figuren 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. Figuren illustrerer at det kan være betydelige etterslep i volumtilpasningen.

I perioden 1986 til 1988 var *prisen på elektrisitet* reelt sett omtrent uforandret, mens prisen på lette fyringsoljer gikk ned med om lag 10 prosent og på tunge fyringsoljer med om lag 5 prosent. Isolert sett burde dette trekke i retning av mer bruk av olje i forhold til elektrisitet. Når en ikke har fått en slik overgang, kan det tyde på at det ikke er noen stor ledig kapasitet for bruk av olje, og at investeringer i nye oljefyringsanlegg ikke blir vurdert som lønnsomme.

Gjennom offentlige budsjettvedtak endres statskraftprisen i mai hvert år. I mai 1987 ble den økt med 10,2 prosent og i mai 1988 med 12,5 prosent. Gjennomsnittlig statskraftpris i 1988 var 11,7 prosent høyere enn i 1987.

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



Tabell 2.6. Gjennomsnittspriser¹ på elektrisitet² og noen utvalgte oljeprodukter. Tilført energi. 1988. Endring 1987 - 1988

| Energivare | 1988 | Prosentvis endring 1987-1988 |
|---------------------------------|--------|------------------------------|
| Fyringsprodukter : | | |
| Pris i øre/kWh | | |
| Elektrisitet ³ | 41,5 | 8,1 |
| | (37,2) | (8,5) |
| Fyringsparafin | 25,7 | 2,8 |
| Fyringsolje 1 | 19,7 | 0,5 |
| Fyringsolje 2 | 18,8 | 2,7 |
| Tungolje | 11,7 | -5,6 |
| Transportprodukter : | | |
| Pris i øre/liter | | |
| Bensin, høy oktan | 536,1 | 5,1 |
| Bensin, blyfri | 503,1 | 2,9 |
| Autodiesel | 213,6 | 1,7 |

¹ Alle avgifter inkludert. ² Husholdninger og jordbruk.

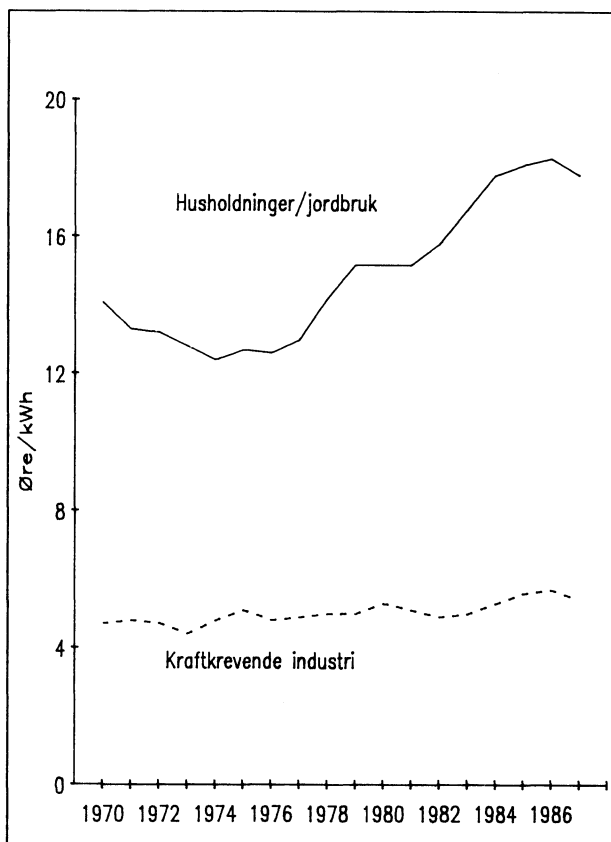
³ Tallene i parentes utgjør den variable del av prisen (energiledet i en H4-tariff).

Tabell 2.6 viser prisen på elektrisitet til husholdninger og jordbruk, samt prisene på noen utvalgte oljeprodukter.

Foreløpige tall viser at prisen på elektrisitet til husholdninger og jordbruk medregnet alle avgifter økte med 8,1 prosent fra 1987 til 1988. Elektrisitetsprisene i tabell 2.6 er gjennomsnittspriser for hele landet. Det er imidlertid stor variasjon i prisene mellom de ulike fylkene og mellom de ulike elektrisitetsverkene innen hvert fylke. Pr. 1. januar 1988 varierte prisene på elektrisitet til husholdninger og jordbruk fra 21,8 øre/kWh ved et elektrisitetsverk i Sogn og Fjordane til 55,3 øre/kWh ved et elektrisitetsverk i Buskerud. Sammenligner en gjennomsnittsprisen på elektrisk kraft i de ulike fylker, hadde Hedmark den høyeste prisen levert til husholdninger og jordbruk, på 45,5 øre/kWh medregnet alle avgifter. Lavest pris hadde Finnmark med 37,1 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 2.5 viser den gjennomsnittlige prisutviklingen for elektrisitet levert husholdninger og jordbruk og kraftintensiv industri fra 1970 til 1987 i faste 1980-priser. En del av prisforskjellen skyldes ulike overførings- og distribusjonskostnader.

Figur 2.5. Realpris på elektrisitet¹ levert til husholdninger/jordbruk og kraftkrevende industri. 1970-1987*. Faste 1980-priser. Øre/kWh



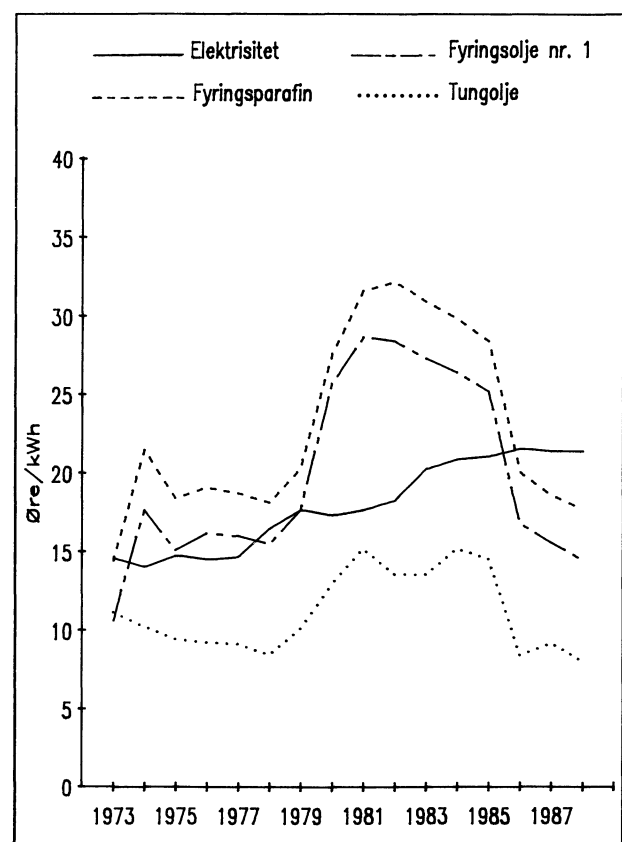
¹ Ekskl. moms, inkl. fastleddet. Deflatert med konsumprisindeksen.

Prisen på oljeprodukter er gjennomsnittlige listepriser 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 fyringsolje 1 og 2 har steget med henholdsvis 0,5 og 2,7 prosent fra 1987 til 1988. For fyringsparafin var økningen 2,8 prosent, mens prisen på tungolje har gått ned med 5,7 prosent. Det er særlig den økende andelen av salg av lavsvovelholdig olje som fører til denne prisnedgangen. Det er nå billigere å kjøpe lavsvovelholdig enn normalsvovelholdig tungolje.

Siden nedgangen i oljeprisen i 1986 har det vært billigere å bruke olje enn elektrisitet til oppvarming. Figur 2.6 viser at realprisen på olje fortsatte å synke fra 1986 til 1988, mens realprisen på elektrisitet har vært tilnærmet konstant. Målt i faste priser er oljeprisen nå omtrent halvparten av hva den var i begynnelsen av 1980-årene.

Prisen på bensinprodukter har de siste årene steget noe mer enn fyringsoljeproduktene. Prisen på høyoktan bensin steg med 5,1 prosent fra 1987 til 1988. For blyfri bensin var økningen 2,9 prosent, mens prisen på autodiesel gikk opp med 1,7 prosent. Målt i faste priser gikk prisene på bensinproduktene ned fra 1987 til 1988. En må tilbake til 1978 for å finne lavere gjennomsnittspriser på bensin og autodiesel.

Figur 2.6. Energi priser 1973-1988. Faste 1980-priser. Øre/kWh. Nyttiggjort energi. Alle avgifter inkludert



2.5. Energipolitikk 1988

Stortinget behandlet i 1988 Energimeldingen (St.meld. nr. 38, 1986-87) og tillegget (St.meld. nr. 19, 1987-88). Merknadene til meldingene er preget av at prisnivået på ny kraft til kraftkrevende industri nå synes å være for høyt til at de ønsker å inngå nye fastkraftkontrakter. Forventet, framtidig kraftetterspørsel i kraftkrevende industri er derfor lavere enn det en la opp til i Energimeldingen. Spørsmålet om utbygging av gasskraftverk står fortsatt sentralt blant energipolitiske tema. Dette er behandlet i avsnitt 2.7.

Revurdering av 1983-kontraktene til kraftkrevende industri

Revurderingen av 1983-kontraktene for kraftkrevende industri, som ble foretatt ved årsskiftet 1987/1988, dannet bakgrunn for Industri- og energikomiteens innstilling til Energimeldingen. Et hovedpoeng i disse kontraktene er at prisen på kraft ikke skal avvike vesentlig fra kostnadene ved å levere ny kraft til kraftkrevende industri når en legger 5 prosent kalkulasjonsrente til grunn. Dette ga i 1987 13,3 øre/kWh for kraftkrevende industri og 17,5 øre/kWh for treforedling (eksklusive el.-avgift).

I forhold til prisene kraftkrevende industri betaler for elektrisitet idag innebærer 1983-kontraktene en betydelig prisøkning. Dette har ført til at industrien ikke inngår nye fastkraftkontrakter. Til nå er 1 641 GWh kraft tilbudt på 1983-kontrakter, men ved inngangen til 1988 var det bare inngått kontrakter for salg av 16 GWh. På denne bakgrunn ønsket industrien at prisnivået på 1983-kontraktene ble justert ned til nivået på 1976-kontraktene. Dette ble ikke anbefalt av Stortinget. Likevel er flere av de kontraktene som ble konvertert i 1983 nå realisert som 1976-kontrakter. Resten av den konverterte kraften og ny kraft selges som tilfeldig kraft.

Det høye prisnivået i 1983-kontraktene har ført til at industrien nå kjøper mer tilfeldig kraft enn tidligere, da denne vanligvis er billigere enn kraft på nye fastkraft-vilkår. Tilfeldig kraft har den ulempe at tilbudet er usikkert. En risikerer dermed at prisen for tilfeldig kraft i perioder kan bli svært høy. Kraftprisen i 1983-kontraktene på 17 øre/kWh (inkl. el.-avgift) er noe høyere enn gjennomsnittsprisen for tilfeldig kraft som de siste 10 år har vært om lag 15 øre, målt i 1987-priser. Siden industrien har avslått tilbud om kraft på 1983-kontrakter, er det grunn til å tro at industrien satser på å kjøpe tilfeldig kraft bare når prisen er lav, dersom det er mulig. Årsaken til dette er at en permanent økning i etterspørselen etter tilfeldig kraft vil presse prisen opp. Det vil da være lite å tjene på å kjøpe tilfeldig kraft i forhold til å inngå nye fastkraftkontrakter. Det totale kraftforbruket i kraftkrevende industri vil derfor antakelig øke lite i årene framover.

Behandlingen av Energimeldingene

I Energimeldingen var det forutsatt at kraftforbruket innen kraftkrevende industri ville være om lag 36 TWh i år 2000. Den lave interessen for nye kontrakter har ført til at dette

nå blir betraktet som et høyt anslag. I proposisjonen til Energimeldingen (St.prp. 33, 1987/88) anses det som usannsynlig at kraftforbruket innen kraftkrevende industri vil bli så høyt.

Utsiktene for innenlandsk økonomisk vekst de nærmeste årene er dårligere enn da Energimeldingen ble lagt fram i 1987. En regner derfor med en noe lavere vekst i energiforbruket innen alminnelig forsyning fram mot midten av 1990-tallet enn det Energimeldingen legger opp til. Måltallet for brutto krafttilgang til alminnelig forsyning i år 2000 på 85 TWh er imidlertid opprettholdt.

Et noe lavere anslag for total framtidig kraftetterspørsel har ført til at myndighetene har bedre tid til å vurdere spørsmål i forbindelse med innfasing av gasskraft. I første omgang ble kapasiteten i det planlagte gasskraftverket på Kårstø justert ned fra maksimalt 7,5 TWh til maksimalt 5 TWh. I den videre behandling av spørsmål omkring innfasing av gasskraft vil vurdering av alternativ anvendelse av gass stå sentralt, f.eks. direkte bruk i industrien og eksport av gass til andre nordiske land.

Elektrisitetsavgiften

Ved behandlingen av Energimeldingen ba Stortinget regjeringen om å vurdere å innarbeide elektrisitetsavgiften i moms-systemet. Elektrisitetsavgiften ble opprinnelig innført for å finansiere utbygging av elektrisitetsnettet til utkantstrøk. I dag fungerer den først og fremst som en inntektskilde for staten. Ved å behandle elektrisitetsavgiften på lik linje med moms, vil store deler av næringslivet få refundert avgiften gjennom momssystemet. Bakgrunnen for forslaget er delvis å bedre driftsresultat og konkurransevne i eksporttettet industri, og delvis å forberede en avvikling av avgiften.

Det er særlig innen kraftkrevende industri at en vil merke virkninger av en slik omlegging. Industrien er storforbrukere av kraft, og prisene på produktene bestemmes på verdensmarkedet. Refusjon av elektrisitetsavgiften medfører derfor at kostnadene reduseres uten at inntektene endres. For annen virksomhet blir virkningene mindre, først og fremst fordi kraftforbruket er lavere. For at ikke staten skal tape inntekter vil en vurdere å øke avgiften for de som idag betaler moms, husholdningene.

Stortinget har i 1988 vedtatt en reduksjon i el.-avgiften i Finnmark og i deler av Nord-Troms fra 3,6 til 2 øre/kWh. Begrunnelsen for vedtaket var ønsket om å begrense fraflyttingen fra Nord-Norge. Totalt sett regner en med at vedtaket representerer en avgiftslettelse på om lag 25 mill. kroner. Elektrisitetsprisen er imidlertid et lite egnet virkemiddel til å opprettholde bosettingen i distriktene i forhold til f.eks. generell støtte eller skattelette. Dette skyldes at forbrukerne nå tvinges til å bruke strøm for å dra nytte av tiltaket.

Et hovedproblem i forvaltningen av vannkraftressursene er at overskuddet fra kraftverk med lave utbyggingskostnader (ressursrenten) ofte tilfaller kjøperne av kraft fra dis-

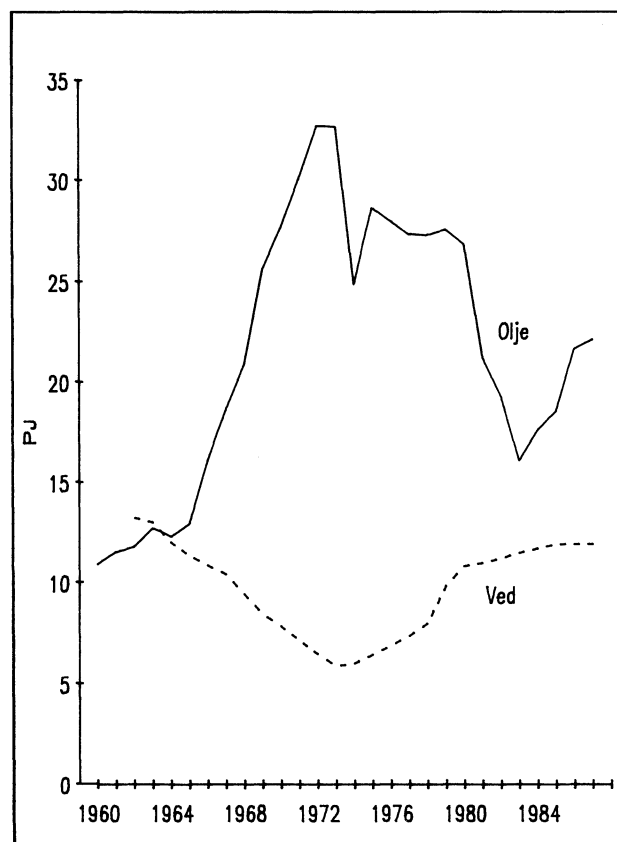
se verkene. En kunne unngått investeringer i for dyre kraftverk og dermed sløsing med vannkraftressurser dersom kraftprisen var lik for alle, dvs. at alle verdsatte sitt marginale kraftforbruk like høyt. For å få dette til burde kraft fra lavkostnads-verk skattelegges, enten direkte eller ved differensierte avgifter. De endringene av elektrisitetsavgiften som ble behandlet i 1988, kommer først og fremst dem til gode som allerede betaler forholdsvis lite for kraften. Ut fra ressursfordelingssyn vil endringene derfor ytterligere bidra til skjevheter i kraftmarkedet.

2.6. Analyseprosjekt: Energibruk i husholdningene

Husholdningenes bruk av energi til oppvarmingsformål består hovedsakelig av bruk av elektrisitet, olje og fast brensel. I tillegg benyttes elektrisitet til belysning og andre elektrisitetsspesifikke formål, for eksempel i tilknytning til varige konsumgoder. Det er svært vanskelig å skille ut hvor mye av elektrisitetsforbruket som nyttes til oppvarming og hvor mye som går til andre formål. Dessuten avgir også disse andre tjenestene varme.

Det er nær sammenheng mellom prisene på de ulike energibærerne og sammensetningen av energiforbruket. Figur 2.4 viser at bruken av elektrisitet og olje har endret seg i favør av den energibæreren som relativt sett har blitt billi-

Figur 2.7. Utviklingen i bruk av olje og ved i husholdningene. PJ



gere. Figuren indikerer også at det tar tid før brukerne reagerer på endringer i prisforholdet. Etter 1982 har forbruket av elektrisitet økt kraftig i forhold til olje, selv om olje er blitt relativt sett billigere. Dette kan delvis skyldes treghet i tilpasningen til prisutviklingen, for eksempel fordi en trenger nytt oppvarmingsutstyr hvis en vil gå over fra å bruke elektrisitet til å bruke olje. Den viktigste årsaken er imidlertid at en stor del av elektrisitetsforbruket går til andre formål enn oppvarming. Kjøp av varige konsumgoder økte sterkt i perioden 1982 - 1986.

Deler av oppvarmingsbehovet dekkes med vedfyring. Forbruket av ved har derfor betydning for forholdet mellom bruk av elektrisitet og olje. Figur 2.7 viser at vedforbruket ble mer enn halvert fra begynnelsen av 1960-tallet og fram til den første oljekrisen i 1973. I 1962 var forbruket av ved regnet i nyttiggjort energi om lag 13 PJ, mens det tilsvarende oljeforbruket var 12 PJ. I samme periode var det en sterk økning i både oljeforbruket og totalt energiforbruk, og i 1973 var oljeforbruket 32,6 PJ og vedforbruket bare om lag 6 PJ. Økningen i oljeprisene fra 1974 og fram til 1980/81 førte til en kraftig reduksjon i oljeforbruket. Samtidig økte vedforbruket til nærmere 11,5 PJ. Økningen har fortsatt på 80-tallet, og forbruket av ved er nå bare 10 prosent lavere enn det var i 1962. Dagens vedforbruk er på om lag 3,5 TWh nyttiggjort energi.

Forbruk av ved og etterspørsel etter elektrisitet og olje

Ved en økning i oljeprisen er det grunn til å tro at deler av oljeforbruket erstattes med ved. Beregninger av substitusjon mellom elektrisitet og olje vil bli overvurdert dersom en ikke tar hensyn til at mange husholdninger bruker ved til oppvarming. Dette har betydning for eventuelle framskrivninger av energibruken. Når en ikke tar hensyn til vedforbruket i beregningene, finner en at elektrisitetsforbruket øker med om lag 0,3 prosent ved en økning i oljeprisen på 1 prosent. Hvis vedforbruket tas med, vil den beregnede økningen i elektrisitetsforbruket bare bli om lag 0,16 prosent ved en tilsvarende økning i oljeprisen.

Husholdningene benytter ved som tilleggsoppvarming i tilknytning til et oppvarmingssystem som er basert på enten elektrisitet, olje eller en kombinasjon av disse to. Mange husholdninger har installert peis eller vedovner, og benytter gjerne ved når det er spesielt kaldt. Det er derfor grunn til å tro at forbruket av ved er svært temperaturavhengig.

Mange husholdninger har tilgang på ved til en svært lav pris. I perioder med høye oljepriser vil disse husholdningene som ellers bruker olje, redusere oljeforbruket og gå over til å bruke mere ved. Beregningsresultatene viser ingen tilsvarende sammenheng mellom bruk av ved og etterspørsel etter elektrisitet. En av årsakene til dette kan være de store måleproblemene forbundet med å skille ut forbruk av elektrisitet benyttet til ulike formål. I det eksisterende datamaterialet er det ikke mulig å gjennomføre en oppdeling av elektrisitetsforbruket etter formål.

Det er begrenset hvor stor del av det totale oppvarmingsbehovet som vil kunne dekkes med ved. Tilgangen på ved til en lav pris, lagringsmuligheter og eksisterende oppvarmingssystemer begrenser potensialet for vedfyring i Norge. Nye systemer for forbrenning av ved, biomasse og annet fast brensel utvikles stadig. Dersom investeringer i slike systemer viser seg å være lønnsomme, vil dette kunne bidra til økt bruk av slike typer brensel til oppvarming.

2.7. Analyseprosjekt: Gasskraft eller vannkraft? Om betydningen av usikre gasspriser

Etter at prisen på gass er blitt forholdsvis lav, vurderes gasskraft nå som det mest aktuelle alternativet til videre vannkraftutbygging. Dette reiser flere spørsmål: Hvor mye av framtidig kraftproduksjon skal dekkes med gasskraft, hva skal kraftverkene betale for gassen og hva blir prisen på elektrisitet? Flere av disse problemstillingene er belyst i Bye og Aaheim (1988). Av betydning for om man skal velge å bygge ut et gasskraftverk eller et vannkraftprosjekt er at prisen på gass er usikker. I dette avsnittet drøftes kort i hvilken retning dette trekker for valget mellom alternative prosjekter.

Valget mellom gasskraft og vannkraft kan betraktes som et valg mellom ulike investeringsprosjekter. To faktorer er da avgjørende: Avkastningen, eller lønnsomheten av investeringen, og hvor sikker denne avkastningen er. En sammenlikning av lønnsomheten av gasskraft og vannkraftprosjekter innebærer en jamføring av de totale kostnadene, siden inntektene pr. produsert enhet (prisen) er den samme.

Tilsvarende vil en sammenlikning av sikkerheten ved alternative investeringer avhenge av hvor sikkert en kan anslå kostnadene. Kostnadene ved produksjon av vannkraft består nesten bare av investeringer og anses som relativt sikre. Avkastningen på investering i gasskraft er mer usikker, fordi kostnadene i stor grad utgjøres av kjøp av gass. Hvis denne gassen alternativt kan eksporteres, vil prisen på gass i eksportmarkedet bestemme hvilken pris gasskraftverket må betale. Svingningene i gassprisen på eksportmarkedet gir da uttrykk for usikkerheten i kostnadene ved produksjon av gasskraft.

Dersom usikkerhet i avkastningen på investeringer betraktes som en ulempe (risikoaversjon hos investor), vil et vannkraftprosjekt isolert sett bli foretrukket framfor et gasskraftprosjekt dersom forventet avkastning er like stor for de to prosjektene. Fra et samfunnsøkonomisk synspunkt er det imidlertid usikkerheten i den samlede nasjonalinntekten som har interesse. Da blir spørsmålet hvor mye usikkerheten i inntektene fra gasskraftverket bidrar til usikkerheten i nasjonalinntekten. Det vil først og fremst avhenge av om det er samvariasjon (korrelasjon) mellom inntektene fra gasskraftverket og nasjonalinntekten.

Det kan være grunn til å tro at samvariasjonen mellom disse størrelsene er negativ, dvs. at når nasjonalinntekten

går opp, så går inntektene i gasskraftverket ned, og omvendt. Årsaken til dette er at Norges nasjonalinntekt er sterkt avhengig av inntektene fra eksport av olje og gass, og må forventes å svinge parallelt med prisene på petroleum. Når petroleumprisene er høye, er nasjonalinntekten høy, mens inntektene i gasskraftverk vil være lave, fordi høy pris på gass gir høye kostnader. På denne måten kan usikkerheten i nasjonalinntekten til en viss grad motvirkes ved å bruke noe gass innenlands. Variasjoner i inntektene fra gasskraftverket vil da virke som en motpost til variasjonene i inntektene fra eksport av petroleum.

Med utgangspunkt i et krav til avkastning på sikre investeringer kan en beregne et risikojustert avkastningskrav på usikre investeringer. Justering for usikkerhet gir uttrykk for hvor stort bidraget fra investeringer innen en sektor er på usikkerheten (svingningene) i nasjonalinntekten. På denne bakgrunn er det i tabell 2.7 beregnet risikojustert avkastningskrav for energisektorer og for resten av økonomien. Kravet til avkastning på investeringer innen hver sektor er sammenliknet med en sikker avkastning på kr 69,60 pr. 1000 kroner kapital, som var gjennomsnittlig avkastning i økonomien i 1986. Tabellen uttrykker avkastningskravet på investert kapital i en ideell situasjon og sier ingenting om det kravet bedriftene faktisk setter til sine investeringer.

Tallene er i stor grad avhengige av hvilke forutsetninger en gjør om befolkningens aversjon mot risiko. For eksempel vil en ikke justere for usikkerhet dersom det ikke er risikoaversjon, dvs. at usikre inntekter er like bra som sikre så lenge forventet inntekt er den samme. Beregningene i tabell 2.7 bygger på anslag fra forsøksvise undersøkelser i andre land.

Usikkerheten i kapitalavkastningen er målt som variansen i inntekt av kapital i ulike sektorer i perioden 1976 til 1987.

Tabell 2.7. Sikkerhetsekivalent krav til avkastning av 1000 kroner kapital i ulike sektorer med 10 eller 50 prosent gasskraftandel. Kr

| Sektor | Sikker inntekt | Justert for risiko | Sikkerhets-ekvivalent |
|-------------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|
| 10 prosent gasskraft : | | | |
| Olje og gass | 69,60 | 103,40 | 173,00 |
| Vannkraft | 69,60 | 5,90 | 75,50 |
| Andre sektorer | 69,60 | 17,40 | 87,00 |
| Gasskraft | 69,60 | - | 69,60 |
| 50 prosent gasskraft : | | | |
| Olje og gass | 69,60 | 101,60 | 171,20 |
| Vannkraft | 69,60 | 5,90 | 75,50 |
| Andre sektorer | 69,60 | 17,20 | 86,80 |
| Gasskraft | 69,60 | -2,20 | 67,40 |

For gasskraft er det antatt at en kan produsere 5 kWh elektrisitet av 1 Sm³ gass. Det er beregnet to alternativer for mengden gasskraft i systemet: 10 og 50 prosent av total kraftproduksjon.

Innen olje- og gassutvinning skal justeringen for usikkerhet være betydelig, årlig kr 103,40 pr. 1000 kroner investert kapital. Investeringer i gasskraft gir isolert sett usikker avkastning, men siden inntektene i stor grad svinger i motsatt retning av inntektene for nasjonen som helhet, skal avkastningskravet for gasskraftprosjekter være omtrent som ved sikre investeringer. For de andre sektorene som er med i tabellen, er det positiv samvariasjon med nasjonalinntekten. Derfor skal avkastningskravet heves i forhold til en sikker investering. Dette gjelder også for vannkraftinvesteringer, selv om justering for usikkerhet her på kr 5,90 pr. 1000 kroner kapital er mindre enn justeringen på kr 17,40 i andre innenlandske sektorer, sett under ett. Dersom gasskraft utgjør en stor del av total kraftproduksjon, kommer poenget med stabilisering av nasjonalinntekten ved innføring av gasskraft enda tydeligere fram: Avkastningskravet på investeringer i gasskraftverk skal da være kr 2,20 lavere enn ved investeringer der avkastningen er sikker.

Tabell 2.8 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 2.8 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. Fleire faktorer er med på å bestemme forholdet mellom dem. Omregningsfaktorene angitt i tabell 2.9 må derfor betraktes som omtrentlige. Dette gjelder måleenheter for olje (toe og fat), og i enda større grad måleenheter for gass (m³ og Scuft) samt omregningsfaktorene mellom disse enhetene. Ved utarbeidingen av tabell 2.9 er tetthetene og virkningsgradene fra tabell 2.8 benyttet.

Noen vanlig benyttede prefikser er vist i tabell 2.10.

2.8. Enheter og omregningsfaktorer

Tabell 2.8. Gjennomsnittlig energiinnhold, virkningsgrader og tetthet, etter energivarer

| 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) | 12,6-15,5 | TJ/ktonn | .. | .. | .. | .. |
| Treavfall (tørt) | 15,0-18,5 | TJ/ktonn | .. | .. | .. | .. |
| Råolje | 42,3 | TJ/ktonn | .. | .. | .. | 0,85 tonn/m ³ |
| Naturgass | 40,6 | TJ/Msm ³ | .. | .. | .. | 0,77-1,07 kg/Sm ³ |
| Flytende propan og butan (LPG)..... | 46,0 | TJ/ktonn | 0,95 | - | 0,95 | 0,53 tonn/m ³ |
| Bensin | 44,0 | TJ/ktonn | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,74 tonn/m ³ |
| Parafin | 42,7 | TJ/ktonn | 0,80 | 0,30 | 0,75 | 0,79 tonn/m ³ |
| Diesel-, gass-, fyringsolje nr. 1 og 2 | 42,3 | TJ/ktonn | 0,80 | 0,30 | 0,70 | 0,83 tonn/m ³ |
| Tungolje | 41,9 | TJ/ktonn | 0,90 | 0,30 | 0,75 | 0,95 tonn/m ³ |
| Elektrisitet | 3,6 | TJ/GWh | 1,00 | 0,95 | 1,00 | .. |

Tabell 2.9. Energienheter¹

| Enhet | PJ | TWh | quad (olje) | Mtoe (olje) | Mfat (gass) | GSm ³ (bcm) (gass) | GScuft |
|--------------------------------|------|-------|-----------------------|----------------|----------------|-------------------------------------|-------------|
| 1 PJ | 1 | 0,278 | $9,50 \times 10^{-4}$ | 0,024 | 0,175 | 0,025 | 0,83 |
| 1 TWh | 3,60 | 1 | $3,42 \times 10^{-3}$ | 0,085 | 0,629 | 0,088 | 3,00 |
| 1 quad | 1053 | 292,5 | 1 | 24,9 | 184,0 | 25,6 | 1021,0 |
| 1 Mtoe | 42,3 | 11,8 | 0,04 | 1 | 7,4 | 1,12 | 35,3 (olje) |
| 1 Mfat | 5,72 | 1,59 | $5,4 \times 10^{-3}$ | 0,135 | 1 | 0,135 | 4,8 |
| (olje) | | | | | | | |
| 1 GSm ³ (bcm) | 40,6 | 11,3 | $3,9 \times 10^{-2}$ | 0,89 | 6,5 | 1 | 30,8 |
| (gass) | | | | | | | |
| 1 GScuft | 1,20 | 0,33 | $1,0 \times 10^{-3}$ | 0,028 | 0,21 | 0,028 | 1 |
| (gass) | | | | | | | |

¹ 1 quad = 10^{15} Btu (British thermal units). 1 Mtoe = 1 mill. tonn (rå)oljeekvivalenter. 1 Mfat = 1 mill. fat råolje (1 fat = $0,159 \text{ m}^3$). 1 GSm³ = 1 mrd. standard kubikkmeter naturgass. 1 GScuft = 1 mrd. standard kubikkfot naturgass. (1 Scuft = $0,0283 \text{ Sm}^3$).

Tabell 2.10. 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} |



Foto : Frode Brunvoll

2.9. Tabellvedlegg

Tabell 2.11. Energibruk¹ utenom energisektorene, etter næring, 1976 - 1988². PJ

| Næring | 1976 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987* | 1988* |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| I alt | 938 | 982 | 955 | 903 | 884 | 919 | 910 | 869 | 841 | .. |
| Utenriks sjøfart | 321 | 294 | 278 | 239 | 207 | 197 | 167 | 122 | 73 | .. |
| Innenlandsk bruk | 617 | 688 | 677 | 664 | 677 | 722 | 743 | 747 | 768 | 752 |
| Landbruk og fiske | 30 | 28 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 31 | 32 | .. |
| Kraftintensiv industri | 162 | 198 | 191 | 181 | 195 | 220 | 213 | 195 | 206 | .. |
| Annen industri og bergverk | 124 | 120 | 116 | 111 | 111 | 109 | 117 | 115 | 113 | .. |
| Andre næringer | 148 | 165 | 169 | 167 | 163 | 180 | 187 | 199 | 205 | .. |
| Private husholdninger | 153 | 177 | 176 | 179 | 181 | 185 | 197 | 207 | 213 | .. |

¹ Omfatter også energivarer brukt som råstoff. ² Fra 1987 er fjernvarme med i tallene.



Foto : Frode Brunvoll

Tabell 2.12. Utvinning, omforming og bruk¹ av energivarer. 1987*. PJ

| | I alt | Kull | Koks | Bio- masse | Rå- olje | Natur- gass | Petro- leums- pro- dukt ² | Elek- trisi- tet | Fjern- varme |
|--|-------|------|------|---------------|-------------|----------------|---|------------------------|-----------------|
| Uttak av energivarer | 3640 | 13 | - | - | 2035 | 1173 | 46 ² | 374 | - |
| Energibruk i uttakssektorene | -57 | - | - | - | - | -49 | -2 | -6 | - |
| Import og norske kjøp i utlandet | 397 | 21 | 25 | 0 | 115 | - | 226 | 11 | - |
| Eksport og uten- landske kjøp i Norge | -3130 | -6 | -8 | 0 | -1786 | -1111 | -207 | -12 | - |
| Lager (+Ned,-Opp) ... | 9 | 3 | 2 | . | -6 | . | 11 | . | - |
| Primærtilgang | 859 | 31 | 19 | 0 | 358 | 12 | 73 | 366 | - |
| Oljeraffinerier | -21 | - | 6 | - | -383 | - | 356 | -1 | - |
| Andre energisekto- rer, annen tilgang | 39 | -11 | 8 | 35 | - | - | 1 | 1 | 4 |
| Registrerte tap, statistiske feil | -36 | -3 | 0 | - | 25 | -12 | -11 | -33 | -1 |
| Registrert bruk utenom energisek- torene | 841 | 17 | 33 | 35 | - | - | 420 | 333 | 3 |
| Utenriks sjøfart | 73 | - | - | - | - | - | 73 | - | - |
| Innenlandsk bruk | 768 | 17 | 33 | 35 | - | - | 347 | 333 | 3 |
| Landbruk og fiske | 32 | 0 | - | - | - | - | 28 | 3 | 0 |
| Kraftintensiv industri | 206 | 10 | 27 | 0 | - | - | 63 | 105 | - |
| Annen industri og bergverk | 113 | 7 | 6 | 16 | - | - | 32 | 50 | 1 |
| Andre næringer | 205 | - | - | - | - | - | 141 | 63 | 1 |
| Private hushold- ninger | 213 | 0 | 0 | 19 | - | - | 82 | 111 | 1 |

¹ Inkl. energivarer brukt som råstoff. ² Inkl. gass gjort flytende. Petrolkoks er ført under koks.

Tabell 2.13. Elektrisitetsbalanse¹. 1975 - 1988. TWh

| | 1975 | 1980 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987* | 1988* |
|--|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| Produksjon | 77,5 | 84,1 | 93,2 | 106,4 | 106,7 | 103,3 | 97,3 | 104,3 | 110,0 |
| +Import | 0,1 | 1,8 | 0,6 | 0,4 | 0,9 | 4,1 | 4,2 | 2,9 | 1,7 |
| -Eksport | 5,7 | 2,3 | 6,7 | 13,8 | 9,1 | 4,6 | 2,2 | 3,3 | 7,3 |
| =Brutto innenl. forbruk | 71,9 | 83,6 | 87,1 | 93,0 | 98,4 | 102,7 | 99,3 | 103,9 | 104,4 |
| -Pumpekraft | 0,1 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 1,0 |
| -Tap ved eksport | 0,6 | 0,2 | 0,6 | 1,3 | 1,0 | 0,7 | 0,3 | 0,6 | 0,9 |
| -Tilfeldig kraft | 3,2 | 1,2 | 2,4 | 4,1 | 4,8 | 4,8 | 2,7 | 4,8 | 5,0 |
| =Brutto fastkraft- forbruk | 67,9 | 81,7 | 83,5 | 87,1 | 92,0 | 96,5 | 95,4 | 97,8 | 97,5 |
| Kraftintensiv industri | 27,0 | 28,7 | 26,6 | 29,5 | 32,1 | 30,9 | 29,3 | 29,9 | 30,7 |
| Alminnelig forbruk | 40,9 | 53,0 | 56,9 | 57,6 | 59,9 | 65,6 | 66,1 | 67,9 | 66,8 |
| -Tap i linjenettet, eget forbruk i stasjonene, statistisk diff. ² | 6,5 | 7,8 | 7,8 | 8,0 | 7,7 | 9,4 | 7,6 | 9,2 | 9,2 |
| Beregnet tap | - | - | - | 8,0 | 8,3 | 9,0 | 9,0 | 9,2 | 9,2 |
| Anslått stat. feil | - | - | - | - | -0,6 | 0,4 | -1,4 | - | - |
| =Netto fastkraft- forbruk ² | 61,4 | 73,9 | 75,7 | 79,1 | 83,7 | 87,5 | 86,4 | 88,6 | 88,3 |
| Kraftintensiv industri | 26,2 | 27,9 | 25,8 | 28,7 | 31,2 | 30,0 | 28,4 | 29,0 | 29,8 |
| Alminnelig forbruk ³ | 35,2 | 46,0 | 49,9 | 50,4 | 52,5 | 57,5 | 58,0 | 59,6 | 58,5 |
| Alminnelig forbruk ³ temperaturkorrigert | 36,3 | 45,1 | 49,5 | 51,7 | 53,0 | 55,0 | 57,0 | 57,9 | 59,4 |
| Gjennomsnittlig årlig endring. Prosent | 4,4 | 4,8 | 4,4 | 2,6 | 3,7 | 3,6 | 1,5 | 2,7 | |

¹ Definisjonene i tabellen følger Elektrisitetsstatistikkens definisjoner. ² Summen av tap og statistisk differanse registreres i elektrisitetsstatistikken. Den delen som tapet utgjør er fra 1983 beregnet som differansen mellom brutto og netto kraftforbruk i kraftintensiv industri pluss et beregnet tap i alminnelig forsyning på 14 prosent. Nettoforbruket framkommer som differansen mellom bruttoforbruk og beregnet tap. ³ Netto fastkraftforbruk utenom kraftintensiv industri.

Tabell 2.14. Energibruk utenom energisektorene og utenriks sjøfart, etter energivare. 1976 - 1988. PJ

| Energivare | 1976 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987* | 1988* |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| I alt | 617 | 688 | 677 | 664 | 677 | 722 | 743 | 747 | 768 | 752 |
| Elektrisitet | 241 | 269 | 280 | 280 | 298 | 319 | 329 | 324 | 333 | 336 |
| Fast kraft | 232 | 265 | 271 | 271 | 283 | 302 | 312 | 315 | 319 | 318 |
| Tilfeldig kraft | 9 | 4 | 9 | 9 | 15 | 17 | 17 | 10 | 14 | 18 |
| Olje i alt | 311 | 344 | 321 | 309 | 293 | 312 | 323 | 336 | 347 | 335 |
| Olje utenom transportolje | 161 | 141 | 120 | 100 | 84 | 80 | 84 | 95 | 83 | 75 |
| Bensin | 13 | 6 | 6 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 0 | .. |
| Parafin | 17 | 18 | 12 | 9 | 8 | 7 | 9 | 10 | 11 | .. |
| Mellomdestillater | 65 | 61 | 55 | 48 | 41 | 40 | 43 | 43 | 46 | .. |
| Tungolje | 66 | 56 | 47 | 39 | 31 | 28 | 28 | 37 | 27 | .. |
| Olje til transport | 147 | 162 | 162 | 166 | 171 | 181 | 187 | 202 | 207 | 205 |
| Bil-, jetbensin, jetparafin | 69 | 77 | 78 | 80 | 81 | 84 | 89 | 96 | 102 | .. |
| Mellomdestillater..... | 75 | 80 | 79 | 80 | 84 | 89 | 91 | 98 | 98 | .. |
| Tungolje | 3 | 5 | 5 | 6 | 6 | 8 | 7 | 8 | 7 | .. |
| Gass gjort flytende | 1 | 40 | 39 | 41 | 40 | 50 | 52 | 40 | 56 | 55 |
| Fjernvarme | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 | 3 |
| Fast brensel | 65 | 74 | 76 | 75 | 86 | 91 | 91 | 88 | 86 | 78 |
| Kull, koks | 47 | 49 | 48 | 47 | 56 | 60 | 57 | 53 | 51 | 45 |
| Ved, avfall, avlut etc. | 18 | 25 | 28 | 28 | 30 | 31 | 34 | 34 | 35 | 33 |

Tabell 2.15. Gjennomsnittspriser¹ på elektrisitet² og noen utvalgte oljeprodukter. Tilført energi. 1978-1988

| Energivare | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987* | 1988* |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Fyringsprodukter: | | | | | | | | | | |
| Pris i øre/kWh | | | | | | | | | | |
| Elektrisitet ³ | 16,0 | 17,5 | 20,1 | 23,2 | 26,9 | 30,5 | 32,5 | 35,6 | 38,4 | 41,5 |
| | (13,8) | (15,7) | (17,5) | (20,2) | (23,4) | (26,5) | (28,5) | (31,6) | (34,3) | (37,2) |
| Fyringsparafin | 13,7 | 20,7 | 26,9 | 30,5 | 31,8 | 32,5 | 32,8 | 24,8 | 25,0 | 25,7 |
| Fyringsolje 1 | 11,2 | 18,0 | 22,8 | 25,1 | 26,2 | 26,9 | 27,2 | 19,4 | 19,6 | 19,7 |
| Fyringsolje 2 | 10,7 | 17,0 | 21,7 | 23,8 | 25,0 | 25,7 | 25,7 | 18,1 | 18,3 | 18,8 |
| Tungolje | 6,8 | 10,3 | 13,8 | 13,7 | 14,8 | 17,7 | 17,8 | 10,4 | 12,4 | 11,7 |
| Transportprodukter: | | | | | | | | | | |
| Pris i øre/liter | | | | | | | | | | |
| Bensin, høy oktan | 281,7 | 371,5 | 435,0 | 460,5 | 492,5 | 520,9 | 512,8 | 476,0 | 510,0 | 536,1 |
| Bensin, lav oktan | 277,4 | 263,5 | 427,0 | 461,7 | 480,2 | 505,3 | 501,8 | . | . | . |
| Bensin, blyfri | . | . | . | . | . | . | 521,2 | 457,0 | 489,0 | 503,1 |
| Autodiesel | 123,5 | 191,9 | 240,0 | 262,7 | 272,3 | 280,3 | 282,0 | 207,6 | 210,0 | 213,6 |

¹ Alle avgifter inkludert. ² Husholdninger og jordbruk. ³ Tallene i parentes utgjør den variable del av prisen (energiledet i en H4-tariff).

Referanser:

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

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

OED (1988): Om revurdering av 1983-kontraktene for kraftintensiv industri og treforedlingsindustri og retningslinjene for salg/tilbakesalg av kraft fra kraftintensiv industri til Statkraft. St.prp. nr.33 (1987-88).

Bye, B. og A. Aaheim (1988): Innføring av gasskraft. Økonomiske analyser 88/3. Statistisk sentralbyrå.



Foto : Frode Brunvoll

3. Petroleumsøkonomi

Petroleumsvirksomheten i Nordsjøen og inntektene derfra er av stor betydning for norsk økonomi. Størrelsen på reservene av olje og naturgass muliggjør produksjon i mange tiår. Den planlagte utbyggingsaktiviteten de nærmeste årene vil føre til en kraftig produksjonsøkning, spesielt av råolje. Investeringsaktiviteten i oljevirksomheten vil imidlertid kunne gå markert ned etter 1995.

Det er i første rekke avsetningsmulighetene på det europeiske markedet som vil kunne begrense norsk gassproduksjon. En deregulering av omsetningen av naturgass i Vest-Europa vil kunne føre til en ytterligere ekspansjon i gassmarkedet og gi muligheter for økt eksport fra Norge.

Petroleumsreservene er en del av Norges nasjonalformue, og produksjon av olje og naturgass bør betraktes som tapping av denne formuen. Dette understreker behovet for en best mulig forvaltning av petroleumsformuen. Den betydelige usikkerheten i energimarkedene setter spesielle krav til en slik formuesforvaltning.

3.1. Reservetilgang av olje og naturgass

Den delen av totale påviste ressurser som kan utvinnes ved dagens priser og kjent teknikk kalles reserver. Dersom prisene går opp eller man finner bedre produksjonsteknikker, vil andelen lønnsomme ressurser (reserver) øke. For olje er reserveandelen av påviste ressurser i gjennomsnitt om lag 1/3. I tillegg til påviste ressurser kommer hva som potensielt finnes på de utforskete delene av kontinentalsokkelen. Oljedirektoratet (1988) anslår (pr. 1/1 1988) et reservepotensial på 5000 millioner tonn oljeekvivalenter (mtoe) sør for Stad. Av dette er 4240 mtoe oppdaget, mens 2520 mtoe var besluttet utbygd. Bare 21 prosent av dette var utvunnet. I tillegg til reservene sør for Stad, beregnes påviste ressurser til 480 mtoe på Haltenbanken og 250 mtoe på Tromsøflaket.

Tidsutviklingen for reservene i utbygde og besluttet utbygde felt går fram av tabell 3.1. og 3.2. I 1987 økte oljereservene dels på grunn av oppvurderinger av beholdningene i "gamle" felt, dels på grunn av vedtak om nye utbygginger. Disse tilvekstene oversteg uttaket. I 1988 ble feltene

Snorre, Draugen og Hod vedtatt utbygget. (Tidligproduksjon på Heidrun-feltet ble også godkjent av Stortinget, men reservene i dette feltet er ikke inkludert i tabellen). Dette økte reservene med tilsammen 156 mtoe olje og 17 mtoe gass. Omvurderinger er ennå ikke foretatt i 1988.

Med nåværende utvinningstempo vil oljereservene i besluttet utbygde felt tømmes i løpet av 17 år, mens gassreservene vil bli tømt etter 41 år. Hvis reservene i felt som ikke er besluttet utbygd legges til, vil reservene vare i henholdsvis 28 og 94 år.

Petroleumsinntektene

Norges petroleumsinntekter utgjøres av bruttoproduktet i alle oljeselskaper som opererer på norsk kontinentalsokkel, fratrukket aksjeutbytte som utenlandske selskaper tar ut av landet. Inntektene fra olje- og gassproduksjonen i Nordsjøen økte sterkt fram til 1985, da verdiskapningen, målt ved bruttoproduktet i utvinningssektoren, utgjorde vel 90 mrd. kroner (se tabell 3.3.). På grunn av det sterke fallet i oljeprisen, sank bruttoproduktet til 50 mrd. kroner

Tabell 3.1. Reserveregnskap for råolje. Produktive og besluttet utbygde felt. 1979-1988. Mtoe

| | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988* |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Reserver pr. 1/1 | 570 | 520 | 496 | 509 | 495 | 495 | 650 | 733 | 838 | 870 |
| Nye felt | - | 24 | 80 | - | 38 | 147 | 65 | 29 | 60 | 156 |
| Omvurderinger | -31 | -24 | -43 | 11 | -7 | 43 | 56 | 118 | 22 | .. |
| Uttak | -19 | -24 | -24 | -25 | -31 | -35 | -38 | -42 | -49 | -57 |
| Reserver pr. 31/12 | 520 | 496 | 509 | 495 | 495 | 650 | 733 | 838 | 871 | 969 |

Kilde: OED, SSB.

Tabell 3.2. Reserveregnskap for naturgass. Produktive og besluttet utbygde felt. 1979-1988. Mtoe

| | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988* |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Reserver pr. 1/1 | 445 | 406 | 385 | 381 | 348 | 332 | 399 | 387 | 1259 | 1247 |
| Nye felt | - | 32 | 40 | - | 15 | 84 | 9 | 893 | 8 | 17 |
| Omvurderinger | -17 | -27 | -18 | -8 | -6 | 10 | 6 | 6 | 10 | .. |
| Uttak | -22 | -26 | -26 | -26 | -26 | -27 | -27 | -27 | -29 | -30 |
| Reserver pr. 31/12 | 406 | 385 | 381 | 348 | 332 | 399 | 387 | 1259 | 1248 | 1234 |

Kilde: OED, SSB.

Tabell 3.3. Petroleumsinntekter og oljerente. 1977-1988

| | Brutto- produkt i ut- vinnings- sektoren | Olje- rente | Oljerentens andel av brutto- nasjonal- produkt |
|------------|--|----------------|--|
| | Milliarder kroner | | Prosent |
| 1977 | 7,4 | 2,8 | 1,5 |
| 1978 | 12,8 | 7,0 | 3,3 |
| 1979 | 20,8 | 13,7 | 5,7 |
| 1980 | 41,1 | 31,8 | 11,2 |
| 1981 | 50,1 | 36,5 | 11,1 |
| 1982 | 55,7 | 37,8 | 10,4 |
| 1983 | 67,3 | 48,0 | 11,9 |
| 1984 | 83,8 | 59,7 | 13,2 |
| 1985 | 90,7 | 63,4 | 12,6 |
| 1986 | 50,0 | 17,8 | 3,5 |
| 1987 | 50,3 | 13,4 | 2,4 |
| 1988 | 44,5 | 3,1 | 0,5 |

i 1986. Fallet fortsatte i 1988 som følge av lave olje- og gasspriser gjennom året. Stigende oljeproduksjon var ikke nok til å kompensere for dette.

Den meravkastningen, sammenliknet med annen produksjon, 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, trolig får en høyere belønning enn de ville fått i en annen næringsvirksomhet. De kan derfor i noen grad sies å motta 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 3 milliarder kroner i 1988. Dette er under femtedelen av tallet fra "krisåret" 1986. Oljerenten utgjorde i 1988 en halv prosent av bruttonasjonalproduktet. Dette betyr at Norges "arbeidsfrie" inntekt fra olje- og gassvirksomheten i løpet av

tre år er falt fra 17 000 til 750 kroner pr. innbygger i dagens kroneverdi. Oljerenten faller raskere enn bruttoproduktet fordi den kapitalbeholdning som skal betjenes av det samlede driftsresultat, stadig vokser ettersom nye felt bygges ut.

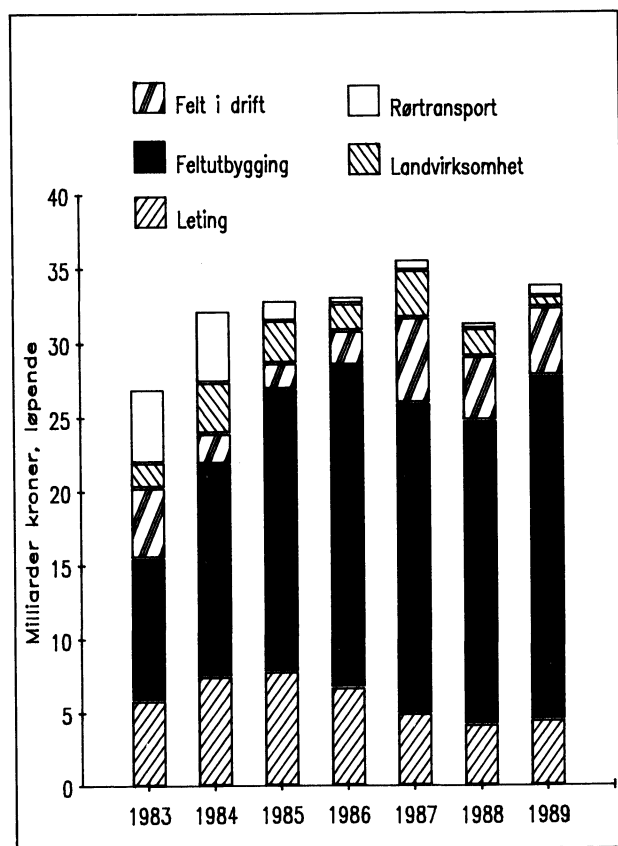
Den samlede kapitalbeholdningen i utvinningssektoren var på drøye 160 mrd. kroner ved utgangen av 1988. Inntektene til private selskaper og staten i form av avkastning på investert kapital, skatter og avgifter, knapt 15 milliarder kroner, utgjorde dermed om lag 9 prosent av kapitalbeholdningen.

