

# Interne notater

STATISTISK SENTRALBYRÅ

86/39

9. september 1986

## VIRKNINGER AV LAVERE OLJEPRISER PÅ FRAMTIDIGE UTSLIPP TIL LUFT.

Framskrivninger basert på MSG-beregninger av økonomisk utvikling og  
koeffisienter for forbrennings- og prosessutslipp.

av

Knut H. Alfson og Solveig Glomsrød  
Seksjon for Ressurs- og Miljøanalyse  
Forskningsavdelingen  
Statistisk Sentralbyrå

## Innhold

|   |    |
|---|----|
| Forord . . . . .  | 5  |
| 1. Innledning . . . . .   | 6  |
| 2. Økonomisk perspektiv; ALT.1 . . . . .  | 7  |
| 2.1 Økonomiske forutsetninger; MLM-alternativet . . . . .                                 | 8  |
| 2.2 Endringer i økonomiske forutsetninger; ALT.1 . . . . .                                | 8  |
| 2.3 Virkninger på økonomien av endrete forutsetninger. . . . .                            | 14 |
| 3. Framtidige utslipp til luft; ALT.1 . . . . .   | 25 |
| 4. Alternative økonomiske forutsetninger. . . . .   | 34 |
| 5. Sammendrag og konklusjon. . . . .  | 38 |
| Referanser. . . . .   | 42 |
| Appendiks: Sammenhenger mellom framskrevne utslipp, oljepris og<br>privat konsum. . . . . | 43 |
| Tabellregister . . . . .  | 2  |
| Figurregister . . . . .   | 4  |

Tabellregister

|  |    |
|--|----|
| Tabell 2.1. Pris på råolje per fat, 1983 - 2000. ALT.1. Nominelle priser. . . . .  | 10 |
| Tabell 2.2. Gjennomsnittlig årlig vekst i importandeler. 1984-1990. Prosent. . . . .   | 12 |
| Tabell 2.3. Ikke-konkurrerende importvarer. . . . .  | 12 |
| Tabell 2.4. Gjennomsnittlig årlig vekst i eksportvolumet. 1986-1990. Prosent. . . . .  | 13 |
| Tabell 2.5. Beregnet tilgang og bruk av varer og tjenester i år 2000. Milliarder 1983-kroner. . . . .  | 14 |
| Tabell 2.6. Prosentvis avvik i forbruk av fyringsoljer (OL42), bensin (OL41) og annen vareinnsats (M) i alternativ ALT.1 relativt til MLM. 1993 og 2000. . . . . | 20 |
| Tabell 2.7. Prosentvise avvik i sammensetningen av privat konsum målt i faste (1983) priser mellom alternativ ALT.1 og MLM. År 2000. . . . .                     | 23 |
| Tabell 2.8. Produksjon i milliarder 1983 kroner. 1993 og 2000. Prosentvis avvik. . . . .   | 24 |
| Tabell 3.1. Beregnede utslipp av SO <sub>2</sub> i år 1993 og 2000. Tusen tonn. Prosentvise avvik. . . . .   | 26 |
| Tabell 3.2. Beregnede utslipp av NO <sub>x</sub> i år 1993 og 2000. Tusen tonn. Prosentvise avvik. . . . .   | 26 |
| Tabell 3.3. Beregnede utslipp av CO i år 1993 og 2000. Tusen tonn. Prosentvise avvik. . . . .  | 27 |
| Tabell 3.4. Beregnede utslipp av Pb i år 1993 og 2000. Tonn. Prosentvise avvik. . . . .  | 27 |
| Tabell 3.5. Beregnede korrigerede utslipp av SO <sub>2</sub> i år 1993 og 2000. Tusen tonn. Prosentvise avvik. . . . .   | 33 |
| Tabell 4.1. Prosentvise avvik i SO <sub>2</sub> utslipp i ALT.1 og ALT.2 relativt til referansealternativet (MLM). . . . .                                       | 35 |
| Tabell 4.2. Prosentvise avvik i NO <sub>x</sub> utslipp i ALT.1 og ALT.2 relativt til referansealternativet (MLM). . . . .                                       | 35 |
| Tabell 4.3. Prosentvise avvik i CO utslipp i ALT.1 og ALT.2 relativt til referansealternativet (MLM). . . . .  | 36 |
| Tabell 4.4. Prosentvise avvik i Pb utslipp i ALT.1 og ALT.2 relativt til referansealternativet (MLM). . . . .  | 36 |

|   |    |
|---|----|
| Tabell 5.1. Beregnede totale utslipp i 1993 og 2000 for tre<br>alternativer for økonomisk vekst. . . . .                    | 38 |
| Tabell 5.2. Gjennomsnittlig årlige vekstrater for utslipp til luft.<br>1983 - 2000. Prosent. . . . .                        | 39 |
| Tabell A.1. Estimerte parameterverdier, standardavvik (i parentes),<br>R <sup>2</sup> og Durbin-Watson parameteren. . . . . | 43 |