3.2. Investeringer og produksjon

3.2.1. Investeringer i petroleumsvirksomheten

Investeringer i olje- og gassvirksomheten består av investeringer i utvinning og i rørtransport. Investeringer i utvinningssektoren kan igjen deles inn i leting, feltutbygging, felt i drift og landvirksomhet. Investeringene i oljevirksomheten økte kraftig i begynnelsen av 1980-årene, og påløpte investeringer i oljesektoren har stort sett vært mellom 30 og 35 milliarder løpende kroner fra og med 1984, se figur 3.1. Utvinningssektoren har de senere år vært den helt dominerende. I denne sektoren er investeringer i feltutbygging den største posten, og investeringskostnadene har vært om lag 20 milliarder kroner i siste halvpart av 1980-årene. Påløpte investeringskostnader i rørtransport-

Figur 3.1. Påløpte investeringskostnader i petroleumssektoren. 1983 - 1989. Mrd. kr



sektoren har kun vært om lag 0,5 milliarder kroner etter at Statpipe-rørledningen ble ferdig i 1985.

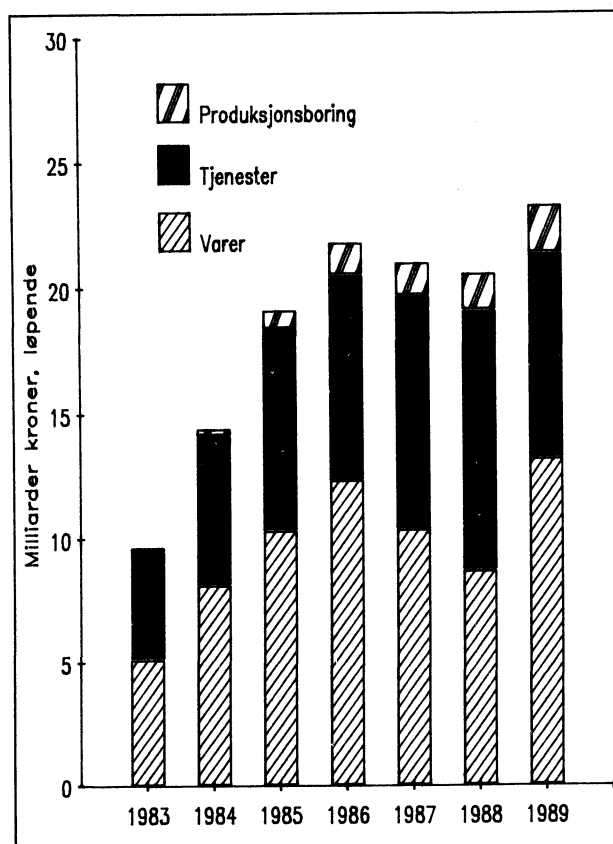
I Statistisk sentralbyrås investeringsundersøkelse fra 4. kvartal 1988 er påløpte investeringskostnader til utvinning og rørtransport av råolje og naturgass anslått til 31,4 milliarder kroner i 1988. Anslaget for 1989 er på 33,9 milliarder kroner.

Påløpte investeringskostnader til feltutbygging er anslått til 20,6 milliarder kroner i 1988. Fra 1987 til 1988 fant det sted en kraftig vridning i fordelingen av investeringene på varer og tjenester (se figur 3.2.). Varedelen av påløpte investeringskostnader i feltutbygging er anslått å bli redusert med nesten 11 prosent i verdi, mens tjenestene vil øke med 18 prosent. Påløpte investeringskostnader til feltutbygging for 1989 er anslått til 23,3 milliarder kroner.

De feltutbyggingsprosjektene som veide tyngst i 1987/88, var Gullfaks og Oseberg. På Gullfaks er to av plattformene plassert på feltet og satt i produksjon, mens man holder på med å koble ståldekket sammen med betongunderstellet på Gullfaks C. Produksjonsstart for Gullfaks C er satt til 1990. Oseberg A og B plattformene, som utgjør første fase i utbyggingen av Osebergfeltet, er nå plassert på feltet, og ble satt i produksjon i begynnelsen av desember 1988.

Påløpte letekostnader er anslått til 4,2 milliarder kroner i 1988. Dette er en nedgang på 15 prosent i verdi fra 1987. Påløpte investeringskostnader til felt i drift (ombygginger

Figur 3.2. Sammensetningen av investeringskostnadene i feltutbygging. 1983 - 1989. Mrd. kr



av produksjonsutstyret, forbedringer av prosessen eller utvidelse av kapasiteten) er anslått til 4,3 milliarder kroner i 1988.

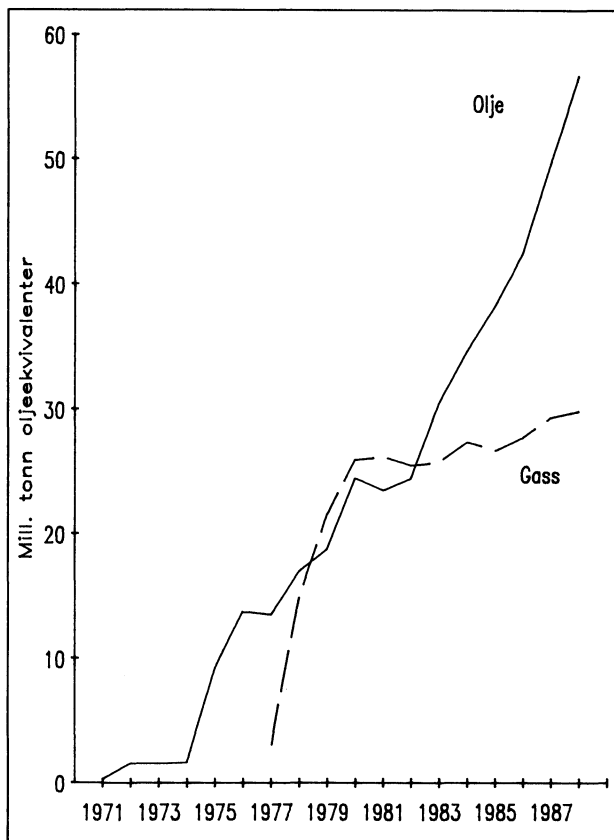
Investeringsaktiviteten for rørtransportsektoren vil forbli moderat inntil byggingen av Zeepipe, som skal føre gasen fra Troll/Sleipner-feltene til kontinentet, starter opp. Investeringsanslaget for 1989 er 0,8 milliarder kroner.

I 1988 vedtok Stortinget å bygge ut Snorre- og Draugenfeltet og sette i gang med tidligproduksjon på Heidrunfeltet. Disse utbyggingsprosjektene - i tillegg til mindre "fase-2 utbygginger" og satellittfelt som er aktuelle for utbygging - vil føre til at den høye investeringsetterspørrelsen fra petroleumssektoren vil vedvare og sannsynligvis forsterkes. En topp vil nås rundt 1993 når investeringene på Troll/Sleipner kommer med full tyngde.

3.2.2. Olje- og gassutvinning

Norsk olje- og gassproduksjon var 86,5 mill. tonn oljeekvivalenter i 1988, en økning på 7,9 prosent fra 1987. Oljeproduksjonen økte med drøyt 12 prosent, mens gassproduksjonen var om lag uendret. Norsk oljeproduksjon har siden februar 1987 vært 7,5 prosent lavere enn produksjonskapasiteten. Bakgrunnen for denne reduksjonen i forhold til produksjonskapasiteten, er en støtte til OPECs forsøk på å stabilisere oljeprisen. De norske produksjonsbegrensningene har ligget fast i perioden til tross for relativt stor overproduksjon fra OPECs side i enkelte perioder.

Figur 3.3. Olje- og gassproduksjon på norsk sokkel. 1971-1988. Mtoe



Produksjonen fra Gullfaks- og Osebergfeltene vil gi en økning i oljeproduksjonen framover, mens fallet i produksjonen fra Friggfeltet vil prege utviklingen i gassproduksjonen.

Oljeproduksjonen

Oljeproduksjonen på Ekofiskfeltet økte med over 15 prosent i 1988. Årsaken er først og fremst flere produksjonsbrønner og bedre utnyttelse av reservoarene, og i noen grad vanninjeksjonsprogrammet som er satt i gang. Det siste vil også gi seg utslag i en langsommere nedtrapping av produksjonen enn tidligere antatt.

Oljeproduksjonen på Statfjordfeltet har begynt å avta. I 1988 var produksjonen knapt 2 prosent lavere enn 1987. Produksjonen fra feltets 3 plattformer stod likevel for 52 prosent av norsk oljeproduksjon i 1988, og feltet vil fortsette å være det klart største på norsk sokkel i lang tid framover.

Oljeproduksjonen på Gullfaksfeltet vokser sterkt, og full produksjonskapasitet fra den første fasen av utbyggingen er nådd. Det er imidlertid vedtatt at produksjonsbegrensningene på Statfjord- og Gullfaksfeltene samlet skal tas ut på Gullfaksfeltet. Dette betyr at feltets produksjon må begrenses med om lag 60 000 fat pr. dag.

Oljeproduksjonen på Osebergfeltet fra produksjonsskipet Petrojarl stoppet i mai, etter å ha pågått i 18 måneder. Produksjonen fra de faste plattformene tok til i desember 1988. Det er allerede boret en rekke produksjonsbrønner, og produksjonen vil ventelig bygges raskt opp mot kapasiteten allerede tidlig i 1989.

Gassproduksjonen

Gassproduksjonen på Ekofiskfeltet økte med drøyt 11 prosent i 1988 sammenliknet med 1987. Hovedårsaken til dette er at man nå har sluttet med å pumpe store mengder gass tilbake i reservoaret for å motvirke innsynkningen av havbunnen under plattformene.

Gassproduksjonen fra Friggfeltet gikk ned med om lag 11 prosent i 1988 sammenliknet med året før. Friggfeltets produksjon var opprinnelig tiltenkt å holde plattformproduksjonen til begynnelsen av 1990-tallet, men undersøkelser har vist at feltets reserver er mindre enn hva man først antok. Det regnes nå med at hovedreservoaret på Friggfeltet vil være tomt ved begynnelsen av 1990-årene.

Tilsammen utgjorde gassproduksjonen på Ekofisk- og Friggfeltene 2/3 av norsk gassproduksjon i 1988, mens uttaket på Statfjord- og Heimdalfeltene utgjorde 1/4 av total produksjon.

To mindre gassfelt, Øst-Frigg og Tommeliten, ble satt i produksjon i andre halvår 1988.

Utsiktene framover

I de nærmeste årene vil norsk gassproduksjon reduseres noe som følge av reduksjoner i leveransene fra Friggfeltet. Oljeproduksjonen derimot vil vokse meget sterkt. Det er anslått at norsk produksjonskapasitet for råolje vil være 1,55 mill. fat pr. dag i første halvår 1989. Med en fortsatt reduksjon på 7,5 prosent vil norsk oljeproduksjon bli 1,44 mill. fat pr. dag. Dette er en økning på hele 39 prosent fra produksjonsnivået første halvår 1988. Med de utbyggingstiltak som er fattet, og de planene som foreligger for nye investeringer på kontinentalsokkelen, vil norsk oljeproduksjon tidlig på 1990-tallet bli over 2 mill. fat pr. dag. Dette utgjør om lag 3 prosent av verdens oljeproduksjon idag.

Ved en oljepris på 16 US\$ pr. fat og en dollarkurs på 6,50 kroner tilsvarer produksjonsbegrensningen på 7,5 prosent for 1989 et inntektstap på knapt 4,5 milliarder kroner. For å vurdere lønnsomheten av en slik strategi må en for det første ta hensyn til hva reduksjonen i oljeprisen ville være om tilbudet ble økt med 115 000 fat pr. dag. Kvantumet utgjør bare om lag 0,2 prosent av samlet forbruk i verden, men en noe større del av den oljen som omsettes på verdensmarkedet. Selv om etterspørselen etter olje er svært uelastisk på kort sikt, vil ikke en slik økning i tilbudet alene presse oljeprisen i særlig grad.

For det andre teller det hva andre oljeprodusenter, i første rekke OPEC, vil gjøre dersom Norge ikke lenger vil opprettholde produksjonsbegrensningen. Dersom dette skulle føre til at samholdet i OPEC blir svekket og tilbudet fra organisasjonens medlemsland øker, vil virkningen på prisen kunne bli betydelig.

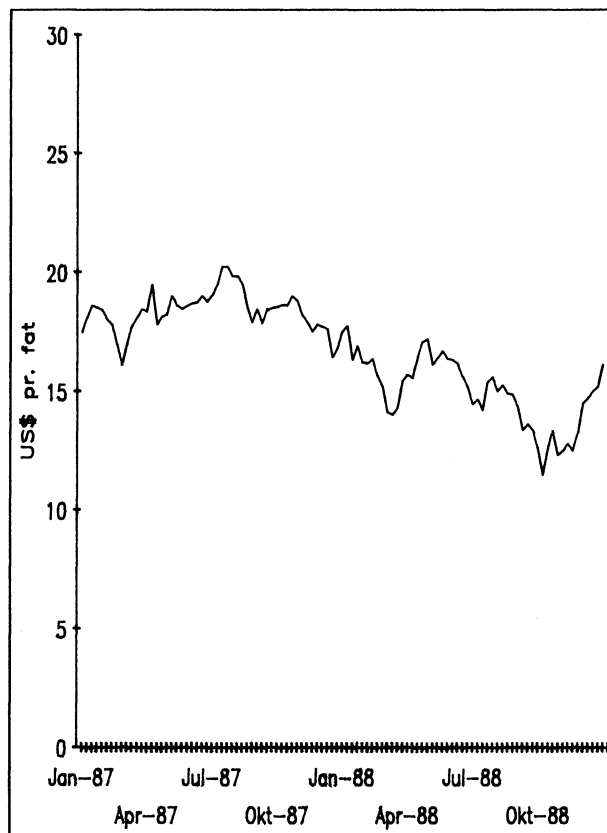
For det tredje må en ta hensyn til at olje som ikke blir produsert i dag, kan selges i fremtiden. Dersom oljeprisen stiger nok, vil en kunne tjene på å utsette oljeproduksjonen. Potensialet for dette er større desto lavere oljeprisen er i utgangspunktet (for en nærmere drøfting vises til avsnitt 3.5).

Med tanke på de relativt lave oljeprisene vi har hatt i de senere år, og oljeinntektenes store betydning for norsk økonomi, synes det som om produksjonsinnskrenkningene på 7,5 prosent er en rimelig "forsikringspremie" for "høye" oljepriser.

3.3. Oljemarkedet i 1988

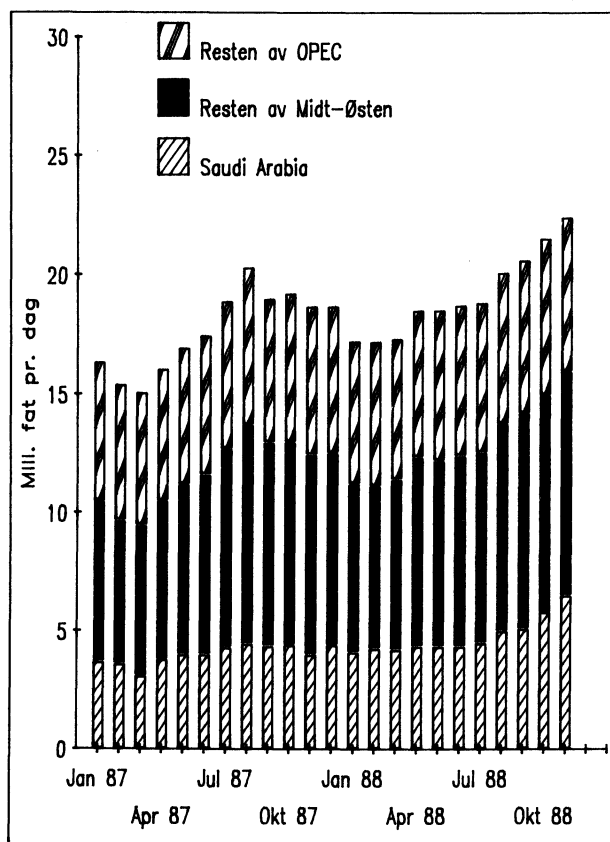
Spotmarkedet for råolje var relativt svakt i 1988, og oljeprisen viste stort sett en synkende trend gjennom året. Spotprisen lå mellom 17 og 18 US\$ pr. fat ved inngangen til året, sank gjennom 1. kvartal og var nede i 14 US\$ pr. fat i midten av mars. Prisen økte så til over 17 US\$ pr. fat før den sank ganske jevnt helt ned mot 11 US\$ pr. fat i begynnelsen av oktober. Etter OPEC-møtet i november økte

Figur 3.4. Spotprisen på Brent Blend. US\$ pr. fat



Kilde: Petroleum Intelligence Weekly.

Figur 3.5. OPECs oljeproduksjon. Mill. fat pr. dag.



Kilde: Petroleum Intelligence Weekly.

prisen gjennom desember slik at den lå om lag på 16 US\$ pr. fat ved årskiftet 1988/89.

Oljemarkedet i 1988 bar mer preg av svekkelse og sviktende tiltro til OPECs evne til å holde en høy oljepris enn hva tilfellet var i 1987, hvor spotprisen for råolje lå over 18 US\$ pr. fat store deler av året, og markedet var preget av mindre svingninger. I 1987 var spotprisen på Brent Blend i gjennomsnitt godt over 18 US\$ pr. fat (115 kroner pr. fat), og prisen var aldri lavere enn 16 US\$ pr. fat. Til sammenlikning var gjennomsnittet i 1988 15 US\$ pr. fat (91 kroner pr. fat).

Hovedårsaken til det svake markedet i 1988 var OPEC-landenes store og økende produksjon av råolje. Samlet produserte OPEC om lag 17 mill. fat pr. dag i begynnelsen av 1988. Produksjonen økte gjennom hele året, og mot slutten av 1988 var produksjonen over 22 mill. fat pr. dag. Det var særlig landene rundt den Arabiske Golf som økte produksjonen sterkt, med Saudi Arabia, Kuwait og de Forenede Arabiske Emiratene i spissen.

På OPECs ministermøte i november 1988 ble medlemslandene enige om en avtale som skulle begrense oljeproduksjonen til 18,5 mill. fat pr. dag første halvår 1989. Under møtet klarte også organisasjonen å finne en løsning på problemet om Iran og Iraks produksjonskvoter. Irak har krevd lik kvote med Iran, mens Iran har insistert på større kvote enn Irak. Løsningen innebar at Iran og Irak fikk samme kvoter. Det betød at Irak for første gang på lang tid aksepterte sin kvote i OPEC.

I følge IEA forventes etterspørselen etter oljeprodukter i OECD-området å vokse med om lag 2,5 prosent i 1988. Dette er den samme veksten en har sett de siste år, og ligger klart over tidligere anslag for 1988. Det er særlig forbruket av drivstoff som øker.

Samlet for OECD og u-landene antar IEA at forbruket av olje økte med 1,3 mill. fat pr. dag i 1988, mens tilbudet utenfor OPEC er anslått å ha økt med knapt 0,5 mill. fat pr. dag. Dette ga i så fall ikke OPEC mye ekstra volum i 1988, og det må være et tankekors for organisasjonen at prisfallet i 1986 ikke har resultert i en større vekst i etterspørselen etter olje fra OPEC.

Utsiktene for oljemarkedet framover preges fortsatt først og fremst av den store ubalansen mellom forbruk og potensielt tilbud. Samlet har OPEC nesten 10 mill. fat pr. dag i ubenyttet produksjonskapasitet i forhold til de kvotene som ble avtalt på det siste OPEC-møtet. Denne ledige produksjonskapasiteten vil kunne senke oljeprisen dramatisk dersom hele eller deler av den settes i produksjon. For 1989 vil prisutviklingen særlig bestemmes av om OPEC samlet vil klare tilnærmet å overholde de vedtatte produksjonskvotene. Selv med en relativt god produksjonsdisiplin innad i OPEC vil neppe oljeprisen gå noe særlig over 16-18 US\$ pr. fat i 1989.

Kombinasjonen av relativt svak vekst i forbruket og små utsikter til stort fall i produksjonen utenfor OPEC tyder på

at denne situasjonen vil kunne fortsette i lang tid. De fleste framtreddende observatører av oljemarkedet tviler nå på at oljeprisen vil kunne gå vesentlig over 20 US\$ pr. fat i første halvdel av 1990-tallet.

3.4. Gassmarkedet i Vest-Europa

Framveksten av gassmarkedet.

Markedet for naturgass i Vest-Europa har vokst fram gjennom de siste 20 årene. Som det framgår av tabell 3.4, økte gassforbruket særlig sterkt gjennom 1970-årene, og forbruket fortsatte å øke selv etter at veksten for totalt energiforbruk flatet ut etter 1980. Storbritannia, Vest-Tyskland, Frankrike, Italia og Benelux-landene er de viktigste forbruksområdene, men gass har også vunnet fotfeste i land som Østerrike og Spania. Blant mulige nye markeder for naturgass hører de skandinaviske landene. Spesielt kan den planlagte nedtrappingen av kjernekraftverkene i Sverige åpne for en betydelig import av gass rundt år 2000.

De siste årene har gassforbruket i Vest-Europa vist sterkest vekst i husholdningene. I 1986 utgjorde gass nær 50 prosent av det totale energiforbruket i denne sektoren, og andelen av nye boliger som installerer gass til oppvarming, har de siste årene ligget enda høyere, hele 70-80 prosent i land som Storbritannia og Italia. I industrien har gassetterspørselen stagnert i 1980-årene, mens forbruket har vist markert nedgang i elektrisitetssektoren. Dette siste har nær sammenheng med flere lands bevisste politikk for å stimulere forbruk av innenlandske energiresurser (kull) til kraftproduksjon, samt omfattende kjernekraftprogrammer i enkelte land (Frankrike og Storbritannia).

Produksjonstill og reserveanslag for de viktigste leverandørene av naturgass til det vest-europeiske markedet er vist i tabell 3.5. Blant de vest-europeiske landene er det bare Nederland og Norge som er nettoeksportører av naturgass. I tillegg mottar regionen store gassleveranser fra Sovjetunionen og Algerie. Begge disse landene har reserver av betydelig omfang. Norge har også (jf. avsnitt 3.1) store, usolgte gassmengder på kontinentalsokkelen.

Transmisjonsselskapenes rolle.

I den senere tid er det blitt fokusert en god del på den rolle de sentrale distribusjonsselskapene spiller for prissetting og omsetning av naturgass i Vest-Europa. Gasstransport, enten i rørledninger over land eller med skip som LNG-gass (nedkjølt i væskeform), krever store engangsinvesteringer. For Troll-gass utgjør for eksempel overførings- og distribusjonskostnader 60-70 prosent av de samlede kostnadene. Det vil derfor ofte være betydelig ledig kapasitet i overføringsnettene, slik at en økning i omsatt kvantum vil gi lavere enhetskostnader. En har mao. tiltakende utbytte med hensyn til skalaen. Dette har vært sterkt medvirkende til at gassomsetningen i Vest-Europa drives av et forholdsvis lite antall selskaper. De fleste av disse selskapene er

Tabell 3.4. Forbruk av naturgass i Vest-Europa. 1965-1986. Mtoe

| | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1986 | Gj.sn. årlig vekst 1980-86 |
|---|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| | | | | | | Prosent |
| Belgia og Luxembourg | 0,1 | 3,5 | 8,3 | 9,1 | 6,7 | -5,0 |
| Danmark | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | |
| Finland | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 3,8 |
| Frankrike | 5,0 | 8,4 | 17,1 | 21,9 | 24,8 | 2,1 |
| Hellas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | |
| Island | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | |
| Irland | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 1,1 | 14,0 |
| Italia | 7,3 | 10,8 | 18,6 | 23,1 | 28,9 | 3,8 |
| Nederland | 1,6 | 15,7 | 32,0 | 31,0 | 33,1 | 1,1 |
| Norge | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | |
| Portugal..... | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | |
| Spania | 0,0 | 0,1 | 1,3 | 1,8 | 2,5 | 5,6 |
| Sverige | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | |
| Sveits | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 2,0 |
| Tyrkia | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | |
| Storbritannia | 0,8 | 10,4 | 32,1 | 41,1 | 48,3 | 2,7 |
| Vest-Tyskland | 2,5 | 12,8 | 35,0 | 43,3 | 41,8 | -0,6 |
| Østerrike | 1,6 | 2,5 | 3,6 | 4,2 | 4,4 | 0,8 |
| TOTALT VEST-EUROPA ... | 18,9 | 64,1 | 149,2 | 177,6 | 195,1 | 1,6 |
| Derav: | | | | | | |
| Kraftproduksjon | | 11,5 | 32,5 | 25,1 | 24,1 | -0,7 |
| Industri | | 31,4 | 59,4 | 68,2 | 63,5 | -1,2 |
| Hushold. og tjenesteyt. nær. | | 28,2 | 55,1 | 79,6 | 99,2 | 3,7 |
| Andel av totalt primærenergibehov, prosent | 2,3 | 6,7 | 13,2 | 14,5 | 15,2 | |

Kilde: BP Statistical Review of World Energy, OECD Energy Balances.

Tabell 3.5. Produksjon og reserver av naturgass. 1986

| | P Produksjon, bcm ¹ | R Påviste reserver, 1000 bcm | R/P rate | Netto eksport til Vest-Europa |
|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------|----------------------------------|
| Frankrike | 3,60 | 0,04 | 11,11 | -19,93 |
| Italia | 12,93 | 0,30 | 23,20 | -16,42 |
| Nederland | 57,03 | 1,80 | 31,56 | 23,90 |
| Norge | 27,30 | 3,00 | 109,89 | 27,30 |
| Storbritannia..... | 38,27 | 0,60 | 15,68 | -10,04 |
| Vest-Tyskland | 11,29 | 0,20 | 17,71 | -30,53 |
| Andre | 4,60 | 0,26 | 56,52 | -21,80 |
| TOTALT VEST-EUROPA | 155,02 | 6,20 | 39,99 | -47,52 |
| Algerie | 42,10 | 3,00 | 71,26 | 24,60 |
| Sovjetunionen..... | 733,80 | 41,10 | 56,01 | 38,80 |

1) bcm=10⁹ Sm³=0,89 mtoe

Kilde: BP Review of World Gas, OECD Energy Balances.

Tabell 3.6. Profittmarginer i gassdistribusjon etter sektor. 1987\$/mill. Btu¹

| | <u>Husholdning/Tjenesteyt.</u> | | | <u>Faste kontrakter Industri</u> | | | <u>Avbrytbare kontrakter</u> | |
|--------------------------------|--------------------------------|------|--------------------|--------------------------------------|------|--------------------|----------------------------------|-------|
| | 1984 | 1987 | Gj. sn. (80-87) | 1984 | 1987 | Gj. sn. (80-87) | 1984 | 1987 |
| <u>Vest-Tyskland</u> | | | | | | | | |
| Pris til sluttforbruker | 12,36 | 7,89 | 11,87 | 9,10 | 5,87 | 8,43 | 7,38 | 3,01 |
| Moms | 1,52 | 0,97 | 1,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Distribusjon | 2,34 | 2,34 | 2,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Nasjonal overføring | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| Importpris (cif) | 5,12 | 2,44 | 4,47 | 5,12 | 2,44 | 4,47 | 5,12 | 2,44 |
| Profittmargin | 2,54 | 1,31 | 2,76 | 3,14 | 2,60 | 3,12 | 1,42 | -0,27 |
| Totale enhetskostnader | 9,46 | 6,40 | 8,72 | 5,96 | 3,28 | 5,31 | 5,96 | 3,28 |
| Konkurransfaktor ¹⁾ | 1,05 | 1,41 | 1,13 | 1,23 | 1,95 | 1,45 | 1,00 | 1,00 |
| <u>Frankrike</u> | | | | | | | | |
| Pris til sluttforbruker | 12,74 | 9,63 | 11,80 | 6,53 | 3,86 | 6,11 | 7,75 | 2,86 |
| Moms | 2,00 | 1,51 | 1,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Distribusjon | 2,33 | 2,33 | 2,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Nasjonal overføring | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| Importpris (cif) | 5,33 | 2,18 | 4,23 | 5,33 | 2,18 | 4,23 | 5,33 | 2,18 |
| Profittmargin | 2,21 | 2,74 | 2,52 | 0,33 | 0,81 | 1,01 | 1,55 | -0,19 |
| Totale enhetskostnader | 10,12 | 6,38 | 8,81 | 6,20 | 3,05 | 5,10 | 6,20 | 3,05 |
| Konkurransfaktor ¹⁾ | 0,90 | 1,09 | 0,92 | 0,84 | 1,35 | 1,07 | 1,00 | 1,00 |
| <u>Storbritannia</u> | | | | | | | | |
| Pris til sluttforbruker | 7,20 | 6,67 | 6,82 | 5,46 | 5,12 | 5,41 | 6,28 | 3,05 |
| Moms | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Distribusjon | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Nasjonal overføring | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| Importpris (cif) | 4,04 | 2,92 | 3,59 | 4,04 | 2,92 | 3,59 | 4,04 | 2,92 |
| Profittmargin | -0,17 | 0,42 | -0,10 | 0,51 | 1,30 | 0,93 | 1,33 | -0,77 |
| Totale enhetskostnader | 7,37 | 6,25 | 6,92 | 4,94 | 3,82 | 4,49 | 4,94 | 3,82 |
| Konkurransfaktor ¹⁾ | 0,72 | 1,19 | 0,86 | 0,87 | 1,68 | 1,26 | 1,00 | 1,00 |

¹ Btu: "British thermal unit". 10^{12} Btu=0,0247 mtoe. ²⁾ Prisforholdet mellom gass og beste alternativ, h.h.v tung og lett fyringsolje i I- og H-sektor.

Kilde: Purvin & Gertz (1987).

kontrollert av myndighetene, eller opererer under konsesjons- og andre betingelser fastsatt av myndighetene. Transmisjonsselskapene har derfor ofte hver for seg en monopolstilling innen sin etterspørselsregion.

Det er klare indikasjoner på at disse transmisjonsselskapene har utnyttet sin monopolstilling til å fastsette høyere priser enn det effektiv ressursutnyttelse skulle tilsi og følgelig virket til å begrense etterspørselsveksten for gass i

det vest-europeiske markedet. Siden kostnadsstrukturen er karakterisert ved enhetskostnader som er ikke-stigende, tilsier "kostnadsriktige" priser null eller negativ profittmargin i transportleddet. Hvis på den annen side observerte data viser en positiv profittmargin, kan dette tas som et tegn på at det er innslag av monopoladferd og for høye priser. Ved å sammenligne priser og kostnader for flere sektorer, kan en også slutte om transmisjonsselskape-

nes politikk inneholder elementer av prisdiskriminering mellom grupper av forbrukere.

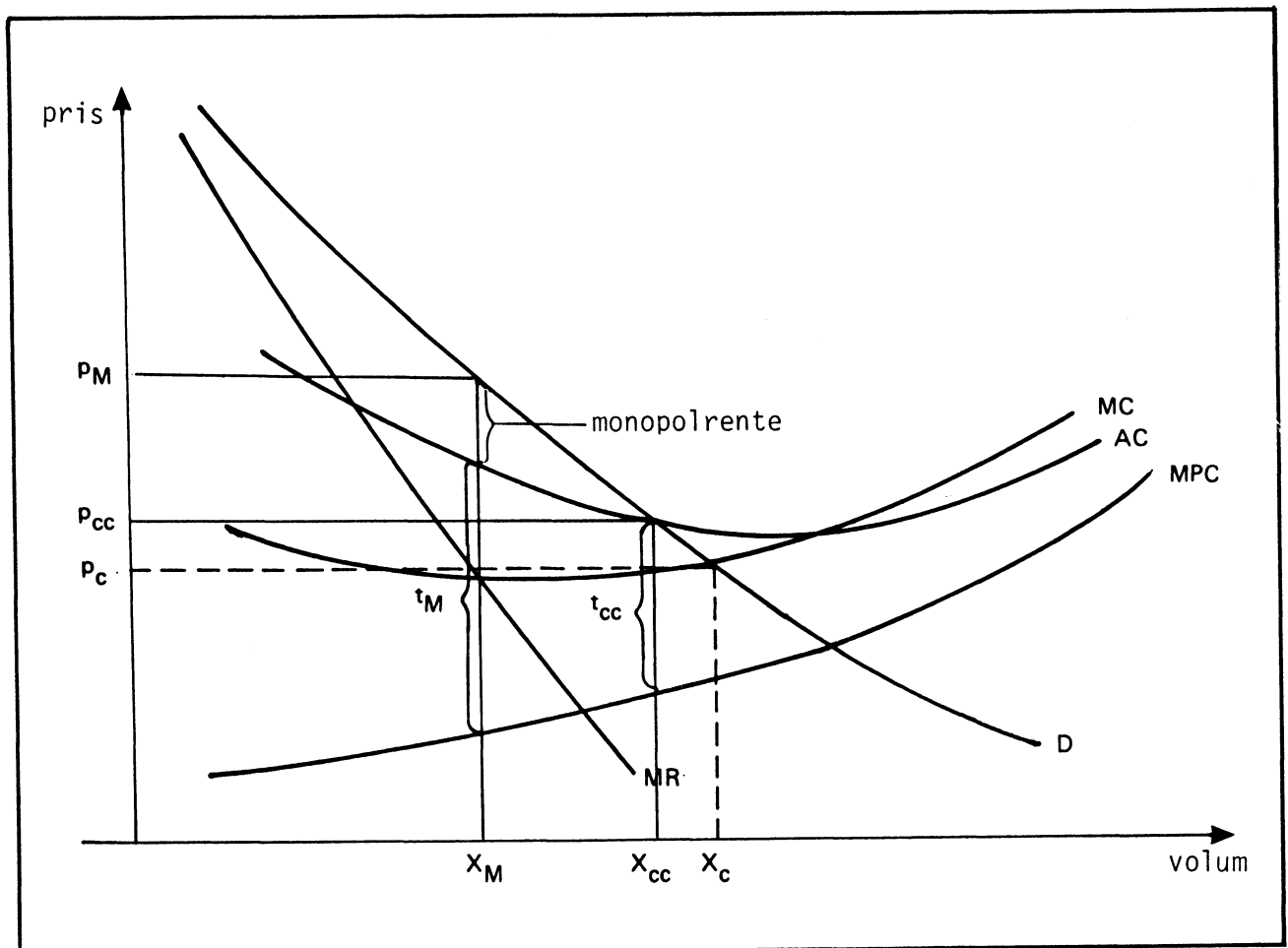
Beregninger som kan illustrere slike forhold, er vist tabell 3.6, som gir anslag på enhetsprofitten til transmisjonsledet i tre av de viktigste forbrukslandene i 1984 og 1987. Kostnadstallene som disse beregningene bygger på, er hentet fra Purvin & Gertz (1987), mens observerte markedspriser er tatt fra Eurostat (1988). En nærmere beskrivelse av beregningene er gitt i Bjerkholt, Gjelsvik og Olsen (1988). Marginen er beregnet som prisen betalt av de ulike forbrukere fratrukket importprisen, transportkostnader og avgifter.

De beregnede marginene er betydelige i Frankrike og Vest-Tyskland, men lave i Storbritannia. I Frankrike viser beregningene at det i særlig grad er husholdningene og andre småforbrukere som blir diskriminert av transportselskaperne, mens i Storbritannia er profittmarginene størst for industrielle forbrukere med såkalte faste kontrakter. I Vest-Tyskland er det mindre tegn til prisdiskriminering mellom ulike grupper av konsumenter.

3.4.1. Analyseprosjekt: "Åpen adgang" - prinsippet for omsetning av naturgass

I forbindelse med innføringen av et indre marked i EF, har det vært diskutert hvordan konsekvensene av dette vil bli for omsetningen og markedsforholdene for naturgass. Betegnelsen "åpen adgang" ("common carrier" eller "open access") er brukt om den situasjonen som vil oppstå dersom en ved reguleringer etc. får opphevet monopoliseringen og prisdiskrimineringen i gassomsetningen, slik at for eksempel et rørledningsnett med ledig kapasitet fritt kan benyttes til å transportere gass mellom selgere og kjøpere. Det er på ingen måte klart hva "åpen adgang" mer presist vil innebære for markedsforholdene. Et forsøk på presisering og analyse av denne problemstillingen er foretatt i Bjerkholt, Gjelsvik og Olsen (1988). Figur 3.6. viser tilpasningen i gassmarkedet innenfor et svært forenklet skjema. MPC-kurven angir her marginale utvinningskostnader for naturgass, som forutsettes stigende. MC er totale marginale kostnader (dvs. MPC tillagt marginale distribusjonskostnader). Etterspørselskurven er angitt med D. I tillegg er tegnet inn en grenseinntakskurve (MR) og

Figur 3.6. Tilpasningen i gassmarkedet, med og uten "åpen adgang"



Tabell 3.7. Volumeffekter av endret prissetting. Vest-Tyskland. Mtoe

| Vest-Tyskland | Husholdning | Tjenester | Industri | Total |
|-----------------------------------|-------------|-----------|----------|-------|
| 1 Historiske priser 1980-87 | 10,1 | 7,6 | 13,8 | 42,0 |
| 2 Enhetskostnadspriser | 14,5 | 9,0 | 16,2 | 50,3 |
| Avvik (2-1) | 4,5 | 1,4 | 2,4 | 8,3 |
| I prosent | 44,5 | 18,4 | 17,4 | 19,8 |

en kurve AC, som er summen av MPC og *gjennomsnittlige* transmisjonskostnader.

Det er velkjent fra økonomisk teori at det optimale salgsvolumet (fra en samfunnsøkonomisk synsvinkel) er der hvor MC skjærer etterspørselskurven, dvs. for kvantumet X_c . I praksis vil dette punktet ikke realiseres under monopoltilpasning i transportleddet. Et transmisjonsselskap som baserer seg på mer eller mindre ensartede tariffier mellom grupper av forbrukere, vil innskrenke totalt omsatt volum i forhold til X_c , og for eksempel tilpasse seg med kvantum X_M og pris p_M . I dette punktet er marginen til transmisjonsselskapet større enn gjennomsnittskostnaden, dvs. en situasjon som kan svare til den som er antydnet ved beregningene i tabell 3.6.

"Åpen adgang"-prinsippet *kan* tolkes som at andre aktører i markedet gis adgang til rørledningsnettet mot å betale *faktiske gjennomsnittskostnader*. I en startfase vil dette innebære kostnadene svarende til X_M i figuren. Det er imidlertid rimelig å anta at under "åpen adgang" til distribusjonsnettet vil konkurranse medføre at den positive marginen i transportleddet gradvis reduseres, inntil markedsprisen blir lik AC (dvs. null profit i transmisjonsleddet). Dette punktet i figur 3.6. er angitt med (p_{cc} , X_{cc}). Etter dette kan vi altså konkludere med at "åpen adgang" vil føre til høyere omsatt gasskvantum og lavere priser til forbrukere.

For å illustrere hva dette kan bety i praksis har vi foretatt et sett med virkningsberegninger på gassmarkedsmoellen GEM som er konstruert i SSB (jf. Gjelsvik, Olsen og Vatne (1987)). Modellen er kjørt med to sett med prisforutsetninger: (1) gjennomsnittlige, observerte priser til sluttforbrukere i perioden 1980-87, og (2) enhetskostnadspriser, konsistente med kostnadsberegningene i tabell 3.6. Det bør bemerkes at disse enhetskostnadene (svarende til kvantum X_M i figur 3.6.) vil overstige kostnadene som på lang sikt vil bli resultatet av "åpen adgang" (kvantum X_{cc}). Følgelig trekker dette i retning av at GEM-beregningene undervurderer volumutslagene.

Resultatene av disse beregningene for Vest-Tyskland er gitt i tabell 3.7. Denne antyder at totalt gassforbruk her vil øke med om lag 8 mtoe dersom prisene reduseres til enhetskostnadene. Utslaget er størst i husholdningssektoren (4,5 mtoe), mens gassforbruket i industrisektoren øker med

2,4 mtoe. Tilsvarende resultater er beregnet for Frankrike, hvor det også er anslått betydelige profittmarginer i transportleddet, jf. tabell 3.6. Selv om det selvfølgelig er usikkerhet knyttet til disse tallene, understøtter beregningene hypotesen om at prissettingspolitikken til distribusjonsselskapene i disse landene i vesentlig grad begrenser gassetterspørselen.

Simulering av tilbudet av naturgass under "åpen adgang"

Med utgangspunkt i ovenstående beregninger kan det argumenteres med at innføring av "åpen adgang" vil føre til lavere priser til forbrukere og større omsatte gassmengder i flere delmarkeder. Følgelig bør disse tiltakene være til fordel for forbrukerne i de landene det gjelder. Tanken om deregulering av gassmarkedet er imidlertid blitt møtt med markert motstand fra flere representanter fra gassindustrien. Argumentasjonen består i korte trekk i at kontraktsfestede leveranser av den typen en nå ser i gassmarkedet ("take or pay"-kontrakter) er nødvendige for å sikre langsiktige leveranser. Det hevdes også at "åpen adgang" til distribusjonsnettet vil bli utnyttet av gassprodusentene, som ved koordinert opptreden vil kunne hve inn den marginen som de europeiske transportselskapene nå innhenter.

For å drøfte mer inngående hvordan innføringen av "åpen adgang" kan påvirke tilpasningen til tilbyderne av naturgass, er det utført et sett med modellsimuleringer på en dynamisk, spillteoretisk modell som er konstruert i Statistisk sentralbyrå (se Brekke, Gjelsvik og Vatne (1987) og Bjerkholt, Gjelsvik og Olsen (1988)). Modellen beskriver et spill mellom tre store tilbydere av gass; Sovjetunionen, Algerie og Norge. Disse konkurrerer om markedsandeler på det vest-europeiske kontinentet. Storbritannia er holdt utenfor modellen (antar implisitt at det ikke kommer noen gassforbindelse over den engelske kanalen), og nederlandsk produksjon er inkludert i "innenlandsk" tilbud. Etterspørselssiden er forutsatt å være helt "passiv", og modellen kan følgelig tolkes å simulere et deregulert europeisk gassmarked med "åpen adgang".

Hver spiller besitter et sett med store, udelbare og irreversible investeringsprosjekter. De har full informasjon om de andre spillernes muligheter, og til å "se" konsekven-

sene av alle handlinger langt fram i tid. Gitt at alle tilbydere maksimerer forventet, neddiskontert overskudd over en planleggingshorisont, avledes for hver produsent en optimal *strategi* for hvilke beslutninger som skal tas på hvert enkelt tidspunkt. Disse er betinget av "historien", dvs. alle hendelser og vedtak opp til den aktuelle perioden. Et sentralt trekk ved denne modellen er at de ulike gassprodusentene kan ha incentiver til å igangsette strategiske investeringer. Med dette menes at for en enkelt aktør vil det kunne være optimalt å iverksette et prosjekt *før* prisen overstiger enhetskostnaden. Grunnen er at gjennomføringen av prosjektet vil virke til å holde tilbake konkurrerentes investeringer, som alternativt ville ha kommet inn, kapret markedsandeler og ført til at produsenten uansett ville ha opplevd et prisfall og lønnsomhetstap på allerede utbygde prosjekter.

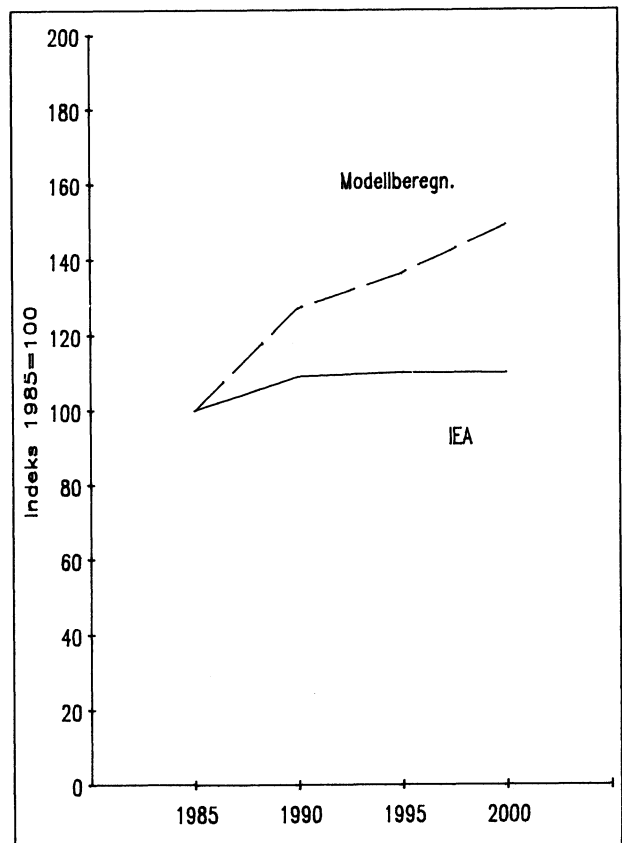
Modellen er brukt til å beregne utviklingen i tilbudet av gass til det vest-europeiske kontinentet. Modellen er kalibrert i basisåret, som er 1985. For etterfølgende år vil ikke modellen nødvendigvis simulere en sannsynlig utvikling; snarere simuleres hva som vil kunne bli resultatet dersom et annet markedsregime ("åpen adgang") enn dagens innføres.

I referansebanen går både Sovjetunionen og Algerie inn med kompressor-prosjekter (øker kapasiteten på eksisterende gassrørledninger) i 1985. Dette fører til en markert økning i gasstilbudet til Vest-Europa og et betydelig prisfall (til 60 prosent av observert 1985-pris i 1990). Norge starter opp Sleipner i 1990 og Troll I i 1995. Algerie bygger en ny rørledning til Italia i 1990, mens nye rørledningsprosjekter fra Sovjetunionen utsettes til 2015. Konsekvensene av denne oppbyggingen av ny produksjonskapasitet på tilbudssiden er interessant: Fra 1985 til 1990 øker tilbudet av gass til kontinentet fra 183 bcm til 233 bcm (27 prosent) og videre til 273 bcm i år 2000. Deretter skjer det ingen ny vekst i gassmarkedet før Troll II starter opp produksjonen rundt 2010.

I figur 3.7 har vi sammenlignet utviklingen av tilbudet av gass i referansebanen med prognosen for samlet gassforbruk mot 2000 utarbeidet av IEA.

En rekke alternative beregninger på modellen er gjennomført, hvor en har variert anslag for innenlandsk produksjon, diskonteringsrenten osv. For perioden 1985 til 2010 under ett gir disse modellberegningene en vekst i totalt gassforbruk på mellom 47,5 prosent og 80 prosent. Selv det laveste av disse anslagene må karakteriseres som en sterk vekst, og ligger markert over de fleste foreliggende prognosene for framtidig vekst i gassforbruket (se Bjerkholt, Gjelsvik og Olsen (1988)). Dette kan igjen tas til inntekt for at konsumentene i Vest-Europa kan ha store fordeler av innføring av "åpen adgang". I følge logikken i den spillmodellen som er brukt, er det liten grunn til å frykte kartell-dannelser og begrensninger på framtidig tilbud av gass. Rik reservetilgang i flere land og konkurranse om markedsandeler kan føre til betydelig tilførsel av gass til kontinentet og lavere priser enn det man har vært vant til i Vest-Europa.

Figur 3.7. Framskrivninger av gassforbruket i Vest-Europa. IEA, modellberegnet. 1985=100



3.5. Valg av utvinningstempo og bruk av oljeinntekter

Petroleumsvirksomhetens sentrale stilling i norsk økonomi har skapt avhengighet til utviklingen i internasjonale energimarkeder. Råoljeprisene har vist betydelige svingninger de siste årene. Dette understreker usikkerheten som eksisterer i oljemarkedet, og dermed i Norges inntekter fra petroleumsaktivitetene. I tillegg til råoljeprisene er det også knyttet usikkerhet til framtidig utvikling i dollarkurs, utvinningskostnader, reservegrunnlag og framtidige avsetningsmuligheter for naturgass. Med den betydning oljevirkosomheten har i norsk økonomi er det svært viktig å ta hensyn til usikkerheten både ved beslutninger om investeringer og utvinningstempo i oljesektoren og i utformingen av den økonomiske politikken.

3.5.1. Analyseprosjekt: Formuesforvaltning

Nasjonalformuen i vid forstand uttrykker de ressurser som nasjonen disponerer. Den gir grunnlag for inntekt som kan brukes til konsum eller til å øke formuen, dvs. å øke verdien av samfunnets totale produksjon av varer og tjenester en gang i framtiden. Formuen kan deles i fire hovedkategorier:

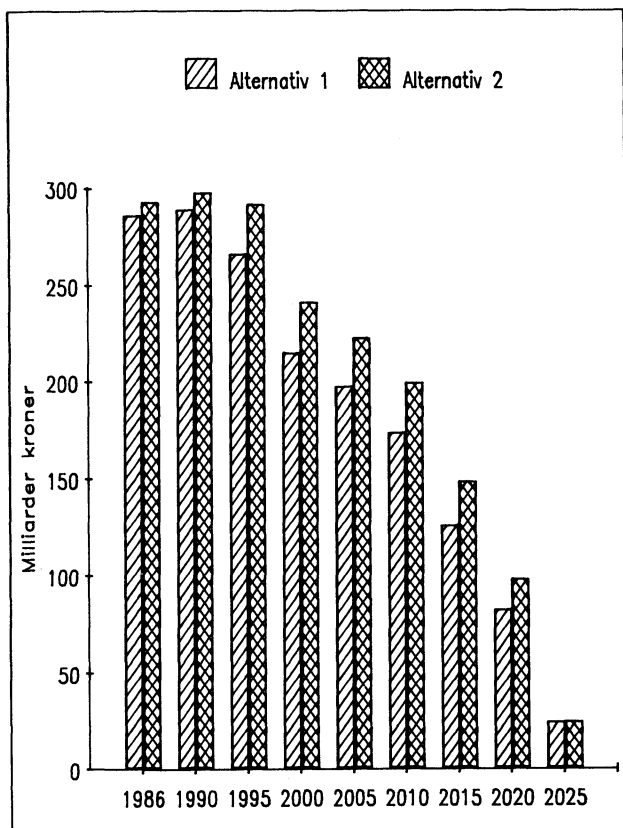
- Realkapital
- Fordringer på utlandet
- Natur- og miljøressurser
- Arbeidskraft og kunnskapsressurser

I nasjonalregnskapet er nasjonalformuen avgrenset til verdien av realkapitalbeholdningen og fordringer på utlandet.

Petroleumsreservene er en viktig del av Norges nasjonalformue. Størrelsen på petroleumsformuen avhenger bl.a. av de fysiske reservene, uttak, framtidig pris på olje og gass og av kostnadene ved utvinning. Et rimelig krav til forvaltning av petroleumsformuen er at den skal gi like stor avkastning uansett hvordan den plasseres. En mulig plassering er å vente med å utvinne olje- og gassreservene. Hensynet til en fornuftig 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.

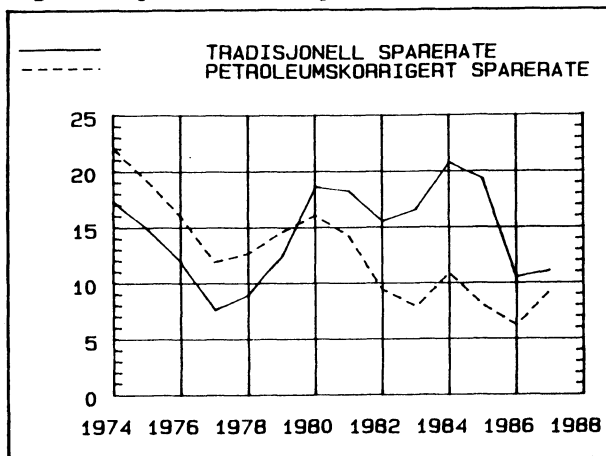
Som en illustrasjon av en slik formuestankegang ble det i forbindelse med NOU 1988:21 "Norsk økonomi i forandring" beregnet verdien av petroleumsformuen under ulike forutsetninger, se figur 3.8.

Figur 3.8. Petroleumsformuen. 1986-2025. Mrd.kr (1986-priser)



Kilde: SSB.

Figur 3.9. Sparerater for Norge. 1974-1987



Kilde: SSB.

Petroleumsformuen er beregnet som nåverdien av all framtidig oljerente, som er definert som den meravkastning oljevirkosomheten gir i forhold til hva innsatsfaktorene ville kastet av seg i annen næringsvirkosomhet, jf. avsnitt 3.1.

Beregningene er foretatt for to forskjellige produksjonsprofiler. Forskjellen mellom de to produksjonsprofilene svarer til at en utsetter i om lag tre år utbyggingen av et stort olje- og gassfelt med kostnader svarende omtrent til gjennomsnittet for gjenværende reserver. Olje- og gassreservene er de samme i begge alternativene, og det er forutsatt en verdi av de gjenværende reserver på 25 milliarder kroner i 2025. Ut over dagens kjente reserver er det forutsatt at en fram mot 2025 oppdager og utvinner nye oljefelt som til sammen svarer til to Statfjord-felt.

Prisforutsetningene har som utgangspunkt at råoljeprisen i 1991 reelt sett vil være noe under 1987-nivå, rundt 115 kroner pr. fat. Deretter antas den reelle råoljeprisen å øke med drøyt 2 prosent pr. år. Det innebærer at råoljeprisen om lag fordobles fram til 2025. For naturgass er det lagt til grunn en noe svakere realprisvekst etter 2000.

I alternativ 1 reduseres oljeformuen ifølge beregningene med om lag 80 milliarder kroner i løpet av 1990-årene. Etter 2000 skjer reduksjonen i formuen noe langsommere fram mot år 2025. Utsettelsen av olje og gassproduksjonen (alternativ 2) medfører en økning i formuen for alle år i forhold til alternativ 1. Økningen i petroleumsformuen er rundt 10 milliarder kroner i 1990 og nesten 30 milliarder kroner i 1995 og 2000 i forhold til alternativ 1.

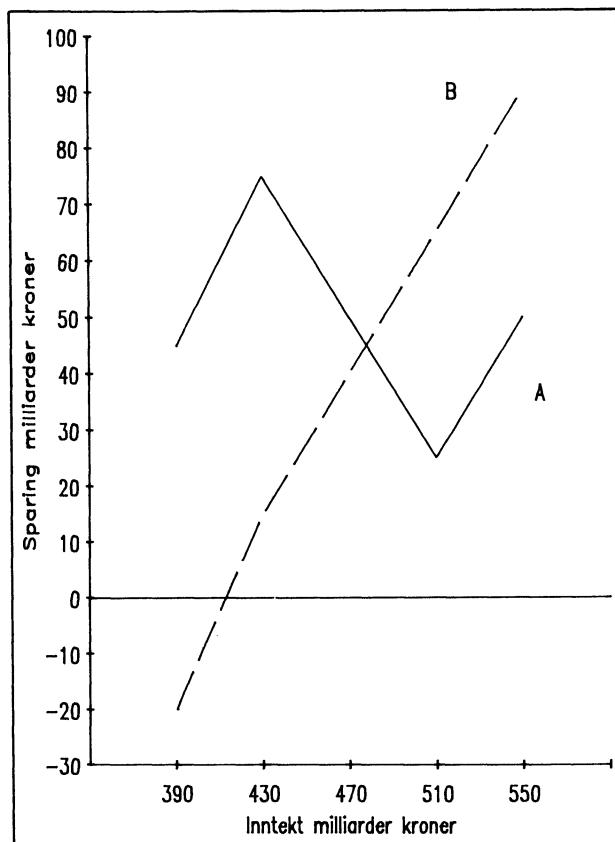
Det bør understrekes at de utførte beregningene er svært følsomme bl.a. for forutsetninger om uttaksprofil og prisutvikling. I regnestykkene er petroleumsformuen beregnet for to bestemte produksjonsprofiler. Forskjellen mellom anslagene på petroleumsformuen i alternativ 1 og 2 illustrerer at for ikke-fornybare ressurser er en beslutning om utbyggingstidspunkt særlig viktig. I beregningene er det imidlertid ikke gjort noe forsøk på å finne den optimale produksjonsprofilen for den gitte prisforutsetningen. Det er heller ikke tatt hensyn til usikkerheten i oljeprisene. Hvis

en optimaliserer utbyggingen slik at en ved igangsetting av prosjekter utnytter svingninger i oljeprisen, vil usikkerhet øke den forventede verdien av formuen. Dette forholdet blir illustrert nedenfor ved nåverdiberegninger for Snorre-feltet.

Petroleumsformue og sparing

Sparing er i nasjonalregnskapet definert som formuesendring fra et år til det neste. *Spareraten* er definert som sparingens andel av Norges disponible inntekt. Siden anslag for petroleumsformuen ikke inngår i nasjonalregnskapet, kommer det der ikke til syne at tømning av petroleumsreservene representerer tæring på formuen, dvs. negativ sparing. Verdien av olje- og gassproduksjonen øker disponibel inntekt for Norge uten at denne inntektsposten motsvares av en reduksjon i formuen. Dette innebærer at sparingen slik den beregnes i nasjonalregnskapet ikke er helt dekkende for den faktiske endring i nasjonalformuen. Et mer dekkende mål for sparingen er å definere den som endring i nasjonalformuen medregnet petroleumsformuen. Beregninger av petroleumskorrigert sparing for årene 1974-1987 ble også presentert i NOU 1988:21, se figur 3.9. Disse beregningene var basert på de faktisk realiserte oljeprisene og den faktiske utviklingen i olje- og gassproduksjonen for denne perioden. Framtidig produksjonsprofil ble igjen fastlagt uavhengig av den antatte oljeprisbanen, og en så bort fra usikkerhet og eventuelle skift i forventninger om prisutviklingen. Disse forutsetningene innebæ-

Figur 3.10. Sammenhengen mellom usikker oljeinntekt og ønsket sparing



rer at det knytter seg flere problemer til de korrigerede formues- og sparebegrep som ble presentert i NOU 1988:21. Blant annet vil et "høyt" eller "lavt" prisnivå kun påvirke formuesanslaget gjennom verdien av uttaket i det enkelte år.

Den beregnede petroleumskorrigerte spareraten gir et annet bilde av Norges spareatferd i perioden 1974 til 1987 enn den som anslås i nasjonalregnskapet. Fram til 1980 lå den petroleumskorrigerte spareraten over den tradisjonelle spareraten. Dette reflekterer for en stor del at petroleumsvirksomheten i Norge var inne i en oppbyggingsfase med moderate uttak. Fra og med 1980 har den petroleumskorrigerte spareraten ligget lavere enn nasjonalregnskapets. Uttaket av olje og gass hadde i 1980 nådd et høyt nivå, og i dette året var formuesreduksjonen som følge av uttapping, for første gang større enn rentegevinsten som følger av at tidspunktet for uttapping er kommet et år nærmere.

3.5.2. Analyseprosjekt: Planlegging av oljevirkosomheten under usikkerhet

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 har usikkerheten vært illustrert ved utarbeiding av flere mulige utviklingsbaner (scenarier). Det er lett å peke på svakheter ved en slik planleggingsprosedyre. Betydelig usikkerhet tilsier en høy grad av fleksibilitet i utformingen av den økonomiske politikken, slik at beslutningene kan revurderes alt ettersom hvordan sentrale økonomiske størrelser utvikler seg. Mer tilfredsstillende er det derfor om langsiktig politikk og planlegging utformes som en *strategi*, dvs. som en beslutningsregel for hvordan den økonomiske politikken i framtidige år bør fastsettes alt ettersom de usikre størrelsene utvikler seg. Det er dette tankeskjemaet som er utgangspunktet for de eksempler på planleggingsproblemer under usikkerhet som kort beskrives i det følgende.

Makroøkonomisk styring

Usikkerheten om utviklingen i oljeinntektene skaper problemer for utformingen av den økonomiske politikken. Usikkerheten tilsier fleksible planer, dvs. at forbruksutviklingen til enhver tid bør 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 målsettingen om balanse i utenriksøkonomien tilsier derfor isolert sett at både privat og offentlig forbruk bør strammes inn. For en langsiktig vurdering er det avgjørende hvordan de lave prisene tolkes.

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 derimot oljeprisfallet tolkes som et utslag av de tilfeldige svingninger omkring en mer stabil langsiktig prisutvikling, vil en innstramning i forbruksutviklingen ikke være like nødvendig. Det er derfor viktig å skille mellom den (umiddelbare) direkte virkningen på disponibel realinntekt for Norge og den (langsiktige) indirekte virkning på verdien av oljereservene og dermed på framtidig inntektsutvikling.

Som en illustrasjon av dette poenget har vi foretatt to beregninger av sammenhengen mellom oljeinntekt og ønsket sparing, se figur 3.10. Beregningene er foretatt ved hjelp av en sterkt forenklet modell, der formålet er å rendyrke virkningene av usikkerhet. Tallene må derfor kun oppfattes som illustrasjoner. Kurve B er beregnet under en antakelse om at de tilfeldige oljeinntektene er uavhengige fra år til år, slik at størrelsen på oljeinntektene ett år ikke gir noe holdepunkt for å anslå størrelsen på oljeinntektene neste år. I dette tilfellet er ønsket sparing høyere jo høyere inntekten er.

Kurve A er derimot beregnet under antagelse om samvariasjon i oljeinntektene fra år til år. Denne antakelsen er noe mer komplisert, og er utelukkende valgt for å illustrere poenget at høyere inntekt ikke nødvendigvis bør føre til høyere sparing. Vi antar at inntekten bare kan ligge på fem mulige nivåer, som angitt i figuren. Samvariasjonen kommer til uttrykk ved at når inntekten er 390 eller 430 milliarder kroner, vil den i alle framtidige perioder bli 390. Er den 510 eller 550 milliarder kroner, vil inntekten med sikkerhet bli 550 milliarder i alle senere perioder. Er den derimot 470, kan inntekten neste periode bli enten 430 (med 30 prosent sannsynlighet), 470 (40 prosent sannsynlighet) eller 510 (30 prosent sannsynlighet). Dette betyr at om inntekten øker fra 470 til 510, vil den fortsette å øke neste periode, for deretter å ligge fast på 550 milliarder kroner. Denne oppgangen fører altså til stor optimisme med hensyn på framtidige inntekter. Dette fører til at optimal sparing er lavere ved en inntekt på 510 milliarder kroner, da en forventer økte inntekter senere og tar konsumet på forskudd, enn ved en lavere inntekt på 470 milliarder, der inntekten i framtiden kan gå både opp og ned.

Forskjellen i den optimale tilpasningen i (A) og (B), når inntekten f.eks. går opp fra 470 milliarder til 510 milliarder, illustrerer hvor viktig det er å ta stilling til hvilken *ny informasjon* som ligger i løpende observasjoner av oljeprisene.

De teoretiske overveielserne 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. Det kan også være vanskelig å stramme til når oljeinntektene svikter. Dette tilsier at myn-

dighetene bør legge opp til en lavere og jevnere utvinningsbane enn det som 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. En prinsipiell drøfting av dette problemet er foretatt i Bjerkholt og Brekke (1988).

Problemstillingen er å finne det mest lønnsomme tidspunktet for å starte utbyggingen av et oljefelt. Dersom framtidig utvikling i oljeprisen hadde vært kjent, ville dette vært enkelt: utbyggingen bør skje på det tidspunkt som gjør nåverdien av framtidige inntekter fra feltet størst mulig. Løsningen kan uttrykkes ved hjelp av begrepet *reservasjonspris*, som er en terskelverdi for lønnsom utbygging. Så lenge prisen er lavere enn reservasjonsprisen lønner det seg å utsette utbyggingen, men en skal starte utbyggingen så snart prisen overstiger reservasjonsprisen. Reservasjonsprisen avhenger av årlig vekstrate i oljeprisen, enhetskostnader ved feltet og kalkulasjonsrenten.

Det kan vises at om vekstraten i oljeprisen er usikker, bør en beslutning om utbyggingstidspunkt baseres på en helt tilsvarende beslutningsregel, dvs. utsette utbyggingen inntil oljeprisen når en reservasjonspris. Denne ligger imidlertid høyere enn i tilfellet med sikkerhet i prisutviklingen. Forklaringen er ganske intuitiv: prissvingningene virker ikke symmetrisk på den optimale tilpasningen. Ved å utsette utbyggingen så lenge prisen er "lav", unngår en inntektstap. Derimot kan en ved å vente høste gevinsten ved at prisen før eller senere overstiger den reservasjonsprisen som gjelder under full sikkerhet.

Som en illustrasjon av teorien for valg av utbyggingstidspunkt, er det gjennomført beregninger av forventet nåverdi for Snorrefeltet under ulike utbyggingsstrategier (se Brekke, Gjelsvik og Olsen (1988)). Som kjent ble beslutningen om utbygging av Snorrefeltet fattet i 1988. I disse beregningene er det antatt at vekstraten til oljeprisen er usikker, med forventning lik null. Videre er det antatt at vekstraten på et gitt tidspunkt er uavhengig av hva den har vært tidligere. Graden av usikkerhet er anslått på bakgrunn av data for oljeprisen fra 1973-1986. I beregningene er strategien umiddelbar utbygging sammenlignet med en strategi som går ut på å vente til prisen når 25 dollar/fat. Beregningene ble foretatt på et tidspunkt da oljeprisen lå på et nivå rundt 15 dollar/fat som tilsvarer "break-even"-prisen for Snorre. "Break-even"-prisen er definert som den oljeprisen som gjør forventet nåverdi lik null. Om utbyggingen hadde blitt utsatt til oljeprisen nådde 25 dollar/fat, ville forventet nåverdi etter denne beregningen vært 9,6 milliarder kroner. Med andre forutsetninger om oljepris på beregningstidspunkt, andre anslag på usikkerheten og

andre vekstrater for prisen varierte nåverdien fra 5,3 til 11,2 milliarder kroner.

Siden det i denne beregningen er forutsatt at *forventet* oljeprisvekst er lik null, betyr det at det bare er de usikre svingningene som gjør at oljeprisen avviker fra å være konstant. Økningen i (forventet) nåverdi på 9,6 milliarder kroner kommer derfor utelukkende på grunn av at det eksplisitt er tatt hensyn til usikkerheten i beregningene. Lønnsomhetskalkyler som ikke tar hensyn til slike svingninger, vil kunne lede til feilaktige resultater og uheldige valg av tidspunkt for feltutbygginger. Det hjelper lite å gjennomføre beregningene ved å betrakte alternative oljeprisbaner, som hver for seg antas å være sikre, så lenge en ikke tar eksplisitt hensyn til den potensielle gevinst ved svingninger i oljeprisen.

I beregningene over er det antatt at det bare er prisen "i dag" som har betydning for prisutsiktene, og at prisen noen år tilbake ikke virker inn. Realismen i denne forutsetningen kan åpenbart kritiseres. Prinsippene for beregningene vil imidlertid være de samme uansett forutsetninger om prisutviklingen, men de konkrete beregningsresultatene avhenger selvsagt av disse antakelsene. En svakhet ved de skisserte lønnsomhetsberegningene er at de helt neglisjerer strukturelle og atferdsmessige relasjoner i oljemarkedet som påvirker utviklingen i oljeprisen.

Referanser:

Bjerkholt, O. og K.A. Brekke (1988): Optimal Starting and Stopping Rules for Resource Depletion when Price is Exo-

genous and Stochastic. Discussion Paper nr. 40 fra Statistisk sentralbyrå.

Bjerkholt, O., E. Gjelsvik og Ø. Olsen (1988): Gas Trade and Demand in Northwest Europe: Regulation, Bargaining and Competition. Notat presentert på AEA-møte, New York, 28.-30. desember 1988.

Brekke, K.A., E. Gjelsvik og B.H. Vatne (1987): A Dynamic Supply Side Game Applied to the European Gas Market. Discussion Paper nr. 22. Statistisk sentralbyrå.

Gjelsvik, E., Ø. Olsen og B.H. Vatne (1987): Utsikter for det vest-europeiske gassmarkedet: Noen beregningsresultater for gassforbruket fram mot år 2000. Økonomiske analyser 87/8. Statistisk sentralbyrå.

Brekke, K.A., E. Gjelsvik og Ø. Olsen (1988): Utbygging av oljefelter med usikre oljepriser: Eksempelet Snorre. Økonomiske analyser 88/4. Statistisk sentralbyrå.

Eurostat (1988): Gas Prices 1980-1988. Statistical Office of the European Communities. Luxembourg.

NOU (1988): Norsk økonomi i forandring. NOU 1988:21.

Oljedirektoratet (1988): Årsberetning 1987.

Purvin og Gertz (1987): Western Europe Natural Gas Industry Market and Economic Analysis to 2010. Purvin & Gertz, Inc. London.

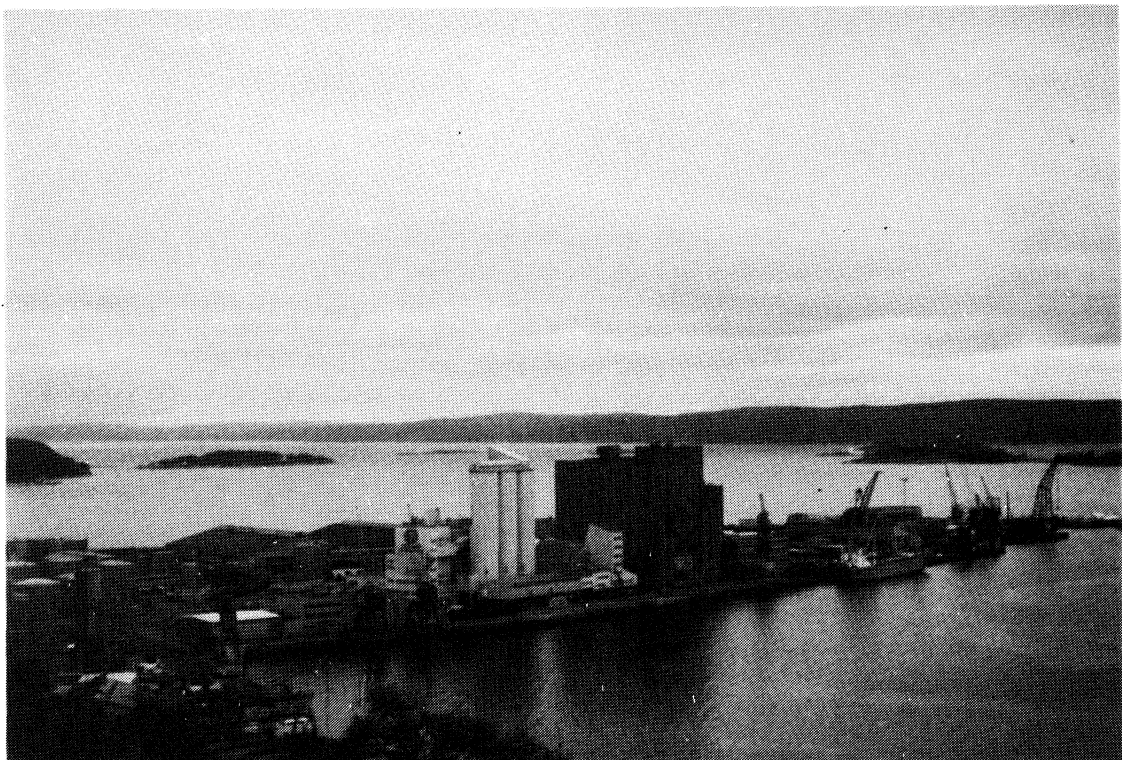


Foto : Frode Brunvoll

4. Mineraler

Mange malmgruver har innstilt virksomheten i de senere år. Ressursgrunnlaget har vist seg å være betydelig mindre enn det en trodde for om lag 10 år siden, og det er gjort få nye funn som er økonomisk drivverdige. En kraftig prisøkning på malmer i 1988 vil neppe bidra til å øke reservegrunnlaget i vesentlig grad. For utvinning av andre mineraler er forholdene annerledes. Norge har store reserver av mineraler som eksporteres til relativt høye priser.

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. Bare oppdagede ressurser rapporteres. Disse 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.

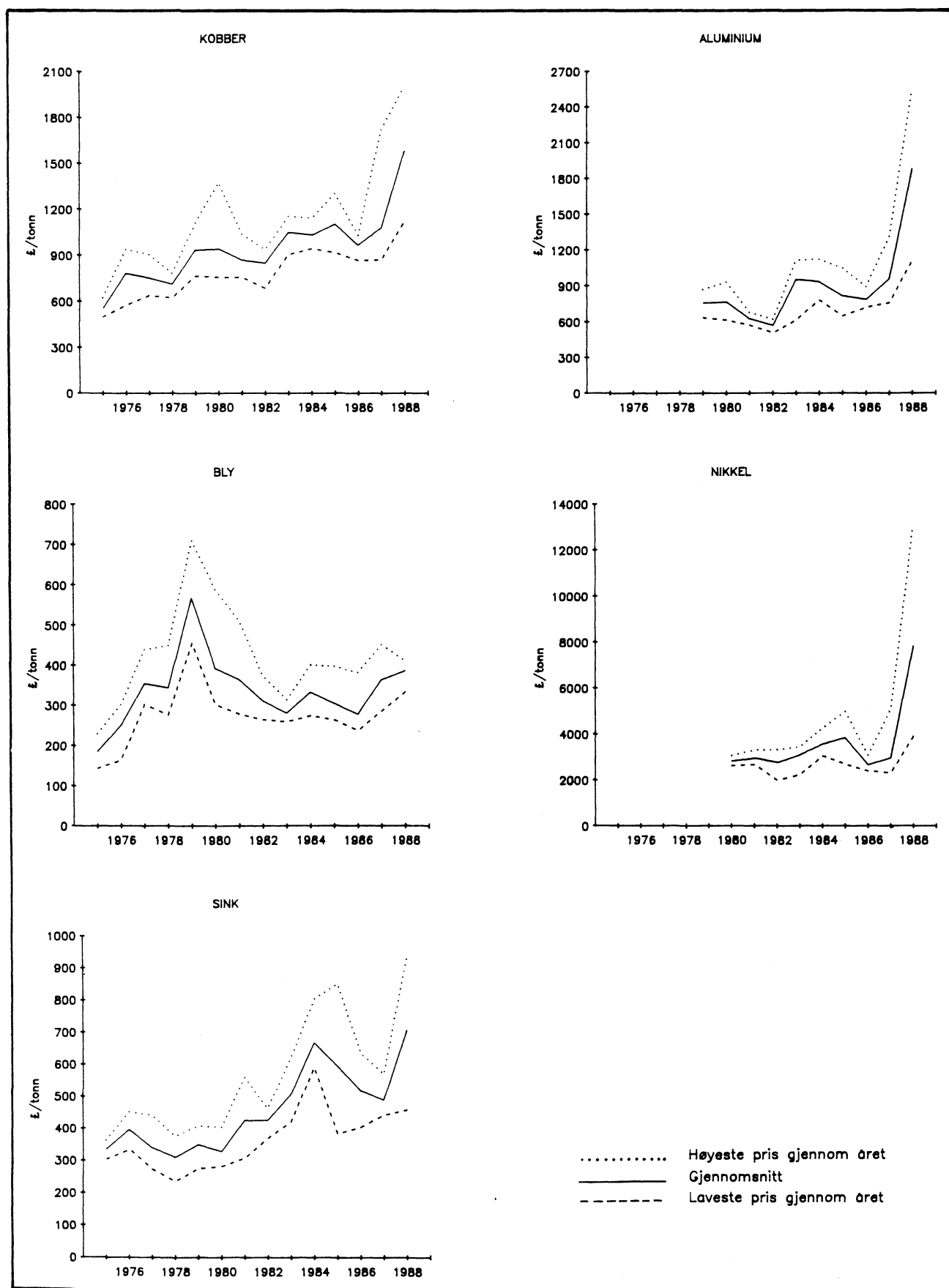
Tabell 4.1. Norske malmressurser pr. 1. januar 1987. 1 000 tonn rent metall

| Metall | Kategori | Forventet ressurs |
|-----------|------------------|-------------------|
| JERN | Påvist | 25 253 |
| | Sannsynlig | 13 870 |
| | Mulig | 63 824 |
| KOBBER | Påvist | 122 |
| | Sannsynlig | 17 |
| | Mulig | 60 |
| SINK | Påvist | 189 |
| | Sannsynlig | 18 |
| | Mulig | 231 |
| SVOVELKIS | Påvist | 3 427 |

Mulige ressurser foreligger det hverken driftsplaner eller tidsplaner for.

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

| | Reserver 1.1 | Uttak | Omvurd. 31.12 | Reserver 31.12 |
|---------------|--------------|--------|---------------|----------------|
| JERN | | | | |
| 1980 ... | 157 300 | -2 500 | -3 200 | 151 600 |
| 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 |

Figur 4.1. Prisutvikling på kobber, aluminium, bly, nikkel og sink. 1975-1988¹. £ pr. tonn

¹⁾ Tallene for 1988 er foreløpige.

Tabell 4.1 gir anslag over forventede mengder innen hver av disse kategoriene pr. 1. januar 1987. Tallene er beheftet med usikkerhet. Usikkerheten er størst for mulige ressurser og minst for påviste ressurser.

Tabell 4.2 viser reserveregnskapet for jern, kobber og sink i perioden 1980 - 1986. Det går fram at reservene i perioden har vært gjenstand for betydelige nedvurderinger. Dette gjelder i særlig grad for jern og skyldes først og fremst den dårlige lønnsomheten av gruven 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 nedvurderingene er til dels lavere priser, men skyldes også revurderinger av gruves produksjonsmuligheter. Dessuten vurderes reservetallene nå trolig mer kritisk enn tidligere, da antatt gjenværende levetiden for gruvene var lengre. Det er ikke foretatt beregninger av malmreservene etter 1. januar 1987. Dette henger sammen med stor usikkerhet omkring den videre driften i mange av gruvene. I 1988 ble store deler av driften ved jernmalmgruven i Mo i Rana stanset. Driften i sulfidmalmgruven i Sulitjelma vil også med stor sannsynlighet bli innstilt.

4.2. Uttak og innenlandsk bruk av malmer

Tabell 4.3 viser produksjon, eksport og import av norskproduserte malmer i 1987. Volummessig er det jernmalmproduksjonen som dominerer i Norge, men produksjonen var i 1987 om lag 15 prosent lavere enn i 1986. Produksjonen fortsatte å synke i 1988. Det meste av norsk malmproduksjon eksporteres, i første rekke til land i Vest-Europa. Mesteparten av svovelkisen benyttes imidlertid innenlands. Forbruket av sink er om lag dobbelt så stort som utvinningen. Sink importeres særlig fra Sverige og brukes i metallurgisk industri.

Tabell 4.3. Produksjon, eksport og import av norskproduserte malmer. 1987. 1 000 tonn rent metall

| Malm | Produksjon | Eksport | Import | Tilgang |
|-----------|------------|---------|--------|---------|
| Jern | 2 045,5 | 1 648,6 | 13,4 | 410,3 |
| Ilmenitt | 377,5 | 317,1 | 0,0 | 60,4 |
| Svovelkis | 179,5 | 14,1 | - | 165,4 |
| Kobber | 26,5 | 29,2 | - | -2,7 |
| Sink | 22,5 | 3,8 | 90,1 | 108,8 |
| Bly | 2,9 | 3,4 | - | -0,5 |
| Nikkel | 0,4 | 0,4 | 0,0 | 0,0 |

4.3. Priser på mineralske råstoffer og produkter

Prisutviklingen på spotmarkedet for noen mineralske råstoffer og produkter, 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.

Trenden for metallprisene har vært svakt stigende fram til 1987. Målt i faste priser har de vært omtrent uendret. Etter relativt høye priser i 1984 og en nedgang til 1986 har metallprisene i 1988 steget mot et høyere nivå enn noensinne. Prisoppgangen kom på våren og forsommeren 1988 for alle metallene så nær som for bly. En ny oppgang, særlig på aluminium, fikk en mot slutten av året. Prisene på nikkel og aluminium er omtrent fordoblet i forhold til 1987, mens for sink og kobber var de om lag 50 prosent høyere i 1988 enn i 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. Ressursrenten kan 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.

Driftsresultatet i sektoren bedret seg betydelig fra 1980 til 1981 og har siden stort sett 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. Det vil si at uten subsidier ville inntjeningen i malmgruvene ikke gitt avkastning på kapitalen. Underskuddene økte betydelig fra 1984 til 1986. Dette kan delvis skyldes ugunstig prisutvikling på metaller, men henger også sammen med tyngre drift i gruvene. Det samlede tapet ved å drive malmbasert gruvevirksomhet var i 1986 beregnet til 707 mill. kroner. Beløpet uttrykker forskjellen mellom kapitalinntekter fra malmgruvene og alternativ plassering av kapitalen med normal avkastning.

Knapphet på andre mineraler enn malmer blir sjelden betraktet som noe problem i Norge. Det kan være lokal knapphet på mineralske byggeråstoffer som sand og grus. Norge produserer imidlertid industrimineraler og byggestein for eksport. Produksjonen av nefelin, olivin og grafitt blir eksportert nesten i sin helhet.

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 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.

I senere år har denne delen av gruvevirksomheten gått meget godt. I 1986 utgjorde ressursrenten, slik den er definert her, 1/3 av driftsresultatet i sektoren. Dette er nesten dobbelt så mye som i 1984, som inntil 1986 har vært det beste året.

Tabell 4.4. Beregnet ressursrente for malmer. 1975-1986. Mill. kr. Løpende priser

| | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986* |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Driftsresultat | -35 | -83 | -117 | -165 | -127 | -174 | 81 | -16 | 38 | 40 | 14 | -44 |
| Skatter/ subsidiær | -11 | -17 | -49 | -53 | -21 | -21 | -246 | -241 | -203 | -286 | -399 | -393 |
| Opptjent ekskl. arbeid | -46 | -100 | -166 | -218 | -148 | -195 | -165 | -257 | -165 | -246 | -385 | -437 |
| Normalavkastn. 7 prosent | -166 | -183 | -196 | -200 | -194 | -213 | -235 | -253 | -257 | -238 | -250 | -270 |
| Ressursrente..... | -212 | -283 | -362 | -418 | -342 | -408 | -400 | -510 | -422 | -484 | -635 | -707 |

Tabell 4.5. Beregnet ressursrente for andre mineraler. 1975-1986. Mill. kr. Løpende priser

| | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986* |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Driftsresultat | 132 | 107 | 118 | 180 | 171 | 172 | 154 | 186 | 257 | 272 | 242 | 358 |
| Skatter/ subsidiær | -10 | -4 | -2 | -3 | -3 | -3 | -3 | -4 | -4 | -5 | 2 | -1 |
| Opptjent ekskl. arbeid | 122 | 103 | 116 | 177 | 168 | 169 | 151 | 182 | 253 | 267 | 244 | 357 |
| Normalavkastn. 7 prosent | -101 | -113 | -126 | -139 | -143 | -161 | -174 | -193 | -200 | -190 | -208 | -224 |
| Ressursrente..... | 21 | -10 | -10 | 38 | 25 | 8 | -23 | -11 | 53 | 77 | 36 | 133 |

5. Fisk

Gytebestanden av norsk vårgytende sild er nå større enn på mange år, men bestanden er sterkt dominert av 1983-årsklassen. Loddebestanden i Barentshavet er i svak vekst, men er fremdeles på et meget lavt nivå. Utviklingen i bestanden av norsk-arktisk torsk har ikke vært så god som forventet for bare få år siden. Bestanden må beskattes varsomt i årene fremover for å bygge opp gytebestanden. Det totale fangstkvantumet av fisk i norske fiskerier i 1988 var om lag 1,6 millioner tonn. Dette er en nedgang på om lag 150 000 tonn fra 1987. Inkludert skalldyr, skjell, tang og tare var totalfangsten i 1988 om lag 1,9 millioner tonn til en førstehåndsverdi av 4,7 mrd. kroner. Dette tilsvarer en nedgang på om lag 9 prosent i fangstmengde og en nedgang på om lag 20 prosent i verdi. Eksportverdien av fiskevarer (oppdrettslaks inkludert) økte imidlertid med 7 prosent i 1988 til om lag 11 mrd. kroner, hvorav eksport av oppdrettslaks utgjorde om lag 3,1 mrd. kroner. Eksportmengden av oppdrettslaks har økt med om lag 50 prosent fra 1987 og verdien med om lag 40 prosent.

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 900 tusen tonn ved begynnelsen av 1988, se figur 5.1. Utviklingen i torskebestanden har vært langt svakere enn forventet, og totalbestanden er nå igjen om lag nede på det samme lave nivået som i 1983/1984. 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 gytting fant sted. Rekrutteringsindeksen viser at årsklassene fra og med 1976 til og med 1981 var svake, mens årsklassene 1982 og særlig 1983 var sterke. Årsklassen 1984 er vurdert til å være av om lag samme styrke som årsklassen fra 1982, mens senere årsklasser er svakere. Torsken blir vanligvis gytemoden som 7-8 åring.

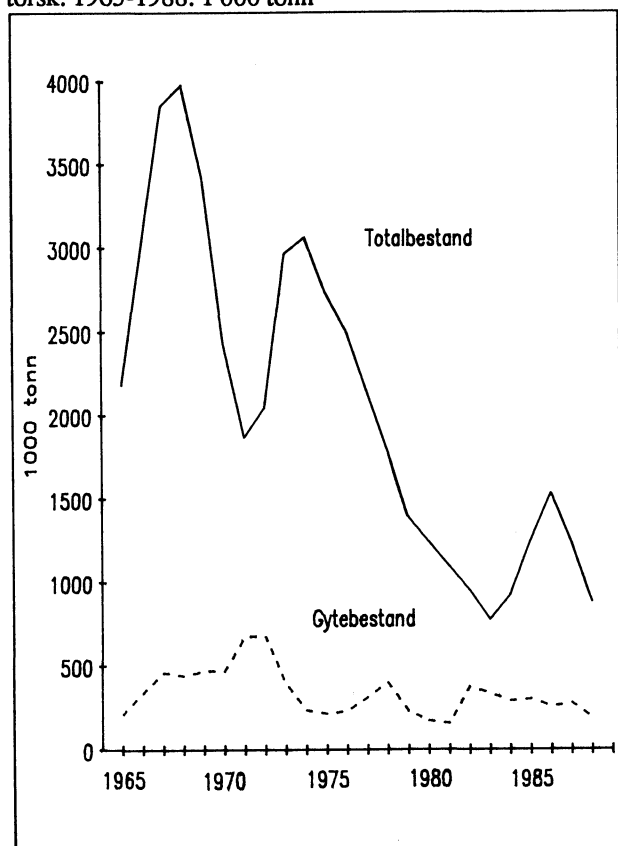
På bakgrunn av det nyeste bestandsanslaget gjør havforskerne tilbakeregninger over bestandsutviklingen på grunnlag av data for fangst og naturlig dødelighet. Dermed blir bestandsanslag for tidligere år omvurdert. Tabell 5.1 viser bestandsstørrelsen for norsk-arktisk torsk, slik den ble vurdert første gang for hvert enkelt år og slik den ble vurdert i 1988. Anslaget på 1 500 tusen tonn for 1987 som ble gitt samme år, ble justert ned med 260 tusen tonn i 1988.

Norsk vårgytende sild

Bestanden av norsk vårgytende sild i 1987 er vurdert til om lag 1,4 millioner tonn, se figur 5.3. I en prognose har ICES anslått totalbestanden av norsk vårgytende sild pr. 1. januar 1988 til om lag 1,5 millioner tonn.

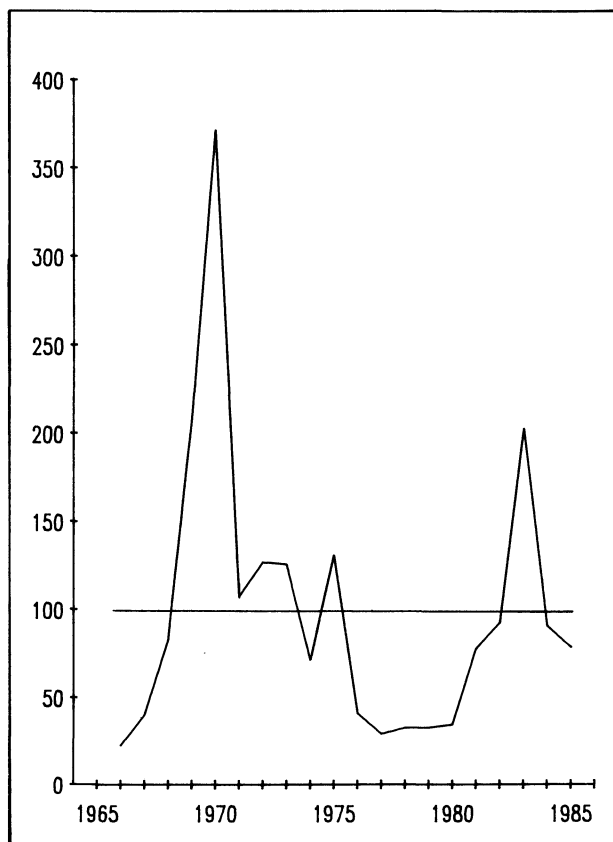
Fra å være på et nivå mellom 7 og 10 mill. tonn i 1950-årene ble bestanden fisket helt ned i slutten av 1960-årene. I begynnelsen av 1970-årene ble det ikke registrert noen gytebestand, men en rimelig god årsklasse i 1969 gav om lag 80 tusen tonn kjønnsmoden sild, hvorav mesteparten ble gytemoden i 1973. En del av årsklassene fra 1973 og utover ga rimelig bra rekruttering, og i 1983 ble det registrert en spesielt rik årsklasse, figur 5.4. Denne årsklas-

Figur 5.1. Totalbestand¹ og gytebestand av norsk-arktisk torsk, 1965-1988. 1 000 tonn



¹ Fisk som er over 2 år.

Figur 5.2. Rekrutteringsindeks¹ for norsk-arktisk torsk, 1966-1985



¹ Gjennomsnitt 1966-1985=100.

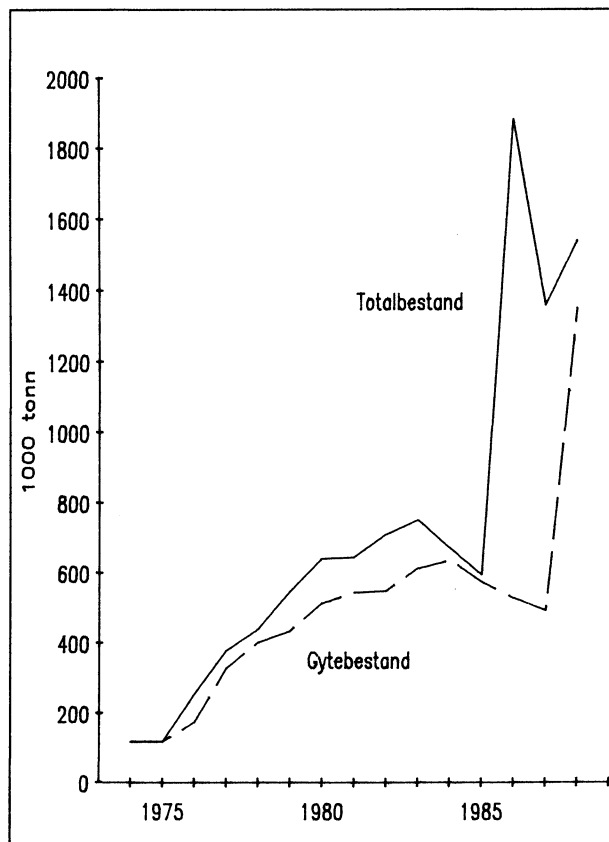
Tabell 5.1. Bestandsutvikling¹. Norsk-arktisk torsk, 1975-1988. 1 000 tonn

| År | Første anslag (1) | 1988-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 | 1 920 | 1 800 | -120 |
| 1979 | 1 690 | 1 390 | -300 |
| 1980 | 1 500 | 1 240 | -260 |
| 1981 | 1 560 | 1 090 | -460 |
| 1982 | 1 410 | 950 | -460 |
| 1983 | 960 | 770 | -190 |
| 1984 | 730 | 920 | 190 |
| 1985 | 1 020 | 1 250 | 230 |
| 1986 | 1 880 | 1 530 | -350 |
| 1987 | 1 500 | 1 240 | -260 |
| 1988 | 880 | 880 | . |

¹ Bestandsstørrelse vurdert for første gang samme år og i 1988

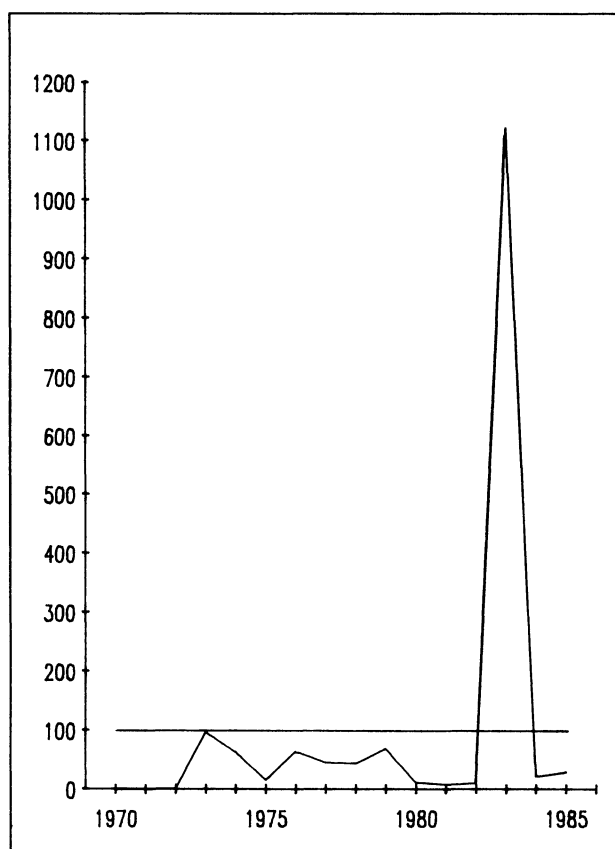
sen har nå rekruttert til gytebestanden. Anslaget for gytebestanden i 1988, 1,4 millioner tonn, er om lag tre ganger større enn gytebestanden i 1987. Årsklassene etter 1983 er vurdert til å gi lite tilskudd til gytebestanden bl.a. på grunn av sterkt beitepress fra torskebestanden. Det er knyttet stor usikkerhet til bestandsutviklingen, som er sterkt avhengig

Figur 5.3. Totalbestand¹ og gytebestand av norsk vårgytende sild, 1974-1988. 1 000 tonn



¹ Fisk som er over 2 år.

Figur 5.4. Rekrutteringsindeks¹ for norsk vårgytende sild. 1970-1985



¹ Gjennomsnitt 1970-1985=100.

av hva som skjer med 1983-årsklassen i årene framover. Denne årsklassen utgjør om lag 90 prosent av både antall og biomasse av sild som er tre år eller eldre.

I 1984 anbefalte havforskerne fangst på voksen sild for første gang på nærmere 15 år. Kvoten ble satt til 38 tusen tonn. Tiltrådt største fangst for 1989 er 100 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.

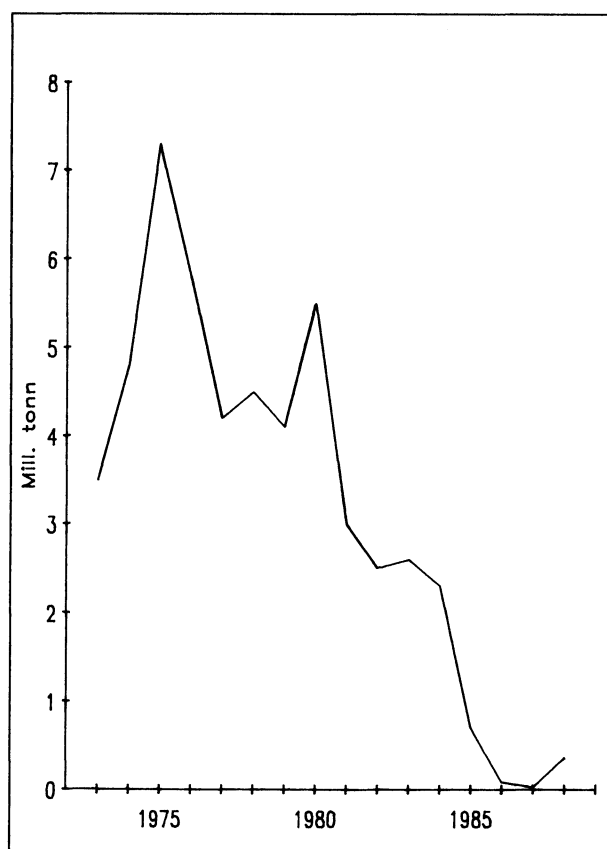
Lodde i Barentshavet

Bestanden av lodde i Barentshavet er fremdeles på et alvorlig lavt nivå, og det kan i årene som kommer fortsatt være fare for svikt i rekrutteringen. Det har imidlertid vært en viss vekst i bestanden.

Figur 5.5 viser anslag over størrelsen av loddebestanden (fisk som er 2 år og eldre) i Barentshavet basert på akustiske målinger om høsten. I 1987 og 1988 er bestanden anslått til hhv. 0,02 og 0,36 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 svingninger i rekrutteringen. Rekrutteringen de senere år har vært dårlig.

Figur 5.5. Størrelse av loddebestanden¹ i Barentshavet om høsten. 1973-1988. Mill. tonn



¹ 2 år og eldre fisk.

Svikten i loddebestanden blir ikke vurdert til bare å være forårsaket av overfisking. Nedgangen skyldes i stor grad naturlige årsaker. Den økende bestanden av norsk vårgytende sild kan ha kommet i et konkurranseforhold til lodda når det gjelder næringsgrunnlaget. Voksende bestander av torsk og hyse har også i perioder øket beitettrykket på lodda.

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 bunnivå på 50 tusen tonn, om lag 5 prosent av størrelsen i 1973. Fra 1984 til 1985 økte den imidlertid til 160 tusen tonn og i 1986 til 340 tusen tonn. Anslaget for bestanden av hyse i 1988 er på 220 tusen tonn, og bestanden av hyse synes nå igjen å være i nedgang.

For nordlig sei har det i 1988 vært en betydelig oppjustering av anslagene for total- og gytebestand for hele perioden fra slutten av 1970-tallet. I arbeidsgrupperapporten fra ICES påpekes det imidlertid at disse tallene må tolkes med varsomhet.

Tabell 5.2. Bestandsutvikling¹. 1975-1988. 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 |
|------|---------------------|--------------------|-------------|----------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| 1975 | 2 730 | 650 | 580 | 4 100 | 120 | 280 | 710 |
| 1976 | 2 510 | 470 | 570 | 6 210 | 260 | 240 | 700 |
| 1977 | 2 150 | 310 | 540 | 4 440 | 380 | 240 | 500 |
| 1978 | 1 800 | 280 | 500 | 3 130 | 440 | 200 | 430 |
| 1979 | 1 390 | 290 | 540 | 3 220 | 550 | 290 | 390 |
| 1980 | 1 240 | 240 | 590 | 3 260 | 640 | 270 | 380 |
| 1981 | 1 090 | 190 | 760 | 4 570 | 650 | 280 | 450 |
| 1982 | 950 | 120 | 750 | 2 465 | 710 | 310 | 460 |
| 1983 | 770 | 70 | 860 | 3 840 | 750 | 200 | 440 |
| 1984 | 920 | 50 | 820 | 1 840 | 670 | 210 | 450 |
| 1985 | 1 250 | 160 | 830 | 1 680 | 590 | 170 | 480 |
| 1986 | 1 530 | 340 | 840 | .. | 1 890 | 180 | 500 |
| 1987 | 1 240 | 310 | 870 | .. | 1 360 | 120 | 440 |
| 1988 | 880 | 220 | 970 | .. | 1 540 | 190 | 550 |

¹ Fisk som er over 2 år.

5.2. Kvoter og fangst

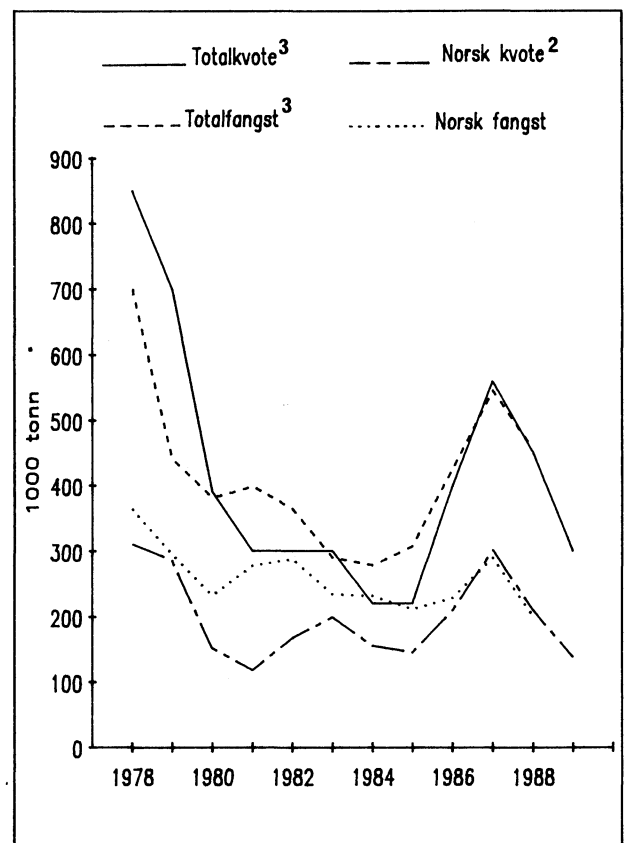
Utviklingen i kvoter og fangst av norsk-arktisk torsk, norsk-arktisk hyse, nordlig sei og lodde i Barentshavet er vist i tabell 5.3. Figur 5.6 illustrerer også forholdet mellom Norges kvote og fangst av norsk-arktisk torsk.

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. Denne kvoten ble overfisket med om lag 30 tusen tonn. I 1987 ble den anbefalte totalkvoten øket til 560 tusen tonn. Foreløpige tall tyder på at fangsten lå noe i underkant av denne kvoten. For 1988 ble totalkvoten opprinnelig satt til 590 tusen tonn (murmanskorsk inkludert, men ikke 40 tusen tonn norsk kysttorsk). Senere ble imidlertid totalkvoten redusert med 22 prosent, til 451 tusen tonn pluss 40 tusen tonn kysttorsk. Foreløpige tall tyder på at fisket i 1988 har vært om lag som kvoten. For 1989 er totalkvoten, på bakgrunn av den dårlige veksten i torskbestandene, satt ned til 300 tusen tonn. Norges kvote er 138 tusen tonn pluss 40 tusen tonn kysttorsk.

Bestanden av norsk-arktisk hyse var i en periode i sterk tilbakegang. Etter 1984 var det en viss vekst i bestanden, og kvotene i 1987 og 1988 ble satt opp til hhv. 250 og 240 tusen tonn. Fangstene både i 1987 og 1988 lå imidlertid

Figur 5.6. Kvoter og fangst. Norsk-arktisk torsk¹. 1978-1989. 1 000 tonn



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

betydelig under kvotene med hhv. 151 og 120 tusen tonn. Allikevel har bestanden av hyse igjen vist tegn til nedgang, og kvoten for 1989 er satt ned til 83 tusen tonn.

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 ble redusert til 120 tusen tonn, som bare var vel en tidel sammenliknet med kvoten for 1985. Fangsten i 1986 var 123 tusen tonn. Fra og med 1987 har det ikke vært fisket på denne bestanden.