### Figurregister

|   |    |
|---|----|
| Figur 2.1. Realprisutviklingen for olje. Alternativ MLM, ALT.1 og<br>ALT.2. Indeks 1983 = 1.0. . . . .        | 9  |
| Figur 2.2. Realprisutviklingen for gass. Alternativ MLM, ALT.1 og<br>ALT.2. Indeks 1983 = 1.0. . . . .        | 11 |
| Figur 2.3. BNP 1983 - 2000. 100 milliarder. 1983-kroner. . . . .  | 15 |
| Figur 2.4. Privat konsum 1983 - 2000. 100 milliarder. 1983-kroner. . . . .                                    | 16 |
| Figur 2.5. Norges netto fordringer på utlandet som andel av BNP.<br>1983 - 2000. Prosent. . . . .             | 18 |
| Figur 2.6. Norges korrigerede netto fordringer på utlandet som andel<br>av BNP. 1983 - 2000. Prosent. . . . . | 19 |
| Figur 2.7. Forbruk av bensin i husholdninger. 1983 - 2000.<br>1000 tonn. . . . .                              | 21 |
| Figur 2.8. Forbruk av fyringsolje i husholdninger. 1983 - 2000.<br>1000 tonn. . . . .                         | 22 |
| Figur 3.1. Totalt utslipp av SO <sub>2</sub> . 1983 - 2000. 1000 tonn. . . . .                                | 28 |
| Figur 3.2. Totalt utslipp av NO <sub>x</sub> . 1983 - 2000. 1000 tonn. . . . .                                | 29 |
| Figur 3.3. Totalt utslipp av CO. 1983 - 2000. 1000 tonn. . . . .  | 30 |
| Figur 3.4. Totalt utslipp av Pb. 1983 - 2000. Tonn. . . . .   | 31 |

Forord

Rapporten presenterer beregninger av utslipp til luft av svoveldioksid ( $\text{SO}_2$ ), nitrogenoksider ( $\text{NO}_x$ ), karbonmonoksid (CO) og bly (Pb) basert på MSG-beregninger av framtidig økonomisk vekst. De økonomiske vekstbanene tar utgangspunkt i mellomalternativet for økonomisk vekst som beskrevet i Regjeringens Langtidsprogram 1986-1989. Imidlertid er forutsetninger om oljeprisbanene vesentlig modifisert. For å ta hensyn til økonomiske effekter av lavere oljepris, er det nødvendig også å endre andre eksogene forutsetninger i modellen. Disse endringene beskrives, og de justerte vekstbanene sammenholdes med veksten i mellomalternativet. Konsekvenser for framtidige utslipp til luft blir diskutert.

## 1. Innledning

Som ledd i et kontraktsoppdrag for Statens Forurensningstilsyn (SFT: Kontrakt nr. 151/86), har Seksjon for Ressurs- og Miljøanalyse i Forskningsavdelingen i Statistisk Sentralbyrå utarbeidet framskrivninger av utslipp til luft for perioden 1983 - 2000. Beregningene er ment å vise mulige effekter på fremtidige utslipp som følge av lavere priser på råolje i tiden framover.

Som referansealternativ er valgt et mellomalternativet (MLM) for økonomisk vekst som i hovedtrekk samsvarer med mellomalternativet fra Regjeringens Langtidsprogram for perioden 1986-1989 [3]. Utslippsframskrivninger basert på dette alternativet er tidligere presentert i [1], [2] og senest i [6].

For å ta hensyn til de økonomiske effekter av lavere råoljepriser, er et nytt økonomisk vekstalternativ utarbeidet. Det er særlig varehandelen med utlandet og anslag for investeringer i oljesektoren som er endret i forhold til MLM-alternativet. Det justerte alternativet blir betegnet ALT.1 i rapporten, og er mer detaljert beskrevet i avsnitt 2. Konsekvensene for framtidige utslipp av svoveldioksid ( $SO_2$ ), nitrogenoksider ( $NO_x$ ), karbonmonoksid (CO) og bly (Pb) er utredet i avsnitt 3.

Et tredje økonomisk scenario (ALT.2) diskuteres kort i avsnitt 4, og det blir redegjort for beregningene av utslipp til luft basert på dette alternativet. De viktigste forskjellene mellom ALT.1 - og ALT.2-alternativet er:

- Ulike forutsetninger om utviklingen i olje- og gasspriser framover: Mens ALT.1 forutsetter relativt lave oljepriser i hele perioden fram til år 2000, bygger ALT.2 på antagelsen om et oljeprishopp i begynnelsen av 1990-årene. Gassprisen er også ulik i de to alternativene.
- Ulike antagelser om utviklingen i utenrikshandelen. Endringene i ALT.1 er mindre og anderledes fordelt på næringssektorer enn justeringene i ALT.2.
- Veksten i arbeidsstyrken fram mot år 2000 er forskjellig i de to alternativene, med noe lavere vekst i ALT.2 enn ALT.1.

Beregningene viser at forurensningsbelastningen fra alternativ ALT.2 er tildels betydelig lavere enn i ALT.1-alternativet. Utslippene i ALT.2 samsvarer, med enkelte unntak, stor sett med tidligere beregninger basert på MLM-alternativet, til tross for at de økonomiske forutsetningene er svært forskjellige. Forurensningskonsekvensene av ALT.2 scenariet er tatt med i denne rapporten for å vise den spennvidde som eksisterer mellom ulike rimelige antagelser om framtidig utvikling i sentrale økonomiske størrelser, og forskjellen i de beregnede utslipps-scenarier knyttet til dem.