Fisket i 1988

Tabell 5.3. Kvoter og fangst, etter bestand, 1978-1989. 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 |
| 1978 | 850 | 699 | 150 | 95 | 160 | 154 | . | 1 894 |
| 1979 | 700 | 441 | 206 | 104 | 153 | 164 | 1 800 | 1 783 |
| 1980 | 390 | 381 | 75 | 88 | 122 | 145 | 1 600 | 1 649 |
| 1981 | 300 | 399 | 110 | 77 | 123 | 175 | 1 900 | 1 987 |
| 1982 | 300 | 364 | 110 | 47 | 130 | 168 | 1 700 | 1 759 |
| 1983 | 300 | 290 | 77 | 22 | 130 | 157 | 2 300 | 2 233 |
| 1984 | 220 | 278 | 40 | 17 | 103 | 159 | 1 500 | 1 477 |
| 1985 | 220 | 308 | 50 | 41 | 85 | 107 | 1 100 | 868 |
| 1986 | 400 | 430 | 100 | 97 | 75 | 70 | 120 | 123 |
| 1987* | 560 | 518 | 250 | 151 | 90 | 92 | 0 | 0 |
| 1988* | 451 | 456 | 240 | 120 | 100 | 105 | 0 | 0 |
| 1989* | 300 | . | 83 | . | 113 | . | 0 | 0 |

¹ Omfatter såkalt murmanskorsk, men ikke norsk kystorsk. ² Tiltrådd største fangst fra Det internasjonale havforskningsrådet, som er tatt til etterretning av norske myndigheter.

Kilde: ICES Working Group Reports.

Tabell 5.4 gir en oversikt over norsk fangst i årene 1981-1988. Totalt oppfisket kvantum i 1988 var om lag 1,6 mill. tonn. Dette er en nedgang på om lag 150 tusen tonn fra 1987. Oppfisket kvantum av torsk og hyse gikk ned med om lag 20 prosent fra 1987, mens fangsten av sei var omtrent på 1987-nivå. Makrellfangsten i 1988 var om lag som i 1987, mens loddefangsten (lodde i Norskehavet) er omtrent halvert. Innenfor industrifisket har det vært en økning i total fangstmengde. Dette skyldes økte fangster av kolmule, hestmakrell, strømsild og vassild. Øyepålfangsten har gått ned, mens tobiskkvantumet var om lag som i 1987.

Førstehåndsverdien av de fiskeslagene som omfattes av tabell 5.4, sank fra 4,9 mrd. kroner i 1987 til 3,9 mrd. kroner i 1988. Den totale førstehåndsverdien av fiskeriene i 1988 (medregnet skalldyr, skjell, tang og tare) var 4,7 mrd. kroner. Dette er en nedgang på om lag 1,1 mrd. kroner fra 1987. Den totale fangstmengden var om lag 1,9 mill. tonn; en nedgang på om lag 180 tusen tonn fra 1987.

5.3. Overføring av fiskerettigheter

I 1977 opprettet Norge en 200-mils økonomisk sone etter flere år med betydelig overbeskatning av fiskeressursene. Det er generelt forbud mot utenlandsk fiske innenfor 200-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.

I Nordsjøen har partene nådd fram til enighet om sonefordelingen av torsk, hyse, sei, hvitting, rødspette og nordsjø-sild, 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.

For de øvrige fellesbestandene i Nordsjøen har det ikke vært avtalt særlige reguleringstiltak. Det fastsettes verken

Tabell 5.4. Norsk fangst etter grupper av fiskeslag, 1981-1988. 1 000 tonn

| | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987* | 1988* |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I alt | 2 478 | 2 408 | 2 707 | 2 346 | 1 974 | 1 785 | 1 791 | 1 639 |
| Torsk | 339 | 343 | 284 | 276 | 248 | 265 | 304 | 240 |
| Sei | 222 | 231 | 231 | 241 | 206 | 130 | 148 | 140 |
| Hyse | 66 | 47 | 27 | 23 | 25 | 58 | 75 | 63 |
| Annen | | | | | | | | |
| torskfisk | 63 | 61 | 61 | 62 | 65 | 63 | 57 | 49 |
| Flyndrefisk | 6 | 5 | 7 | 7 | 7 | 10 | 9 | 9 |
| Annen | | | | | | | | |
| konsumfisk | 22 | 23 | 25 | 40 | 41 | 44 | 45 | 47 |
| Lodde | 1 347 | 1 153 | 1 493 | 946 | 641 | 273 | 142 | 70 |
| Makrell | 62 | 74 | 80 | 143 | 115 | 157 | 157 | 158 |
| Sildefisk | | | | | | | | |
| Sild | 23 | 40 | 68 | 158 | 239 | 330 | 346 | 332 |
| Brisling | 10 | 31 | 23 | 16 | 17 | 5 | 10 | 9 |
| Annen | | | | | | | | |
| industrifisk | 318 | 392 | 408 | 435 | 370 | 450 | 498 | 522 |

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 |

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.

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 fordeles og 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 sonefordelingen, og disse sonekvotene danner så grunnlag for det byttet av fiskerettigheter som i det følgende omtales som overføringer.

Tabell 5.7 viser omfang og balanse i de bytteavtaler Norge inngikk med andre land for året 1988. Ved hjelp av et sett verdivekter regnes overføringer i tonn av hvert fiskeslag om til en tilsvarende mengde torsk, torskeekvivalenter (t.e.).

Tabellen viser at Norge i 1988 hadde underskudd på overføringsbalansen overfor Sovjet, mens balansen overfor EF og Færøyene gikk svakt i norsk favør. Sovjetunionens fordel på 66 800 tonn t.e. i 1988 skyldes i hovedsak en kvote på den norske overskuddsbestandene av kolmule. Kolmulekvoten var på 385 tusen tonn og tilsvarer 49 tusen tonn t.e.. Fiskeritavtalen med Sovjetunionen omfatter også selfangst, med tildeling av norsk kvote i Østisen og sovjetisk kvote i Vestisen. Dette er ikke regnet med i overføringsbalansen. Tabellen er basert på den opprinnelige kvoteavtalen mellom Norge og Sovjet. Endringer som følge av den senere reduksjonen av torsk kvoten er derfor ikke inkludert.

I avtalen med Færøyene er det bestemt at også kvotene til delt 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.

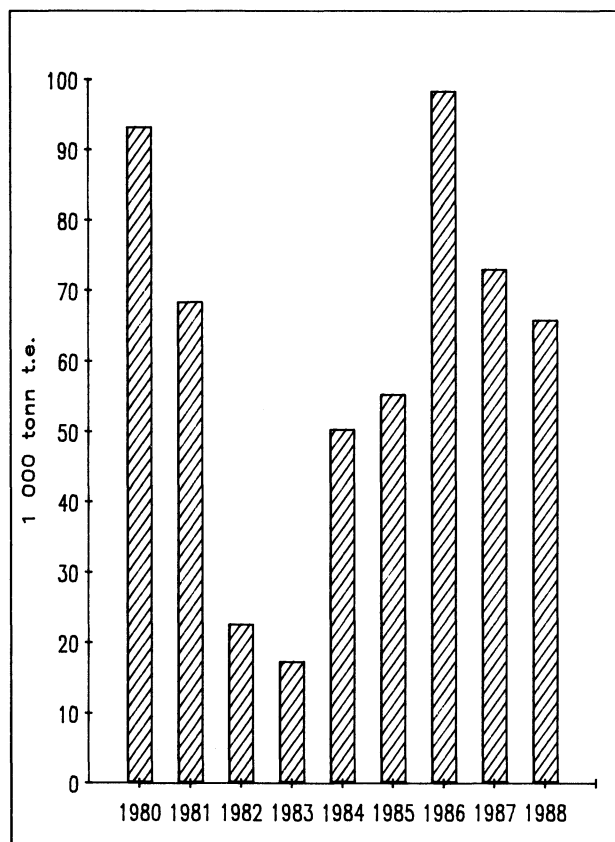
Kvotene til andre land omfatter svensk fiske i den norske delen av Nordsjøen og Skagerrak og polske og østtyske kvoter hovedsakelig på norske overskuddsbestander av uer og kolmule i Barentshavet og ved Jan Mayen. Andre overføringer i tabell 5.7 omfatter også overføringer til Norge fra Canada.

Tabell 5.7. Overføring av fiskerettigheter mellom Norge og andre land. 1988. 1 000 tonn t.e.

| | Overført til Norge (1) | Overført fra Norge (2) | Balanse i norsk favør (3)=(1)-(2) |
|---------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| I alt | 183,2 | 249,2 | -66,0 |
| EF | 124,3 | 119,8 | 4,5 |
| Sovjetunionen | 40,0 | 106,8 | -66,8 |
| Færøyene | 15,5 | 11,6 ¹ | 3,9 |
| Andre | 3,4 | 11,0 | -7,6 |

¹ Ikke medregnet kvoter i Svalbard-sonen.

Figur 5.7. Nettooverføring fra Norge til utlandet. 1980-1988. 1 000 tonn t.e.



Figur 5.7 viser utviklingen i Norges overføringsbalanse med utlandet i perioden 1980-1988.

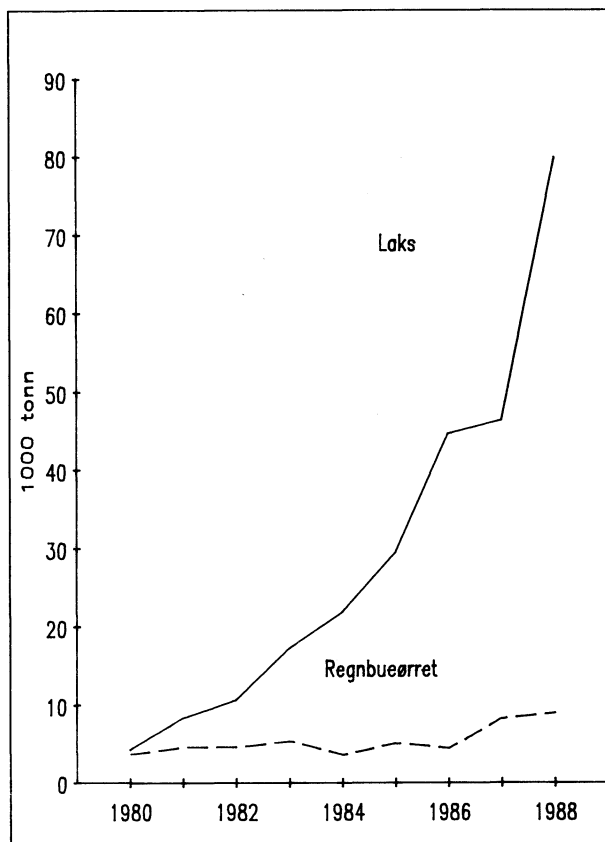
5.4. Fiskeoppdrett

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 1987 ble det slaktet 46 tusen tonn laks mot 45 tusen tonn året før. Produksjonen av ørret var i 1987 om lag 8 tusen tonn, nesten en fordobling fra 1986. I følge foreløpige tall har produksjonen av laks i 1988 vært på om lag 80 tusen tonn, mens produksjonen av ørret har økt til om lag 9 tusen tonn. Prognoser fra Fiskeoppdretternes salgslag antyder en økning i produksjonen av laks i 1989 til om lag 120 tusen tonn.

Det var i alt 585 anlegg som hadde slakt av fisk i 1987, se tabell 5.8. Hordaland hadde flest produksjonsanlegg og størst mengde slaktet fisk.

Bruttoinvesteringene i fiskeoppdrett var 917 mill. kroner i 1987. Av dette var 541 mill. kroner investert i klekkeri/settefiskanlegg og 377 mill. kroner i matfiskanlegg. Det var sysselsatt 3 969 personer i oppdrettsanlegg i 1987, fordelt med 1 220 personer i klekkeri/settefiskanlegg og 2 749 personer i matfiskanlegg.

Figur 5.8. Fiskeoppdrett. Slaktet mengde laks og regnbueørret. 1980-1988. 1 000 tonn



Tabell 5.8. Matfiskoppdrett. Fylke. 1987

| Fylke | Antall anlegg | Slaktet mengde Tonn |
|------------------------|---------------|---------------------|
| I alt | 585 | 54 758 |
| Rogaland | 46 | 4 686 |
| Hordaland | 112 | 13 926 |
| Sogn og Fjordane | 63 | 8 220 |
| Møre og Romsdal | 82 | 9 505 |
| Sør-Trøndelag | 60 | 4 376 |
| Nord-Trøndelag | 44 | 2 653 |
| Nordland | 100 | 8 401 |
| Troms | 38 | 1 808 |
| Finmark | 21 | 671 |
| Andre | 19 | 511 |

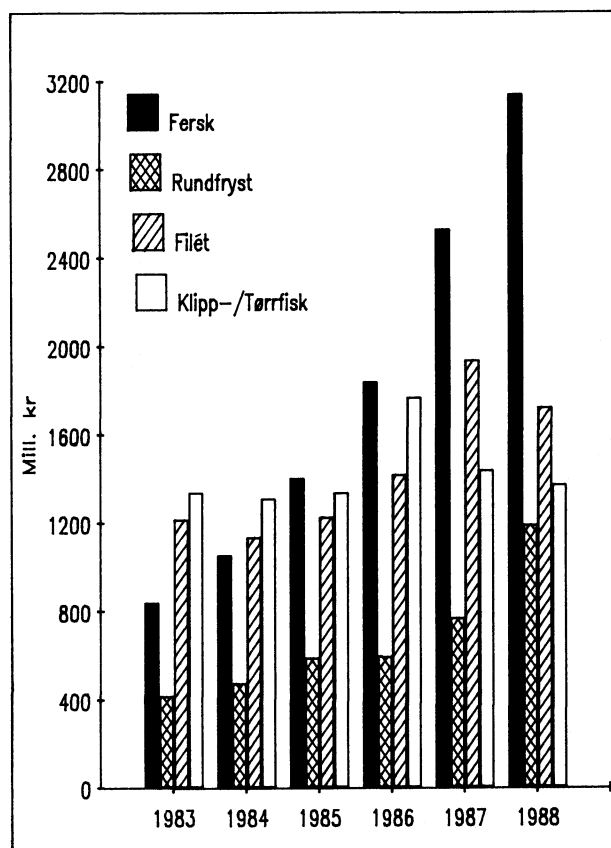
5.5. Eksport av fiskevarer

Eksportert mengde av de viktigste fiskevarene i perioden 1979-1988 er vist i tabell 5.9, hvor eksport av oppdrettsfisk også inngår. Selv om fangstmengden i norske fiskerier har gått ned i 1988, har eksportmengden økt. Eksportmengden av fersk fisk har økt med om lag 12 prosent fra 1987, mens eksporten av rundfryst fisk har økt med om lag 11 prosent. For varegruppene filét og hermetikk har det bare vært små endringer i eksportmengdene. For fiskeolje og -mel har det vært en nedgang i eksportmengdene i 1988. Oljeeksporten har gått ned med om lag 36 prosent og meleksporten med om lag 20 prosent. Eksportverdien av fersk fisk, rundfryst fisk, filét og klipp-/tørrfisk i perioden 1983-1988 er vist i figur 5.9. Den samlede eksportverdien av ferskfisk, rundfryst fisk og filét økte med om lag 15 prosent fra 1987 til 1988. Verdien av klippfisk/tørrfisk-eksporten har gått ned med om lag 5 prosent.

Tabell 5.9. Eksport av fiskevarer. 1979-1988. 1 000 tonn

| År | Fersk | Rundfryst | Filét | Saltet eller røykt | Klippfisk og tørrfisk | Hermetikk | Fiske-mel | Fiskeolje |
|-------------|-------|-----------|-------|--------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| 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 | 189,6 | 114,2 | 105,0 | 38,0 | 40,6 | 24,3 | 88,3 | 71,3 |
| 1988* | 212,5 | 126,7 | 105,1 | 36,9 | 46,5 | 22,9 | 69,1 | 45,6 |

Figur 5.9. Eksport av fersk fisk, rundfryst fisk, filét og klippfisk/tørrfisk. 1983-1988. Mill. kr



Verdien av oppdrettsfisk har steget sterkt de siste årene. Ørreten forbrukes for det meste innenlands, mens laksen hovedsakelig går til eksport. Tabell 5.10 viser at det i 1988 ble eksportert 66 tusen tonn (83 prosent av slaktet mengde) oppdrettslaks til en verdi av 3 082 mill. kroner. Dette tilsvarer om lag 30 prosent av den totale eksportverdien av fisk og fiskevarer i 1988, og økningen i eksportert mengde og verdi har vært henholdsvis om lag 50 og 40 prosent.

Den totale eksportverdien av fiskevarer økte til i underkant av 11 mrd. kroner i 1988, se tabell 5.11. Det tilsvarer 11,6 prosent av den samlede tradisjonelle vareeksporten (vare-

eksport unntatt råolje, naturgass, skip og oljeplattformer mv.).

Tabell 5.10. Eksport av oppdrettslaks. 1981-1988

| | I alt | | Fersk eller kjølt | | Frvst | |
|-------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Mengde 1000 t | Verdi Mill.kr | Mengde 1000 t | Verdi Mill.kr | Mengde 1000 t | Verdi Mill.kr |
| 1981 | 7,4 | 292,9 | 5,5 | 211,4 | 1,9 | 81,5 |
| 1982 | 9,2 | 395,3 | 7,9 | 330,8 | 1,3 | 64,5 |
| 1983 | 15,4 | 709,1 | 13,0 | 582,6 | 2,4 | 126,5 |
| 1984 | 19,7 | 944,9 | 17,3 | 819,1 | 2,4 | 125,8 |
| 1985 | 24,0 | 1 308,3 | 21,4 | 1 160,6 | 2,6 | 147,8 |
| 1986 | 38,9 | 1 663,7 | 34,4 | 1 458,6 | 4,5 | 205,1 |
| 1987 | 43,2 | 2 174,4 | 39,2 | 1 967,3 | 4,0 | 207,1 |
| 1988* | 65,9 | 3 082,2 | 56,0 | 2 596,1 | 10,0 | 486,2 |

Tabell 5.11. Eksportverdi av fiskevarer¹ i mill. kr og i forhold til verdi av annen tradisjonell eksport. 1979-1988

| År | Fisk og fiskeprodukter | Fisk og fiskeprodukter som verdiandel av norsk vareeksport i alt | Fisk og fiskeprodukter som verdiandel av vareeksport unntatt råolje, naturgass, skip og oljeplattformer |
|-------------|------------------------|--|---|
| | Mill. kr | Prosent | Prosent |
| 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 | 9 992 | 6,9 | 12,4 |
| 1988* | 10 696 | 7,3 | 11,6 |

¹ Tabellen inkluderer noen flere varer enn tabell 5.9.

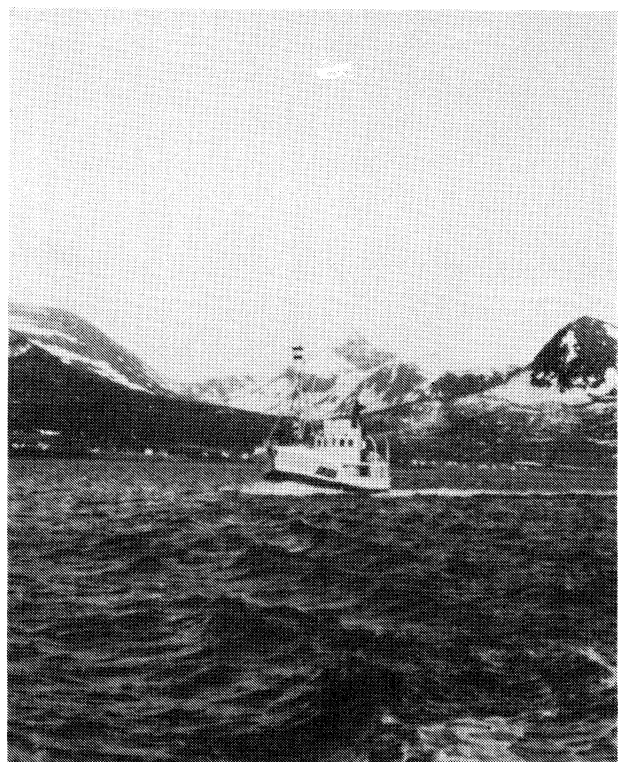


Foto : Frode Brunvoll

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.

Flere undersøkelser fra 1988 tyder på at deler av skogen i Norge har svekket sunnhet blant annet som følge av høy alder (Norsk institutt for skogforskning, 1988). Det er vanskelig å påvise at luftforurensninger er årsak til svekket skogtilstand, men registreringer det siste året utelukker ikke at luftforurensninger også har medvirket til svekket sunnhet i norske skoger.

6.1. Skogtilstand

I Norge følges utviklingen av skogtilstanden av et eget overvåkningsprogram. Nedenfor omtales dette programmet, samt de siste resultatene fra overvåkingen. Dessuten presenteres resultatene fra overvåkingen av skogene i Vest-Tyskland, der slike registreringer har vært utført i flere år.

Overvåkning 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 overvåkningssystemet for skogskader under FAOs europeiske kommisjon for skogbruk.

Overvåkningsprogrammet er inndelt i fire hoveddeler:

- **Landsdekkende, representative, årlige registreringer** som skal danne grunnlag for en regelmessig nasjonal tilstandsrapport om skogens helse. Disse registreringene er knyttet til systematisk utlagte prøveflater. På hver flate registreres bl.a. trekronenes farge og trærnes relative kronetetthet. Relativ kronetetthet er et uttrykk for trærnes nålemengde i forhold til det en mener er fulltett krone. Klassifiseringen tar sikte på den samme vurderingen som

er brukt ved registreringer av skogskader i Mellom-Europa.

- **Fylkesvise, faste flater for årlig å supplere programmet** med informasjon om helsetilstandens utvikling over tid. På flatene foretas det hvert år registreringer av bl.a. kronetetthet. Utvelgelsen av flatene er foretatt slik at registreringene ikke kan gi representative data om skogtilstanden på fylkes- eller nasjonalt nivå.

- **Faste prøvefelt 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 helsetilstand over kort tid. Det gjøres bl.a. undersøkelser av trærne og jordbunnen. Dessuten overvåkes luftkvaliteten av Norsk institutt for luftforskning (NILU).

- **Befaring av rapporterte skader** ("brannkorpstjeneste"). Personale fra NISK inspiserer skogskader etter hvert som de rapporteres.

Skogtilstanden i Norge

Sommeren 1988 ble det som et ledd i den første delen av overvåkningsprogrammet, opprettet om lag 350 prøveflater systematisk fordelt over hele landet. På disse flatene ble trekronenes farge og trærnes relative kronetetthet registrert på om lag 3 500 gran- og furutrær (Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, 1988b).

I 1988 ble redusert kronetetthet påvist både for gran og furu. På landsbasis hadde 48,8 prosent av de undersøkte grantrærne mer enn 10 prosent utglisning av kronene, mens den tilsvarende andelen for furu var 55,5 prosent. I 1984/85 var andelen om lag 30 prosent, gran og furu sett under ett. Denne andelen har økt til om lag 50 prosent i 1988.

Som et ledd i den første delen av overvåkningsprogrammet, ble det sommeren 1987/88 også foretatt en registrering av kronetetthet i fylkene Aust-Agder og Nord-Trøndelag (Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, 1988a). I disse fylkene ble det foretatt liknende registreringer i 1984/85. Dette er de første fylkene der det foreligger resultater fra to forskjellige tidspunkt.

Resultatene viser at den gjennomsnittlige kronetettheten er redusert fra 1984/85 til 1987/88 i begge fylkene, se tabell 6.1. Som det framgår av tabellen, var den gjennomsnittlige kronetettheten for gran i Aust-Agder 90 prosent i 1985 mot 84 prosent i 1988. Tilsvarende andeler for furu var henholdsvis 92 og 84 prosent. I Nord-Trøndelag er kronetettheten for gran redusert fra 85 til 80 prosent, mens kronetettheten for furu er redusert fra 85 til 83 prosent.

Tabell 6.1. Gjennomsnittlig kronetetthet i Aust-Agder og Nord-Trøndelag. Prosent. 1984/85. 1987/88

| Treslag | Aust-Agder | | Nord-Trøndelag | |
|------------|------------|------|----------------|------|
| | 1985 | 1988 | 1984/85 | 1987 |
| Gran | 90 | 84 | 85 | 80 |
| Furu | 92 | 84 | 85 | 83 |

Kilde: Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, 1988a.

Når det gjelder andelen av trærne med mer enn 10 prosent utglisning av kronene i de to fylkene, har det skjedd en betydelig forverring av situasjonen i løpet av perioden fra 1984/85 til 1987/88. I Aust-Agder økte andelen av furutrær med redusert kronetetthet fra 20,7 til 66,1 prosent. For gran var de tilsvarende andelen henholdsvis 31,1 og 53,7 prosent. I Nord-Trøndelag økte andelen av furutrærne med redusert kronetetthet fra 46,6 prosent i 1984/85 til 61,4 prosent i 1987. Tilsvarende andeler for gran var henholdsvis 45,8 og 64,1 prosent.

Forskerne understreker at det ikke er de samme trærne som er undersøkt ved registreringene i 1984/85 og i 1987/88. Dette medfører en usikkerhet ved tolkingen av resultatene. Dessuten påpekes det at nivået i endringene i bartrærnes kronetetthet er avhengig av klasseinndelingen. Dersom trærne med mindre enn 20 prosent utglisning av kronene sees under ett, blir endringene fra 1984/85 til 1987/88 min-

dre en omtalt ovenfor. Til tross for disse reservasjonene, mener forskerne at det har vært en reell nedgang i bartrærnes kronetetthet i disse to fylkene.

I tillegg til de to registreringene som er nevnt, ble det som et ledd i den andre delen av overvåkningsprogrammet opprettet 739 faste overvåkningsflater fordelt på de enkelte fylkene sommeren 1988 (Norsk institutt for skogforskning, 1988). Hensikten med denne delen av overvåkningsprogrammet er først og fremst å gi informasjon om endringer over tid. Disse overvåkningsflatene gir ikke et representativt bilde av skogtilstanden i fylkene og i landet. Resultatene kan derfor ikke sammenliknes med de representative registreringene omtalt ovenfor. Registreringene danner derimot utgangspunkt for registreringer på de samme flatene i årene som kommer.

I alle de tre registreringene som er gjennomført i løpet av det siste året, viser resultatene en avtakende kronetetthet ved økende alder på skogen. Dessuten er det en tydelig tendens til at kronetettheten avtar med økende høyde over havet og avtakende bonitet.

Forskerne påpeker at naturlige variasjoner i skogtilstanden sannsynligvis vil vise et liknende mønster som det som er observert. Med økende alder vil trærnes sunnhetstilstand avta. Likeledes vil trær som lever under marginale jordbunnsmessige og klimatiske betingelser bli utsatt for stress som påvirker tilstanden.

På den annen side er det rimelig å forvente at redusert sunnhet som følge av langtransporterte luftforurensninger, først vil vise seg på trær som fra før er under stress av naturlige årsaker. Det er derfor vanskelig å påvise om den reduserte kronetettheten skyldes luftforurensninger. Forskerne avviser imidlertid ikke at de langtransporterte luftforurensningene har betydning for utviklingen av skogtilstanden i Norge. De konkluderer med at registreringene det siste året bekrefter en nedgang i kronetettheten i norsk skog.

En rekke hypoteser om luftforurensningenes virkninger på skogen er framsatt de siste årene, se f.eks. SSB (1988). De mest omtalte hypotesene antar at spesielt utslipp av svoveldioksid (SO₂) og nitrogenoksider (NO_x) kan medføre skogskader. Det antas at skader vil kunne skyldes virkninger gjennom trærnes blader og nåler ved sure avsetninger eller ved høye konsentrasjoner av SO₂, NO_x og ozon. NO_x bidrar til dannelsen av ozon i de nedre delene av atmosfæren. Det er også antatt at SO₂ og NO_x indirekte kan medføre skader i form av virkninger gjennom jordsmonnet.

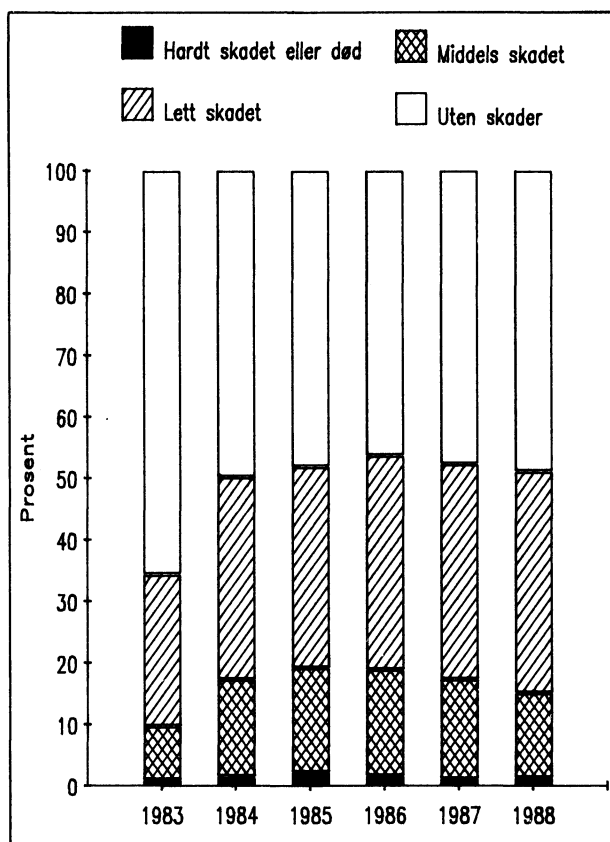
Det er derfor viktig for den framtidige skogtilstanden i Norge og resten av Europa at utslippene av SO₂ og NO_x reduseres. Det er tidligere inngått en internasjonal avtale om reduksjon i utslippene av SO₂. I 1988 ble det også inngått en avtale om å begrense utslippene av NO_x, se kapittel 10.

Skogtilstanden i Vest-Tyskland

I Vest-Tyskland ble begynnende skader på skogene observert tidlig i 1970-årene. Siden 1981 har det registrerte skadeomfanget 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 1988 om lag 52 prosent av det totale skogarealet. Dette er den samme andelen som i 1987. I 1986 var denne andelen 54 prosent. Fra 1987 til 1988 har omfanget av skog i de to alvorligste skadeklassene avtatt med 2,2 prosentenheter, se figur 6.1. Dette er tredje 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 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 viktigste lauvtreartene bøk og eik. Denne økningen fortsatte fram til 1987. Også det siste året er det registrert en økning i skadeomfanget for eik, og hele 70 prosent av eikeskogen er nå skadet. For bøk er det derimot registrert en reduksjon i skadeomfanget for første gang siden 1984.

Figur 6.1. Skadet skogareal i Vest-Tyskland etter grad av skade. Prosent. 1983-1988



Kilde: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1988.

For furu er det registrert en økning i omfanget av skadd skog for første gang siden 1984. Fra 1987 til 1988 er det derimot ingen endringer i tilstanden for gran, mens skadesituasjonen er bedret for edelgran. Tabell 6.2 viser omfang og andel av skader for de viktigste treslagene.

Bakgrunns materialet viser at for samtlige treslag er skadeomfanget størst i skog som er eldre enn 60 år. Dessuten er de regionale forskjellene i skadeomfanget redusert det siste året. I de sørlige delstatene er det registrert en reduksjon av arealene med middels og sterkt skadet skog, mens arealene av skog i tilsvarende skadeklasser har økt i nord.

6.2. Analyseprosjekt: Verdsetting av skog

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 og økonomisk kartverk gi noe av den nødvendige informasjonen.

Ved verdsetting etter bruksverdi prinsippet, som uttrykker differansen mellom nåverdien av framtidige inntekter og nåverdien av framtidige utgifter, trenger man markedspriser for tømmer og driftskostnader. Dessuten betinger en bruksverdi beregning informasjon om skoglige kjennemerker som en bestands middeldiameter, høydeklasse og alder.

Registrering av middeldiameter, høydeklasse og alder forutsetter vanligvis målinger i felt. Det er imidlertid kjent at det er en sterk sammenheng mellom de tre nevnte kjennemerkene og andre variabler som kan registreres direkte på flybilder og økonomisk kartverk. De viktigste av disse variablene er bonitet, trehøyde, kronediameter og kronedekning. Kronedekning er et uttrykk for hvor stor andel av en bestands areal i flybildet som er dekket av tre kroner.

For å undersøke om det er mulig å beregne bruksverdi av skog basert på data registrert på flybilder og kart, er det estimert funksjoner for middeldiameter, høydeklasse og alder, der de uavhengige variablene er bonitet, trehøyde, kronediameter og kronedekning (Næsset, 1988). Treslaget har betydning for bruksverdien. Det er derfor estimert separate funksjoner for gran og furu, siden disse treslagene har størst økonomisk betydning i Norge. I tillegg er det estimert funksjoner der det ikke er tatt hensyn til treslaget. I estimeringen 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 det foretatt registreringer både i flybilde og felt. Registreringene i flybilde er foretatt av tre forskjellige observatører.

Resultatene fra undersøkelsen viser at det ved prediksjon med de estimerte funksjonene for middeldiameter må for-

Tabell 6.2. Skadet skogareal i Vest-Tyskland, etter treslag. 1985-1988. Mill. ha og prosent av arealet for hver enkelt art

| Treslag | 1985 | | 1986 | | 1987 | | 1988 | |
|---------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | Areal | Andel | Areal | Andel | Areal | Andel | Areal | Andel |
| | Mill. ha | Prosent | Mill. ha | Prosent | Mill. ha | Prosent | Mill. ha | Prosent |
| I alt | 3,823 | 52 | 3,967 | 54 | 3,863 | 52 | 3,873 | 52 |
| Gran | 1,505 | 52 | 1,561 | 54 | 1,410 | 49 | 1,404 | 49 |
| Furu | 0,842 | 58 | 0,794 | 54 | 0,729 | 50 | 0,784 | 53 |
| Edelgran | 0,151 | 87 | 0,145 | 83 | 0,136 | 79 | 0,127 | 73 |
| Bøk | 0,685 | 55 | 0,754 | 60 | 0,825 | 66 | 0,799 | 63 |
| Eik | 0,343 | 55 | 0,378 | 61 | 0,403 | 65 | 0,433 | 70 |
| Andre treslag | 0,297 | 31 | 0,335 | 34 | 0,360 | 37 | 0,326 | 33 |

Kilde: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1988.

ventes en tilfeldig feil på 17-18 prosent etter korleksjon for systematiske avvik. Det systematiske avviket i denne undersøkelsen var opptil fem prosent. Høydeklassen kan forventes å bli bestemt med god nøyaktighet. I denne undersøkelsen har de oppnådde resultatene en systematisk feil på mindre enn tre prosent, mens standardavviket er på om lag 10-12 prosent.

De estimerte funksjonene for alder gir derimot dårligere resultater. Det må forventes systematiske feil på 10-12 prosent og en tilfeldig feil uten korleksjon for systematiske avvik på 30-35 prosent. Dataene som er benyttet i estimeringen av funksjonene for alder er imidlertid av dårlig kvalitet.

I undersøkelsen er også variasjonene mellom de tre observatørene vurdert. Resultatene tyder på at de systematiske avvikene som er påvist ved prediksjon, er avhengig av observatør. Det betyr at det er store individuelle variasjoner i flybildetolkningen.

Den oppnådde nøyaktigheten ved prediksjon av middeldiameter og høydeklasse er tilfredsstillende med tanke på en verdsetting av skog i forbindelse med ressursregnskapet. Nøyaktigheten ved prediksjon av alder er imidlertid dårlig, men det er rimelig å forvente at en re-estimering av funksjonene for alder med data av god kvalitet vil kunne gi tilfredsstillende resultater. For enkelte verdsettingsformål som f.eks. i forbindelse med ressursregnskapet, vil en derfor trolig kunne erstatte kostbare feltregistreringer med registreringer på flybilder og økonomisk kartverk. De sto-

re individuelle variasjonene i flybildetolkningen indikerer imidlertid at en eller annen form for kalibrering av målingene ved kontroll i felt er nødvendig.

Referanser:

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1988): Waldschadenserhebung 1988.

Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (1988a): Registrering av kronetthet i Aust-Agder og Nord-Trøndelag 1984-1988.

Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (1988b): Overvåkning av skogens sunnhetstilstand. Rapport 1988.

Norsk institutt for skogforskning (1988): Fylkesvise lokale overvåkningsflater. Vitalitetsregistreringer 1988. Overvåkningsprogram for skogskader.

Næsset, E. (1988): Verdsetting av skog. Estimering av hjelpefunksjoner basert på data fra flybilder og økonomisk kartverk. SSB. RAPP 88/19.

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

SSB (1988): Naturressurser og miljø 1987. RAPP 88/1.

7. Jordbruk

Den regionale konsentrasjonen av kornproduksjon på Østlandet og husdyrproduksjon på Jæren og i distriktene, samt økt forbruk av kunstgjødsel, har medført økt jorderosjon og forurensning av vassdragene.

Jordbruket står for 60 og 45 prosent av det totale utslippet av henholdsvis nitrogen og fosfor til Skagerrak og Nordsjøen.

Som et ledd i arbeidet med å redusere forurensningene fra jordbruket, har SSB, i samarbeid med Institutt for landbruksøkonomi (Norges Landbrukshøgskole), laget en modell for å simulere endring i arealavrenning og jorderosjon ved ulike tiltak. Modellen gir bl.a. muligheter for simulering av tiltak som gjødselplanlegging, tilbakeføring av husdyrproduksjon fra områder med overskudd av husdyrgjødsel til kornområder, og flytting av kornproduksjon fra de mest erosjonsutsatte arealene til arealer som er mindre utsatt for erosjon.

7.1. Miljø- og ressurskonsekvenser av spesialisert jordbruk

Jordbruksproduksjonen er siden 1950-tallet blitt stadig mer spesialisert i ulike regioner.

På flatbygdene på Østlandet er jordbruksarealet i sterk grad lagt om fra engdyrking til kornproduksjon. I 1949 ble bare om lag 25 prosent av fulldyrket areal i Østlandsfylkene brukt til korn dyrking. I 1987 var det kornproduksjon på om lag 80 prosent av fulldyrket areal i Østfold, Akershus og Vestfold og om lag 60 prosent i Hedmark og Buskerud. Kornarealet for landet under ett økte fra 1,5 millioner dekar til 3,5 millioner dekar i samme periode.

Omlaggingen av arealbruken fra eng til korn innebærer økt jorderosjon og økt avrenning av næringsstoffer fra jordsmonnet. De negative konsekvensene er størst for bakkeplanerte arealer, i bratt terreng, på jordarter med mye silt og fin sand og på arealer som er gjødslet med overdoser av fosfor over lengre tid.

I andre regioner har det skjedd en spesialisering i husdyrproduksjonen. Rogaland økte sin andel av antall kyr i lan-

det fra 8,3 prosent i 1949 til 17,1 prosent i 1987, mens Østfold, Akershus/Oslo, Vestfold, Buskerud og Telemark reduserte sin andel fra 23,8 prosent til 9,1 prosent i samme periode.

Denne konsentrasjonen av husdyr har vært mulig på grunn av omlagging fra lokal produksjon av fôr, til bruk av større mengder kraftfôr som er produsert i andre områder. Omlaggingen har imidlertid medført at produksjonen av husdyrgjødsel er blitt for stor i forhold til det dyrkede arealet (spredearealet), slik at store mengder næringsstoffer i gjødsel (nitrogen og fosfor), renner av til vassdragene.

I forslag til nye forskrifter for håndtering og spredning av husdyrgjødsel, som Landbruksdepartementet og Miljøverndepartementet har ute til høring, er det derfor foreslått en nedre grense på 4 dekar fulldyrket areal pr. gjødseldyrenhet (tilsvarer fosformengden i gjødsel fra 1 ku i ett år). Dersom man legger dette arealkravet til grunn, har om lag 10 000 driftsenheter i hele landet for mye husdyrgjødsel i forhold til arealet (Sødal, 1989).

Samtidig med den regionale spesialiseringen har bruken av kunstgjødsel økt sterkt. I perioden 1949 - 1987 har den

totale tilførselen av nitrogen og fosfor i kunstgjødning økt med henholdsvis 335 prosent og 56 prosent. Denne økningen har dels sammenheng med økt gjødslingsintensitet for å få økte avlinger pr. dekar, men den skyldes også dårligere utnyttelse av husdyrgjødsel, fordi det er blitt for mye husdyrgjødsel i husdyrområdene og for lite i kornområdene. Dessuten har statusen til husdyrgjødsel sunket, blant annet fordi kunstgjødning har vært relativt rimelig, og fordi en god utnyttelse av husdyrgjødsel er arbeids- og utstyrskrevenende. Husdyrgjødsel blir ofte betraktet mer som et avfallsprodukt enn som en ressurs.

Utslipp av fosfor medfører negative miljøvirkninger som algevekst (eutrofiering) i ferskvann, mens utslipp av nitrogen har tilsvarende virkning i sjøen. Norge har, sammen med andre land som grenser til Nordsjøen, skrevet under på en konvensjon (Nordsjø-konvensjonen), som forplikter landene til å utføre effektive tiltak for reduksjon av tilførselen av forurensninger til Nordsjøen. Dette innebærer bl.a. 50 prosent reduksjon av tilførselen av nitrogen, fosfor og miljøgifter i 1995 i forhold til nivået i 1985.

Tabell 7.1 viser andel av nitrogen- og fosforutslipp til primærresipient, fra ulike kilder på Østlandet, Sørlandet og Rogaland. Nitrogenutslippet fra jordbruket utgjør 60 prosent av det totale nitrogenutslippet, mens jordbrukets bidrag til utslipp av fosfor er 45 prosent. Med primærresipient menes stedet hvor næringsstoffene først kommer ut, slik som bekk, elv, innsjø, fjord e.l. Dette utslippet er derfor ikke det samme som renner ut i sjøen, siden det skjer en rekke kjemiske og biologiske prosesser underveis. Tallene gir likevel et anslag for forholdet mellom mengden utslipp til Nordsjøen fra ulike kilder.

Tabell 7.1. Andel av nitrogen- og fosforutslipp til primærresipient. Utslipp fra ulike kilder på Østlandet, Sørlandet og i Rogaland

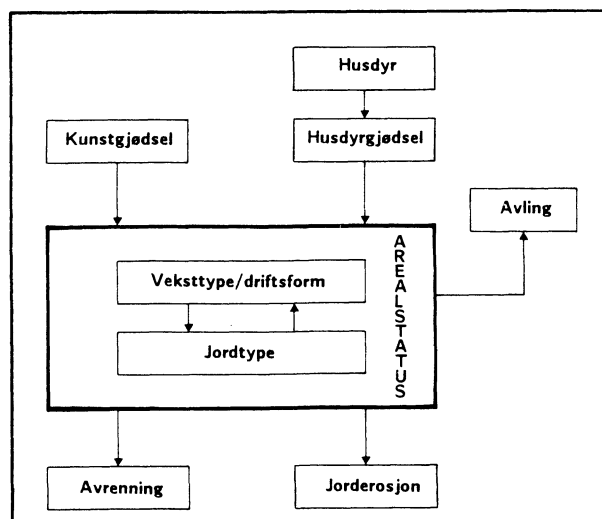
| | Andel av utslippene. Prosent | |
|---------------------------------|---------------------------------|--------|
| | Nitrogen | Fosfor |
| I alt | 100 | 100 |
| Landbruk | 60 | 45 |
| Kommunalt avløp | 30 | 45 |
| Industri og fiskeoppdrett | 10 | 10 |

Kilde: SFT.

7.2. Analyseprosjekt: Modell for simulering av arealavrenning, jorderosjon og foretaksøkonomisk resultat

Som et ledd i arbeidet med å redusere forurensningene fra jordbruket, har SSB, i samarbeid med Institutt for land-

Figur 7.1. Sammenhenger mellom gjødning, arealstatus og avling/avrenning/jorderosjon



bruksøkonomi (NLH), laget en modell for å simulere endring i arealavrenning, jorderosjon og foretaksøkonomisk lønnsomhet ved ulike tiltak.

Modellen tar utgangspunkt i opplysninger om jordbruksarealets størrelse og arealstatus på den enkelte driftsenhet i to områder. Med arealstatus menes hvilke veksttyper (korn, eng etc.) som dyrkes på arealet og egenskaper ved jordsmonnet (jordtype) på arealer med ulike veksttyper, se figur 7.1.

Arealene tilføres husdyrgjødsel og kunstgjødning som påvirker både avling og avrenning av nitrogen og fosfor. Sammenhengen mellom tilført gjødning og avrenning beregnes ved hjelp av koeffisienter, som er differensiert etter driftsform (åker/eng) og jordtype. Jorderosjonen er estimert ut fra jordtype og driftsform ("den universelle jordtapslikninga"). Avling av ulike vekster er beregnet ut fra tilført gjødning og jordtype.

Ut fra disse sammenhengene kan man simulere endringer i jordbruksdriften i de to områdene, og effekten av disse endringene på avrenning, jorderosjon og avling. Aktuelle tiltak kan være flytting av en del husdyr bort fra områder med overskudd av husdyrgjødsel i forhold til spredareale, omlegging til flerårig eng på erosjonsutsatte åkerarealer og gjødselplanlegging med endringer i mengden tilført kunstgjødning.

Ved å studere effekten av ulike tiltak isolert og i forskjellige kombinasjoner, kan man finne fram til gunstige tiltak sett ut fra et miljø- og ressursperspektiv. Men modellen gir også muligheter til å studere konsekvensene for den foretaksøkonomiske lønnsomheten på driftsenhetene ved de ulike simuleringene. Den vil dermed kunne gi svar på om tiltak som gir miljøforbedringer også vil være foretaks-

økonomisk lønnsomme, eller om det må settes inn offentlige tiltak (f.eks. subsidier) for å stimulere til slike endringer i jordbruksdriften.

Modellen er i første omgang anvendt på et område i Ullensaker med ensidig kornproduksjon i ravinlandskap og et område på Jæren (Orrevassdraget i Klepp/Time) med intensiv husdyrproduksjon. Disse ekstremområdene med hensyn til arealavrenning og jorderosjon er delvis valgt på grunn av den gode tilgangen på jordbruksdata i disse områdene, og på grunn av koordinering med andre prosjekter. Resultater fra simuleringen for disse to områdene vil bli publisert av SEFO (Senter for forskningsoppdrag, NLH) i første halvår 1989.

Modelloppbygging

Modellen er bygd opp på grunnlag av data fra Stønadsregisteret for jordbruket (SSB), data fra jordsmonnkartlegging, utført av Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS) og koeffisienter utarbeidet av ulike institutter ved NLH. Stønadsregisteret omfatter hele landet, mens jordsmonnet bare er kartlagt i mindre områder. Modellen vil kunne anvendes på flere områder etter hvert som jordsmonnet blir kartlagt.

Figur 7.2 viser oppbygging av modellen. Den består av data for driftsenheter innen hvert område (areal av ulike veksttyper, antall husdyr av ulike slag og dagens forbruk av kunstgjødning) og data for jordtyper. Data for driftsenheter og for jordtyper er koplet sammen til data for arealbiter. Med utgangspunkt i data for arealbiter (veksttype, jordtype og gjødselmengder), data for driftsenheter (veksttyper og husdyr) og ulike koeffisienter knyttet til disse dataene, er det beregnet avling, arealavrenning, jorderosjon og foretaksøkonomisk resultat for hvert område.

De fire hovedkomponentene i modellen er omtalt nedenfor:

1. Data for driftsenheter er hentet fra Stønadsregisteret for jordbruket (areal av veksttyper og antall husdyr) og Landbruksteljinga (kunstgjødselforbruk). Jordbruksarealet er fordelt på følgende fem veksttyper:

- korn og oljevekster
- frilandsgrønnsaker
- poteter
- rotvekster, grønnfôr og silovekster
- fulldyrket eng

Mengden husdyrgjødsel på driftsenheten (kg nitrogen og fosfor), er beregnet ut fra antall dyr av hvert dyreslag multiplisert med koeffisienter for hvert dyreslag.

2. Data for jordtyper fra jordsmonnkartlegging (NIJOS). Hver enkelt jordtype er definert med en kode som er brukt til å knytte koeffisienter for jorderosjon og fosforavrenning til jordtypene ut fra spesifiserte modeller. Kombinasjonen av ulike egenskaper ved jordtypen og det lokale klimaet avgjør også arealenes egnethetsklasse (dyrkings-

klasse) for ulike vekster. Moldinnhold kan avledes av jordtypen.

Arealet av de ulike jordtypene er koplet til driftsenhetene via eiendommer som drives som en enhet (en til flere eiendommer pr. driftsenhet, både eget areal og leieareal). Ved denne koplingen er det blant annet brukt data om eiendommer fra Jordregisteret (NIJOS) og fra GAB (Grunneiendom, adresse og bygningsregisteret) og data om driftsenheter fra Stønadsregisteret.

3. Data for arealbiter. Hver enkelt driftsenhet består av en mosaikk av arealer, med ulike vekster som har ulike krav til gjødselmengder og ulike jordtyper med ulik risiko for arealavrenning og jorderosjon etc. Vi har derfor, på bakgrunn av fordelingen av jordtyper og veksttyper, delt driftsenheten inn i arealbiter. En arealbit er definert som et areal med en bestemt jordtype og en bestemt veksttype innen en driftsenhet. Vi har forutsatt at veksttypene er fordelt på jordtyper etter jordtypenes egnethetsklasse til ulike veksttyper. Mengden husdyrgjødsel på driftsenheten er fordelt til arealbitene ut fra dagens praksis i området. Kunstgjødselforbruket er knyttet til arealbitene ved hjelp av opplysninger fra Landbruksteljinga 1979 (nitrogen-gjødsling til korn og fulldyrket eng) og ut fra dagens praksis i området. Opplysninger om dagens gjødselpraksis i de to områdene er hentet fra fylkeslandbrukskontoret i Rogaland, landbrukskontorene og forsøksringen i Ullensaker.

4. Koeffisienter knyttet til dataene som er beskrevet ovenfor. Dette omfatter bl.a. beregning av:

- avling av ulike veksttyper
- nitrogenutvasking
- jorderosjon
- fosforavrenning (løst fosfor og partikkelbundet fosfor)
- fosforavrenning over tid, ved akkumulering av fosfor i jordsmonnet
- foretaksøkonomisk resultat (dekningsbidrag, arbeidsforbruk, maskin- og bygningskostnader)

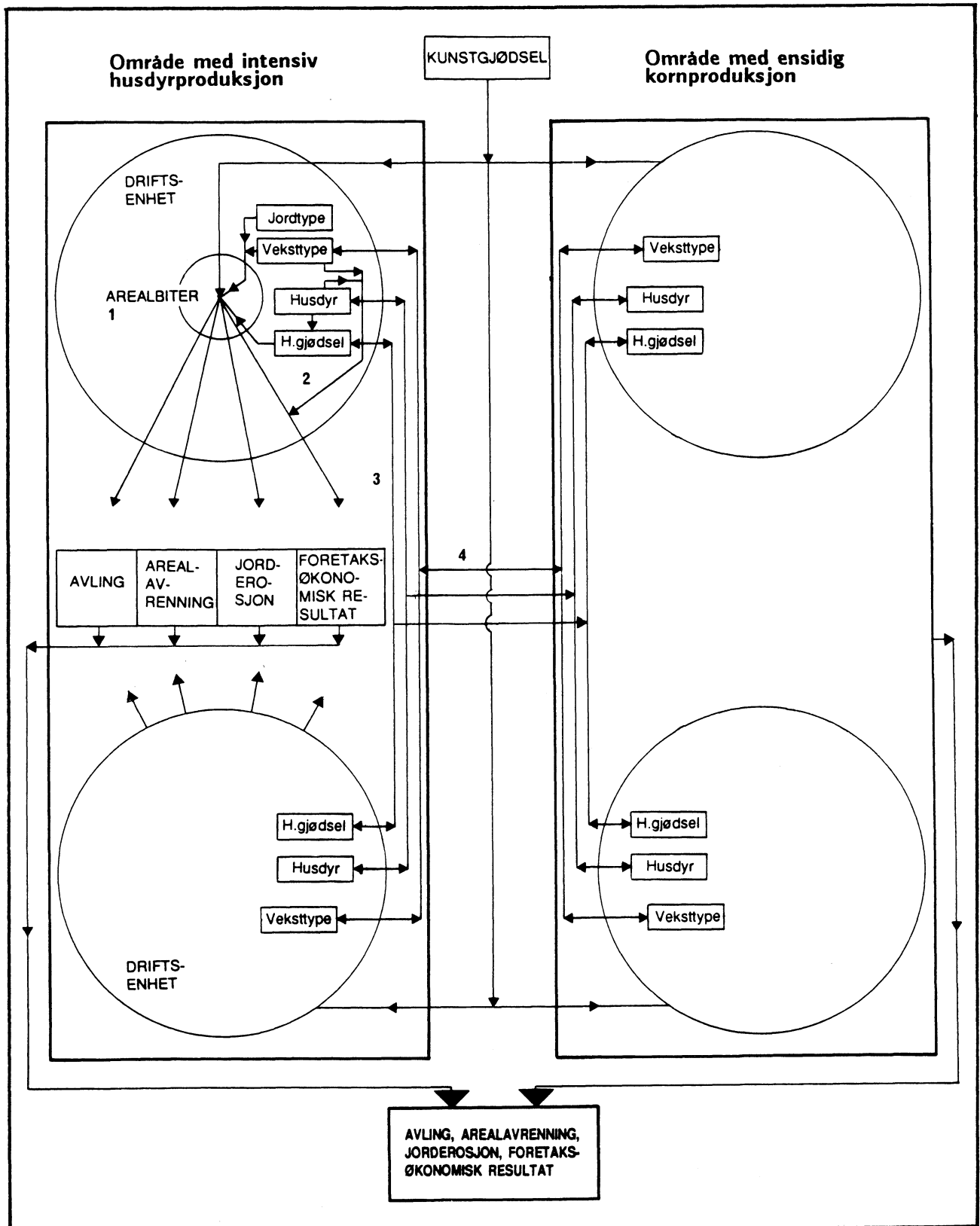
Simuleringsmuligheter

Simuleringsmulighetene i modellen framgår av figur 7.2. Veksttyper, husdyr eller husdyrgjødsel kan flyttes mellom driftsenheter innen området eller mellom områder. Etter flytting av veksttyper kombineres veksttyper og jordtyper på driftsenhetene til nye data for arealbiter. Veksttyper kan også omfordeles internt på driftsenheten. Ved gjødselplanlegging fordeles husdyrgjødsel på driftsenheten til arealbitene etter bestemte forutsetninger. Resterende gjødselbehov etter fordeling av husdyrgjødsel dekkes med kunstgjødning.

Nedenfor følger en oversikt over fem ulike tiltak mot arealavrenning og jorderosjon som inngår i simuleringsmulighetene:

1. Flytting av vekster. Formålet med dette tiltaket er å flytte åkervekster bort fra arealer med stor risiko for jordero-

Figur 7.2. Modell for simulering av arealavrenning (nitrogen, fosfor), jorderosjon og foretaksøkonomisk resultat. Hovedkomponenter



¹ En arealbit defineres som et areal med en bestemt jordtype og en bestemt veksttype innen en driftsenhet.

² Maskinkostnader, bygningskostnader og dekningsbidrag for husdyrproduksjonen.

³ Flytting mellom driftsenheter i området.

⁴ Flytting mellom områder (rekanalisering).

sjon, og istedet dyrke gras (flerårig eng) på disse arealene. I tillegg må vi ta hensyn til om åkervekstene kan dyrkes på de arealene vi ønsker å flytte dem til, og om dagens jordbruksteknologi for dyrking av vedkommende vekst kan anvendes på disse arealene. Det lages derfor en prioriteringsliste for hvilke jordtyper som hver enkelt veksttype først bør fordeles til. Prioriteringen er avhengig av jordtypenes egnethetsklasse for dyrking av vedkommende veksttype og risikoklasse for jorderosjon. Veksttypene flyttes/fordeles til jordtypene i en bestemt rekkefølge, slik at vekster med størst krav til vekstvilkårene fordeles først: Korn fordeles først til de beste jordtypene for korn. Deretter fordeles grønnsaker og poteter til de beste av de resterende jordtypene for disse veksttypene, så flyttes rotvekster, grønnfôr og silovekster og til slutt eng. Vekstene flyttes enten internt på driftsenheten, mellom driftsenheter innen området, eller mellom driftsenheter uavhengig av hvilket område de ligger i.

2. Flytting av husdyrgjødsel. Formålet med dette tiltaket er å omfordele gjødsel fra driftsenheter med overskudd på husdyrgjødsel i forhold til spredearealet, til driftsenheter med underskudd på husdyrgjødsel. Det legges inn en forutsetning om øvre skranke for husdyrgjødsel pr. dekar spredeareal på driftsenhetene, på grunnlag av fosforinnholdet i husdyrgjødsel. I områder med overskudd av husdyrgjødsel totalt sett, reduseres husdyrgjødselnivået gradvis på driftsenheter med størst overskudd av gjødsel pr. dekar til man har dekket underskuddet på underskuddsdriftsenhetene. Dersom området har underskudd av husdyrgjødsel, økes husdyrgjødselnivået gradvis på driftsenheter med størst underskudd til hele overskuddet er overført fra overskuddsdriftsenhetene. Husdyrgjødsel flyttes mellom driftsenheter innen området eller mellom driftsenheter uavhengig av hvilket område de ligger i.

3. Flytting av husdyr. Formålet med dette tiltaket er det samme som ved flytting av husdyrgjødsel. Det legges inn forutsetning om øvre skranke for husdyrgjødsel pr. dekar spredeareal på driftsenhetene, samtidig som man spesifiserer hvilke husdyrslag som ønskes flyttet. Dyr fra driftsenheter med størst overskudd av husdyrgjødsel pr. dekar flyttes ut først, men dersom driftsenheten har andre husdyrslag enn de som ønskes flyttet, opprettholdes husdyrtallet og gjødselmengdene på driftsenheten. Underskuddet av husdyr dekkes først på driftsenheter med lavest mengde husdyrgjødsel i forhold til spredearealet. Husdyrgjødselnivået økes gradvis på disse driftsenhetene inntil underskuddet ev. er dekket. Da flyttes det ikke flere dyr fra overskuddsdriftsenhetene til underskuddsdriftsenhetene. Husdyr flyttes internt i området eller fra overskuddsdriftsenheter i overskuddsområdet til underskuddsdriftsenheter i underskuddsområdet (rekanalisering).

4. Rekanalisering av vekster ifølge fôrplan. Formålet med dette tiltaket er å omfordele fôrvekster, i første rekke eng, rotvekster, grønnfôr og silovekster, mellom områdene for å dekke en størst mulig andel av fôrbehovene med fôr produsert internt i området. Det legges inn forutsetninger om fôrbehov pr. dyr (storfe, hest og sau), regnet i dekar

eng og dekar rotvekster, grønnfôr og silovekster. Det aggregerte fôrbehovet for området sammenliknes med de fôrmengdene som blir produsert lokalt i området. I tillegg til de to nevnte veksttypene, inngår også halm fra kornproduksjonen i det lokalproduserte fôret. Men siden fôrverdien av halm regnet pr. dekar korn er mindre enn fôrverdien av et dekar eng eller rotvekster, grønnfôr og silovekster, øker selvforsyningen av fôr i området ved å erstatte noe av kornproduksjonen med fôrproduksjon. Det er også begrensninger i hvor stor andel av grovfôrbehovet til de ulike dyreslagene som kan dekkes med halm.

Dersom det er overskudd av fôrvekster i det ene området og underskudd i det andre, flyttes noe fulldyrket eng og rotvekster, grønnfôr og silovekster (en eller begge veksttyper) fra overskuddsområdet til underskuddsområdet. Korn flyttes motsatt vei. Til slutt flyttes veksttyper internt i området for å fordele dem på de mest egnete arealene (etter egnethetsklasse og risikoklasse for jorderosjon, se punkt 1).

5. Gjødselplanlegging. Det legges først inn forutsetninger om gjødselnivå til ulike typer arealbiter. Deretter fordeles husdyrgjødsel på hver driftsenhet til arealbitene i samsvar med disse forutsetningene. Dersom det fortsatt er behov for mer gjødsel på arealbitene, dekkes det resterende gjødselbehovet med kunstgjødsel. Noen driftsenheter har kanskje for mye husdyrgjødsel i forhold til det spesifiserte behovet. Da vil både arealavrenning og avling bli høyere enn forventet ut fra de spesifiserte forutsetningene for gjødselplanleggingen.

Forutsetningene om gjødselnivå kan være av fire ulike typer:

A. Ønsket avling pr. dekar av ulike vekster, som forutsetter en bestemt gjødselmengde pr. dekar.

B. Relativt lavere gjødselmengde til arealbiter med stor fosforavrenning i forhold til arealbiter med liten fosforavrenning pr. dekar. Det gjennomsnittlige gjødselnivået justeres imidlertid opp eller ned slik at forutsetningen om gjennomsnittlig avling pr. dekar av ulike vekster i punkt A opprettholdes.

C. Skranke for maksimal nitrogenutvasking pr. dekar fra hele området. Det tas også her utgangspunkt i ønsket avling av ulike vekster, men avlingsnivåene justeres på bakgrunn av forutsetningen om nitrogenutvasking.

D. Forutsetninger om både skranke for nitrogenutvasking fra området, ulik gjødsling til arealbiter med ulik fosforavrenning pr. dekar og ønsket avling av ulike vekster. Rekkefølgen angir forutsetningenes rang for dette alternativet.

Resultater

Figur 7.2 viser hvilke resultater simuleringene gir: avling, arealavrenning, jorderosjon og foretaksøkonomisk resultat. Beregning av arealavrenning omfatter nitrogenutvasking, avrenning av løst fosfor og avrenning av

partikkelbundet fosfor første året og senere år (fosforavrenningen øker ved akkumulering av fosfor i jordsmonnet). Foretaksøkonomiske resultater omfatter dekningsbidrag, arbeidsforbruk (årsverk), dekningsbidrag pr. time, maskinkostnader, bygningskostnader og "utbytte" (dekningsbidrag minus kapitalkostnader) pr. time. Avling, avrenning og jorderosjon aggregeres til veksttype og område, mens de foretaksøkonomiske resultatene aggregeres til område.

Disse resultatene gir grunnlag for å vurdere utslippsreduksjonen ved de ulike tiltakene opp mot de direkte kostnadene for landbruksnæringen. Behovet for eventuelle

offentlige virkemidler for å gjennomføre tiltakene blir dermed antydnet.

Referanser:

Sødal, D. P. (1989): Krav til spredeareal for husdyrgjødsel som virkemiddel mot landbruksforurensninger. Arbeidsrapport, Institutt for landbruksøkonomi, NLH.



Foto : Svein Skøien

8. Avfall

I 1985/86 ble det produsert om lag 2 millioner tonn kommunalt avfall i Norge. Dette tilsvarer 470 kg pr. innbygger pr. år. Om lag 200 kg av dette er husholdningsavfall. Avfall fra husholdninger og industri representerer et stort forurensningsproblem. Problemene knytter seg både til eksisterende og tidligere avfallsbehandling. Mange nedlagte fyllplasser, særlig med industriavfall, inneholder mange skadelige stoffer som lekker ut til omgivelsene. Det oppdages også steder hvor det har foregått ulovlig deponering av skadelige stoffer.

Avfall eller restprodukter kan deles inn i følgende hovedtyper:

Forbruksavfall: Som forbruksavfall regnes vanlig avfall, også større gjenstander som inventar o.l. fra husholdninger, mindre butikker o.l. og kontorer. Det samme gjelder avfall av tilsvarende art og mengde fra annen virksomhet.

Produksjonsavfall: Som produksjonsavfall regnes avfall fra næringsvirksomhet og tjenesteyting som i art og mengde atskiller seg vesentlig fra forbruksavfall.

Spesialavfall: Som spesialavfall regnes avfall som ikke hensiktsmessig kan behandles sammen med forbruksavfall på grunn av sin størrelse eller fordi det kan medføre alvorlige forurensninger eller fare for skade på mennesker eller dyr.

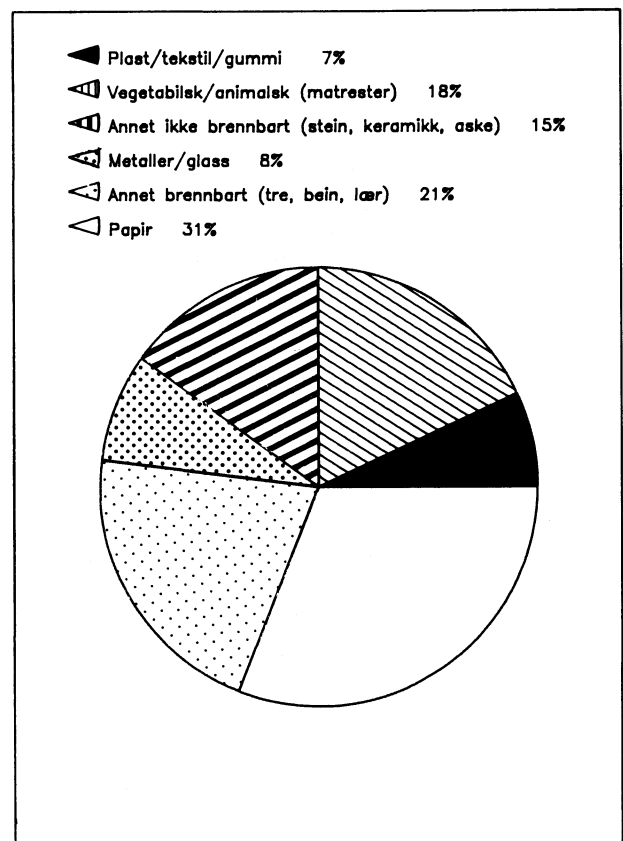
8.1. Kommunalt avfall

Kommunene har et ansvar for å samle inn og behandle forbruksavfall, men tar også imot visse typer produksjonsavfall. Kommunalt avfall omfatter det avfallet som tradisjonelt går til kommunale avfallsbehandlingsanlegg.

Figur 8.1 viser sammensetningen av kommunalt avfall. Papir og matrester utgjør om lag 50 prosent av dette avfallet.

I 1987 foretok SSB i samarbeid med SFT en registrering av kommunale avfallsbehandlingsanlegg. Tabell 8.1 viser antall avfallsbehandlingsanlegg i 1985/86 og mengde avfall fordelt på fylke.

Figur 8.1. Sammensetningen av kommunalt avfall. Prosent



Kilde: Stortingsmelding nr. 51, 1984-85.

Tabell 8.1. Antall avfallsbehandlingsanlegg og avfallsmengde (1 000 tonn) fordelt på anleggstype. Fylke. 1985/86

| Fylke | Anleggstyper | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------|--------|-----------|--------|----------------------------|--------|-------------|--------|------------|--------|
| | I alt | | Fyllinger | | Oppmaling/ kompostering | | Forbrenning | | Grovavfall | |
| | An-tall | Mengde | An-tall | Mengde | An-tall | Mengde | An-tall | Mengde | An-tall | Mengde |
| I alt | 342 | 1 968 | 230 | 1 462 | 12 | 160 | 37 | 274 | 63 | 72 |
| Østfold | 13 | 158 | 4 | 70 | 1 | 30 | 1 | 40 | 7 | 18 |
| Akershus | 14 | 208 | 14 | 208 | - | - | - | - | - | - |
| Oslo | 3 | 361 | 1 | 241 | - | - | 2 | 120 | - | - |
| Hedmark | 22 | 66 | 16 | 43 | 1 | 12 | 1 | 2 | 4 | 9 |
| Oppland | 15 | 59 | 12 | 49 | 1 | 7 | 1 | 3 | 1 | 0 |
| Buskerud | 18 | 135 | 12 | 124 | - | - | 1 | 8 | 5 | 3 |
| Vestfold | 5 | 104 | 3 | 47 | 2 | 57 | - | - | - | - |
| Telemark | 16 | 69 | 9 | 53 | - | - | 6 | 12 | 1 | 4 |
| Aust-Agder | 12 | 34 | 12 | 34 | - | - | - | - | - | - |
| Vest-Agder | 13 | 63 | 4 | 15 | 2 | 26 | - | - | 7 | 22 |
| Rogaland | 17 | 140 | 17 | 140 | - | - | - | - | - | - |
| Hordaland | 16 | 170 | 11 | 163 | - | - | 2 | 6 | 3 | 1 |
| Sogn og Fjordane | 25 | 28 | 8 | 12 | - | - | 6 | 13 | 11 | 3 |
| Møre og Romsdal | 21 | 79 | 14 | 54 | 1 | 11 | 3 | 12 | 3 | 2 |
| Sør-Trøndelag | 23 | 95 | 17 | 51 | - | - | 4 | 44 | 2 | .. |
| Nord-Trøndelag | 24 | 39 | 18 | 29 | 1 | 7 | 1 | 1 | 4 | 2 |
| Nordland | 38 | 81 | 27 | 72 | 1 | 4 | 5 | 4 | 5 | 1 |
| Troms ¹ | 21 | 52 | 13 | 48 | - | - | 1 | 4 | 7 | .. |
| Finnmark | 26 | 27 | 18 | 9 | 2 | 6 | 3 | 5 | 3 | 7 |

¹ Avfallsmengdene i Troms er fra 1983.

Total registrert avfallsmengde til kommunale avfallsbehandlingsanlegg i 1985/86 var om lag 2,0 mill. tonn. Dette tilsvarer 470 kg pr. innbygger pr. år, hvorav avfall fra husholdninger utgjør om lag 200 kg.

Fyllinger er den vanligste anleggstypen. Ses det bort fra rene grovavfallsfyllinger, utgjorde denne anleggstypen 82 prosent av totalt antall anlegg, og 77 prosent av avfallsmengden ble deponert på fylling i 1985/86. Sammenlignet med tidligere registreringer, er andelen av avfallsmengden som går til fyllinger omtrent som før, mens andelen til oppmalings-/komposteringsanlegg er redusert og andelen til forbrenningsanlegg har økt (se figur 8.2).

Totalt antall anlegg (grovavfallsfyllinger ikke medregnet) er redusert fra 395 i 1978/79 til 279 i 1985/86 (se figur 8.3). Det er særlig fyllinger som har blitt lagt ned.

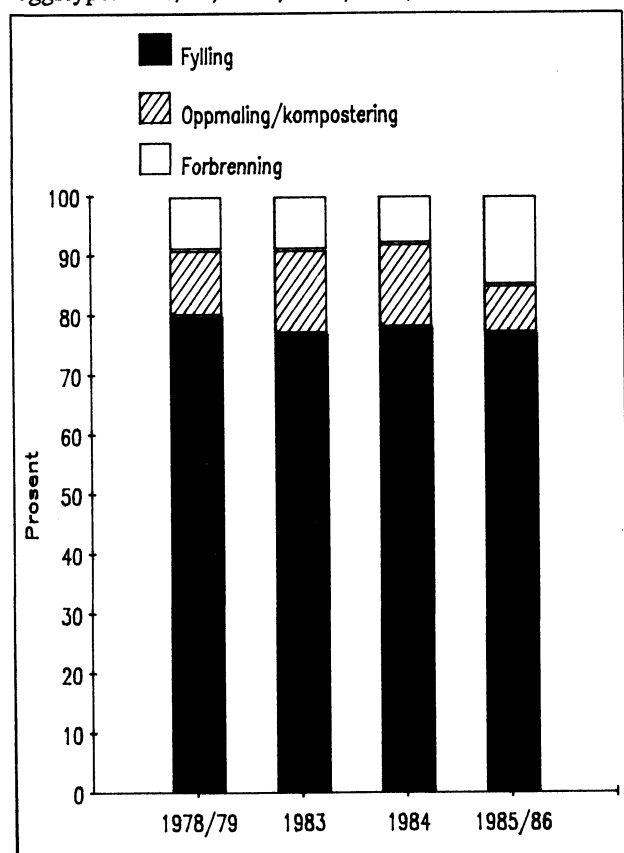
Figur 8.4 gir en oversikt over fordelingen av kommunene på enkommunale og flerkommunale avfallsanlegg. Antall kommuner som betjenes av enkommunale anlegg, har gått klart ned sammenlignet med tidligere. Antall kommuner som betjenes av anlegg med 2-3 kommuner tilknyttet, er omtrent uforandret, mens antall kommuner som betjenes

av anlegg med flere enn tre kommuner tilknyttet, har økt. Det er en klar utvikling mot mer interkommunalt samarbeid om avfallsbehandling, noe som trolig har bidratt til mer økonomisk effektiv og noe bedre miljømessig avfallshåndtering.

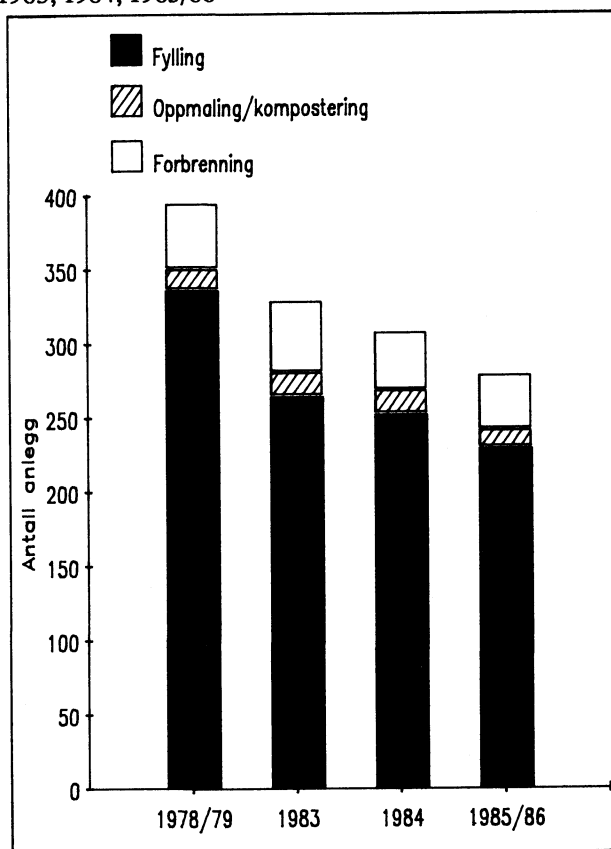
Av de 279 anleggene som ble registrert i 1985/86, betjente 200 anlegg bare en kommune, 46 anlegg betjente 2-3 kommuner og 33 anlegg betjente flere enn 3 kommuner. I 1985/86 ble 69 prosent av avfallsmengden behandlet ved flerkommunale anlegg, mot 61 prosent i 1978/79 (se tabell 8.2). I 1985/86 er det registrert 215 kommunalt eide avfallsbehandlingsanlegg (grovavfallsfyllinger ikke medregnet), 29 interkommunale anlegg og 35 private anlegg.

Kommunalt avfall kan medføre både jord-, vann- og luftforurensninger og i tillegg forårsake lokale hygieniske og trivselsmessige problemer. Sigevann fra avfallsfyllinger representerer 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 pato-

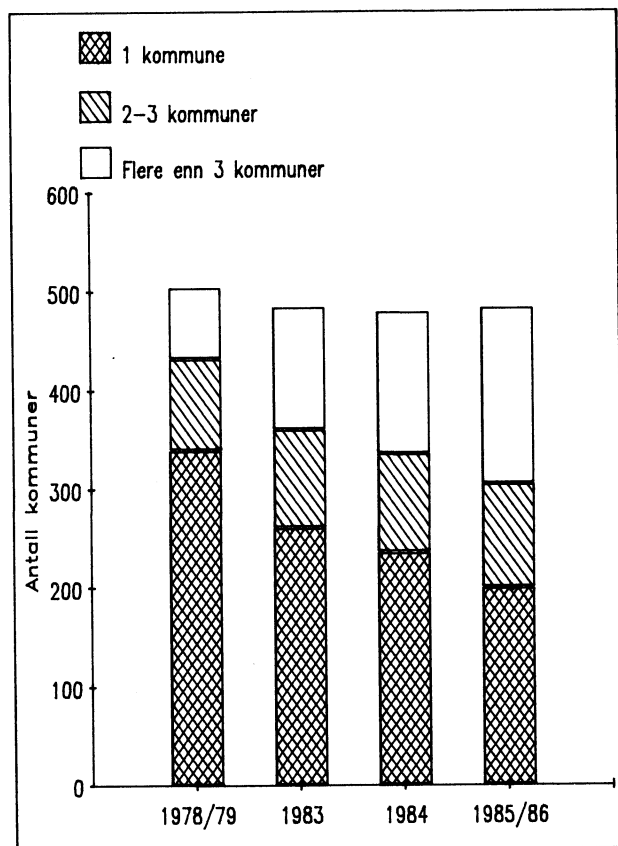
Figur 8.2. Prosentfordeling av avfallsmengden etter anleggstype. 1978/79, 1983, 1984, 1985/86



Figur 8.3. Antall anlegg fordelt på anleggstype. 1978/79, 1983, 1984, 1985/86



Figur 8.4. Antall kommuner¹ tilknyttet avfallsanlegg. 1978/79, 1983, 1984, 1985/86



¹ Noen kommuner er tilknyttet flere anlegg.

gene 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), avfallsets sammensetning og alder, samt resipientenes mottakskapasitet.

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

Figur 8.5. viser andelen av anleggene og andelen av avfallsmengden som medførte utslipp av sigevann til forskjellige resipienter i 1985/86. Figuren omfatter alle anlegg med opplysninger om sigevannsresipienter. Forbrenningsanlegg med tilhørende grovavfallsfylling er inkludert, men ikke rene forbrenningsanlegg. Anlegg med opplysning om sigevannsresipient utgjorde om lag 90 prosent av totalt antall anlegg og av total avfallsmengde.

De fleste anleggene har fjord/kyst (35 prosent) og elv (24 prosent) som sigevannsresipient. Anlegg som har sigevannet tilknyttet offentlig avløp med rensing, utgjorde bare 6 prosent av antall anlegg, men hele 38 prosent av avfallsmengden. Om lag 30 prosent av anleggene hadde utslipp av sigevann til elv eller bekk (lokalresipient) som rant

Tabell 8.2. Antall anlegg og avfallsmengde etter hvor mange kommuner som betjenes av anleggene¹. 1978/79, 1983 og 1985/86

| År | I alt | Anlegg som betjener | | |
|---|-------|---------------------|-----------------|------------------------|
| | | En kommune | To-tre kommuner | Flere enn tre kommuner |
| 1978/79: | | | | |
| Antall anlegg | 395 | 340 | 42 | 13 |
| Prosent av avfallsmengden | 100 | 39 | 42 | 19 |
| Avfallsmengde pr. anlegg (1000 tonn)..... | 3,8 | 1,6 | 14,6 | 21,8 |
| 1983: | | | | |
| Antall anlegg | 329 | 262 | 43 | 24 |
| Prosent av avfallsmengden | 100 | 32 | 43 | 25 |
| Avfallsmengde pr. anlegg (1000 tonn)..... | 4,5 | 1,8 | 14,6 | 15,6 |
| 1985/86: | | | | |
| Antall anlegg | 279 | 200 | 46 | 33 |
| Prosent av avfallsmengden | 100 | 31 | 31 | 38 |
| Avfallsmengde pr. anlegg (1000 tonn)..... | 6,8 | 2,9 | 12,8 | 22,0 |

¹ Grovavfallsfyllinger ikke inkludert.

ut i større hovedresipient (resipientene i figur 8.5) 0-1 km fra utløpet av sigevannet.

8.2. Spesialavfall

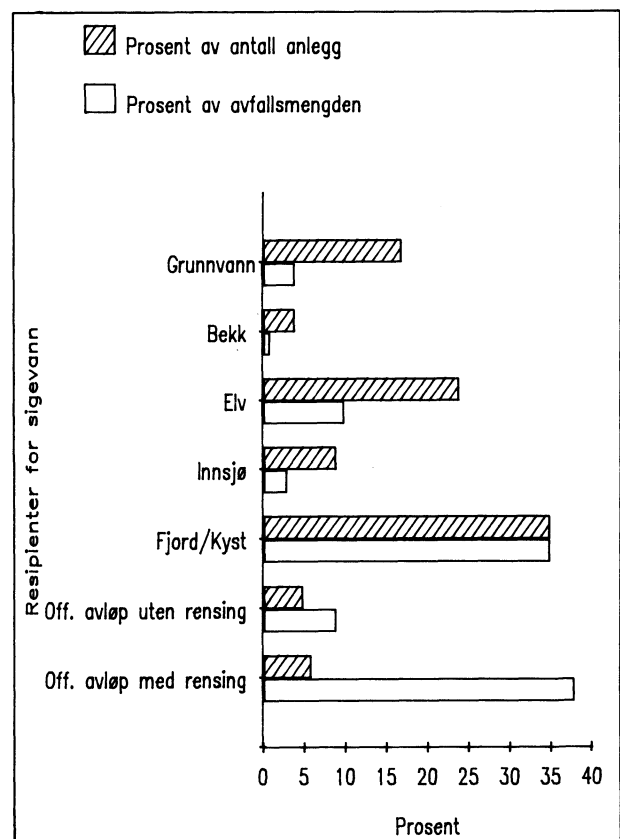
Ukontrollert dumping av spesialavfall har ført til alvorlige miljøskader i mange land og resultert i tvangsopprydding for de impliserte firmaer, samt utbetaling av milliardbeløp i skadeerstatninger, saneringer og flere konkurser (MD, 1985).

Spesialavfall som helles i avløp, kan forurense vannkilder eller forstyrre driften av renseanlegg. Avfall som graves ned, legges på fyllinger eller etterlates i naturen, kan medføre forgiftninger av mennesker og dyr eller forurense jord og vann. Løsningsmidler eller spillolje som brennes åpent eller brukes som fyringsolje i anlegg som ikke er godkjent for dette, kan gi forurensende utslipp til luft.

Det rettslige grunnlaget for kontrollert håndtering og disponering av spesialavfall reguleres gjennom Forurensningsloven. Med hjemmel i denne loven fastsatte Miljøverndepartementet 10. april 1984 "Forskrifter om levering, innsamling, mottak og behandling/disponering av visse grupper spesialavfall".

Spesialavfallsforskriftene omfatter 11 stoffgrupper (gruppe 1-11 i tabell 8.3). I tillegg til disse gruppene er ytterligere 6 grupper spesialavfall definert (gruppe 12-17 i tabell 8.3).

Figur 8.5. Resipienter for sigevann fra avfallsbehandlingsanlegg. 1985/86



Tabell 8.3. Systemmengde spesialavfall. 1987

| Gruppe | Betegnelse | Kategori | Leverings- plikt for mengder over kg/år | Produsert mengde. Tonn/år | Prosent |
|--------|---------------------------------|-----------|---|---------------------------------|---------|
| - | I alt | . | . | 120 000 | 100,0 |
| 1 | Spillolje | Organisk | 200 | 40 000 | 33,3 |
| 2 | Oljeavfall | " | 200 | 9 000 | 7,5 |
| 3 | Oljeemulsjoner | " | 1 000 | 6 000 | 5,0 |
| 4 | Løsningsmidler | " | 200 | 14 000 | 11,7 |
| 5 | Maling, lim, lakk | " | 200 | 5 000 | 4,2 |
| 6 | Destillasjonsrester | " | 200 | 200 | 0,2 |
| 7 | Tjæreavfall | " | 200 | 1 000 | 0,8 |
| 8 | Kvikksølv- og kadmiumavfall | Uorganisk | 1 | 2 900 | 2,4 |
| 9 | Vannløselige metallforbindelser | " | 10 | 17 000 | 14,2 |
| 10 | Cyanid-avfall | " | 1 | 100 | 0,1 |
| 11 | Plantevernmidler | Organisk | 5 | 270 | 0,2 |
| 12 | PCB | " | | 250 | 0,2 |
| 13 | Isocyanater | " | | 120 | 0,1 |
| 14 | Annet organisk avfall | " | | 4 160 | 3,4 |
| 15 | Sterke syrer | Uorganisk | | 2 000 | 1,7 |
| 16 | Sterke baser | " | | 2 000 | 1,7 |
| 17 | Annet uorganisk avfall | " | | 16 000 | 13,3 |

Kilde: SFT/Oilconsult, 1988.

Tabell 8.4. Innsamlete mengder spesialavfall. 1987

| Type avfall | Mengde innsamlet |
|----------------------|------------------|
| I alt | 57 000 |
| Spillolje | 26 000 |
| Annet organisk | 19 000 |
| Uorganisk | 12 000 |

Kilde: SFT/Oilconsult, 1988.

Tabell 8.5. Behandling av innsamlet spesialavfall. 1987

| Behandlingsmåte | Mengde behandlet |
|-------------------------------|------------------|
| I alt | 57 000 |
| I norsk industri | 27 600 |
| Eksportert | 13 300 |
| Forbrent til havs | 8 000 |
| Uspesifisert disponering..... | 8 100 |

Kilde: SFT/Oilconsult, 1988.

Enkelte grupper spesialavfall med særlig farlige egenskaper er underlagt egne forskrifter. Dette gjelder polyklorerete bifenyler (PCB), smittefarlige, eksplosive og radioaktive stoffer.

Statens forurensningstilsyn er kontrollmyndighet og bemyndiget til å gi nødvendige tillatelser og dispensasjoner. Forskriften gir videre SFT muligheter til å fastsette på forskriften også skal omfatte andre grupper spesialavfall enn det som er angitt.

Oversikten over hva som dannes av spesialavfall og hvor det tar veien, er ennå relativt dårlig. Det er anslått at det i Norge årlig dannes om lag 200 000 tonn miljøfarlig avfall. Av dette skal om lag 120 000 tonn (systemmengden) fanges opp av spesialavfallssystemet. Foreløpig blir bare om lag halvparten av dette tatt hånd om på en forsvarlig måte. I tabell 8.3 er systemmengden spesialavfall fordelt på avfallskategorier. Tabellen angir også grensen for leveringsplikt som er definert i spesialavfallsforskriftene. Tabell 8.4 viser mengder spesialavfall innsamlet i 1987. Hvordan det innsamlete avfallet ble behandlet er vist i tabell 8.5.

På grunnlag av en konsulentutredning (SFT/Oilconsult, 1988) og anbefaling fra SFT, har Regjeringen fremmet forslag for Stortinget om å bygge et landsdekkende, sentralt behandlingsanlegg i Mo i Rana. Det seneste anslaget for investeringskostnadene til første byggetrinn, som etter planen skal stå ferdig i 1992, er om lag 800 millioner kroner.

Fullt utbygget, med kapasitet på 150 000 tonn pr. år, vil investeringene overstige 1 milliard kroner. På statsbudsjettet for 1988 ble det vedtatt å etablere en sentral administrativ enhet med ansvar for all koordinering av samtlige avfallsstrømmer som er underlagt forskrifter, og som bedriftene ikke kan destruere internt. Enheten, som er kalt NORSAS (Norsk spesialavfall A/S), er et aksjeselskap der staten har 52 prosent av aksjene. Resten er delt likt mellom kommunene (Kommunenes sentralforbund) og industrien. Etter godkjenning i Stortinget vil NORSAS kunne eie, planlegge og drive behandlingsanlegg for spesialavfall, bl.a. et eventuelt sentralt behandlingsanlegg.

Referanser:

MD (1985): Miljøverndepartementets informasjonsbrosjyre om spesialavfall.

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

SFT/Oilconsult (1988): Alternative løsninger for sentralt behandlingsanlegg for spesialavfall i Norge. Utredning utført for SFT av Oilconsult A/S, Bergen.

Stortingsmelding nr. 51 (1984-85): Om tiltak mot vann- og luftforurensninger og om kommunalt avfall. Miljøverndepartementet.

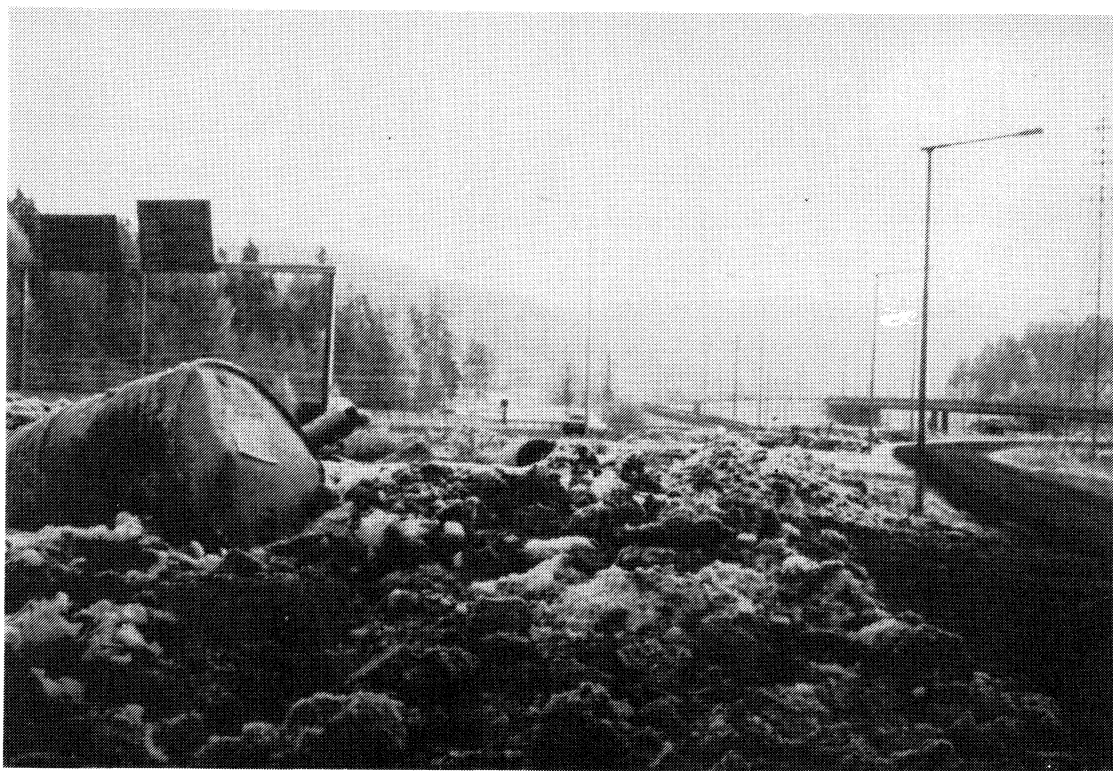


Foto : Yngve Vogt

9. Avløp og vannforsyning

Ved utgangen av 1988 er det registrert 700 avløpsrensaneanlegg i Norge, med en samlet kapasitet på om lag 2,9 millioner personenheter (PE). I perioden fra utgangen av 1983 til utgangen av 1988 har kapasiteten ved avløpsrensaneanlegg i gjennomsnitt økt med om lag 34 000 PE i året. Norge har inngått en avtale om reduksjon av utslipp av næringssalter til Skagerrak med 50 prosent innen 1995. Statens forurensningstilsyn har utarbeidet en tiltakspakke for utbygging i forbindelse med kommunalt avløp fram til og med 1995. Tiltakene omfatter 11 fylker, er kostnadsberegnet til totalt 5 milliarder kroner og omfatter bl.a. en gjennomsnittlig årlig utbygging av rensekapasitet på om lag 160 000 PE. Tall fra SSBs kommuneregnskaper viser at investeringene innenfor avløp og vannforsyning nå er økende igjen, etter at det i perioden fra slutten av 1970-tallet til 1985 har vært en jevn nedgang.

9.1. Avløpsrensaneanlegg

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, innførte forurensningsmyndighetene krav om rensing av avløpsvann. En relativt stor del av avløpsledningene er imidlertid 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 og ikke når fram til rensaneanlegg. Vann trenger også inn i avløpsledningene, særlig i perioder med mye nedbør og blir en ekstra belastning som kan forårsake driftsproblemer ved rensaneanleggene. En undersøkelse av renseresultater ved norske avløpsrensaneanlegg (Storhaug, 1987) viser at dårlig ledningsnett ofte er årsak til utilfredsstillende driftsresultater. For å få en vellykket rensing av avløpsvann er man altså avhengig av at også transportsystemet for avløpsvann fram til rensaneanleggene fungerer tilfredsstillende. Utbedring av avløpsledninger er derfor, sammen med utbygging av rensaneanlegg, en viktig del av

arbeidet med å redusere forurensningstilførslene fra befolkning og industri.

Avløpsrensaneanleggene kan deles inn i fire hovedtyper:

Biologiske rensaneanlegg. Rensing av avløpsvann ved hjelp av mikroorganismer. De viktigste organismene er bakterier. Det er hovedsakelig organisk materiale som fjernes.

Aktivslam: Anlegg med suspendert bakteriekultur.

Biorotor og biofilter: Anlegg med fastsittende bakteriekulturer.

Kjemiske (mekanisk/kjemiske) rensaneanlegg. Rensing av avløpsvann ved hjelp av kjemikalier. Hensikten er å felle ut og fjerne fosfor. Det oppnås også betydelig rensing av organisk materiale.

Primærfelling: Ingen sedimentering før den kjemiske fellingen.

Sekundærfelling: Sedimentering før den kjemiske fellingen.

Biologisk/kjemiske rensaneanlegg. En kombinasjon av biologisk og kjemisk rensing.

Forfelling: Kjemisk felling etterfulgt av biologisk nedbryting.

Simultanfelling: Kjemisk felling foretas i forbindelse med den biologiske nedbrytingen.

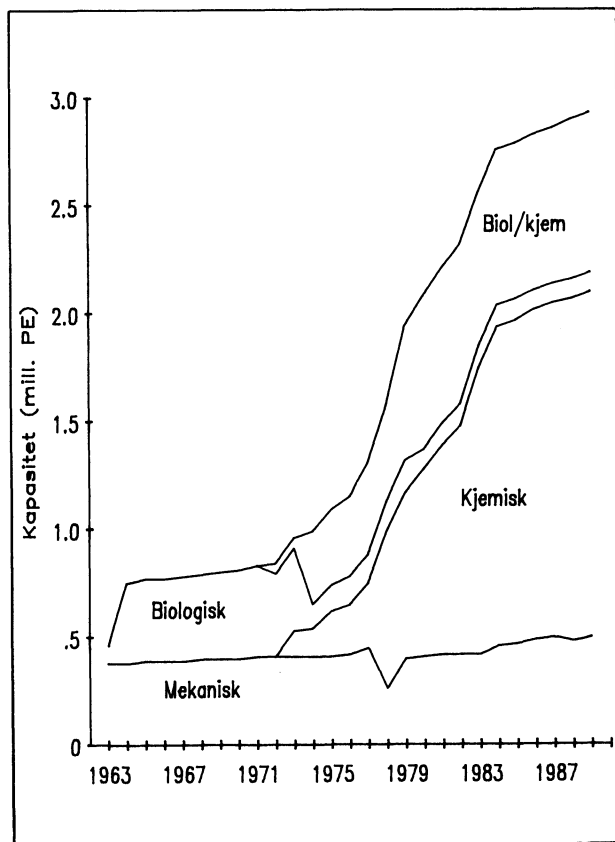
Etterfelling: Biologisk nedbryting etterfulgt av kjemisk felling.

Mekaniske renseanlegg. Ren mekanisk behandling av avløpsvann ved hjelp av f.eks. siler, rister eller sedimenteringsbasseng. Mekanisk rensing benyttes ofte som forbehandling for f.eks. kjemisk rensing. I dette avsnittet er mekaniske anlegg delt i to grupper; mekaniske anlegg (silanlegg og sedimenteringsanlegg) og forbehandlingsanlegg (ristanlegg, slamavskillere og jordrenseanlegg).

Figur 9.1 viser utviklingen i rensekapasitet for de forskjellige anleggstyper i perioden 1963-1988. Fram til 1960 var det bygd få avløpsrenseanlegg i Norge. Av figuren går det fram at det fra begynnelsen av 1970-tallet til utgangen av 1983 var en rask utbygging av rensekapasitet. I de senere årene har utbyggingen gått noe langsommere. De første anleggene som ble bygget, var mekaniske. Deretter ble det bygget stadig flere biologiske anlegg. I den siste del av perioden har det skjedd en kapasitetsreduksjon ved biologiske anlegg, mens det er bygd en rekke kjemiske og biologisk/kjemiske anlegg. Dette skyldes delvis mønsteret i nybyggingen, men også at gamle anlegg har blitt ombygget.

SSBs register over avløpsrenseanlegg, som er etablert i samarbeid med Statens forurensningstilsyn, ble oppdatert

Figur 9.1. Hydraulisk kapasitet ved avløpsrenseanlegg. 1962-1988. Mill. PE



i 1988. I dette avsnittet presenteres de viktigste oversiktstallene om renseanlegg.

Registreringen av renseanlegg gjelder anlegg som er dimensjonert for 50 personenheter (PE) eller mer. Av landets 448 kommuner er det registrert renseanlegg i 273 (61 prosent).

Antall registrerte avløpsrenseanlegg har økt fra 639 i 1983 til 700 i 1988. Kapasiteten ved anleggene har økt fra i underkant av 2,8 mill. PE til i overkant av 2,9 mill. PE, og tilknytningen har økt fra i underkant av 2,2 mill. PE til i overkant av 2,3 mill. PE. I perioden fra og med 1984 til og med 1988 har det vært en total økning i kapasiteten på om lag 170 000 PE, eller i gjennomsnitt 34 000 PE pr. år. I dette tallet inngår nybygging (198 000 PE), nedleggelse (70 000 PE) og justeringer ved eksisterende anlegg (42 000 PE).

Ved utgangen av 1988 utgjorde de mekaniske anleggene (sedimenteringsanlegg og siler) 17 prosent av den totale kapasitet, de biologiske 3 prosent, de kjemiske 55 prosent og de biologisk/kjemiske 25 prosent. Dette er om lag den samme fordelingen som i 1983.

Fordelingen for de enkelte renseprinsipp i 1983 og 1988 framgår av tabell 9.1.

I tabell 9.2 er det gitt en detaljert oversikt over anleggstyper innenfor de forskjellige hovedrenseprinsipp.

Tabell 9.1. Antall renseanlegg, kapasitet og tilknytning fordelt på renseprinsipp. 1983 og 1988

| Anleggstype/År | Antall anlegg | Kapasitet (PE) | Tilknytning (PE) |
|--------------------------|---------------|----------------|------------------|
| I alt | | | |
| 1983 | 639 | 2 754 339 | 2 181 249 |
| 1988 | 700 | 2 925 278 | 2 318 814 |
| Mekanisk | | | |
| 1983 | 83 | 459 064 | 282 573 |
| 1988 | 87 | 498 804 | 322 950 |
| Biologisk | | | |
| 1983 | 167 | 98 515 | 63 256 |
| 1988 | 164 | 88 970 | 55 856 |
| Kjemisk | | | |
| 1983 | 106 | 1 481 980 | 1 243 847 |
| 1988 | 149 | 1 603 884 | 1 333 010 |
| Biologisk/kjemisk | | | |
| 1983 | 283 | 714 780 | 591 573 |
| 1988 | 300 | 733 620 | 606 998 |

Tabell 9.2. Antall anlegg, kapasitet og tilknytning fordelt på metoder innenfor de forskjellige hovedrensingsprinsipp. 1988

| Rensemetode | Anlegg | | Kapasitet | | Tilknytning | |
|--|--------|---------|-----------|---------|-------------|---------|
| | Antall | Prosent | 1 000 PE | Prosent | 1 000 PE | Prosent |
| I alt | 700 | 100 | 2 925 | 100 | 2 319 | 100 |
| Mekanisk i alt | 87 | 12 | 499 | 17 | 323 | 14 |
| Sedimentering | 21 | 3 | 192 | 7 | 134 | 6 |
| Siler | 66 | 9 | 307 | 10 | 189 | 8 |
| Biologisk i alt | 164 | 23 | 89 | 3 | 56 | 2 |
| Aktivslam | 128 | 18 | 68 | 2 | 40 | 2 |
| Biorotor | 23 | 3 | 9 | 0 | 5 | 0 |
| Biofilter | 5 | 1 | 10 | 0 | 9 | 0 |
| Biologisk dam | 8 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| Mekanisk/kjemisk i alt | 149 | 21 | 1 604 | 55 | 1 333 | 57 |
| Primærfelling | 72 | 10 | 1 153 | 39 | 1 049 | 45 |
| Sekundærfelling | 77 | 11 | 451 | 15 | 284 | 12 |
| Biologisk/kjemisk i alt | 300 | 43 | 734 | 25 | 607 | 26 |
| Biologisk/kjemisk etter fellingsmetode: | | | | | | |
| Simultanfelling | 139 | 20 | 439 | 15 | 423 | 18 |
| Forfelling | 4 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 |
| Etterfelling | 157 | 22 | 291 | 10 | 182 | 8 |
| Biologisk/kjemisk etter biologisk trinn: | | | | | | |
| Aktivslam | 211 | 30 | 644 | 22 | 557 | 24 |
| Biorotor | 75 | 11 | 69 | 2 | 40 | 2 |
| Biofilter | 10 | 1 | 18 | 1 | 8 | 0 |
| Biodam | 4 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 |

I tillegg til disse mer høygradige renseanleggene er det registrert 590 jordrenseanlegg, slamavskillere og rister med en samlet kapasitet på om lag 439 000 PE og en samlet tilknytning på om lag 330 000 PE. Regnes disse anleggene med, er 349 kommuner (78 prosent) registrert med renseanlegg med kapasitet større eller lik 50 PE.

Anlegg med kjemisk rensing utgjør en høy andel av den totale rensekapasitet 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 for øvrig. Total kapasitet og andel med kjemisk rensing i 1988 er vist i tabell 9.3.

Gjennomsnittsalderen for avløpsrenseanlegg i Norge ved utgangen av 1983 var 6,5 år. I 1988 har gjennomsnittsal-

Tabell 9.3. Kapasitet ved renseanlegg og andel med kjemisk rensing. Landsdeler. 1988

| Landsdeler | Total kapa- sitet | Kapa- sitet pr. inn- bygger | Andel med kjemisk rensing |
|--|----------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| | 1000 PE | PE | Prosent |
| I alt | 2 925 | 0,7 | 80 |
| Østlandet, fylker med kystlinje | 2 060 | 1,2 | 87 |
| Østlandet ellers, Hedmark og Oppland | 429 | 1,2 | 99 |
| Sørlandet | 118 | 0,5 | 41 |
| Vestlandet | 128 | 0,1 | 13 |
| Trøndelag | 120 | 0,3 | 26 |
| Nord-Norge | 70 | 0,2 | 31 |

deren økt til 9,5 år. Tabell 9.4 viser gjennomsnittsalderen for de forskjellige anleggstypene i 1983 og 1988.

Tabell 9.4. Gjennomsnittsalder (år) for avløpsrenseanlegg. 1983 og 1988

| Anleggs- type | Alder | |
|-------------------------|-------|------|
| | 1983 | 1988 |
| I alt | 6,5 | 9,5 |
| Mekanisk | 6,3 | 9,4 |
| Biologisk | 8,9 | 11,0 |
| Mekanisk/kjemisk | 5,2 | 8,0 |
| Biologisk/kjemisk | 5,7 | 9,6 |

Over 70 prosent av renseanleggene har kapasitet mindre enn 2 000 PE. Kapasiteten ved disse anleggene utgjør imidlertid bare om lag 10 prosent av total kapasitet. Tabell 9.5 viser antall anlegg og kapasitet for forskjellige størrelsesgrupper av anlegg.

Kommunalt avløpsvann kan utgjøre en betydelig belastning på resipientene. Det er særlig plantenæringsstoffer (fosfor og nitrogen) og organisk materiale som er av forurensningsmessig betydning. Fosfor er under normale forhold en vekstbegrensende faktor for alger i ferskvann. I sjøvann er også nitrogen vekstbegrensende. Økt tilførsel av slike plantenæringsstoffer kan derfor forårsake økt algevekst. Sammen med økte tilførsler av organisk materiale kan dette føre til store og uønskete forandringer av bl.a. vannkvaliteten i resipientene. Utslipp av urensset kloakk kan også inneholde sykdomsfremkallende mikroorganismer og miljøgifter.

Ved kjemisk rensing kan innholdet av fosfor reduseres med rundt 90 prosent i anlegg som fungerer godt. I anlegg med biologisk rensetrinn og også i rene kjemiske anlegg kan innholdet av organisk materiale reduseres betydelig (70-90 prosent). Med de nåværende renseprosesser fjernes nitrogen bare i relativt liten grad, anslagsvis 15 prosent i anlegg med biologisk eller kjemisk rensing. Tabell 9.6 viser utslippene til forskjellige resipienter basert på den oppgitte tilknytningen til anleggene og andelen med kjemisk rensing.

Utslippene til Indre Oslofjord er hovedsakelig kjemisk rensset. Rensing uten kjemisk trinn er derimot mest utbredt ved anlegg med utslipp til andre fjorder og kystfarvann. Bare 26 prosent av fjordutslippene i 1988 var kjemisk rensset når utslippene til Indre Oslofjord holdes utenfor.

Deponering på fyllplass er den vanligste slamdisponeringsmåten. Tabell 9.7 viser disponeringsmåte for slam fra avløpsrenseanleggene i 1988 (et anlegg kan ha oppgitt flere disponeringsmåter).

Tilknytningen til renseanlegg (inkludert jordrenseanlegg og forbehandlingsanlegg) var i 1988 i overkant av 2,6 mill. PE. Regnes industritilknytningen til å være 0,5 mill. PE (Stortingsmelding nr. 51, 1984-85), kan man anslå at i overkant av 2 mill. personer er tilknyttet renseanlegg. Med en utbyggingstakt på 25 000 PE pr. år (gjennomsnittlig netto nybygging i perioden 1984-1988), ville det da ha tatt 30-40 år før alle personer i tettbygde strøk (om lag 2,9 mill. personer) var tilknyttet renseanlegg.

Kontroll med utslipp av kommunalt avløpsvann har imidlertid i den senere tid igjen blitt mer aktualisert, bl.a. på bakgrunn av de avtaler som kom i stand etter Nordsjøkonferansen i London i 1987. Her ble det blant annet gjort avtale om å halvere utslipp av næringssalter i områder der de gir forurensningsproblemer innen 1995. Et av de spesielt påpekte områdene er Skagerrak.

Tabell 9.5. Renseanlegg fordelt på størrelsesgrupper. Antall og kapasitet (1 000 PE). 1988

| Størrelses- grupper (PE) | I alt | Mekanisk | Biologisk | Kjemisk | Biologisk/ kjemisk |
|-----------------------------|-------|----------|-----------|---------|-----------------------|
| < 500 | | | | | |
| Antall | 264 | 3 | 114 | 17 | 130 |
| Kapasitet | 60 | 1 | 24 | 5 | 30 |
| 500-1999 | | | | | |
| Antall | 236 | 26 | 40 | 40 | 130 |
| Kapasitet | 221 | 30 | 35 | 41 | 115 |
| 2000-9999 | | | | | |
| Antall | 154 | 45 | 10 | 63 | 36 |
| Kapasitet | 589 | 173 | 30 | 246 | 140 |
| ≥ 10 000 | | | | | |
| Antall | 46 | 13 | - | 29 | 4 |
| Kapasitet | 2 056 | 295 | - | 1 313 | 448 |

Tabell 9.6. Utslipp til ulike resipienter og andel med kjemisk rensing. 1988

| Resipient | Tilknytning | Andel av total tilknytning | Andel med kjemisk rensing |
|----------------|-------------|----------------------------|---------------------------|
| | 1000 PE | Prosent | |
| Elv/bekk | 531 | 23 | 86 |
| Innsjø | 232 | 10 | 93 |
| Fjord | 1 523 | 66 | 83 |
| Kyst | 26 | 1 | 0 |

Tabell 9.7. Antall renseanlegg og tilknytning fordelt på slamdisponeringsmåter. 1988

| Disponeringsmåte | Antall anlegg | Tilknytning (1000 PE) |
|-------------------------|---------------|-----------------------|
| Deponering | 314 | 1 166 |
| Grøntareal | 29 | 117 |
| Jordbruk | 131 | 1 695 |
| Annen disponering | 23 | 65 |

Statens forurensningstilsyn har utarbeidd en tiltakspakke for utbyggingsprosjekter i forbindelse med kommunalt avløp fram til og med 1995, som innebærer en stor økning i investeringer i forhold til nivået i de seneste årene. Tiltakspakken gjelder fylkene fra svenskegrensen til og med Rogaland. Det er anslått at dagens utslipp av fosfor, organisk materiale og nitrogen fra kommunalt avløp er henholdsvis om lag 1 600 tonn, 44 000 tonn og 14 000 tonn i det området som tiltakspakken omfatter. Det forventes en reduksjon på 56 prosent i utslipp av fosfor. Reduksjonen for organisk materiale og nitrogen er anslått til hhv. 40 og 8 prosent. Reduksjonen i nitrogenutslippene vil altså være relativt beskjeden.

Kostnadene i tiltakspakken er anslått til om lag 5 mrd. kroner, fordelt med 2,2 mrd. på renseanlegg, 1,7 mrd. på ledningsnett og 1,1 mrd. på tiltak i spredt bebyggelse og øvrige tiltak. Tiltakspakken angir en utbygging i rensekapasitet ved kommunale avløpsrenseanlegg på vel 1,1 mill. PE, fordelt på 101 anlegg. Hvis disse tiltakene iverksettes fram til og med 1995, vil dette gi en gjennomsnittlig årlig kapasitetsutbygging på over 160 000 PE. Til sammenligning kan nevnes at det i 1988 i hele landet ble utbygd 23 000 PE.

Effektiv nitrogenfjerning, som bl.a. forutsetter mer avanserte biologiske rensemetoder enn de som er i bruk i dag, vil anslagsvis føre til en fordobling av kostnadene ved tiltakspakken.

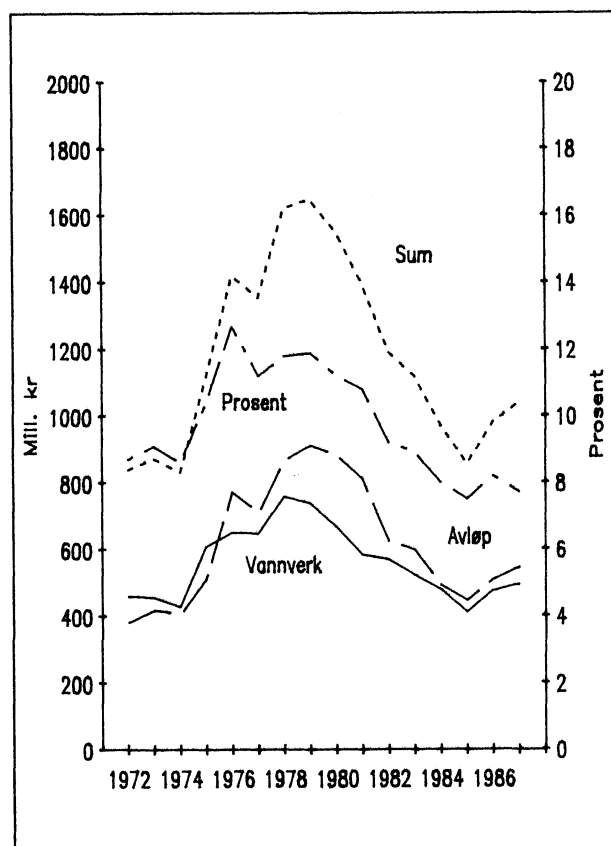
9.2. Kommunal økonomi i forbindelse med avløp og vannforsyning

Figur 9.2 viser årlige investeringer (utgifter til nybygg og nyanlegg) i vannverk og avløp i perioden 1972-1987. 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, mens de så har økt noe igjen i 1986 og 1987. I 1987 var investeringene 1 039 mill. kroner, fordelt med 545 mill. kroner på avløp og 495 mill. kroner på vannforsyning.

Vann- og avløpsinvesteringenes andel av de totale investeringene i kommunene i perioden var høyest i 1976 med 13 prosent. I 1987 var andelen 7,7 prosent.

Kommunenes utgifter til vannforsyning og avløp dekkes av avgifter (gebyr), skatt og statlige tilskudd. Forholdet

Figur 9.2. Investeringer i vannverk og avløp. 1972-1987. Mill. 1981-kroner og prosent av totale investeringer¹

¹ Ved deflateringen er det for perioden 1972-1983 benyttet Aspelin-Stormbulls indeks for byggkostnader (boligblokk i Oslo-området medregnet rørlegger- og elektrikerarbeid). Fra 1984 er SSBs byggekostnadsindeks benyttet (boligblokk, totalt).

Kilde: Kommuneregnskapene, SSB.

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 9.8 viser kommunale og felleskommunale utgifter til og inntekter fra vannverk og avløp i perioden 1982-1987. 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 1987 bestod for vannverk av om lag 61 prosent overføringer fra stats- og trykdeforvaltningen og fylkeskommuner. For avløp utgjorde overføringene 64 prosent.

I 1987 var bruttoutgiftene til vannverk (investeringer inkludert) 1 809 mill. kroner, mens bruttoinntektene var 1 639 mill. kroner. De tilsvarende tall for avløp var 2 521 mill. kroner og 2 330 mill. kroner. Bruttoinntektene utgjorde i 1987 om lag 90 prosent av bruttoutgiftene både for vannverk og avløp. I 1981 var bruttoinntektene 78 prosent av bruttoutgiftene for vannverk og 70 prosent av bruttoutgiftene for avløp. I perioden 1981-1987 har driftsinntektene, som hovedsakelig utgjøres av salgs- og leieinntekter, økt noe raskere enn driftsutgiftene. Samtidig har det i deler av perioden vært en nedgang, selv regnet i løpende priser, i investeringer (utgifter til nybygg og nyanlegg) både innenfor vannforsyning og avløp.

Finansieringsinntekter og -utgifter har i tidligere år vært lave både innenfor vannforsyning og avløp. I 1987 var imidlertid disse inntektene og utgiftene, som er medregnet i bruttotallene, betydelige innenfor avløp, begge i overkant av 500 mill. kroner.

Referanser:

Storhaug, R. (1987): Renseresultater ved norske rensenanlegg 1985. (Prosjekt gjennomført av Aquateam A/S i samarbeid med SFT).

Stortingsmelding nr. 51 (1984-85): Om tiltak mot vann- og luftforurensninger og om kommunalt avfall. Miljøverndepartementet.

Tabell 9.8. Kommunale og felleskommunale utgifter til og inntekter fra vannverk og avløp. 1982-1987. Mill. kr

| År | Utgifter | | | | Inntekter | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------------------|---|------------------------------------|--|--------|--|
| | Brutto- utgif- ter i alt | Driftsutgifter | | Utgif- ter til nybygg og ny- anlegg | Brutto- inn- tekter i alt | Driftsinntekter | | Inntekter i samband med ny- bygg og nyanlegg |
| Drifts- utgif- ter i alt | | Av dette vedlike- hold av bygg og anlegg | Drifts- inn- tekter i alt | | | Av dette salgs- og leie- inntek- ter | | |
| 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 |
| 1986 | 1414,5 | 768,3 | 223,2 | 646,1 | 1224,9 | 1105,3 | 1073,6 | 119,6 |
| 1987 | 1809,0 | 976,4 | 256,6 | 753,6 | 1638,8 | 1461,9 | 1370,3 | 160,0 |
| 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 |
| 1986 | 1776,0 | 998,9 | 241,2 | 691,2 | 1599,4 | 1420,4 | 1210,3 | 132,1 |
| 1987 | 2521,0 | 1151,6 | 265,5 | 829,9 | 2329,8 | 1671,8 | 1433,5 | 148,3 |

Kilde: Kommuneregnskapene, SSB.

10. Luft

SSB lager hvert år oversikter over nasjonale og kommunale utslipp til luft av en rekke forurensningskomponenter. Oversiktene er et ledd i miljøovervåkingen og danner også grunnlaget for analyser av framtidige utslipp til luft og virkninger av ulike tiltak mot luftforurensninger. Luftforurensninger påfører samfunnet skader av mange slag. Det er laget foreløpige anslag over skader av norske svovelutslipp på viktige materialtyper i Norge og betydningen av disse skadene for framtidig økonomisk vekst. Mulige endringer i dødelighet som følge av økte framtidige svovelutslipp er også forsøkt anslått. Endelig er det foretatt en grov sammenlikning av helseskader som følge av utslipp av svoveldioksid, nitrogenoksider, karbonmonoksid og partikler fra ulike næringssektorer i kommunene. Ikke overraskende finner man at Oslo er den mest miljøbelastede kommunen med Stavanger og Bergen på de neste plassene. Det er først og fremst høye utslipp av partikler som bidrar til dette.

10.1. Luftforurensning - kilder og virkninger

Utslipp til luft stammer hovedsakelig fra bruk av kull, koks og oljeprodukter til varme- og transportformål, fra industrielle prosesser der forurensningene (prosessutslipp) frigjøres fra andre innsatsfaktorer enn energi og fra fordampning av løsningsmidler og lettere oljeprodukter. Det er videre vanlig å dele utslipp som skyldes forbrenning av fossile brenslers i stasjonære og mobile brenslersutslipp, ettersom forbrenningen skjer i stasjonære anlegg eller i mobile kilder som biler, fly og båter.

Luftforurensning i Norge skyldes dels innenlandske utslipp fra industri, transportvirksomhet, fyringsanlegg, dels langtransporterte luftforurensninger. Norske utslipp bidrar mest til forurensning som skader helse og materialer, mens langtransport er hovedkilde til forurensningsskade i naturen.

Utslipp av ulike forurensningskomponenter bestemmes av nivå og sammensetning av produksjon og konsum av varer og tjenester med tilhørende energibruk, samt av de tiltak som settes inn mot forurensningene. Tiltakene kan være pålegg om rensning av utslipp eller bruk av innsatsfaktorer, f.eks. olje, med bestemte kvalitetskrav, eller de kan søke å dempe utslippene gjennom skatter og avgifter på spesielt forurensende aktiviteter.

Konsentrasjonen av en forurensningskomponent er i tillegg bestemt av faktorer som klima, topografi og utslippsmønster (tidspunkt, høyde over bakken osv.).

Skadevirkninger av luftforurensninger avhenger blant annet av konsentrasjon av de ulike forurensningskomponentene og eksponeringstid for natur og mennesker. 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.

Virkninger av luftforurensninger er ofte knyttet til sekundære forurensningsprodukter, dvs. stoffer som er dannet i lufta f.eks. ved oksidasjon av det opprinnelige utslippet. Eksempler på sekundære forurensningsprodukter er sulfat (SO_4^{2-}) som dannes ved oksidasjon av svoveldioksid (SO_2), og ozon (O_3) som dannes ved en fotokjemisk reaksjon mellom nitrogenoksider (NO_x) og flyktige organiske komponenter (VOC).

Tabell 10.1 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 ekspo-

Tabell 10.1. 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: - Gjødselsprod. | 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 aromatiske hydrokarboner PAH | Vedfyring Aluminiumsverk | Helse: PAH via luft kan gi kreft i luftveissystemet. 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 utslippskildene | |
| Bly (Pb) | Bensinbiler Stålverk Kopper-produksjon | Helse: Risiko for hjertekarsykdommer og spontanabort. Endret adferdsmønster og nedsatt intelligens og fruktbarhet. Anemi. | Helse: 1,5 µg/m ³ (halvår) |

Tabell 10.1 (forts.).

| Komponenter | Kilder | Skadevirkninger | Grenseverdi |
|---|---|--|--|
| Kvikksølv (Hg) | Avfallsforbrenning Kloralkaliproduksj. Metallproduksjon Kullforbrenning Kremasjoner | Helse: Metylkvikksølv 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 viltlevende drøvtyggere | Helse: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (halvår) Vegetasjon: 0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (halvår) |
| Fotokjemiske oksid- danter (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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (halvår) |

Kilde: SSB.

neringsnivå som man ut fra nåværende viten antar be-
folkningen kan utsettes for uten at betydelige helseskader
forekommer.

10.2. Utslipp til luft i Norge

Nasjonale utslipp til luft i 1986

Oversikter over utslipp av svoveldioksid (SO_2), nitro-
genoksider (NO_x), karbonmonoksid (CO), karbondioksid
(CO_2), flyktige organiske komponenter (VOC), partikler
og bly (Pb) til luft er laget for årene 1973-1988. Det er også
utarbeidet grove oversikter over utslipp av enkelte kompo-
nenter i perioden 1960-1972. Generelt er oversiktene over
utslipp i tidligere år mindre detaljerte og mer usikre enn
oversikter for senere år. Utslippstallene for de senere
årene er beregnet på grunnlag av detaljerte oversikter over
energiforbruk (Ressursregnskapet for energi og Industri-
statistikk fra Statistisk sentralbyrå), utslippskoeffisienter
(utslipp pr. energienhet) og oversikter over utslipp fra om-
lag 60 store industribedrifter med prosessutslipp (Statens
forurensningstilsyn, SFT). Utslipp fra industribedrifter
med prosessutslipp framkommer dels ved målinger og dels
ved beregninger ved hjelp av utslippskoeffisienter. Tabell
10.2 viser eksempler på utslippskoeffisienter. Det er hef-
tet en del usikkerhet til de fleste av dem.

Utslipp av SO_2 og bly pga. energibruk er bestemt av hen-
holdsvis svovel- og blyinnhold i energivaren. CO_2 -utslipp
fra de ulike energivarene er bestemt av karboninnholdet i
brenslet og i noen grad av utslippet av flyktige organiske
komponenter (VOC) fra forbrenningsprosessen. Utslippene
av de andre komponentene er i hovedsak bestemt av
forbrenningsforholdene i motorer og ovner.

Utslippoversiktene gir ikke direkte informasjon om kon-
sentrasjoner av luftforurensninger som har betydning for
skadevirkninger på helse, naturmiljø og materialer. Det vi-
ser seg imidlertid at det er godt samsvar mellom målte
endringer i luftkvalitet og endringer i utslipp (se avsnitt
10.5). Utslippoversiktene gir derved indikatorer for for-
urensningsnivået og endringer i forurensningsbelastning-
en. De danner et viktig grunnlag for å vurdere hvor tiltak
mot luftforurensning best kan settes inn, og viser effekten
av allerede gjennomførte tiltak mot forurensning. Ut-
slippoversiktene utgjør også basis for framskrivninger av
utslipp til luft og gir en indikasjon på om Norge følger opp
avtaler og mål om begrensning av utslipp til luft.

Utslipp til luft etter næring og kilde

Utslipp av SO_2 , NO_x , VOC, CO, CO_2 , partikler og Pb i
1986 fordelt etter næring er vist i tabell 10.3, mens tabell
10.4 viser utslipp etter kilde.

Blant sektorer som gjennomgående har relativt store ut-
slipp, finner vi private husholdninger, innenriks samferd-
sel og industrisektorer som produksjon av metaller og
produksjon av kjemiske og mineralske produkter, se tabell
10.3. Fra tabell 10.4 framgår det at biltrafikk og innenriks
samferdsel er blant de største forurensningskildene for de
fleste komponentene. Nedenfor følger en kort oversikt
over kilder og sektorer som bidrog mye til utslipp av hver
av komponentene SO_2 , NO_x , CO, CO_2 , VOC, partikler og
Pb i 1986.

Utslipp av SO_2

Den største kilden til utslipp av svoveldioksid er industri-
elle prosesser som står for 44 prosent, mens stasjonær for-
brenning og mobile kilder forårsaker henholdsvis 29 og 27

Tabell 10.2. Utslippskoeffisienter. 1986. Kg/tonn

| | | SO ₂ | NO _x | VOC | CO | CO ₂ | Partik- ler | 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.

prosent av utslippene. Hovedtyngden av brenselutslippene kommer fra bruk av tungolje.

Industrisektorene står alt i alt for om lag 66 prosent av SO₂-utslippene. Den klart største utslippssektoren er produksjon av metaller. Andre sektorer med store utslipp er produksjon av kjemiske råvarer, produksjon av kjemiske og mineralske produkter, produksjon av treforedlingsprodukter og raffinering av jordolje.

Utslipp av NO_x

Mobile kilder står for 86 prosent av utslippene av nitrogenoksider i Norge. Stasjonær forbrenning og industrielle prosesser bidrar med henholdsvis 10 og 4 prosent.

Dieseldrevne biler, traktorer og båter er blant de viktigste mobile kildene. Forbrenningsforholdene i disse motortypene karakteriseres ved høye temperaturer og god lufttilgang. I forhold til drivstofforbruket er utslippet av NO_x fra dieseldrevne kjøretøy og båter vesentlig større enn fra bensindrevne kjøretøyer.

Etter sektor er NO_x-utslippene størst fra innenriks samferdsel (30 prosent), private husholdninger (14 prosent) og fiske og fangst (13 prosent).

Utslipp av CO

75 prosent av utslippene av karbonmonoksid kommer fra mobile kilder. De stasjonære forbrenningsutslippene utgjør om lag 20 prosent av de totale CO-utslippene og skyldes for det meste vedforbrenning. Private husholdninger er den viktigste utslippssektoren med 95 prosent av de stasjonære utslippene.

Utslipp av CO₂

Mobile og stasjonære kilder bidrar med omtrent like mye til de totale CO₂-utslippene; henholdsvis 45 og 41 prosent. De største CO₂-utslippene finner sted innen transportsektoren (17 prosent), private husholdninger (17 prosent), produksjon av metaller (12 prosent) og innen olje- og gassvirksomheten på norsk kontinentalsokkel (13 prosent).

Tabell 10.3. Utslipp til luft etter næring. 1986. 1 000 tonn

| MSG-sektor | SO ₂ | NO _x | CO | CO ₂ | VOC ¹ | Partik- ler | Pb ² |
|--|-----------------|-----------------|-------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|
| I ALT | 99,1 | 243,8 | 630,2 | 34826 | 111,9 | 26,3 | 255,9 |
| 11 Landbruk | 1,1 | 5,5 | 12,0 | 740 | 3,8 | 0,9 | 1,6 |
| 12 Skogbruk | 0,1 | 0,7 | 3,1 | 51 | 1,1 | 0,1 | 0,6 |
| 13 Fiske og fangst | 2,3 | 31,7 | 6,2 | 1459 | 3,5 | 1,8 | 0,8 |
| 14 Prod. av nærings- og nytellesmidler | 5,0 | 2,3 | 1,7 | 784 | 0,4 | 0,3 | 0,8 |
| 18 Prod. av tekstil og bekleddingsvarer | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 73 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| 26 Prod. av trevarer | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 132 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| 28 Grafisk produksjon | 0,0 | 0,2 | 0,7 | 28 | 0,1 | 0,0 | 0,4 |
| 29 Prod. av kjemiske og mineralske produkter | 6,4 | 6,3 | 1,9 | 3041 | 0,5 | 0,4 | 0,6 |
| 34 Treforedling | 9,3 | 2,2 | 0,4 | 869 | 0,1 | 0,4 | 0,2 |
| 37 Prod. av kjemiske råvarer | 6,8 | 6,7 | 34,4 | 1496 | 1,3 | 0,2 | 0,0 |
| 40 Raffinering av jordolje | 4,0 | 1,5 | 0,1 | 844 | 3,0 | 0,1 | 0,0 |
| 43 Prod. av metaller | 32,0 | 5,4 | 0,4 | 4068 | 1,2 | 0,1 | 17,1 |
| 44 Prod. av verkstedsprodukter og bygging av skip | 0,9 | 1,2 | 1,9 | 315 | 0,3 | 0,1 | 1,0 |
| 55 Bygge- og anleggsvirksomhet | 0,9 | 9,0 | 4,9 | 690 | 1,3 | 0,7 | 1,4 |
| 60 Utenriks sjøfart ³ | 8,8 | 21,9 | 2,2 | 993 | 1,6 | 1,3 | 0,2 |
| 63 Bank og forsikring | 0,0 | 0,5 | 3,7 | 75 | 0,4 | 0,0 | 2,2 |
| 64 Utvinning av olje og naturgass | 0,1 | 10,0 | 2,9 | 4325 | 2,1 | 0,0 | 0,0 |
| 68 Oljeboring | 1,2 | 10,3 | 1,0 | 181 | 0,7 | 0,6 | 0,0 |
| 71 Elektrisitetsproduksjon ⁴ | 0,4 | 0,8 | 0,3 | 0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| 74 Innenriks samferdsel | 12,4 | 72,8 | 45,0 | 5774 | 11,3 | 4,9 | 14,0 |
| 81 Varehandel | 1,0 | 10,9 | 53,1 | 1293 | 6,4 | 0,6 | 31,0 |
| 83 Boligtjenester | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 85 Annen privat tjenesteprod | 0,5 | 3,1 | 22,0 | 644 | 2,5 | 0,1 | 13,0 |
| 92 Forsvar | 0,4 | 4,2 | 2,5 | 560 | 0,5 | 0,2 | 0,7 |
| 93 Undervisning og forsknings- virksomhet | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 173 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 94 Helsetjenester m.v. | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 236 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 95 Annen offentlig tjenesteprod | 0,1 | 0,7 | 1,0 | 89 | 0,2 | 0,0 | 0,6 |
| P Private husholdninger | 3,4 | 34,9 | 427,7 | 5877 | 69,2 | 13,0 | 169,3 |

¹ Utslipp utenom fordampning. Fordampningsutslipp, se tabell 10.4. ² Enheten er tonn. ³ All utenriks sjøfart på norsk område. ⁴ Utslipp fra søppelforbrenningsanlegg.

Kilde: SSB.

Utslipp av VOC

Utslipp av flyktige organiske forbindelser stammer hovedsakelig fra fordampning (40 prosent) og ufullstendig forbrenning i mobile kilder (44 prosent). Den største kilden til fordampningsutslipp er bruk av løsningsmidler (70 prosent). De andre kildene er fordampning av hydrokarboner fra olje- og gassutvinning på kontinentalsokkelen (19 prosent) og utslipp fra lagring og salg av bensin (11 prosent). Stasjonære forbrenningsutslipp sto for 14 prosent av VOC-utslippene i 1986.

Fordampning av løsningsmidler, som alene utgjør 27 prosent av VOC-utslippene, er foreløpig ikke sektorfordelt.

Utslipp av partikler

Oversiktene omfatter ikke partikler fra prosessutslipp. Grunnen er at det er vanskelig å skille mellom partikler og støv i svevestøvutslippene fra industrielle prosesser. Prosessutslippene av svevestøv er spesielt store i prosesser der kull inngår som reduksjonsmiddel, for eksempel i aluminiums- og ferrolegeringsindustrien.

Tabell 10.4. Utslipp til luft etter kilde. 1986. 1 000 tonn

| Kilder | SO ₂ | NO _x | CO | CO ₂ | VOC | Partik- ler | Pb ¹ |
|---|-----------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|-----------------|
| I ALT | 99,1 | 243,8 | 630,2 | 34 826 | 183,7 | 26,3 | 256 |
| STASJONÆR FORBRENNING | 28,5 | 25,9 | 121,9 | 14 347 | 25,5 | 12,9 | 1 |
| - Industriell forbrenning | 21,9 | 21,5 | 4,2 | 6 433 | 2,6 | 1,4 | 1 |
| - Forbrenning utenom industri | 6,2 | 3,6 | 117,4 | 7 914 | 22,7 | 11,5 | 0 |
| - Avfallsforbrenning | 0,4 | 0,8 | 0,3 | 0 | 0,2 | 0,0 | 0 |
| INDUSTRIELLE PROSESSER | 43,6 | 9,0 | 34,3 | 4 987 | 5,3 | 0,0 | 17 |
| - Treforedling | 3,1 | - | - | - | - | - | - |
| - Kjemiske råvarer | 5,6 | 5,0 | 34,3 | 131 | 1,2 | - | - |
| - Mineralske produkter | 1,7 | - | - | 1 118 | - | - | - |
| - Oljeraffinering | 3,1 | - | - | - | 3,0 | - | - |
| - Metallproduksjon | 30,1 | 4,0 | - | 3 568 | 1,1 | - | 17 |
| - Jordbruk (kalking) | - | - | - | 170 | - | - | - |
| FORDAMPNINGSUTSLIPP | - | - | - | - | 71,8 | - | - |
| - Lagring av bensin | - | - | - | - | 3,1 | - | - |
| - Bensinstasjoner | - | - | - | - | 5,1 | - | - |
| - Løsningsmiddelutslipp | - | - | - | - | 50,0 | - | - |
| - Olje- og gassutvinning | - | - | - | - | 13,6 | - | - |
| MOBILE KILDER | 27,0 | 208,9 | 474,0 | 15 492 | 81,1 | 13,4 | 238 |
| - Biltrafikk | 3,6 | 74,9 | 385,7 | 8 076 | 46,3 | 4,4 | 224 |
| - Lette kjøretøy | | | | | | | |
| - Bensin | 0,2 | 41,2 | 354,9 | 5 093 | 39,5 | 1,4 | 209 |
| - Diesel | 0,4 | 2,1 | 3,5 | 437 | 1,5 | 0,7 | - |
| - Tunge kjøretøy | | | | | | | |
| - Bensin | 0,0 | 3,0 | 19,6 | 310 | 2,0 | 0,1 | 16 |
| - Diesel | 3,0 | 28,6 | 7,7 | 2 236 | 3,3 | 2,2 | - |
| - Små motorredskap, motorsykler og mopeder | 0,0 | 0,2 | 58,6 | 319 | 22,3 | 0,6 | 14 |
| - Traktorer og motorredskap | 1,2 | 13,5 | 8,1 | 772 | 2,1 | 1,4 | - |
| - Jernbane | 0,1 | 0,5 | 0,2 | 86 | 0,0 | 0,2 | - |
| - Lufttrafikk | 0,2 | 3,7 | 9,8 | 1 584 | 2,1 | 0,1 | - |
| - Innenriks sjøfart | 10,1 | 52,2 | 5,2 | 2 028 | 3,7 | 3,0 | - |
| - Utenriks sjøfart | 8,8 | 21,9 | 2,2 | 993 | 1,6 | 1,3 | - |
| - Fiskeflåte | 2,3 | 31,7 | 3,2 | 1 452 | 2,3 | 1,8 | - |
| - Oljeboring | 0,7 | 10,3 | 1,0 | 181 | 0,7 | 0,6 | - |

¹ Enheten for bly er tonn.

Andre partikkelutslipp fordeler seg jevnt på mobile kilder og stasjonær forbrenning. De største kildene til mobile partikkelutslipp er dieseldrevne bil-, traktor- og båtmotorer. Også båtmotorer som bruker tungolje gir store utslipp.

Private husholdninger er den største utslippssektoren av partikler med halvparten av utslippene. Innenriks samferdsel står for 18 prosent av utslippene.

Utslipp av Pb

Hele 93 prosent av blyutslippene til luft stammer fra mobile kilder og skyldes tilsetning av bly i bensin. Resten av blyutslippene (7 prosent) er prosessutslipp fra metallindustrien.

De viktigste utslippssektorene i 1986 var private husholdninger (66 prosent), varehandel (12 prosent) og produksjon av metaller (7 prosent).

Utslipp i Norge i perioden 1973-1988

Den underliggende utvikling i økonomisk aktivitet og tilhørende energibruk forklarer, sammen med spesielle utslippsreducerende tiltak, utviklingen i utslipp til luft av de fleste komponenter. Den historiske utviklingen i bruken av energi og sammensetningen av denne er nærmere beskrevet i kapittel 2. Her beskrives kort de viktigste utviklings-trekkene ved utslippene av SO₂, NO_x, CO, VOC, partikler, Pb og CO₂ i perioden 1973-1988. Tallene for 1987 og 1988 er foreløpige.

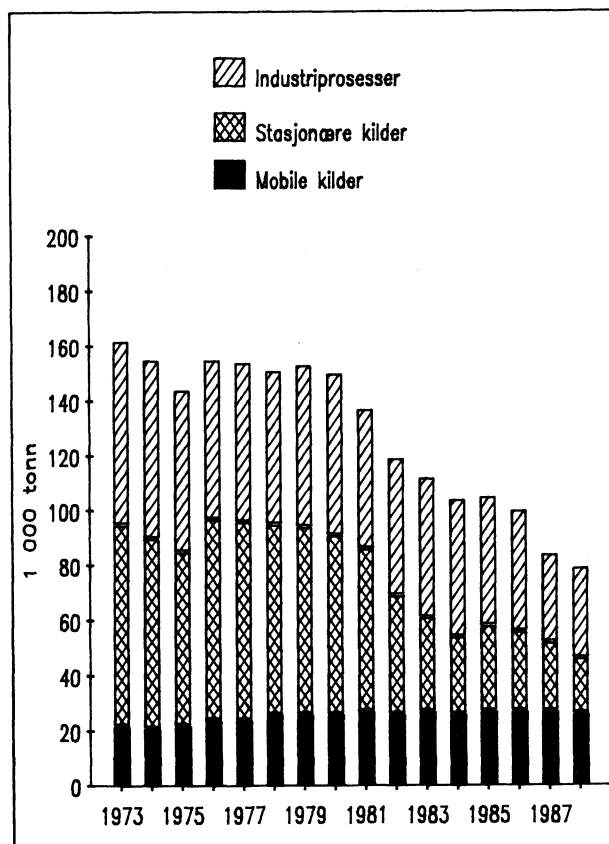
Utslippene av SO₂ er kraftig redusert i perioden 1973-1988, se figur 10.1. Dette skyldes dels at utslippene fra stasjonær forbrenning har gått ned fra 73 000 tonn i 1973 til 20 000 tonn i 1988, og dels at prosessutslippene har sunket fra 67 000 tonn til om lag 32 000 tonn over samme periode. Det har vært små endringer i utslippene fra mobile kilder. Flere faktorer forklarer nedgangen i SO₂-utslippene:

- Svovelinholdet i ulike oljeprodukter er redusert.
- Forskrifter om svovelinhold i tungolje trådte i kraft i 1977 i kystfylkene i Sør-Norge og ble skjerpet for de 13 sørligste fylkene fra og med 1986.
- Et 10-årsprogram for opprydding i eldre foruren-sende industri ble iverksatt i 1974. Programmet innebar konsesjonsbehandling av utslipp og pålegg om installering av renseanlegg i en rekke bedrifter. Renseanleggene har hovedsakelig vært rettet inn mot utslipp av støv.
- Tilgangen på billig tilfeldig kraft har vært god i 1980-årene. Dette har redusert forbruket av olje i en rekke bedrifter.
- Nedleggelse av smeltehytta ved A/S Sulitjelma gruver i 1987.

De største utslippsreduksjonene har skjedd i treforedlingssektoren. Utslippene er redusert fra 33 000 tonn i 1976 til 9 000 tonn i 1986. 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, utenom transportsektorene, er mer enn halvert i perioden som følge av utslippsreducerende tiltak som påbud om lavere svovelinhold i tungolje og overgang fra olje til elektrisitet som energibærer. Utslippene økte noe fra 1984 til 1985 som følge av høyt aktivitetsnivå. Nedgangen fra 1985 til 1986 skyldes i hovedsak nye forskrifter om svovelinhold i tungolje som ble satt i verk 1. januar 1986. Reduksjonen i SO₂-utslipp fra 1986 til 1987 skyldes først og fremst nedleggelse av smeltehytta ved A/S Sulitjelma gruver. Nedgangen fra 1987 til 1988 skyldes reduserte utslipp fra stasjonære kilder.

NO_x-utslippene økte kraftig fra begynnelsen av 1980-tallet fram til 1987 for så å gå en del ned i 1988, se figur 10.2. Det er særlig utslippene fra mobile kilder som har gått ned. Årsaken til dette er at det har vært en nedgang i salget av diesel og marint brensel fra 1987 til 1988. Diesel og marint brensel er blant de energivarene som gir størst utslipp av NO_x. 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 kjøp og bruk av

Figur 10.1. Utslipp av SO₂ etter kilde. 1973-1988*. 1 000 tonn



Kilde: SSB.

privatbiler. Samtidig har NO_x -utslipp pr. enhet drivstoff økt som følge av høyere energieffektivitet i nye biler. NO_x -utslippene 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 fram til 1985, mens det har vært en forholdsvis sterk økning de siste årene, se figur 10.3. Økningen fra 1987 til 1988 skyldes at salget av bensin økte. Nesten 70 prosent av de totale CO-utslippene kommer fra forbrenning av bensin. De mobile utslippene av CO var i 1977 på samme nivå som utslippene i 1988. Fra 1977 sank de mobile utslippene fram til og med 1985. Fra 1985 til 1986 økte imidlertid de mobile utslippene med 40 tusen tonn. Noe av forklaringen på dette er økningen i kjøp og bruk av privatbiler på 1980-tallet som var sterkere enn virkningen av forbedringer i den tekniske standard.

Prosessutslipp av CO har vært stabile gjennom hele perioden. Utslippene fra stasjonære kilder har økt i siste del av perioden, som en følge av økt vedforbruk. Vedfyring gir opphav til om lag 90 prosent av de stasjonære utslippene av CO.

Utslippene av VOC har på samme måte som CO vært relativt stabile fram til 1985, for så å øke en del de siste årene. Også for VOC er det de mobile utslippene som har økt kraftigst, se figur 10.4.

Partikkelutslippene ble redusert fra 1973 og fram til 1983, se figur 10.5. Dette skyldtes hovedsakelig mindre omfang av stasjonær forbrenning av tungolje. I de siste årene har imidlertid utslippene igjen økt på grunn av høyere forbruk av ved i private husholdninger og generell trafikkøkning.

Utslippene av bly gikk sterkt ned i perioden, se figur 10.6. 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 1986 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 innføring av blyfri bensin og katalysator på bensinbiler gjør at blyutslipp til luft om kort tid ikke lenger kan regnes som et alvorlig miljøproblem i Norge.

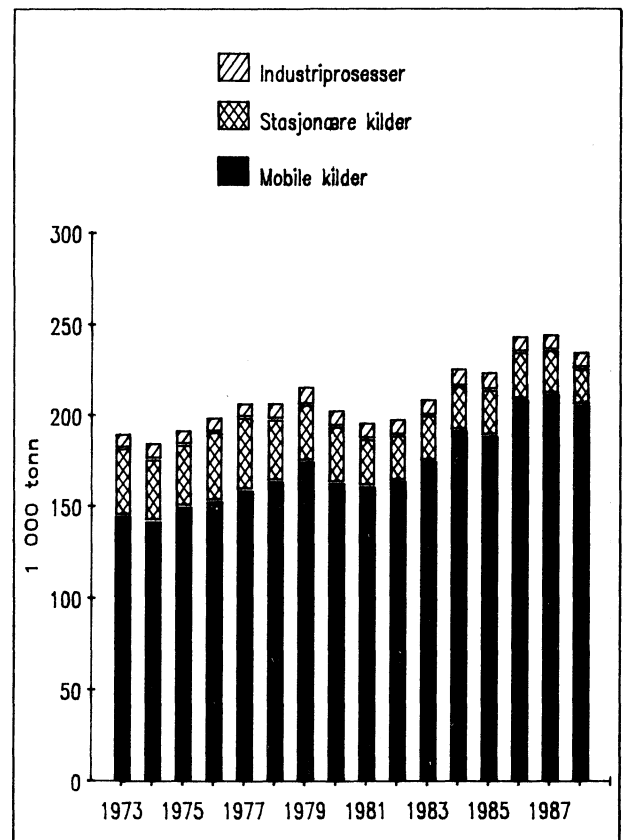
Utslippene av CO_2 har variert ganske mye i perioden. Av figur 10.7 går det fram at utslippene gikk sterkt ned fra 1973 til 1974 for så å stige igjen fram til 1979. Etter 1979 gikk så utslippene ned fram til 1982. Disse to markerte nedgangene i utslippene skyldes redusert forbruk av oljeprodukter som følge av oljeprisøkningene i 1973-74 og 1979-80. Virkningen på utslippene av oljeprisøkningene kommer spesielt klart fram for CO_2 siden disse utslippene ikke kan renses. Etter 1982 økte utslippene av CO_2 fram til 1986, mens det har vært en liten nedgang i 1987 og 1988. Dette skyldes i første rekke redusert salg av marint brensel og tungolje.

10.3. 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), Alfsen (1987)). Framskrivningene har vært basert på ulike økonomiske scenarier og forskjellige antakelser om hvilke miljøverntiltak som kan bli aktuelle i framskrivningsperioden.

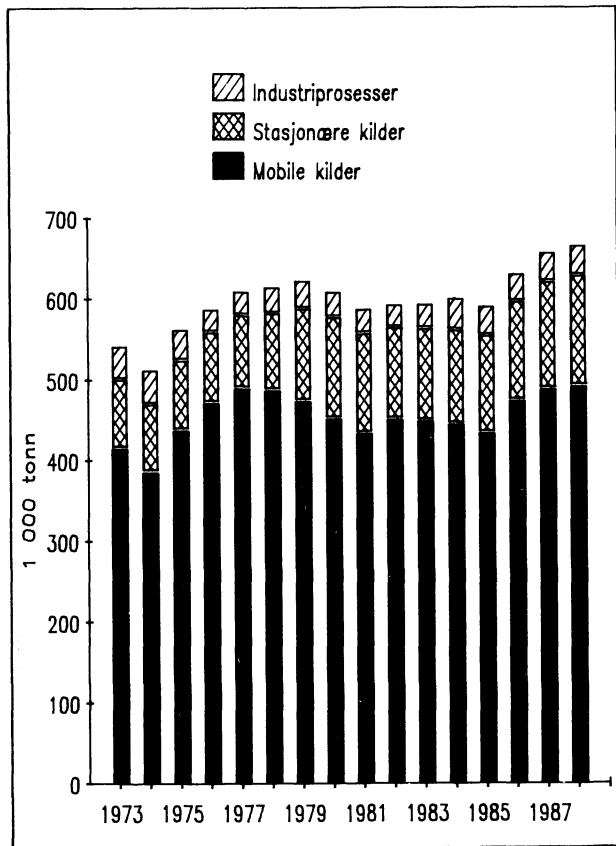
Her presenteres tre alternative utslippsframskrivninger basert på beregninger med den mellomlangtsiktige makroøkonomiske modellen MODAG W. I MODAG bestemmer faktorpriser forholdet mellom bruk av arbeidskraft og kapital, mens bruk av energi og annen vareninnsats i utgangspunktet antas å være proporsjonal med produksjonen i den enkelte sektor. Modellbrukeren kan imidlertid gi egne anslag for energiintensitet i alle sektorer. Fordelingen av energibruken på olje og elektrisitet bestemmes av det relative prisforholdet på de to energibærene.

Figur 10.2. Utslipp av NO_x etter kilde. 1973-1988*. 1 000 tonn



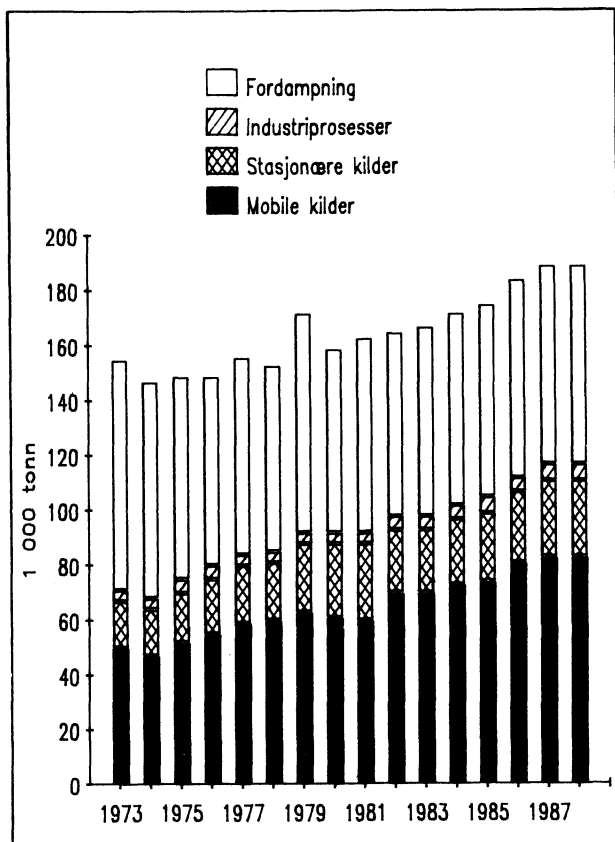
Kilde: SSB.

Figur 10.3. Utslipp av CO etter kilde. 1973-1988*. 1 000 tonn



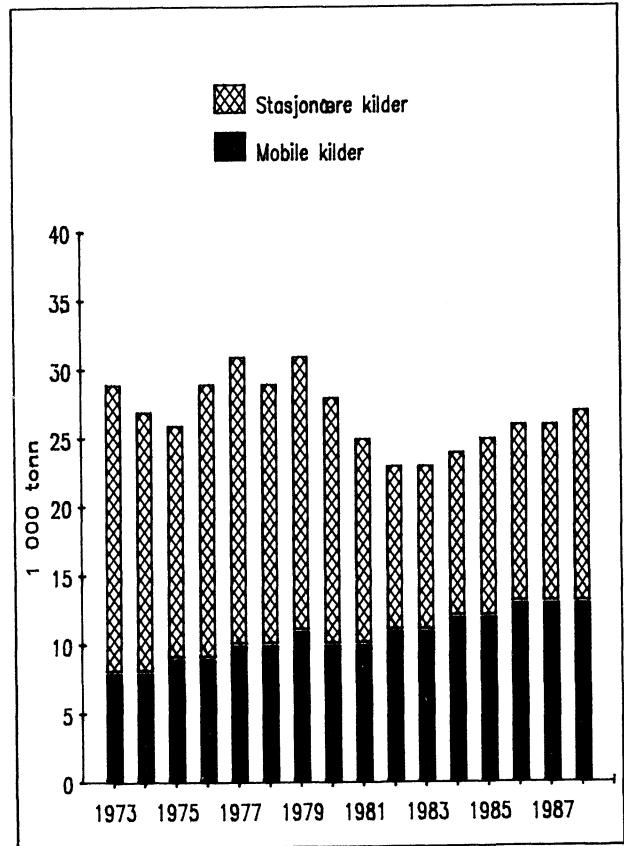
Kilde: SSB.

Figur 10.4. Utslipp av VOC etter kilde. 1973-1988*. 1 000 tonn



Kilde: SSB.

Figur 10.5. Utslipp av partikler etter kilde. 1973-1988*. 1 000 tonn



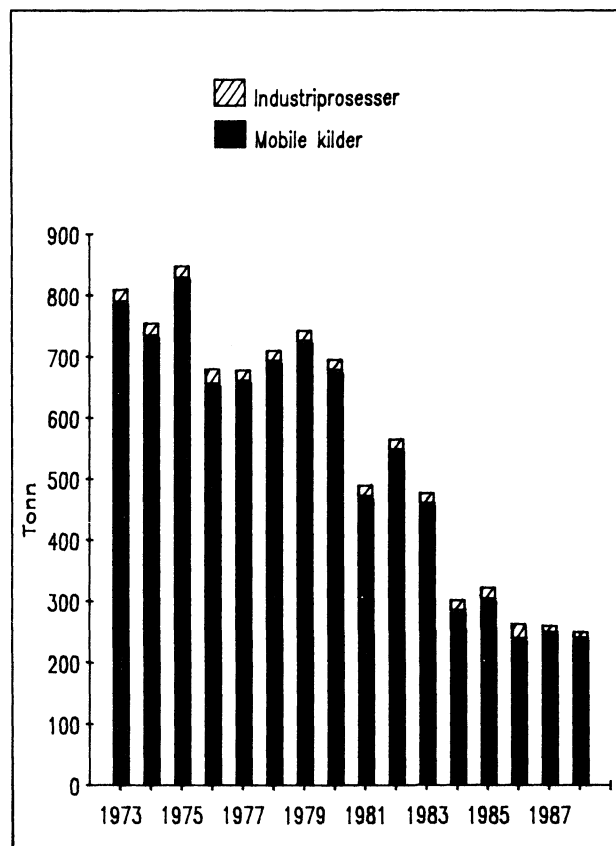
Kilde: SSB.

Forutsetninger for utslippsframskrivningene

Framskrivningene har 1986 som basisår og dekker perioden fram til år 2000. Referansealternativet, tiltaksalternativet og avgiftsalternativet legger ulik vekt på utslippsreducerende tiltak og er utarbeidet i forbindelse med de makroøkonomiske beregningene til prosjektet SIMEN (Studier av Industri, Miljø og ENergi fram mot år 2000). Referansealternativet og tiltaksalternativet bygger på felles økonomiske forutsetninger, men skiller seg fra hverandre ved ulike antakelser om omfanget av utslippsreducerende tiltak rettet mot prosessutslipp fra industrien og utslipp fra biltrafikk. I avgiftsalternativet forutsettes det bruk av mer generelle virkemidler i form av sterke avgiftsøkninger på bruk av fossile brenslers. Samtidig med avgiftsøkningene gis det skattelettelser på faktorinntekt slik at det offentlige budsjettbalanse opprettholdes.

Det må understrekes at det knytter seg betydelig usikkerhet til økonomiske framskrivninger. Antakelser om tekniske endringer i framskrivningsperioden er av sentral betydning for utslippsframskrivningene. Disse er generelt beheftet med stor usikkerhet. Det samme gjelder antakelser om oljeprisutviklingen. De økonomiske alternativene er ikke vurdert spesielt med hensyn på økonomisk utvikling i alle enkelt næringer. 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 framtidig utslipp til luft. Utslippsframskriv-

Figur 10.6. Utslipp av bly etter kilde. 1973-1988*. Tonn



Kilde: SSB.

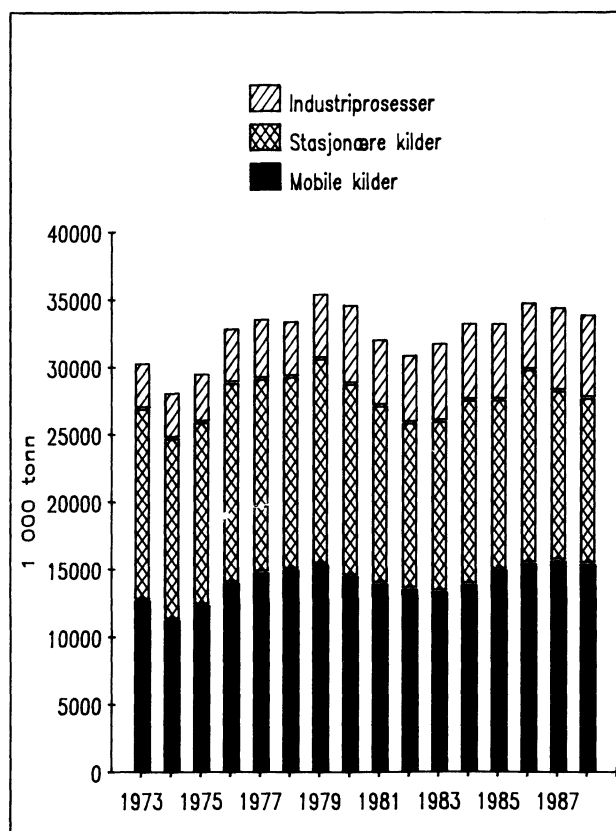
ningene må derfor tolkes med forsiktighet og bør oppfattes som indikasjoner på mulige utviklingstendenser og ikke som prognoser.

Økonomisk vekst i referansealternativet og tiltaksalternativet

Referansealternativet og tiltaksalternativet forutsetter at utenriksøkonomien gradvis forbedres gjennom økt produktivitet og lavere pris- og kostnadsvekst innenlands enn hos våre handelspartnere. Det er ikke forutsatt noen ekspansiv økonomisk politikk i perioden; utviklingen er preget av forholdsvis lav økonomisk vekst og moderate næringsomstillinger. Tabell 10.5 presenterer gjennomsnittlige vekstrater for noen hovedstørrelser slik de framkommer i referansealternativet og tiltaksalternativet.

BNP-veksten vil ifølge beregningene bli om lag 1,4 prosent pr. år i gjennomsnitt over perioden 1986-2000. Den økonomiske utviklingen er betinget av en relativt høy vekst i tradisjonell eksportindustri i første del av perioden. Vekst i samlet eksport er beregnet til å bli om lag 2,2 prosent pr. år fram til 2000. Isolert sett bidrar en høy vekstrate for tradisjonell eksportindustri til høye utslipp av noen forureningskomponenter.

Veksten i privat konsum fram til århundreskiftet er i gjennomsnitt 1,0 prosent pr. år i referansealternativet og tiltaksalternativet. Den lave veksttakten er preget av

Figur 10.7. Utslipp av CO₂ etter kilde. 1973-1988*. Millioner tonn

Kilde: SSB.

nedgangen i privat konsum fram til 1989. Ifølge beregningene vil utgifter (målt i faste priser) til transport i private husholdninger øke med vel 20 prosent fra 1986 til år 2000. Endringer i denne og andre konsumkomponenter er av sentral betydning for utslippsframskrivningene. Veksten i offentlig konsum ligger noe over veksten i BNP; 2,3 prosent i gjennomsnittlig årlig vekst.

Forbruket av elektrisitet, fyringsoljer og transportoljer utenom bensin, beregnes til å vokse med ca. 1 prosent årlig fram til 2000. Dette er lavere enn veksten i BNP. Bensinforbruket vokser noe raskere med om lag 1,6 prosent pr. år i gjennomsnitt.

I referansealternativet og tiltaksalternativet er det lagt til grunn at metallindustrien kan effektivisere bruken av energi pr. produsert enhet med 1 prosent i året, mens andre industrisektorer og innenriks samferdsel forutsettes å ha en effektivisering av energibruken på 0,5 prosent i året. Overgang til oppdrett av fisk vil redusere energibruk pr. produsert enhet i fiskesektoren. Det er ikke forutsatt endringer i effektiviteten i bruk av energi i de tjenesteytende næringene.

Forutsetninger om energipriser

Realprisen på råolje er antatt å stige fra 15\$ pr. fat i 1988 til omtrent 20\$ pr. fat i år 2000 målt i 1988-dollar, dollarkurs 6,50. For innenlandsk pris på petroleumspro-

Tabell 10.5. Hovedstørrelser for økonomisk utvikling og energibruk i referansealternativet og tiltaksalternativet. Nivå 1986 og gjennomsnittlig årlig vekst 1986-2000

| | Nivå 1986 Milliarder 1986-kr. | Vekst- rate Prosent |
|---|--|---------------------------|
| BNP | 514,6 | 1,4 |
| Fastlandet | 401,7 | 1,7 |
| Import | 212,5 | 0,9 |
| Eksport | 194,6 | 2,2 |
| Innenlands bruk | 532,4 | 0,9 |
| Privat konsum | 278,8 | 1,0 |
| Offentlig konsum | 102,0 | 2,3 |
| Inv. i fast reakapital. | 146,1 | -0,1 |
| Lagerendringer | 5,5 | -2,1 |
| Oljepris (1986-\$/fat) | 15,0 | 1,3 |
| El.pris. ¹ (øre/kWh) | 24,0 | 1,3 |
| El. (netto) TWh | 90,5 | 1,0 |
| Fyringsoljer (kt) ² | 2238 | 0,8 |
| Bensin (kt) ² | 1859 | 1,6 |
| Andre transport- oljer (kt) ² | 3066 | 1,1 |

¹ Referert kraftstasjonsvegg. ² kt (kilotonn) = 1 000 tonn.

Kilde: SSB.

dukter vil i tillegg arbeidskostnader og kapitalkostnader ved raffinering og distribusjon, i tillegg til avgifter, ha betydning. Realprisen på elektrisitet er omtrent 20 prosent høyere i år 2000 enn i 1986, se tabell 10.5.

Kraftoppdekking og gasskraft

Forbruket av fast og tilfeldig kraft er beregnet å bli 114 TWh i år 2000. Anslag tyder på at vannkraftsystemet kan levere rundt 112 TWh (midlere årsproduksjon) på dette tidspunktet. Gapet på 2 TWh kan enten dekkes opp av gasskraft, noe mer vannkraftutbygging, effektivisering av vannkraftproduksjonen, økt bruk av varmepumper eller en kombinasjon av slike og andre tiltak. Utslipp fra eventuell gasskraftproduksjon er ikke med i tabeller og figurer som viser beregnede framtidig utslipp. Utslipp fra et gasskraftverk på 2 TWh vil imidlertid bli omtalt.

Det er forutsatt at vedforbruket i husholdningene er konstant (på 1986-nivå) i framskrivningsperioden.

Forutsetninger om miljøverntiltak i referansealternativet

Utslippsberegningene i referansealternativet har tatt hensyn til virkningene av en del utslippsreducerende tiltak. Dette gjelder bare gjennomførte eller vedtatte tiltak. Tiltakene er:

- Avgasskrav til nye bensindrevne personbiler fra 1. januar 1989. Kravene kan med dagens teknologi bare innfris ved katalytisk avgassrensing. Det er antatt at katalysator-rensing medfører:

- * 70 prosent rensing av NO_x- og CO-utslipp

- * 75 prosent rensing av VOC-utslipp

- * 85 prosent rensing av partikkel-utslipp

Det er videre antatt gradvis utskifting av bilparken over 10 år. Biler med katalytisk avgassrensing kan ikke benytte blyholdig bensin. Bruk av blyholdig bensin blir derfor også gradvis trappet ned over en periode på 10 år.

- Rensekrav til en del enkeltbedrifter innenfor næringene treforedling, produksjon av metaller og produksjon av kjemiske råvarer. Disse tiltakene vil redusere prosessutslippene av SO₂ med om lag 5000 tonn i år 2000. Det er også tatt hensyn til at smeltehytta ved Sulitjelma Gruver A/S er nedlagt.
- Det er tatt hensyn til reguleringen av svovelinnholdet i tungoljer i de 13 sørligste fylkene gjeldende fra 1. januar 1986. Maksimalt svovelinnhold er satt til 0,8 prosent i Oslo og Drammen, 1 prosent i resten av området.

Tiltakene er innarbeidet ved å justere utslippskoeffisientene.

Framskrivninger av utslipp til luft: Referansealternativet

Beregnet totalt utslipp til luft i referansealternativet i år 2000 og gjennomsnittlig årlig vekst over perioden 1986-2000 er vist i tabell 10.6.

Tabell 10.7 viser gjennomsnittlig årlig utslippsvekst over perioden 1986-2000 etter noen aggregerte næringssektorer og etter kildetyper. Figur 10.8 viser historiske utslipp til luft 1973-1986 og framskrivninger 1986-2000 etter de tre utviklingsalternativene.

Utslippene av svoveldioksid øker i referansealternativet med 5 prosent fra 99 tusen tonn i 1986 til 104 tusen tonn i år 2000. Stasjonær forbrenning i tradisjonell, ikke-kraftintensiv industri bidrar sterkest til dette. Veksten i utslippene fra disse sektorene er særlig sterk mot slutten av perioden som følge av økt vekst i fastlandsøkonomien og dermed økt oljeforbruk. Vekst i tjenesteytende sektorer og transportsektorene bidrar også til økte utslipp i år 2000. Prosessutslippene, særlig fra metall- og kjemisk råvareproduksjon, avtar over perioden sett under ett. Dette er blant annet et resultat av at rammen for krafttilgang til disse sektorene er holdt fast på 30 TWh/år i beregningene.

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 ut-

slippene i 1980 (ECE, 1985). Norge har som erklært målsetting å redusere utslippene med 50 prosent. 30 prosent reduksjon av SO₂-utslippet innen 1993 i forhold til nivået i 1980, tilsvarer et utslipp på 105 tusen tonn SO₂ i 1993 når utslipp fra oljevirkksomheten i Nordsjøen og utenriks sjøfart på norsk sokkel er inkludert. Med gjennomsnittlig vekstrate for SO₂-utslipp på 0,3 prosent årlig, ser målet om 30 prosent reduksjon derfor ut til å kunne bli oppfylt. 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 bare eksisterende utslippsreguleringer.

Tabell 10.6. Framskrivning av utslipp av luft. Referansealternativet. Nivå 1986 og 2000. Gjennomsnittlig årlig vekst 1986-2000

| | Nivå 1986 | Nivå 2000 | Gj.sn. vekst |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| | (kt) ¹ | (kt) ¹ | Prosent |
| SO ₂ | 99 | 104 | 0,3 |
| NO _x | 244 | 258 | 0,4 |
| CO | 630 | 469 | -2,1 |
| CO ₂ | 34686 | 43121 | 1,6 |
| VOC | 184 | 183 | -0,0 |
| Partikler | 26 | 28 | 0,3 |
| Pb | 0,26 | 0,05 | -10,8 |

¹ kt (kilotonn) = 1 000 tonn.

Kilde: SSB.

Utslippene av nitrogenoksider er i referansealternativet beregnet å vokse med om lag samme vekstrate som SO₂-utslippene, det vil si 0,4 prosent pr. år. Innføringen av avgasskrav på bensindrevne personbiler er med andre ord ikke nok til å stanse den langsiktige veksten, selv om dette gjør at utslippene av NO_x fra private husholdninger nesten halveres over framskrivningsperioden. Årsaken til veksten i totale utslipp av NO_x er først og fremst veksten i transportsektoren, blant annet økt bruk av transportmidler som ikke omfattes av de nye avgasskravene. Økt oljeforbruk i tradisjonelle industrisektorer bidrar også til at utslippene øker.

Norge inngikk i 1988 internasjonale avtaler med sikte på å redusere utslippene av nitrogenoksider. Sammen med 24 andre land undertegnet Norge en avtale om en fastfrysing av NO_x-utslippene på 1987-nivå innen 1994. I følge framskrivningene vil utslippene i 1994 være på om lag 251 tusen tonn, mens foreløpig tall for 1987 er på om lag 240 tusen tonn. 12 av landene, deriblant Norge, vedtok videre å arbeide for å redusere NO_x-utslippene med 30 prosent innen 1998 på basis av nivået i 1986. Dette medfører at utslipp i 1998 ikke bør overstige 170 tusen tonn. Beregnet utslipp i år 2000 er imidlertid 258 tusen tonn.

Til tross for en betydelig usikkerhet i utslippsframskrivningene, er det rimelig å konkludere med at Norge ikke vil kunne oppfylle sine internasjonale forpliktelser på dette området uten at det tas i bruk ytterligere miljøpolitiske virkemidler.

Tabell 10.7. Utslipp til luft 1986-2000. Etter næring og kilde. Nivå 1986 og gjennomsnittlig årlig vekst

| | SO ₂ | | NO _x | | CO | |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Nivå 1986 (kt) | Vekst rate (%) | Nivå 1986 (kt) | Vekst rate (%) | Nivå 1986 (kt) | Vekst rate (%) |
| Næringer | | | | | | |
| Primærnæringer | 3 | 1,2 | 38 | 1,1 | 21 | 1,4 |
| Treforedling | 9 | 1,6 | 2 | 2,2 | 0 | 0,3 |
| Kraftintensiv industri | 39 | -2,0 | 12 | 0,7 | 35 | 1,5 |
| Annen industri | 17 | 2,4 | 12 | 2,2 | 7 | -1,7 |
| Tjenester | 3 | 2,3 | 20 | -0,1 | 83 | -4,5 |
| Transport | 21 | 1,1 | 95 | 1,3 | 47 | 0,3 |
| Andre næringer | 3 | -1,0 | 30 | -0,2 | 9 | -0,6 |
| Husholdninger | 3 | -0,4 | 35 | -4,7 | 428 | -2,6 |
| Ikke sektorspesifisert | - | - | - | - | - | - |
| I alt | 99 | 0,3 | 244 | 0,4 | 630 | -2,1 |
| Kilde | | | | | | |
| Stasjonær | 29 | 1,1 | 26 | 1,6 | 122 | 0,1 |
| Prosess | 44 | -0,7 | 9 | 2,0 | 34 | 1,5 |
| Mobil | 27 | 1,1 | 209 | 0,2 | 474 | -3,1 |
| Fordampning | - | - | - | - | - | - |

Innføringen av gasskraftverk med strenge renskrav 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 målsettingene i avtalen. Produksjon av 2 TWh gasskraft vil gi utslipp på mellom 200 og 2 000 tonn NO_x pr. år avhengig av rens- og forbrenningstekniske tiltak.

Utslipp av karbonmonoksid avtar med om lag 2,1 prosent pr. år i gjennomsnitt fram til 2000 til tross for økningen i olje- og bensinforbruket. 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. Etter århundreskiftet er personbilparken skiftet ut og veksten i husholdningenes bilbruk vil gi ny vekst i CO-utslippene.

Utslipp av karbondioksid vokser med hele 1,6 prosent pr. år i gjennomsnitt fram til 2000 i referansealternativet. Dette medfører at utslippene er nesten 25 prosent høyere i år 2000 enn i 1986. Det er mange sektorer som bidrar til CO₂-utslipp, men det er særlig økt oljeforbruk i industrisektorer utenom kraftintensiv industri og i tjenesteyting som drar de samlede CO₂-utslipp opp. CO₂-utslippene blir ikke påvirket av noen av de planlagte miljøpolitiske tiltak og det finnes heller ingen kjent, praktisk metode for å rense utslippene til akseptable kostnader. En må derfor foreløpig basere miljøpolitikken på at utslippsreduksjoner bare kan oppnås ved redusert bruk av fossilt brensel.

Hittil finnes det ingen avtaler som regulerer utslipp av CO₂. Det er imidlertid sannsynlig at det med det første blir startet internasjonale forhandlinger med sikte på blant annet å redusere utslippene av CO₂. Det er uklart hvilken form en slik avtale vil få, men en målsetting om å redusere utslippene fra siste del av 1980-årene med 20 prosent innen år 2005 er blitt nevnt.

Innføring av gasskraft i den norske elektrisitetsforsyningen vil bidra til ytterligere økning i CO₂-utslippene rundt årtusenskiftet. Et gasskraftverk med produksjonsevne på 2 TWh/år vil slippe ut om lag 1 million tonn CO₂ pr. år svarende til ca. 3 prosent av de årlige utslipp i år 2000.

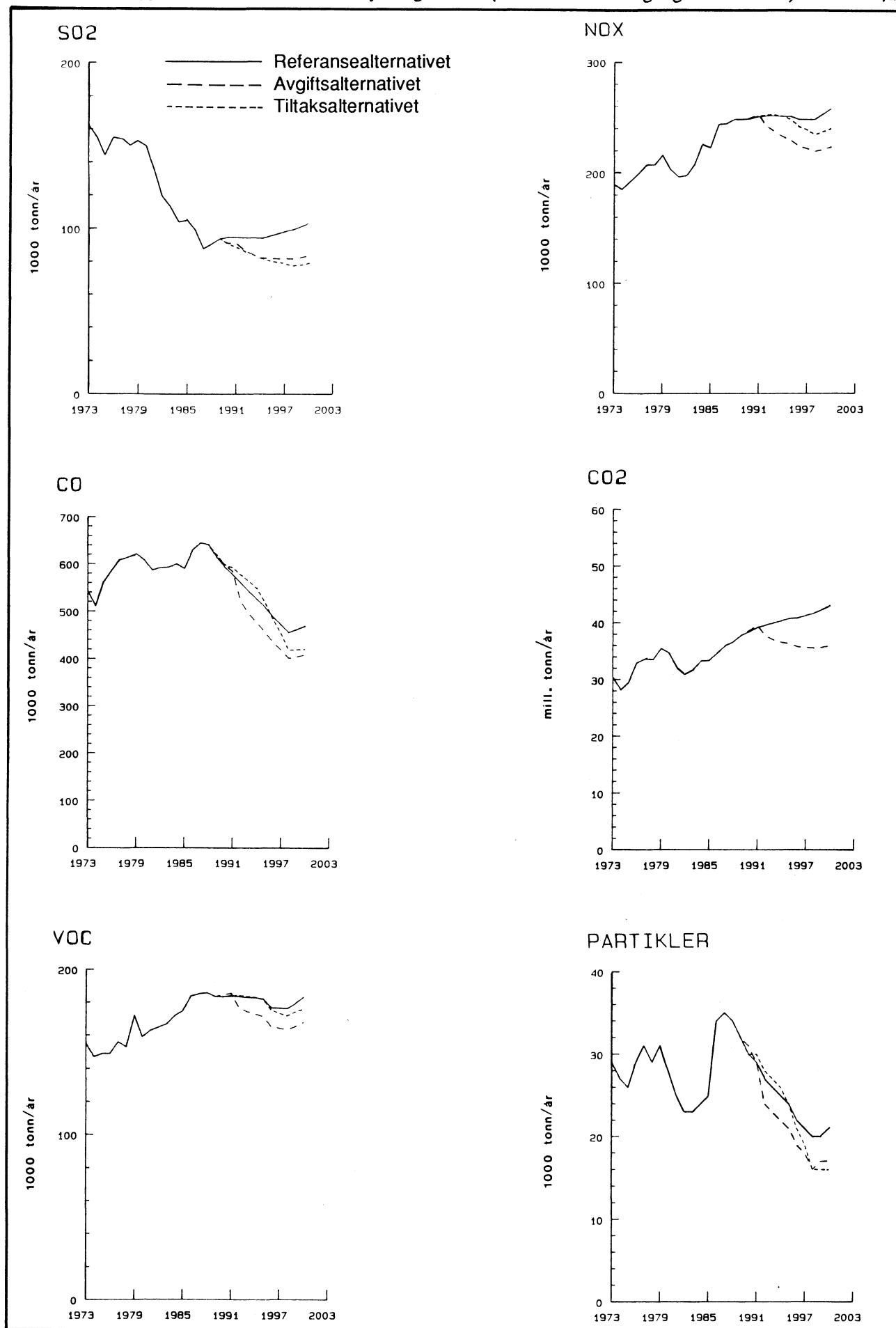
Utslipp av flyktige organiske komponenter er omtrent like store i år 2000 som i 1986 ifølge beregningene i referansealternativet. Utslippene fra mobile kilder avtar sterkt som følge av nye avgasskrav til bensindrevne personbiler, mens utslipp særlig fra industrielle prosesser og fordampningsutslipp øker. Det er imidlertid grunn til å bemerke at datagrunnlaget for framskrivning av VOC-utslipp, særlig fordampning av løsningsmidler, er spesielt usikkert.

Utslipp av partikler øker med 0,3 prosent gjennomsnittlig i årene 1986-2000 i henhold til referansealternativet. Innføringen av strengere avgasskrav reduserer effektivt partikkelutslippene fra bensindrevne personbiler, men får liten effekt på de totale utslippene. Kysttrafikken og oppvarming av boliger og andre lokaler er de største kildene til partikkelutslipp.

Tabell 10.7 (forts.).

| | CO ₂ | | VOC | | Partikler | | Pb | |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Nivå 1986 (kt) | Vekst rate (%) | Nivå 1986 (kt) | Vekst rate (%) | Nivå 1986 (kt) | Vekst rate (%) | Nivå 1986 (kt) | Vekst rate (%) |
| Næringer | | | | | | | | |
| Primærnæringer | 2249 | 1,1 | 9 | 1,4 | 3 | 1,2 | 3 | 1,5 |
| Treforedling | 867 | 2,2 | 0 | 1,7 | 0 | 2,2 | 0 | 1,9 |
| Kraftint industri | 5565 | 0,4 | 3 | 1,4 | 0 | -3,1 | 17 | -7,7 |
| Annen industri | 5121 | 2,8 | 18 | 1,7 | 1 | 1,7 | 3 | -12,3 |
| Tjenester | 3070 | 2,2 | 13 | -2,5 | 1 | 0,6 | 47 | -12,2 |
| Transport | 6739 | 1,7 | 13 | 0,5 | 6 | 1,4 | 14 | -4,2 |
| Andre næringer | 5196 | 1,9 | 18 | -2,3 | 2 | -1,4 | 1 | -13,2 |
| Husholdninger | 5877 | 0,7 | 86 | -0,5 | 13 | -0,4 | 169 | -12,5 |
| Ikke sektor- spesifisert | - | - | 25 | 1,5 | - | - | - | - |
| I alt | 34686 | 1,6 | 184 | 0,0 | 26 | 0,3 | 255 | -10,8 |
| Kilde | | | | | | | | |
| Stasjonær | 14347 | 1,4 | 26 | 0,3 | 13 | 0,1 | 1 | - |
| Prosess | 4987 | 2,3 | 5 | 2,8 | - | - | 17 | -7,7 |
| Mobil | 15492 | 1,5 | 81 | -1,7 | 13 | 0,5 | 238 | -11,1 |
| Fordampning | - | - | 72 | 1,2 | - | - | - | - |

Figur 10.8. Utslipp til luft 1973-2000. Effekt av ytterligere tiltak (tiltaksalternativet og avgiftsalternativet). 1 000 tonn/år



Kilde: SSB.

Utslipp av bly forventes å representere et mindre forurensningsproblem på sikt. Som følge av økt bruk av blyfri bensin avtar blyutslippene med hele 10,8 prosent i gjennomsnitt pr. år over perioden 1986-2000.

Virkninger av ytterligere tiltak mot utslipp: Tiltaksalternativet

Statens forurensningstilsyn og Miljøverndepartementet vurderer ulike tiltak for å redusere utslipp av SO₂ og NO_x. Forslagene omfatter overgang til oljer med lavere svovelinnhold, rensetiltak i industrien, krav om reduserte utslipp fra kjøretøyer og fartøyer, energiøkonomiseringstiltak og tiltak for å stabilisere trafikkmengden.

I *tiltaksalternativet* er det sett på mulige virkninger av å gjennomføre noen av disse tiltakene. Det er ennå ikke fattet vedtak om at disse tiltakene skal gjennomføres. Det er ikke tatt hensyn til eventuelle merkostnader som følge av tiltakene i den økonomiske delen av framskrivningen. Disse er imidlertid små sett i et makroøkonomisk perspektiv. Det er heller ikke tatt hensyn til økonomiske gevinster som følge av mindre forurensning. Tiltakene i dette alternativet rettet mot SO₂ omfatter:

- Påbud om bruk av lavsvovelholdig tungolje i hele landet (maksimalt 1 prosent svovel).
- Reduksjon av svovelinnholdet i mellomdestillater til 0,2 prosent svovel.
- Rensing av utslipp fra enkeltbedrifter innen sektorene produksjon av aluminium, ferrolegeringer, treforedling og kjemiske råvarer.

Høsten 1986 vedtok regjeringen å innføre avgasskrav for nye, bensindrevne personbiler fra og med 1989. På lengre sikt kan det være aktuelt å innføre avgasskrav også overfor andre deler av transportsektoren. SSB har gjort utslippsberegninger hvor også vare- og lastebiler og busser blir pålagt avgasskrav på linje med gjeldende krav i USA, i tillegg til at person- og varebiler blir pålagt krav på linje med gjeldende krav i California. Det forutsettes at avgasskravene innføres i første halvdel av 1990-årene og at full effekt først oppnås etter århundreskiftet. Tiltakene krever motortekniske endringer som vil medføre økte kostnader for forbrukerne. Dette er i seg selv et forhold som kan medføre reduserte utslipp hvis etterspørselen etter transportmidler går noe ned. Kostnadsøkningen og virkningen av den er imidlertid usikker, og effekten er ikke tatt med i beregningene. Avgasskravene vil påvirke utslipp av komponentene NO_x, CO, VOC og partikler. Et eventuelt vedtak om strengere avgasskrav på kjøretøy vil ha liten virkning på Norges evne til å etterkomme NO_x-avtalen om 30 prosent reduksjon innen 1998, hvis ikke tiltaket innføres tidligere og effekten oppnås raskere enn antatt her.

Forventet effekt av ytterligere tiltak er vist i figur 10.8 (tiltaksalternativet). Tabell 10.8 viser reduksjonen i totale utslipp når ytterligere tiltak og avgasskrav innføres.

Beregningene antyder at tiltakene inkludert i tiltaksalternativet ikke er nok til å sikre målsettingene om reduksjoner i utslipp av SO₂ og NO_x oppfylles i år 2000. Beregnet utslipp av SO₂ er imidlertid svært nær målsettingen om 50 prosent reduksjon av utslippene i forhold til 1980-utslippene (75 tusen tonn), og må sies å ligge godt innenfor usikkerhetsintervallet rundt denne verdien. Beregnet NO_x-utslipp er derimot vesentlig høyere enn måltallet for 30 prosent reduksjon i forhold til 1986-utslippene (170 tusen tonn). Tiltaksalternativet omfatter imidlertid ikke tiltak mot NO_x-utslipp fra innenriks og utenriks sjøfart eller fra fiskeflåten. I 1986 sto disse for nesten 45 prosent av samlede norske utslipp, og tiltak rettet mot disse kildene kan derfor bidra til betydelige reduksjoner på lengre sikt.

Avgifter på bruk av fossile brensler: Avgiftsalternativet

Økonomisk vekst

Avgiftsalternativet skisserer virkningene av en omlegging av skattesystemet i Norge, ved at det legges høye avgifter på bruk av fossile brensler samtidig som avgiftsøkningen kompenseres ved skattelettelse på lønnsinntekter og økte trygdeoverføringer. I beregningene økes avgiftene på fossile brensler gradvis, slik at realprisen på oljeprodukter ligger ca. 75 prosent over prisen i referansearkivet i år 2000. Prisen på fyringsolje vil reelt være om lag den samme i år 2000 som i 1981, mens bensinprisen vil være om lag 50 prosent høyere. Realprisen på elektrisitet er også økt noe og ligger ca. 10 prosent over prisen i referansealternativet i år 2000. Beregnede virkninger av denne omleggingen er oppsummert i tabell 10.9.

Totaleffekten på de makroøkonomiske hovedstørrelser må sies å være små sett i forhold til den sterke bruken av virkemidler. BNP og privat konsum er om lag 1 prosent lavere i år 2000. Årsaken til de moderate utslagene ligger i at energikostnadene utgjør en relativt liten andel av kostnadene i de fleste sektorer, at avgiftsøkningen forutsettes å frambringe en mer energieffektiv teknologi og at avgiftsøkningen kompenseres. Beregningene gir også som resultat en overgang fra kapital- og energiintensiv produksjon til mer arbeidsintensiv produksjon i en økonomi med ledig arbeidskraft.

Energibruk i avgiftsalternativet

De største endringene skjer i energiforbruket og fordelingen på de ulike energibærerene, se tabell 10.9. Fyringsoljeforbruket reduseres med 35 prosent i forhold til de to andre alternativene i år 2000. Bensinforbruket reduseres tilsvarende med 19 prosent, mens forbruket av andre transportoljer (diesel og oljer brukt til sjøtransport) reduseres med 14 prosent i år 2000. Elektrisitetsforbruket øker med nesten 5 prosent, noe som tilsvarer ca. 5 TWh. Det økte elektrisitetsforbruket kan dekkes opp på alternative måter, f.eks. ved å øke gasskrafttilbudet fra 2 TWh i år 2000 til 8 TWh.

De økte energiprisene er i beregningene forutsatt å slå ut i økt teknisk endring som reduserer energibruken pr. produ-

Tabell 10.8. Effekt av ytterligere tiltak. År 2000. 1 000 tonn

| | SO ₂ | NO _x | CO | CO ₂ | VOC | Prt. | Pb |
|---|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----|------|------|
| Utslipp referansealternativet..... | 104 | 258 | 469 | 43121 | 183 | 28 | 0,05 |
| Overgang fra NS til LS olje..... | -5 | - | - | - | - | - | - |
| Mindre svovel i mellomdestillater | -3 | - | - | - | - | - | - |
| Industri tiltak | -17 | -3 | - | - | - | - | - |
| Nye avgasskrav | - | -18 | -50 | - | -7 | -2 | - |
| Utslipp tiltaksalternativet | 79 | 237 | 419 | 43121 | 176 | 26 | 0,05 |

Kilde: SSB.

sert enhet. Energiintensiteten for alle produksjonssektorer utenom produksjon av metaller er i dette alternativet antatt å avta med 1 prosent mer i gjennomsnitt pr. år enn i referansealternativet og tiltaksalternativet. Dette reduserer samlet energiforbruk isolert sett med nesten 10 prosent i år 2000.

Framskrivning av utslipp til luft: Avgiftsalternativet

Forutsetningene i avgiftsalternativet fører til store utslippsreduksjoner. Det er imidlertid verdt å understreke at omleggingen av skattepolitikken som finner sted i dette alternativet, er meget stor. Dette medfører ekstra usikkerhet med hensyn til hvor godt modellen er istand til å fange opp de endringer i forbruk og produksjon som ville komme som resultat.

Beregnet framtidig utslipp til luft er vist i tabell 10.10. Se også figur 10.8.

Utslipp av SO₂ reduseres med nesten 20 tusen tonn i år 2000 i forhold til referansealternativet som følge av lavere forbruk av fossile brenslere. Den prosentvise reduksjonen er størst for bruk av fyringsoljer. Utslipp fra stasjonær forbrenning reduseres med 47 prosent, mens utslipp fra mobile kilder reduseres med 12 prosent i forhold til referansealternativet.

Utslipp av NO_x er på 224 tusen tonn i år 2000 i avgiftsalternativet. Dette er 35 tusen tonn lavere enn i referansealternativet, men over målsettingen om 30 prosent reduksjon av utslippsnivået i 1987. Den største prosentvise reduksjonen er i stasjonære brenslereutslipp med 21 prosent, mens utslipp fra mobile kilder står for den største absolutte reduksjonen med 28 tusen tonn.

I avgiftsalternativet oppnås en tilnærmet stabilisering av de totale **CO₂-utslipp**, men eventuelt mål om 20 prosent reduksjon synes vanskeligere å oppnå. Utslipp fra stasjonær forbrenning reduseres med 23 prosent i forhold til referansealternativet, mens utslipp fra mobile kilder reduseres med 15 prosent i år 2000. Samlet er reduksjonen beregnet å bli på 7,1 millioner tonn CO₂ i år 2000. Utslipp fra eventuelle gasskraftverk er da holdt utenfor.

Tabell 10.9. Hovedstørrelser for energibruk i avgiftsalternativet. Endring i forhold til referansealternativet og tiltaksalternativet i år 2000. Prosent

| | Avg. alt. Endring i fht. ref. alt og tilt. alt. |
|----------------------------|--|
| Oljepris | 75,0 |
| El.pris | 10,0 |
| El. (netto) | 5,4 |
| Fyringsoljer | -34,9 |
| Bensin | -19,0 |
| Andre transportoljer | -13,7 |

Kilde: SSB.

Den gjennomsnittlige årlige veksten i **CO-utslipp** reduseres med 1 prosentpoeng i avgiftsalternativet. Mens den i referansealternativet var på -2 prosent pr. år, er den i avgiftsalternativet nede på -3 prosent pr. år. Det er særlig utslipp fra mobile kilder som reduseres, med i alt ca. 20 prosent i år 2000. Totale utslipp av **VOC** og **partikler** reduseres med om lag 10 prosent i år 2000 i forhold til referansealternativet, mens **bly-utslippene** reduseres med 17 prosent. Utslippene av bly er således helt nede på 43 tonn i år 2000 i avgiftsalternativet.

Høyere avgifter på oljeprodukter fører gjennomgående til størst relativ reduksjon i utslipp fra sektorene treforedling, tjenesteyting og fra private husholdninger. I disse sektorene er det relativt lett å substituere fyringsoljer med elektrisitet til oppvarmingsformål. Minst relativ reduksjon finner vi i utslipp fra kraftintensiv industri, transportsektoren og sektoren 'Andre næringer' som blant annet omfatter olje- og gassutvinning.

Muligheter for å oppfylle avtaler og intensjoner med hensyn til utslipp av SO₂, NO_x og CO₂ til luft er indikert i tabell 10.11, hvor beregnede utslipp i år 2000 er sammenholdt med de ulike avtaler og målsettinger.

Det går fram av tabellen at flere målsettinger om framtidige utslipp til luft kan bli vanskelige å oppnå, selv med den svake økonomiske veksten som er lagt til grunn for alle alternativene presentert her. Lettest synes det å være å oppfylle avtalen om 30 prosent reduksjon i utslipp av SO₂ fra 1980 til 1993. Alle alternativer oppfyller denne avtalen.

Tiltaksalternativet og avgiftsalternativet synes begge å kunne oppfylle avtalen om å stabilisere utslippene av NO_x på 1987-nivå. Derimot er ingen av alternativene i nærheten av oppfylle avtalen om å redusere utslippene med 30 prosent innenfor den tidshorison som er benyttet her. Det bør allikevel bemerkes at det ikke i noe alternativ er sett spesielt på muligheten for å redusere utslippene fra fiskeflåten eller annen innenriks sjøtransport. Dette utgjør en betydelig kilde til NO_x-utslipp; i 1986 utgjorde utslippene vel 83 tusen tonn, se tabell 10.4. Selv med strenge tiltak mot utslipp fra disse kildene, kan det synes vanskelig å nå de strengeste utslippsmålsettingene.

Tabell 10.10. Framskrivning av utslipp til luft. Avgiftsalternativet. Nivå 1986 og 2000. Gjennomsnittlig årlig vekst 1986 - 2000

| | Nivå 1986 | Nivå 2000 | Gj.sn. vekst |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| | (kt) ¹ | (kt) ¹ | Prosent |
| SO ₂ | 99 | 84 | -1,2 |
| NO _x | 244 | 223 | -0,6 |
| CO | 630 | 408 | -3,1 |
| CO ₂ | 34686 | 35988 | 0,3 |
| VOC | 184 | 168 | -0,6 |
| Partikler | 26 | 25 | -0,4 |
| Pb | 0,26 | 0,04 | -12,0 |

¹ kt (kilotonn) = 1 000 tonn.

Kilde: SSB.

Avgiftsøkningen på oljeprodukter fører til en tilnærmet stabilisering av CO₂-utslippene. Umiddelbart er det vanskelig å peke på ytterligere tiltak som lett kan bringe framskrivningene ned mot målsettingen om 20 prosent reduksjon av disse utslippene. Mest sannsynlig vil man da måtte innføre strenge restriksjoner på bruk av bil. Dette vil måtte innebære økt satsing på jernbane og annen ikke-forensende kollektivtransport.

10.4. Skader av luftforurensning

Luftforurensninger kan gi skader på naturmiljø (sur nedbør, klimaeffekter o.l.), på materialer i form av korrosjon og forvitring, og på menneskers helse. Helsevirkninger har konsekvenser for sykkelighet og dødelighet og reduserer trivselen i befolkningen. Disse skadene kan være relativt kostbare for samfunnet, men anslagene hittil er svært usikre. Materialskaader er antakelig av mindre omfang,

men er bedre kartlagt. I dette avsnittet presenteres grove anslag over skadeomfang av SO₂-forurensninger på en del utsatte materialer. I neste avsnitt antydes betydningen av framtidig SO₂-utslipp for dødeligheten i Norge. Til slutt skisseres et opplegg for å anslå den relative skadelighet av forurensningskomponenter som SO₂, CO, NO_x og partikler. Dette bygger på anbefalte grenseverdier for konsentrasjon av de ulike komponenter og kommunefordelte utslippstall og bosettingstall. Det er meget vanskelig å gi anslag over miljøskader av luftforurensning med særlig presisjon. Resultatene må derfor tolkes med forsiktighet og kun tas som indikasjoner på størrelsesorden av de typer skader som er innbefattet i beregningene.

Luftforurensning og materialskaader

Svoveldioksid i luft reduserer levetiden til enkelte materialer. SSB har, på grunnlag av skadefunksjoner og regionaliserte utslippsoversikter, beregnet ekstra utgifter for bedrifter og husholdninger på grunn av skade på galvanisert stål og malte flater eksponert utendørs i 1985 (Glomsrød, S., Rosland, A., 1988). Kostnadene kommer til uttrykk i et økt behov for vedlikehold av bygninger.

Tabell 10.11. Avvik fra avtaler eller intensjoner om utslipp. Prosent. 2000

| | Ref.- alt. | Tilt.- alt. | Avg.- alt. |
|--------------------------|---------------|----------------|---------------|
| SO₂: | | | |
| 30% red. rel. 1980 | -2 | -26 | -21 |
| 50% red. rel. 1980 | 37 | 4 | 11 |
| NO_x: | | | |
| Stab. rel. 1987 | 5 | -3 | -9 |
| 30% red. rel. 1986 | 51 | 39 | 31 |
| CO₂: | | | |
| Stab. rel. 1988 | 18 | 18 | -2 |
| 20% red. rel. 1988 | 47 | 47 | 23 |

Kilde: SSB.

Beregningen viser at norske SO₂-utslipp forårsaker en vedlikeholdskostnad på om lag 220 millioner 1985-kroner årlig. Dette angir hvor mye mer ressurser vi kunne disponert uten SO₂-forurensning, dersom all økonomisk virksomhet ellers var den samme. I tillegg viser det seg at lavere kapitalkostnader i 'svovelfri' atmosfære ville ha gitt en årlig produksjonsgevinst på om lag 100 millioner 1985-kroner. Produksjonsgevinsten har sammenheng med at kapitalvarer blir relativt rimeligere enn andre produksjonsfaktorer som arbeidskraft, energi og råvarer. Uten SO₂-forurensning ville produksjonen bli mer kapitalintensiv, og samlet produksjon større på grunn av denne omfordelingen av produksjonsressurser. En slik tenkt utvikling i 'svovelfri' atmosfære er skissert ved hjelp av den langsiktige planleggingsmodellen MSG-4E. Korrosjonskostnadene er

tatt med ved å justere kapitalprisene ned i alle sektorer, avhengig av hvor stor skade de er belastet med.

De beregnede korrosjonskostnadene er relativt lave sett i forhold til verdianslag på andre skadevirkninger av forurensning. Beregningen omfatter imidlertid ikke alle former for materialskader, som for eksempel forvitring av bygninger og skulpturer.

Figur 10.9 viser hvordan korrosjonskostnadene fordeler seg på materialtyper og hovedsektorer. I overkant av 30 prosent av kostnaden er knyttet til galvaniserte plater. Halvparten av de totale kostnadene belastes husholdningene gjennom økt vedlikehold av boliger.

Materialkostnadene ved korrosjon og forvitring er fordelt på fylke, se tabell 10.12. Oslo skiller seg klart ut med 35 prosent av de totale kostnadene på grunn av stor materialbeholdning og høye SO₂-verdier. Østfold har også høye kostnadstall på grunn av relativt høye SO₂-konsentrasjoner i Halden, Sarpsborg, Fredrikstad og Moss.

Materialkostnaden regnet pr. kilogram SO₂-utslipp i fylkene er høyest i Oslo med nærmere 30 kroner pr. kg SO₂. Ikke i noen andre fylker gir SO₂-utslipp tilnærmevis så høy materialkostnad, se figur 10.10.

Med utgangspunkt i korrosjonskostnad og SO₂-utslipp for hvert tettsted og for hver sektor er det beregnet hvilke sektorer som forårsaker mest skade totalt og hvilke som skader mest pr. kg SO₂-utslipp. Figur 10.11 viser at næringsmiddelindustri, treforedlingsindustri, metallindustri, husholdningene og mobile kilder (veitransport) totalt skader mer enn andre sektorer, med store utslipp i områder med relativt stor materialkonsentrasjon. Store utslipp fra raffineriene betyr lite på grunn av liten materialmengde der raffineriene er lokalisert. Figur 10.12 viser at forårsaket skade pr. kg utslipp for de ulike sektorene varierer etter et helt annet mønster. Tunge og forurensende industrisektorer skader mindre pr. kg utslipp enn lett industri og tjenestetende sektorer, som i høyere grad er lokalisert i tettbygde områder. Spesielt stor er den marginale skaden ved utslipp fra bank og forsikring, grafisk industri, bolig-tjenester (utleie av bygg) og offentlig administrasjon.

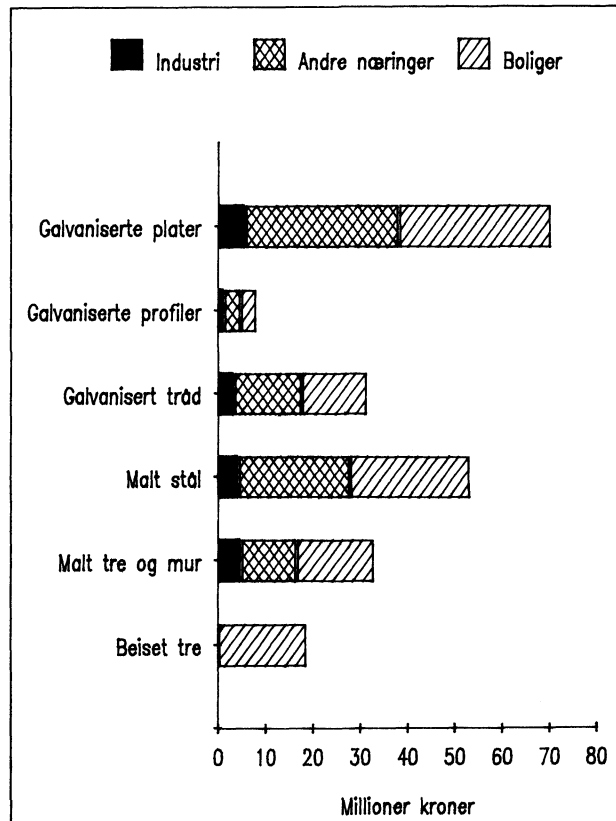
Hittil har vi omtalt materialkostnader som skyldes innenlandske utslipp. Tar vi med langtransportert SO₂-forurensning, øker kostnaden fra 220 til 300 millioner 1985-kroner i 1985, se tabell 10.13. Størst kostnadsøkning er knyttet til galvaniserte stålprodukter, se figur 10.13. Grunnen er at økt SO₂-forurensning bare gir økt vedlikeholdskostnad av galvanisert stål dersom forverringen fører til at materialene må overmales i løpet av bygningskonstruksjonens levetid som er antatt å være 35 år. I flere tettsteder med små lokale utslipp av SO₂ overskrides denne terskelen bare når en tar med det langtransporterte SO₂-bidraget. For malt stål og tre og for beis regner vi derimot med en lineær sammenheng mellom SO₂-konsentrasjon og korrosjonskostnad.

Tallene ovenfor gjelder materialkostnader ved forurensningsgrad og materialbeholdning som i 1985. Økonomisk vekst vil imidlertid føre til økt materialbeholdning (bygningsskapital), samtidig som utslipp av SO₂ ser ut til å øke noe (se avsnitt 10.4). Materialbeholdningen ventes å øke med om lag 50 prosent fram mot år 2000. Dersom en antar at SO₂-konsentrasjonen i tettsteder øker proporsjonalt med de lokale utslippene, viser det seg at den direkte kostnaden knyttet til innenlandske utslipp øker fra om lag 220 millioner i 1985 til om lag 500 millioner 1985-kroner rundt århundreskiftet.

10.5. Luftforurensning og helse

Mange typer utslipp virker skadelig på menneskers helse. Tabell 10.1 foran viser flere eksempler på helseskader. Omfanget av slike skader er vanskelig å anslå siden det er så mange ulike faktorer som påvirker helsetilstanden, f.eks at mange forurensende komponenter opptrer sammen. Det pågår nå en detaljert undersøkelse av sammenhengen mellom luftforurensning og helse i Grenlandsområdet, utført av Norsk institutt for luftforskning og Statens institutt for folkehelse.

Figur 10.9. Korrosjonskostnader fordelt på materialtyper og sektorer. 1985. Mill. kr



Kilde: SSB.

Tabell 10.12. Materialkostnader ved korrosjon etter fylke. Virkninger av norske SO₂-utslipp. 1985. Mill.kr

| Fylke | Plater | Profil | Tråd | Malt stål | Malt tre | Beis | I alt |
|------------------|--------|--------|------|-----------|----------|------|-------|
| I alt | 70,6 | 8,0 | 31,6 | 54,1 | 33,4 | 18,7 | 216,3 |
| Østfold | 8,6 | 1,6 | 5,4 | 5,2 | 3,7 | 2,0 | 26,4 |
| Akershus | 0,5 | 0,0 | 0,02 | 3,4 | 2,2 | 1,3 | 7,4 |
| Oslo | 29,2 | 2,9 | 13,2 | 16,4 | 8,4 | 5,3 | 75,4 |
| Hedmark | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 1,1 | 0,5 | 2,8 |
| Oppland | 1,0 | 0,0 | 0,2 | 1,5 | 1,2 | 0,6 | 4,4 |
| Buskerud | 7,4 | 1,5 | 3,7 | 4,1 | 2,6 | 1,4 | 20,7 |
| Vestfold | 0,2 | 0,0 | 0,1 | 1,8 | 1,2 | 0,6 | 3,8 |
| Telemark | 5,4 | 0,7 | 2,4 | 2,9 | 2,0 | 1,1 | 14,5 |
| Aust-Agder | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,5 |
| Vest-Agder | 2,1 | 0,0 | 0,6 | 1,6 | 0,9 | 0,6 | 5,8 |
| Rogaland | 1,6 | 0,0 | 0,1 | 3,2 | 1,9 | 1,0 | 7,7 |
| Hordaland | 6,6 | 0,0 | 2,0 | 4,2 | 2,4 | 1,6 | 16,8 |
| Sogn og Fjordane | 2,0 | 1,1 | 2,1 | 1,4 | 1,3 | 0,3 | 8,2 |
| Møre og Romsdal | 1,4 | 0,2 | 0,7 | 1,5 | 1,0 | 0,5 | 5,3 |
| Sør-Trøndelag | 3,3 | 0,0 | 0,9 | 2,8 | 1,6 | 1,0 | 9,6 |
| Nord-Trøndelag | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,5 | 0,2 | 1,4 |
| Nordland | 0,3 | 0,0 | 0,1 | 1,0 | 0,6 | 0,3 | 2,1 |
| Troms | 1,2 | 0,0 | 0,2 | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 3,3 |
| Finnmark | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,2 |

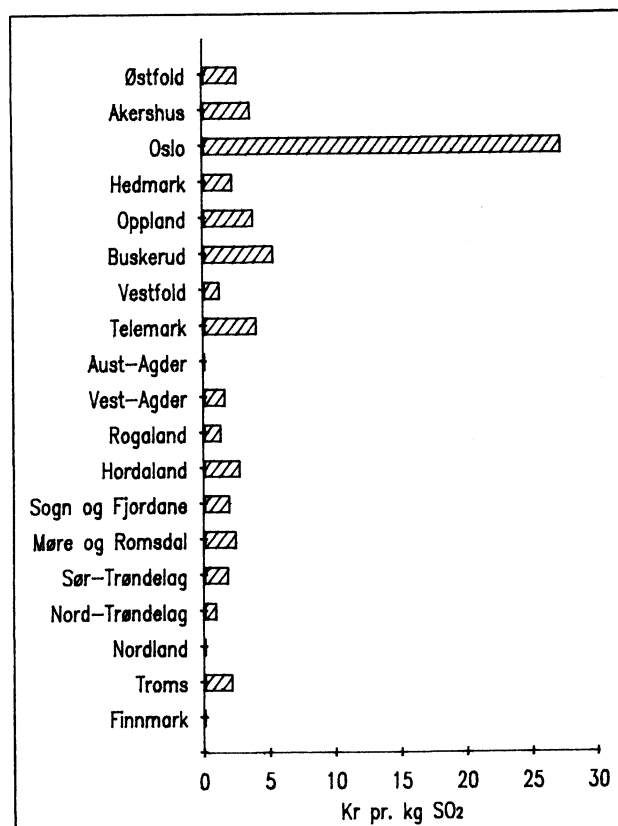
Kilde: SSB.

Det er først og fremst konsentrasjonen av ulike forurensningskomponenter som bestemmer skadeomfanget. Det finnes imidlertid ikke landsdekkende informasjon om konsentrasjonsnivåene. Se imidlertid avsnitt 10.6 for enkelte resultater. I mangel av slik informasjon kan det da være nødvendig å bruke beregninger av lokale utslippsnivåer som indikasjon på forurensningsbelastning i ulike deler av landet.

Dødelighet og utslipp av SO₂

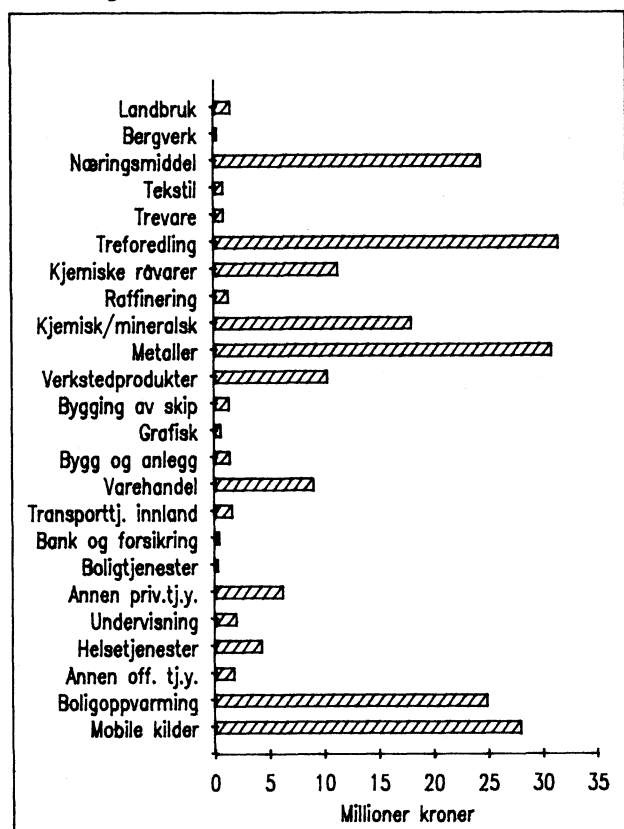
Siden norske data foreløpig ikke er tilgjengelige, er det gjort en beregning hvor skadefunksjoner fra amerikanske undersøkelser blir brukt til å anslå økning i dødelighet som følge av økt utslipp av svoveldioksid (SO₂) i Norge. Svoveldioksid i luft øker risikoen for luftveisinfeksjoner, noe som spesielt utgjør en belastning for mennesker med kroniske luftveissykdommer og hjertesykdommer. Svoveldioksid stammer hovedsakelig fra industri, mens biltrafikk er hovedkilde til utslipp av nitrogenoksider. Inntil for få år siden dominerte industriutslippene forurensningssituasjonen i Norge og andre industriland. Derfor er det hittil gjort flere studier av sammenheng mellom SO₂-konsentrasjon og helse enn mellom nitrogenoksider og helse.

Den beregningen som omtales her, gjelder økning i dødelighet som følge av SO₂-forurensning knyttet til et langsiktig økonomisk utviklingsalternativ, se Alfson og Glomsrød (1988) for en nærmere beskrivelse. Det økon-

Figur 10.10. Materialskader pr. kg utslipp av SO₂ etter fylke. 1985. Kr

Kilde: SSB.

Figur 10.11. Materialkostnader forårsaket av SO₂-utslipp fra næringssektorer. 1985. Mill. kr



Kilde: SSB.

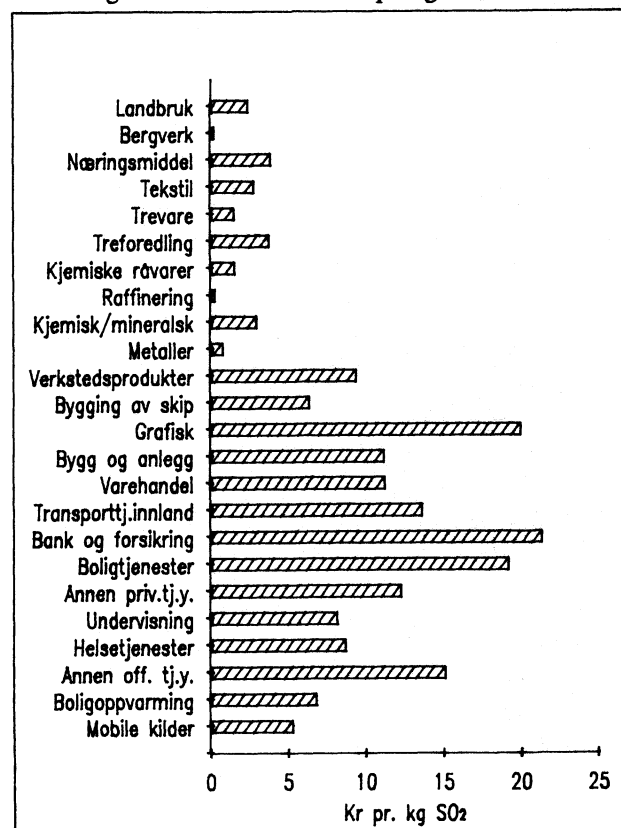
omiske alternativet som er lagt til grunn, har en gjennomsnittlig vekstrate for bruttonasjonalprodukt på 2,1 prosent årlig fram til år 2000. Uten ytterligere tiltak mot SO₂-utslipp, innebærer dette en økning i SO₂-utslipp på om lag 0,5 prosent i året.

Utviklingen vil også medføre en vridning fra industriutslipp til utslipp fra transport og oppvarming. Dette betyr at SO₂-belastningen øker relativt mer i områder med stor befolkningskonsentrasjon. I denne undersøkelsen er det tatt hensyn til at forurensningssituasjonen lokalt preges av denne endringen i årene som kommer ved at utslaget på dødelighet i befolkningen er beregnet på grunnlag av regionaliserte utslippsframskrivninger.

Skadefunksjonen uttrykker hvor mange prosent antall dødsfall i befolkningen øker når konsentrasjonen av SO₂ og partikler øker med 1 prosent. Det er gjort en rekke undersøkelser som bekrefter en slik sammenheng. Disse er imidlertid som regel gjort i områder med høyere forurensningsnivå enn i Norge. Resultatene bør derfor tolkes som en illustrasjon og antydning av skadeomfang.

Resultatene antyder at det ved århundreskiftet vil kunne forekomme om lag 300 flere dødsfall i året dersom utslippene av SO₂ øker som i det økonomiske vekstalternativet som er lagt til grunn, se tabell 10.14.

Figur 10.12. Materialkostnader forårsaket av SO₂-utslipp fra næringssektorer. 1985. Kroner pr. kg SO₂



Kilde: SSB.

Dette er basert på at antall dødsfall øker med 0,05 prosent når SO₂-konsentrasjonen øker med 1 prosent (elastisiteten = 0,05). Tabell 10.14 gjengir resultatene for alternative nivåer på elastisiteten.

Statistiske analyser av sammenheng mellom SO₂-konsentrasjon og sykkelighet er preget av langt større usikkerhet enn anslag over virkningen på dødelighet. Det velferdsmessige tapet av økt sykkelighet omfatter produksjonstap på grunn av sykefravær, økte utgifter i helsesektoren og redusert trivsel, kostnader som det foreløpig ikke har vært mulig å beregne størrelseordenen til.

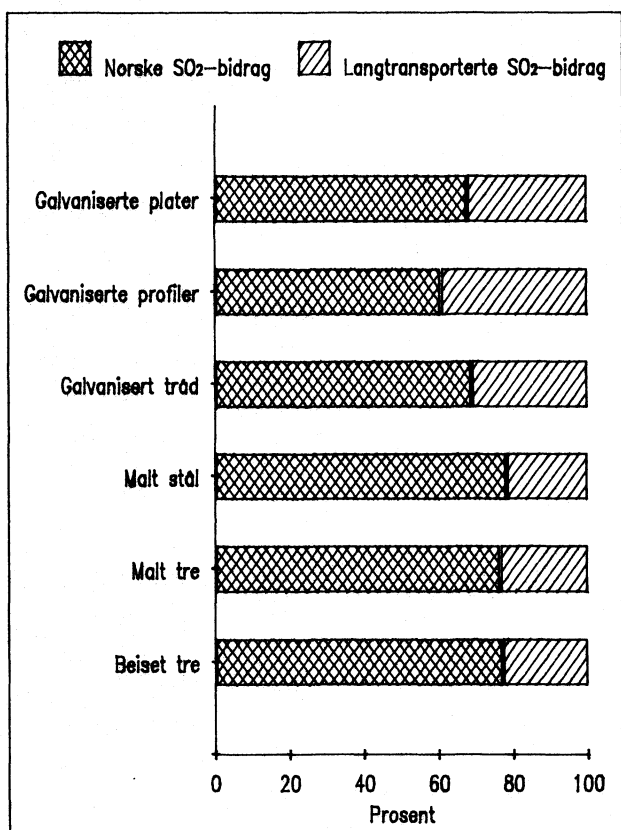
Den relative betydning av noen luftforurensningskomponenter i Norge

Statistisk sentralbyrå har gjort forsøksvise anslag over den relative betydning av skader fra utslipp av SO₂, NO_x, CO og partikler, og hvordan denne fordeler seg på næringssektorer og kommuner i Norge. Målet har vært å identifisere hvilke komponenter og næringssektorer som, grovt anslått, kan sies å være mest skadelige og i hvilke kommuner disse utslippene finner sted. Det har ikke vært mulig å anslå det absolute skadenivået, kun den relative betydningen av utslipp av de ulike komponenter fra forskjellige sektorer og kommuner er forsøkt anslått. Det har heller ikke vært mulig å inkludere alle typer skader i analysen. Primært er det tatt hensyn til direkte skade av luftforurensninger på

Tabell 10.13. Materialkostnader ved korrosjon og forvitring. Medregnet langtransport av SO₂. 1985. Mill. kr

| | Plater | Profil | Tråd | Malt stål | Malt tre | Beis | I alt |
|----------------------|--------|--------|------|-----------|----------|------|-------|
| I alt | 104,4 | 12,7 | 45,9 | 69,3 | 43,8 | 24,3 | 300,4 |
| Landbruk | 0,7 | 0,1 | 0,3 | 1,5 | 5,5 | 0,0 | 8,0 |
| Industri | 8,4 | 1,5 | 4,5 | 5,4 | 6,0 | 0,0 | 25,8 |
| Andre næringer | 47,4 | 5,8 | 20,6 | 29,5 | 11,0 | 0,0 | 114,3 |
| Bolig | 48,0 | 5,3 | 20,5 | 33,0 | 21,3 | 24,3 | 152,3 |

Kilde: SSB.

Figur 10.13. Materialskaade fra norske utslipp og langtransportert tilførsel av SO₂. Prosent. 1985

Kilde: SSB.

menneskers helse. Andre virkninger, som korrosjonsskader og skader på naturmiljøet ses det bort fra i denne omgang.

Utgangspunktet for beregningene er oversikter over utslipp av SO₂, NO_x, CO, og partikler i de enkelte kommuner i 1985, se SSB (1988). De stasjonære kommunefordelte utslippene er fordelt på 33 nærings- og husholdningssektorer.

Skadeindikatorer

Skader av utslipp til luft avhenger av en rekke forhold som naturforhold, klima, og nærvær av mennesker og materialer. På grunn av store variasjoner i slike forhold vil den marginale skaden av utslipp av en forurensningskomponent ikke kunne anslås nøyaktig. Det finnes imidlertid informasjon om utslipp, eksponering og skadevirkning som kan brukes til en *grov* sammenlikning av skade fra ulike typer utslipp til luft.

Som utgangspunkt for å anslå relative skadebidrag fra SO₂, NO_x, CO og partikler, antar en at risiko for skade på ett individ er proporsjonal med konsentrasjonen av den enkelte forurensningskomponent. Det er ulike måter å anslå proporsjonalitetsfaktoren på. I 'Oslo-undersøkelsen' som Statens forurensningstilsyn har gjennomført, er det presentert anslag over antall personer eksponert for forurensningsnivåer over grenseverdien for de ulike komponenter i Oslo og i hele landet i 1985. Det er også laget anslag over hvor mange mennesker som, under visse forutsetninger, kan komme til å bli utsatt for konsentrasjonsnivåer over grenseverdiene med forventet utslipp i år 2000. Antar man at risiko for skade av utslipp av en komponent er proporsjonal med antall personer som bringes over grenseverdien ved økning av utslippene, gir disse opplysningene grunnlag for tre alternative beregninger av faren for et individ av å øke konsentrasjonsnivået med en enhet. Beregningene baserer seg på henholdsvis:

i) Antall personer utsatt for forurensningskonsentrasjoner over grenseverdiene pr. enhet utslipp av den enkelte komponent i Oslo i 1985,

eller

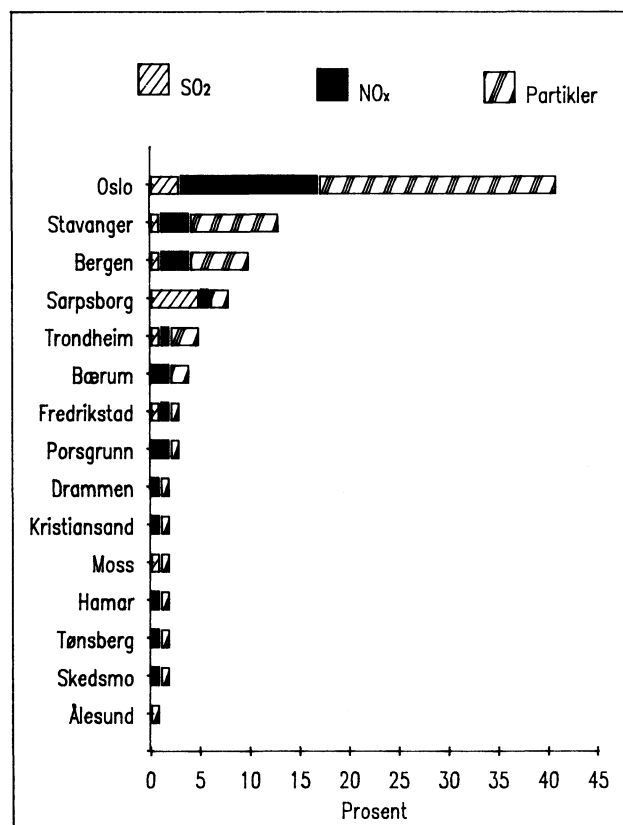
ii) antall personer utsatt for forurensningskonsentrasjoner over grenseverdiene pr. enhet utslipp av den enkelte komponent i *hele landet* i 1985, (dvs. som ovenfor, men for hele landet),

eller

Tabell 10.14. Økning i antall dødsfall i år 2003 som følge av endring i SO₂-konsentrasjon

| Elastisitet | Antall døde |
|-------------|-------------|
| 0.01 | 70 |
| 0.05 | 330 |
| 0.10 | 660 |

Kilde: SSB.

Figur 10.14. Andel av skade fra ulike komponenter i kommuner¹. Prosent. 1985¹ I kommuner som dekker 80 prosent av total skade.

Kilde: SSB.

iii) forholdet mellom vekst i antall personer utsatt for konsentrasjonsnivåer over grenseverdien i Oslo fra 1985 til år 2000 og vekst i utslippsnivået over samme periode.

Ikke alle forurensningskomponenter er like farlige. Statens forurensningstilsyn har utarbeidet anslag over relativ betydning av at en person bringes over grenseverdiene for konsentrasjon av de ulike komponenter. Når koeffisientene beregnet ved metodene i)-iii) veies med disse vektene

Tabell 10.15. Farekoeffisienter for de ulike forurensningskomponenter

| | Beregningsalternativer | | |
|-----------------------|------------------------|---------|---------|
| | i) | ii) | iii) |
| SO ₂ | 0.033 | 0.059 | 0.112 |
| NO _x | 0.067 | 0.088 | 0.406 |
| CO | 0.00009 | 0.00010 | 0.00011 |
| Partikler | 0.900 | 0.853 | 0.482 |

Kilde: SSB.

Tabell 10.16. Andel av total skade fra de ulike komponenter etter kommune¹ og sum av skadeandelen ved de ulike beregningsalternativer. Prosent. 1985

| | SO ₂ | NO _x | CO | Prt. | Sum |
|--------------------|-----------------|-----------------|----|------|-----|
| Oslo | 3 | 14 | 0 | 24 | 41 |
| Stavanger | 1 | 3 | 0 | 9 | 14 |
| Bergen | 1 | 3 | 0 | 6 | 10 |
| Sarpsborg | 5 | 1 | 0 | 2 | 8 |
| Trondheim | 1 | 1 | 0 | 3 | 5 |
| Bærum | 0 | 2 | 0 | 2 | 4 |
| Fredrikstad | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| Porsgrunn | 0 | 2 | 0 | 1 | 3 |
| Drammen | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| Kristiansand | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Moss | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Hamar | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Tønsberg | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Skedsmo | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Ålesund | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Sum ii) | 15 | 30 | 0 | 55 | 100 |
| Sum i) | 10 | 25 | 0 | 65 | 100 |
| Sum iii) | 15 | 70 | 0 | 15 | 100 |

¹ I kommuner som dekker 80 prosent av total skade.

Kilde: SSB.

og normaliseres slik at summen av koeffisienter over komponenter er 1, framkommer koeffisienter som angitt i tabell 10.15.

Koeffisientene i tabellen gjenspeiler relativ skade for ett individ ved å øke konsentrasjonen av en komponent med en enhet. Variasjonen i koeffisientene beregnet ved de ulike alternativene gjenspeiler en del av den store usikkerhet som er knyttet til anslag over helsevirkninger av luftforurensninger. Den videre analyse er basert på koeffisienter beregnet etter metode ii). Disse ligger for alle komponenter mellom koeffisienter beregnet etter metode i) og iii).

En indikasjon på total skade av luftforurensninger som følge av utslipp i en kommune, kan nå beregnes ved å multi-

Tabell 10.17. Andel av skade pga. utslipp fra aggregerte næringssektorer etter kommune. Sektorutslippenes andel av total skade. Prosent, 1985

| Kommune | Treforedling, raffinering, kraftintensiv industri | Andre næringer | Tjeneste- yting | Private husholdn. | Mobile kilder |
|----------------------------|--|-------------------|--------------------|----------------------|------------------|
| Oslo | 0.8 | 1.9 | 1.6 | 14.9 | 21.4 |
| Stavanger | 0.1 | 1.6 | 0.3 | 7.1 | 4.6 |
| Bergen | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 4.9 | 4.4 |
| Sarpsborg | 6.5 | 0.1 | 0.0 | 0.5 | 0.6 |
| Trondheim | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 2.4 | 2.1 |
| Bærum | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.9 | 2.7 |
| Fredrikstad | 1.0 | 0.7 | 0.0 | 0.6 | 0.7 |
| Porsgrunn | 1.3 | 0.8 | 0.0 | 0.3 | 0.3 |
| Drammen | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.8 | 1.4 |
| Kristiansand | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 0.7 | 0.7 |
| Moss | 0.8 | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 0.4 |
| Hamar | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.6 | 0.9 |
| Tønsberg | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.6 |
| Skedsmo | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.9 |
| Ålesund | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.6 |
| Andel av total skade | 12.3 | 7.3 | 2.6 | 35.6 | 42.3 |

Kilde: SSB.

plisere koeffisientene i tabell 10.15 med kommunefordelte utslipp av de ulike komponenter veiet med befolkningstettheten i kommunen. Beregningen kan også gjøres for sektorfordelte utslipp i kommunene. Dette kan danne grunnlag for å bestemme hvilke sektorer som gir mest skadelige utslipp og som det eventuelt bør rettes utslippsreducerende tiltak mot, f. eks. i form av avgift på utslipp eller utslippsgenererende innsatsfaktorer.

Tabell 10.16 og figur 10.14 viser relativ fordeling av skader av de ulike komponenter for de kommuner som samlet har ca. 80 prosent av alle skader når farekoeffisienter beregnet etter metode ii) benyttes. Nederst i tabellen er det også angitt relative bidrag til total skade fra de ulike komponenter når koeffisientene beregnes etter metode i) og iii) (jf. tabell 10.15).

Listen toppes naturlig nok av byer og store tettsteder. Oslo står alene for vel 40 prosent av de samlede skader inkludert i tabellen. Av tabellen går det også fram at partikkelutslippene alene svarer for over halvparten av disse skadene. Andre måter å fastsette den relative skade av de ulike komponenter vil vektlegge farligheten av komponentene annerledes (særlig partikler og NO_x), men vil ikke i vesentlig grad endre rekkefølgen av kommuner i tabell 10.16.

Utslipp av partikler dominerer skadebildet i alle kommuner unntatt Sarpsborg der SO₂-utslippene står for den største skadeandelen, og Porsgrunn der NO_x-problemene synes å være størst. Også i de andre Østfold-byene på lista, Fredrikstad og Moss, spiller SO₂-utslippene en stor rolle sammenliknet med andre forurensede steder.

Tabell 10.17 viser beregnet kommunal skadeandel knyttet til utslipp fra noen aggregerte næringssektorer. Sektorutslippene omfatter *ikke* utslipp fra mobile kilder innen hver sektor. Disse er presentert samlet i egen kolonne i tabellen. Nederste linje angir enkeltsektorenes andel av den totale skade i de kommuner som er med i tabellen.

Ikke uventet står utslipp fra mobile kilder for den største andelen av de beregnede skader i de fleste kommuner. Deretter kommer utslipp fra private husholdninger, det vil si utslipp fra energibruk til oppvarming. Sarpsborg, Fredrikstad og Porsgrunn skiller seg ut ved at utslipp fra storindustri utgjør en vesentlig del av skader på grunn av luftforurensninger.

Sektorfordelte mobile utslipp finnes kun på nasjonalt nivå. Ut fra disse opplysningene alene er det ikke mulig å si om disse utslippene finner sted i tett befolkede eller spredtbygde strøk. Tabell 10.18 viser næringssektorer (MODAG-sektornivå) rangert etter skadelighet når en ser bort i fra betydningen av lokaliseringen av utslippene. Skaden, regnet som andel av total skade i alle landets kommuner, er også fordelt etter type utslippskilde.

Regnet på denne måten står private husholdninger for nesten 30 prosent av det totale skadeomfanget. På de neste plassene kommer transportintensive næringer som innenriks samferdsel, fiske og utenriks sjøfart i norske farvann. Utslippene fra disse sektorene foregår som regel langt fra bosetting. Skadeomfanget som angitt i tabellen, er derfor sannsynligvis overvurdert i og med at disse utslippene er veiet likt med mobile utslipp fra andre sektorer der utslippene finner sted i mer tett befolkede områder. Av samme

Tabell 10.18. Andel av total skade (alle kommuner) fra sektorer når utslipp fra mobile kilder er sektorfordelt. Prosent

| Sektor | Andel | | | I alt |
|--------------------------------------|---------|-----------|-------|-------|
| | Prosess | Stasjonær | Mobil | |
| I alt | 6.7 | 30.1 | 63.1 | 100.0 |
| Private husholdninger | 0.0 | 20.2 | 8.7 | 29.0 |
| Innenriks samferdsel | 0.0 | 0.0 | 22.7 | 22.7 |
| Fiske og fangst | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 9.0 |
| Utenriks sjøfart | 0.0 | 0.0 | 7.1 | 7.1 |
| Prod. av metaller | 4.3 | 0.6 | 0.1 | 5.0 |
| Varehandel | 0.0 | 0.2 | 3.0 | 3.2 |
| Oljeboring | 0.0 | 0.1 | 2.9 | 3.0 |
| Bygg og anlegg | 0.0 | 0.1 | 2.9 | 2.9 |
| Kjemiske og mineralske produkter | 0.2 | 1.6 | 0.8 | 2.6 |
| Landbruk | 0.0 | 0.2 | 2.4 | 2.6 |
| Prod. av kjemiske råvarer | 1.6 | 0.7 | 0.0 | 2.3 |
| Treforedling | 0.4 | 1.9 | 0.0 | 2.2 |
| Utvinning av råolje og naturgass | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 1.8 |
| Nærings- og nytelsesmiddelindustri | 0.0 | 1.1 | 0.4 | 1.6 |
| Forsvar | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 1.2 |
| Raffinering av jordolje | 0.4 | 0.5 | 0.0 | 0.9 |
| Annen privat tjenesteproduksjon | 0.0 | 0.1 | 0.7 | 0.9 |
| Verkstedprodukter og bygging av skip | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 0.5 |
| Produksjon av trevarer | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| Skogbruk | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.3 |
| Elektrisitetsproduksjon | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 |
| Annen offentlig tjenesteproduksjon | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 |
| Helsetjenester m.v. | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 |
| Tekstil og bekledning | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 |
| Bank og forsikring | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 |
| Undervisning og forskning | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 |
| Grafisk produksjon | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| Boligtjenester | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

¹ Utenriks sjøfart i norske farvann.

Kilde: SSB.

grunn er det rimelig å tro at skadeomfanget pga. utslipp fra private husholdninger er undervurdert i tabell 10.18.

10.6. Utviklingen i regional forurensningskonsentrasjon

Beregningene ovenfor tok utgangspunkt i *utslipp* i de enkelte kommuner. Informasjon om *konsentrasjonsnivåer* ville selvsagt gitt mer direkte informasjon om skadeligheten av luftforurensninger, men slik informasjon foreligger ikke for alle kommuner. I Statlig program for forurensningsovervåkning inngår målinger av luftforurensningskonsentrasjoner ved 35 stasjoner i 29 byer og tettsteder. Målinger gir døgnmiddelverdier for svoveldioksid, bly, sot og nitrogenoksider. Målingene foregår på ulike tider av året, og tidsseriene for de forskjellige

komponenter varierer en god del i lengde. For eksempel startet målinger av NO_x først i 1986.

Resultatene av målingene viser at alle komponenter har tydelige årstidsvariasjoner med høye konsentrasjoner i vinterhalvåret og lavere konsentrasjoner om sommeren. Figurene 10.15-10.17 viser sesongvariasjoner og endringer i gjennomsnittskonsentrasjonen av svoveldioksid, sot og bly i noen større norske byer (Fredrikstad, Oslo, Drammen, Kristiansand, Stavanger, Bergen, Trondheim og Tromsø), samt endringer i nasjonale utslipp av disse komponentene.

Figur 10.15 viser at gjennomsnittlig svoveldioksidkonsentrasjon har gått klart ned i løpet av de siste 10 årene i byene som inngår i målingene. Sotkonsentrasjonene viste en fallende tendens i begynnelsen av perioden, men har de siste årene stabilisert seg på et noe høyere nivå, se figur 10.16. Konsentrasjonen av bly er redusert mest som følge av overgangen til blyfri bensin, se figur 10.17.

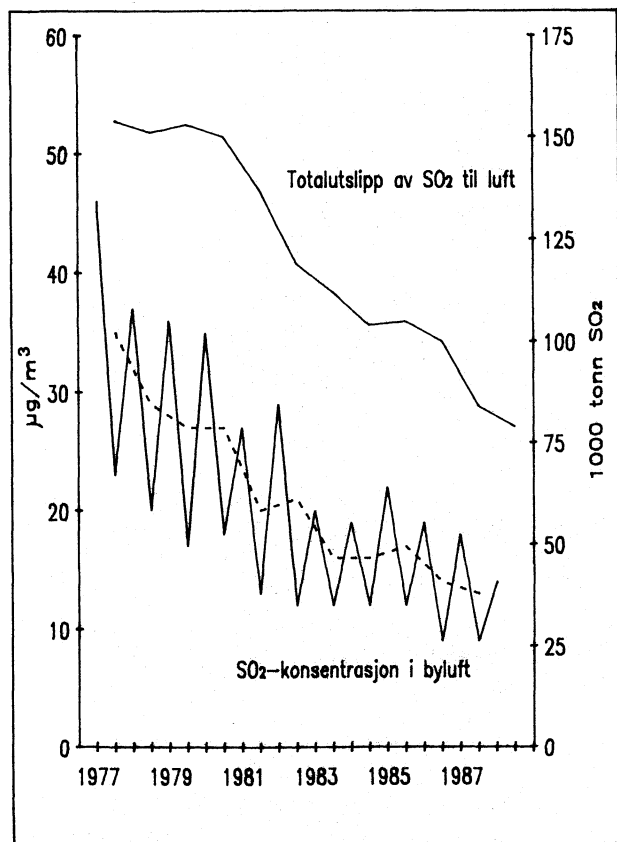
Endringene i luftkvalitet, midlet over flere byer, viser seg å variere i samsvar med utslippene av de aktuelle komponentene.

Gjennomsnittsverdier kan tilsløre problemene med dårlig luftkvalitet. For noen komponenter, som SO_2 og NO_x , er korte episoder med høy belastning mest skadelig. Målinger viser at slike episoder var færre og oppviste lavere konsentrasjonsnivåer vinteren 1986-1987 enn året før.

SO_2 -episoder inntreffer oftest på steder med store prosessutslipp. De høyeste SO_2 -verdiene måles nå i Sarpsborg og Øvre Årdal, men også Kirkenes opplever episoder med høye SO_2 -konsentrasjoner. Disse skyldes langtransporterte forurensninger fra Sovjet. Også andre stasjoner har SO_2 -målinger som overskrider grenseverdiene, se tabell 10.19

NO_2 -målinger ble først startet høsten 1986. Resultatene viser at 6 av 9 målestasjoner hadde NO_2 -konsentrasjoner over nedre grenseverdi for døgnmiddel ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i vinterhalvåret 1987/1988. De høyeste døgnmiddelverdiene ble observert i Oslo, Stavanger og Fredrikstad. På en stasjon, i Stavanger, ble også grenseverdien for halvårsmiddel overskredet, se tabell 10.20. Disse målingene forsterker inntrykket av at NO_x kan bli et stort problem i luftforurensningsammenheng i årene fremover.

Figur 10.15. Gjennomsnittlig SO_2 -konsentrasjon i luft i en del større norske byer. $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nasjonale utslipp av SO_2 . 1977-1988. 1 000 tonn



Kilde: SSB.

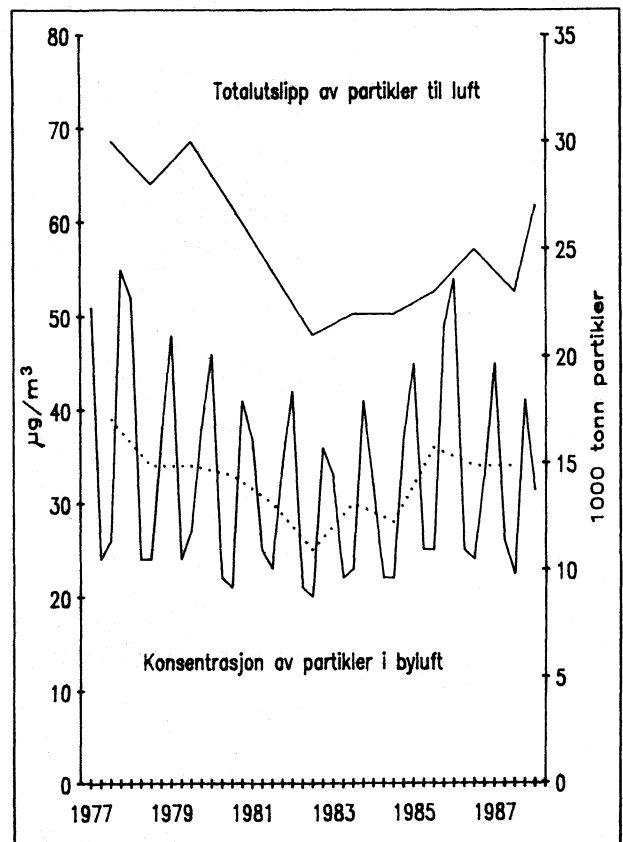
For sot og bly er det også registrert overskridelser av grenseverdier. Man kan anta at de fleste større tettsteder med stor biltrafikk fra tid til annen har overskridelser av grenseverdiene langs sterkt trafikkerte veier.

Luftkvaliteten på 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 kun 8 prosent av svovelnedfallet i Norge skrives seg fra norske utslipp.

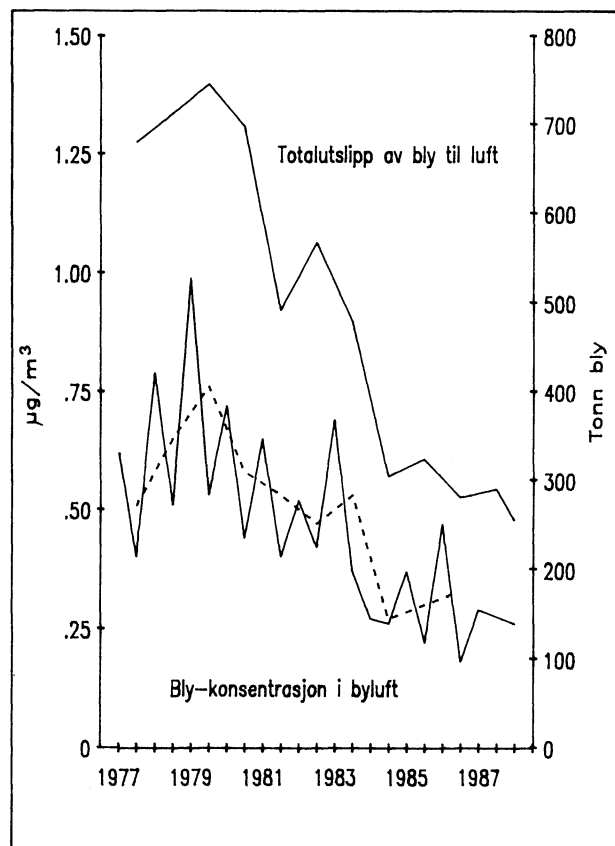
Årlige middelkonsentrasjoner for SO_2 (målt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ved norske bakgrunnsstasjoner er gjengitt i tabell 10.21. De målte konsentrasjonene av SO_2 viste en fallende tendens fra 1979 til 1983 på alle stasjoner unntatt Jergul. I 1984 og 1985 var det igjen en økning av SO_2 -konsentrasjonen. De siste årene har konsentrasjonsnivåene vært relativt stabile unntatt ved Jergul i Finnmark hvor nivået igjen steg fra 1986 til 1987. Tabellen viser også at det er regionale forskjeller i SO_2 -belastningen på bakgrunnsstasjonene. De høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene er målt på stasjonene på Sørlandet (Birkenes), Sør-Vestlandet (Skreådalen) og Øst-Finnmark (Jergul).

Figur 10.16. Gjennomsnittlig sotkonsentrasjon i luft i en del større norske byer. $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nasjonale utslipp av sot. 1977-1988. 1 000 tonn



Kilde: SSB.

Figur 10.17. Gjennomsnittlig blykonsentrasjon i luft i en del større norske byer. $\mu\text{g Pb}/\text{m}^3$. Nasjonale utslipp av bly. 1977-1988. Tonn



Kilde: SSB.

Også luftkvaliteten ved bakgrunnsstasjoner 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 til Norge.

Tabell 10.19. Målestasjoner med overskridelse av grenseverdier for SO_2 vinteren 1987-1988. $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$

| Målested | Stasjon | Middelverdi | Maks. døgnmiddel | Antall observasjoner | | |
|--------------|---------------------|-------------|------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | | I alt | >100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | >150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Halden | Stubberudvn. | 16 | 153 | 176 | 4 | 1 |
| Sarpsborg | St. Olavs Vold | 55 | 297 | 183 | 17 | 7 |
| Skien | Kongens gt. | 17 | 121 | 182 | 1 | - |
| Øvre Årdal | Farnes | 40 | 153 | 173 | 15 | 1 |
| Årdalstangen | Læg Reid | 27 | 119 | 165 | 3 | - |
| Kirkenes | Rådhuset | 33 | 233 | 169 | 8 | 2 |

Kilde: NILU.

Tabell 10.20. Målestasjoner med overskridelse av grenseverdier for NO₂ vinteren 1987-1988. 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 | 50 | 129 | 179 | 2 | - |
| Jeløy | Jeløy | 17 | 53 | 172 | - | - |
| Drammen | Engene | 67 | 120 | 163 | 7 | - |
| Kristiansand | Festnings gt | 34 | 76 | 178 | - | - |
| Skien | Kongens gt. | 55 | 94 | 181 | - | - |
| Stavanger | Handelens hus | 81 | 151 | 162 | 32 | 1 |
| Bergen | Chr.Mich.inst | 48 | 115 | 182 | 5 | - |
| Trondheim | Brattøra | 46 | 122 | 158 | 1 | - |
| Oslo | St. Olavspl. | 64 | 185 | 164 | 9 | 1 |

Kilde: NILU.

Tabell 10.21. SO₂-årsmiddelkonsentrasjoner ved noen bakgrunnsstasjoner. 1978-1987. µg S/m³

| | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Hummelfjell | 1,0 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Birkenes | 1,7 | 1,1 | 1,4 | 0,8 | 1,0 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| Skreådalen | 1,6 | 1,0 | 1,3 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,8 | 0,6 | 0,8 | 0,7 |
| Kårvatn | .. | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 |
| Tustervatn | .. | 0,9 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,7 |
| Jergul | 0,9 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 0,8 | 0,8 | 1,2 | 1,4 | 1,0 | 1,8 |

Kilde: NILU.

Referanser:

Alfsen, K. H. (1987): Luftforurensninger og økonomisk vekst. SSB. Økonomiske analyser nr. 4.

sjektets økonomiske framskrivninger. SSB. Interne Notater 87/37.

Alfsen, K. H. og S. Glomsrød (1988): Ikke bare fisk som dør..., Samfunnspeilet nr. 3.

SSB (1986): Naturressurser og Miljø 1985. Rapporter 86/1.

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.

SSB (1987): Naturressurser og Miljø 1986. Rapporter 87/1.

SSB (1988): Naturressurser og Miljø 1987. Rapporter 88/1.

Glomsrød, S. og A. Rosland (1988): Luftforurensning og materialskader: Samfunnsøkonomiske kostnader. SSB. Rapport 88/31.

SSB (1988): Miljøstatistikk 1988. Naturressurser og miljø. Sosiale og økonomiske studier nr. 68.

Glomsrød, S. og B. Vigerust (1985): Luftforurensninger og økonomisk vekst. SSB. Økonomiske analyser nr. 8.

Utvalget for forurensningsprognoser (1987): Framskrivninger av utslipp til luft 1985-2000. Rapport nr.1.

Nyborg, K. (1987): Økonomisk aktivitet og utslipp av svovel i Europa. Utslippetsberegninger med basis i LINK-pro-

Utvalget for forurensningsprognoser (1988): Reviderte framskrivninger av utslipp til luft 1985-2000. Rapport nr. 2.

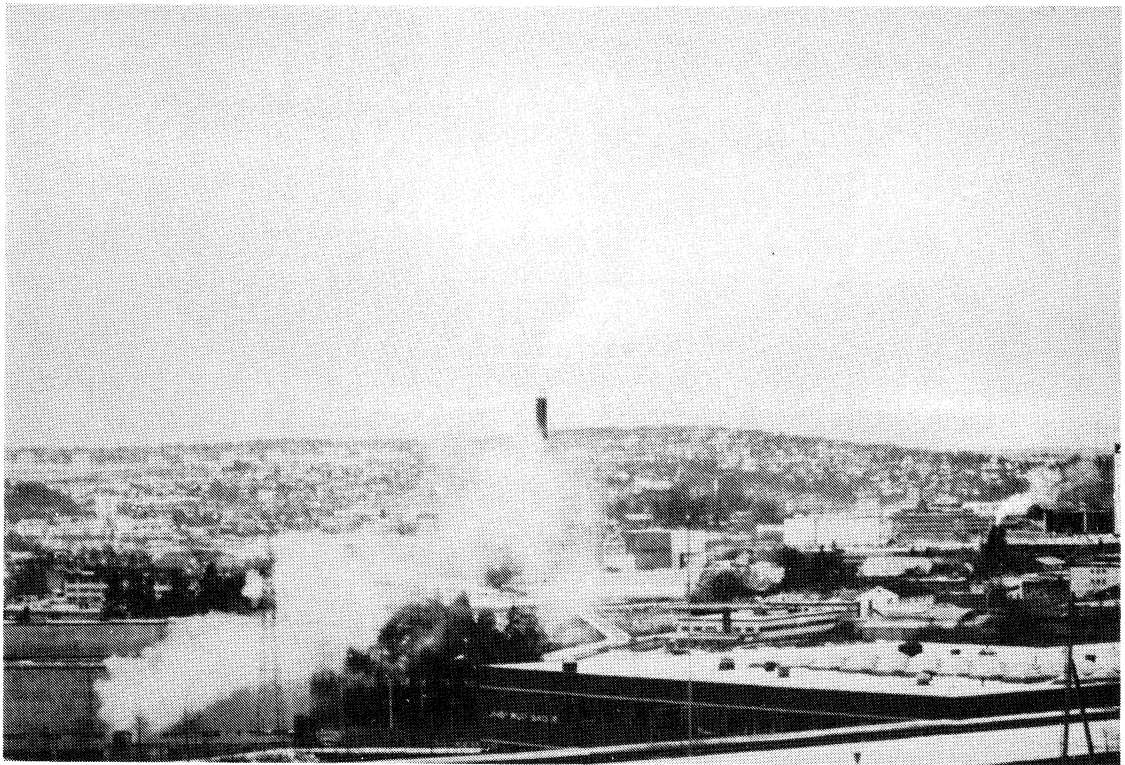


Foto : Frode Brunvoll

VEDLEGG 1

PUBLIKASJONER FRA SEKSJON FOR RESSURS- OG MILJØANALYSE. 1980-1988/89

Kapittel 1. Innledning og sammendrag

Artikler (ART):

Nr. 151 Vogt, T. og Østdahl, T. : Presentasjon av miljøstatistikk: Miljødatakart

Interne notater (INO):

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
" 87/1 Naturressurser og miljø 1986
" 88/1 Naturressurser og miljø 1987
" 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
Nr. 68 Miljøstatistikk 1988

Statistiske analyser (SA):

Nr. 46 Ressursregnskap
" 50 Miljøstatistikk 1983

Kapittel 2. Energi

Interne notater (INO):

| | | |
|-----|-------|---|
| 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 |
| " | 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 |
| " | 89/3 | Vigerust, B. og Vik, T. : Ressursregnskap for energi. Dokumentasjonsnotat nr. 8. Fylkesvise energiregnskap 1984 og 1985 |

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 |

| | | |
|-----|-------|---|
| Nr. | 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 |
| " | 87/19 | Fylkesvise energiregnskap 1984 |
| " | 88/30 | Ressursregnskap for energi 1986 |
| " | 88/30 | Ressursregnskap for energi 1987. Foreløpige tall |

Økonomiske analyser (ØKA):

| | | |
|-----|------|--|
| Nr. | 86/3 | Bye, T. : Faktorer bak energiforbruksutviklingen 1973-1985. Kraftkrise i 1990-årene? |
| " | 88/3 | Bye, B. og Aaheim, A. : Innføring av gasskraft |

Kapittel 3. Petroleumsøkonomi

Discussion Paper (DP):

| | | |
|-----|----|---|
| 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? |
| " | 27 | Aaheim, A. : Depletion of large gas fields with thin oil layers and uncertain stocks |
| " | 29 | Berger, K., Cappelen, Å. og Svendsen, I. : Investments Booms in an oil Economy -The Norwegian Case |
| " | 32 | Berger, K., Hoel, H., Holden, S. og Olsen, Ø. : The oil market as an oligopoly. |
| " | 39 | Aslaksen, I., Bjerkholt, O. og Brekke, K. A. : Optimal sequencing of hydroelectric and thermal power generation under energy price uncertainty and demand fluctuations. |
| " | 40 | Bjerkholt, O. og Brekke, K. A. : Optimal starting and stopping rules for resource depletion when price is exogenous and stochastic. |

Interne notater (INO):

| | | |
|-----|-------|---|
| 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 | Skjerpen, T. : Modellering av tilbudet utenfor OPEC. Teoretiske modeller og simuleringer |
| " | 88/4 | Berger, K., Cappelen, Å., Knudsen, V. og Roland, K. : The impact on the Norwegian economy of low oil prices. |

Rapporter (RAPP):

- Nr. 83/7 Bergan, R. : Behandlingen av oljevirkosomheten i Byråets makroøkonomiske årsmodeller
 " 84/17 Schreiner, A. og Skoglund, T. : Virkninger av oljevirkosomhet i Nord-Norge
 " 85/4 Lorentsen, L. og Roland, K. : Markedet for råolje. Historisk utvikling. Teorier og modeller. Prisprognoser

Sosiale og økonomiske studier (SØS):

- Nr. 67 Olsen, Ø. og Roland, K. : Modelling the demand for natural gas : A review of various approaches.

Reprints (REPR):

- 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
 " 34 Longva, S., Olsen, Ø. og Strøm, S. : Total elasticities of energy demand analysed within a general equilibrium model

Økonomiske analyser (ØKA):

- 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 oljevirkosomheten løse Nord-Norges problemer
 " 85/2 Cappelen, Å. og Roland, K. : Virkninger på norsk økonomi av et stort fall i 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 oljevirkosomheten
 " 87/8 Gjelsvik, E., Olsen, Ø. og Vatne, B. H. : Utsikter for det vest-europeiske gassmarkedet. Noen beregningsresultater 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
 " 88/4 Brekke, K. A., Gjelsvik, E. og Olsen, Ø. : Utbygging av oljefelter med usikre oljepriser. Eksemplet Snorre

Kapittel 4. Mineraler**Interne notater (INO):**

- 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 (INO)

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 framskrivning 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 (INO):

Nr. 80/15 Lindseth, A. H. : Ressursregnskap for skog. Dokumentasjonsnotat

" 80/29 Lindseth, A. H. : Framskrivning 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 Næset, E. : Ressursregnskap for skog. Dokumentasjonsnotat nr. 2

" 85/37 Næset, E. og Aaheim, A. : Alternative utforminger av en etterspørselsmodell for skogvarer. Estimeringer basert på ressursregnskap for skog 1970-1982

" 86/4 Næset, E. : Ressursregnskap for skog. Dokumentasjonsnotat nr. 3

" 86/16 Næset, E. : Ressursregnskap for skog. Dokumentasjonsnotat nr. 4

" 86/26 Næset, E. : Ressursregnskap for skog. Dokumentasjonsnotat nr. 5

" 87/8 Næset, E. og Aaheim, A. : Substitusjon mellom byggevarer til innvendig bruk i bygg- og anleggssektoren

" 87/32 Næset, E. : Kostnadsklasser for skog basert på registrering på kart og flybilder. Tolking av treslag i flybilde

Rapporter (RAPP):

Nr. 85/30 Kristoffersen, I. og Næset, E. : Ressursregnskap for skog 1970 - 1981

" 88/11 Næset, E. : Ressursregnskap for skog 1970 - 1985

" 88/19 Næset, E. : Verdsetting av skog. Estimering av hjelpefunksjoner basert på data fra flybilder og Økonomisk kartverk

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. Jordbruk**Artikler (ART):**

| | | |
|-----|-----|--|
| Nr. | 144 | Sæbø, H. V. : Land Use and Environmental Statistics obtained by Point Sampling. Areal- og miljøstatistikk utarbeidet ved hjelp av punktsamling |
|-----|-----|--|

Interne notater (INO):

| | | |
|-----|-------|---|
| 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 | Skanche, T. : Ervervsareal i Østfoldbyene |
| " | 82/35 | Skrøvseth, P. E. : Bruk av punktsamling 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, Ø. : 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 | Haye, 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, J. F., m.f. : Planregnskap for Aust-Agder 1986-1997 |
| " | 86/8 | Engebretsen, Ø. : Punktsamling som grunnlag for regional arealbudsjettering |
| " | 86/9 | Engebretsen, Ø. : Kvalitetsklassifisering av jordbruksareal i arealregnskapet |
| " | 89/6 | Engebretsen, Ø. : Utbyggingsregnskap. Dokumentasjon av metode og resultater fra prøveregnskap 1986 og 1987 |

Kapittel 8. Avfall

Interne notater (INO):

- Nr. 86/7 Brunvoll, F. : Rapport om registrering av deklarasjonsskjemaer for spesialavfall og kopling til Bedrifts- og foretaksregisteret

Rapporter (RAPP):

- Nr. 84/4 Vestøl, J. Å. : Kommunale avfallsbehandlingsanlegg - Miljøstandard. Oversikt 1978/79 og 1983

Statistisk ukehefte (SU):

- Nr. 83/43 Kommunale avfallsbehandlingsanlegg 1978/79 og 1983

Kapittel 9. Avløp og vannforsyning

Rapporter (RAPP):

- Nr. 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

Statistisk ukehefte (SU):

- Nr. 83/35 Avløpsrensaneanlegg 1982

Kapittel 10. Luft

Discussion Paper (DP):

- Nr. 20 Alfsen, K. H., Hansen, D. A., Glomsrød, S. : Direct and indirect Effects of reducing SO₂-emissions: Experimental Calculations on the MSG-4E Model

Interne notater (INO):

- 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

- Nr. 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

Rapporter (RAPP):

- Nr. 88/17 Selboe, O. K. : Modeller for beregning av nasjonale og regionale utslipp til luft
 " 88/31 Glomsrød, S. og Rosland, A. : Luftforurensning og materialskader : Samfunnsøkonomiske kostnader

Reprints (REPR):

- No. 21 Alfsen, K. H. and Glomsrød, S.: Future emissions to air in Norway: Forecasts based on the macroeconomic model MSG-4E

Økonomiske analyser (ØKA):

- Nr. 85/8 Glomsrød, S. og Vigerust, B. : Luftforurensninger og økonomisk vekst
 " 87/4 Alfsen, K. H. : Luftforurensninger og økonomisk vekst

Samfunnsspeilet:

- Nr. 88/3 Alfsen, K. H. og Glomsrød, S. : Ikke bare fisk som dør

Andre emner**Interne notater (INO):**

- Nr. 84/10 Fadum, E., Nagy, K., Vogt, T. : Brukerundersøkelse om ferskvannsdata
 " 85/8 Rogstad, L. : Opplegg for ressursregnskap for vann
 " 88/22 Fadum, E. : Oppbygging og bruk av statistikkområder. Statistikk tilknyttet vassdragenes nedbørfelt - basert på en kobling av Vassdragsregisterets stedfestingssystem REGINE og SSBs grunnkretser

Rapporter (RAPP):

- Nr. 80/8 Borring, J., Hofseth, E. H., Nesje, Ø. og Voksø, A. : Miljøvirkninger av vannkraftutbygging - Statusrapport pr. 1-1-1980
 " 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. : Emnekatolog for ferskvann
 " 87/22 Vogt, T. : Friluftsliv og helse


Sosiale og økonomiske studier (SØS):

- Nr. 61 Vogt, T. : Vannkvalitet og helse. Analyse av en mulig sammenheng mellom aluminium i drikkevann og aldersdemens
 Nr. 66 Grøtvedt, L. : Støy og helse. Analyse av støyopplevelse i Norge

UTKOMMET I SERIEN RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ ETTER 1. JANUAR 1988 (RAPP)
 Issued in the series Reports from the Central Bureau of Statistics since 1 January 1988 (REP)
ISSN 0332-8422


- 87/11 Four Papers on the Theory of Unemployment/Fritz C. Holte. 1988-149s. (RAPP; 87/11) 50 kr
ISBN 82-537-2508-6
- 87/22 Friluftsliv og helse/Tiril Vogt. 1987-76s. 40 kr ISBN 82-537-2562-0
- 87/23 Prisdannelse på importvarer En MODAG-rapport/Nils Henrik Mørch von der Fehr. 1988-67s.
40 kr ISBN 82-537-2569-8
- 88/1 Naturressurser og miljø 1987 Energi, petroleumsøkonomi, mineraler, fisk, skog,
Jordbruksareal, vann, luft, globale luftforurensninger, miljøverninvesteringer
Ressursregnskap og analyse. 1988-145s. (RAPP; 88/1) 45 kr ISBN 82-537-2623-6
- 88/2 NORDHAND Et modellsystem for de nordiske land/Paal Sand og Gunnar Sollie. 1988-68s.
40 kr ISBN 82-537-2570-1
- 88/3 Hovedtrekk ved den økonomiske og demografiske utviklingen i fylkene etter 1960/Tor
Skoglund, Erik Stordahl og Knut Ø. Sørensen. 1988-81s. 40 kr ISBN 82-537-2572-8
- 88/4 Kohort- og periodefruktbarhet i Norge 1845 - 1985 Cohort and Period Fertility for
Norway/Helge Brunborg. 1988-135s. 45 kr ISBN 82-537-2573-6
- 88/5 Yrkesdeltakelse for personer over aldersgrensen En log-lineær analyse/Grete Dahl
1988-38s. (RAPP; 88/5) 30 kr ISBN 82-537-2593-0
- 88/6 Skilsmisser i Norge 1965-1985 En demografisk analyse/Øystein Kravdal og Turid Noack.
1988-147s. 45 kr ISBN 82-537-2587-6
- 88/7 Oljeinvesteringer og norsk økonomi i 1987-95/Ingvild Svendsen. 1988-88s. 40 kr
ISBN 82-537-2596-5
- 88/8 Hvem reiser ikke på ferie? En analyse av ikke-reisende i Norge, Sverige, Danmark og
Finland Who Spends their Holiday at Home? An Analysis on Non-Travellers in Norway,
Sweden, Denmark and Finland/Ragni Hege Kitterød. 1988-47s. (RAPP; 88/8) 40 kr
ISBN 82-537-2597-3
- 88/9 Radiolytting og fjernsynsseing vinteren 1988 Landsoversikt for programdagene 30. januar -
5. februar/Gustav Haraldsen. 1988-91s. (RAPP; 88/9) 40 kr ISBN 82-537-2653-8
- 88/10 Radiolytting og fjernsynsseing vinteren 1988 Fylkesoversikt for programdagene 30. januar -
5. februar/Gustav Haraldsen. 1988-168s. (RAPP; 88/10) 50 kr ISBN 82-537-2654-6
- 88/12 Statistisk Sentralbyrå Langtidsprogram 1987-1990. 1988-55s. (RAPP; 88/12) 40 kr
ISBN 82-537-2655-4
- 88/13 Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. Årene 1970-1988.
1988-64s. (RAPP; 88/13) 40 kr ISBN 82-537-2656-2
- 88/14 Drifts- og yrkesstrukturen i jordbruket i 1985/86/Berit Bjørlo, Audun Loen og Elin Ouren.
1988-56s. (RAPP; 88/14) 40 kr ISBN 82-537-2669-4
- 88/15 Inntektsulikhet i Norge 1973-1985/Rolf Aaberge og Tom Wennemo. 1988-94s. (RAPP; 88/15)
45 kr ISBN 82-537-2671-6
- 88/17 Modeller for beregning av nasjonale og regionale utslipp til luft/Odd Kristian Selboe.
1988-139s. (RAPP; 88/17) 45 kr ISBN 82-537-2682-1
- 88/18 Kommentarer til standard for inndeling etter sosioøkonomisk status/Dag Album. 1988-49s.
(RAPP; 88/18) 40 kr ISBN 82-537-2679-1

- 88/19 Verdssetting av skog Estimering av hjelpefunksjoner basert på data fra flybilder og økonomisk kartverk/Erik Nasset. 1988-133s. (RAPP; 88/19) 45 kr
ISBN 82-537-2705-4
- 88/20 Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. Årene 1970-1988. Revidert utgave. 1988-64s. (RAPP; 88/20) 40 kr ISBN 82-537-2685-6
- 88/21 Barnetall i ekteskap. 1988-39s. (RAPP; 88/21) 30 kr ISBN 82-537-2689-9
- 88/23 Helse og livsstil i figurer og tekst Utviklingstrekk 1975-1985/Liv Grøtvedt og Otto Carlson. 1988-44s. (RAPP; 88/23) 30 kr ISBN 82-537-2686-4
- 88/24 Aktuelle skattetall 1988 Current Tax Data. 1988-42s. (RAPP; 88/24) 30 kr
ISBN 82-537-2688-0
- 88/25 Merarbeid Om arbeid utover ordinær arbeidstid/Anne Lise Ellingsæter. 1988-32 s.
(RAPP; 88/25) 30 kr ISBN 82-537-2692-9
- 88/26 Radiolytting og fjernsynsseing Høsten 1988 Fylkesoversikt for programdagene 1.-7. oktober/
Gustav Haraldsen og Odd Frank Vaage. 1988-130s. (RAPP; 88/26) 50 kr ISBN 82-537-2699-6
- 88/27 Radiolytting og fjernsynsseing Høsten 1988 Landsoversikt for programdagene 1.-7. oktober/
Gustav Haraldsen og Odd Frank Vaage. 1988-85s. (RAPP; 88/27) 40 kr ISBN 82-537-2700-3
- 88/28 Radiolytting og fjernsynsseing blant barn og ungdom høsten 1988 Programdagene 1.-7.
oktober/Gustav Haraldsen og Odd Frank Vaage. 1988-55s. (RAPP; 88/28) 40 kr
ISBN 82-537-2703-8
- 88/29 Kommunehelsetjenesten Årsstatistikk for 1987. 1988-67s. (RAPP; 88/29) 40 kr
ISBN 82-537-2698-8
- 88/30 Regionale nærings- og arbeidsmarkedsperspektiver/Tor Skoglund og Knut Ø. Sørensen.
1988-66s. (RAPP; 88/30) 40 kr ISBN 82-537-2701-1
- 88/31 Luftforurensning og materialskader: Samfunnsøkonomiske kostnader/Solveig Glomsrød og Audun
Rosland. 1989-70 s. (RAPP; 88/31) 40 kr ISBN 82-537-2727-5
- 89/2 KVARTS-86 A Quarterly Macroeconomic Model Formal Structure and Empirical Characteristics/
Einar Bowitz and Torbjørn Eika. 1989-104s. (RAPP; 89/2) 45 kr ISBN 82-537-2714-3
- 89/4 Innvandringens betydning for befolkningsutvikling i Norge/Inger Texmon og Lars Østby.
1989-55s. (RAPP; 89/4) 70 kr ISBN 82-537-2723-2
- 89/5 Statistisk sentralbyrå Hovedtrekk i arbeidsprogrammet for 1989. 1989-53s. (RAPP; 89/5)
60 kr ISBN 82-537-2720-8
- 89/6 Utbyggingsregnskap Dokumentasjon av metode og resultater fra prøveregnskap 1986 og 1987/
Øystein Engebretsen. 1989-58s. (RAPP; 89/6) 70 kr ISBN 82-537-2724-0



Pris kr 75,00

Publikasjonen utgis i kommisjon hos H. Aschehoug & Co. og
Universitetsforlaget, Oslo, og er til salgs hos alle bokhandlere.



ISBN 82-537-2765-8
ISSN 0332-8422