Avsnitt 5 oppsummerer resultatene. I et appendiks blir anslagene for framtidig utslipp av  $SO_2$  og  $NO_x$  forsøkt beskrevet som en enkel lineær funksjon av oljepris og privat konsum alene. Strukturendringer i økonomien som følge av lavere oljepriser blir derved neglisjert. De framkomne relasjoner kan allikevel benyttes som grove "tommelfingerregler" når virkningen av lavere oljepriser på utslipp skal anslåes.

## 2. Økonomisk perspektiv; ALT.1

MSG-modellen brukes til utarbeiding av langsiktige økonomiske perspektivanslag i norsk økonomisk planlegging. MSG er en forholdsvis åpen modell hvor mange størrelser fastlegges av modellbrukeren, eller i modellterminologi - gis eksogent. Råoljepris og delvis også volumet av eksport fordelt på varer er blant de eksogene variablene, som ikke er politikkvariable som kan påvirkes direkte av myndighetene. Hvilken utvikling som forutsettes når det gjelder disse størrelsene, får stor betydning for det økonomiske scenariet som framkommer ved modellberegningene. Særlig gjelder dette forutsetningen om utviklingen i råoljeprisen. Omfanget av oljevirkksomheten gjør oljeprisen til en viktig faktor bak utviklingen i nasjonalinntekten, og den får dermed avgjørende betydning for mulighetene for innenlands disponering av varer og tjenester til ulike formål. MSG-modellen gjenspeiler ikke dette uten at også andre eksogene variable enn oljeprisen endres. Betydningen av endrete oljepriser må derfor tas i betraktning ved fastsetting av andre eksogene størrelser i modellen, slik at f.eks. fordelingen mellom privat og offentlig etterspørsel gjenspeiler generell inntektsutvikling i samfunnet. For å sikre en rimelig utvikling må eksogene størrelser som skatter, offentlige utgifter og anslag som gjelder eksportvolum og importandeler justeres.

Oljeprisutviklingen har betydning for utslipp til luft på tre måter: For det første påvirker den inntekstutviklingen og rammen for økonomisk vekst. Omfanget av økonomisk aktivitet har i sin tur stor betydning for mengden av forurensningsutslipp til luft. For det andre vil sektorsammensetningen av den økonomiske veksten være avhengig av råoljeprisen. Som diskutert blant annet i [8], er framtidige utslipp av ulike forurensningskomponenter til luft sterkt avhengig av sammensetningen av veksten. For det tredje bestemmer råoljeprisen prisen på fyringsoljer og bensin. Dermed gir den utslag på energiintensiteter (innsats av energi per produsert enhet) og på fordelingen mellom energibærere som elektrisitet og olje i en sektor. Fordelingen av totalt privat konsum på ulike konsumvarer er også følsom for relative endringer i prisen på ulike energibærere.

Denne rapporten vurderer betydningen av lavere råoljeprisbaner for forurensningsutslipp til luft. Den baserer seg på beregninger gjort med MSG-4E modellen med 1983 som basisår. Sammenlikningsgrunnlaget (referansealternativet) er et alternativ som i hovedtrekk samsvarer med mellomalternativet for økonomisk vekst fra Regjeringens Langtidsprogram 1986-1989 [3]. Referansealternativet betegnes MLM i rapporten. Et justert økonomisk scenario (ALT.1) er utarbeidet for perioden fram til år 2000, hvor oljeprisen har et betydelig lavere nivå enn i MLM. Andre eksogene variable er også endret for å skape konsistens og gjenspeile større aktuelle endringer i det økonomiske bildet, slik som devalueringen av den norske kronen i mai 1986. De justerte beregningene må betraktes som illustrasjoner av mulige utviklingsbaner snarere enn en prediksjon av hva som faktisk vil skje med norsk økonomi framover.

I beskrivelsen av ALT.1-scenariet blir det redegjort for antakelser som er innarbeidet i modellen, og en kort begrunnelse for disse vil bli gitt. Alternative antakelser om økonomisk utvikling og konsekvensene av disse på framtidige utslipp diskuteres kort i avsnitt 4.



## 2.1 Økonomiske forutsetninger; MLM-alternativet

Forutsetningene for MLM-alternativet vil ikke bli diskutert i detalj her. En diskusjon av disse finnes blant annet i [1], [2] og [3]. Noen hovedtrekk er imidlertid som følger:

- Olje- og gassproduksjonen på norsk sokkel er satt til 55 mill. toe per år for perioden fram til 1990. Deretter forutsettes produksjonen å øke til 72 mill. toe per år.
- Antall utførte timeverk er antatt å vokse med en gjennomsnittlig velsttakt på 0.3% per år.
- Kapitalavkastningen, som bestemmer prisen på realkapital, er satt slik at kapitalbeholdningen vokser med 2.7% per år i gjennomsnitt.

Modellberegningene gir bl.a. som resultat at:

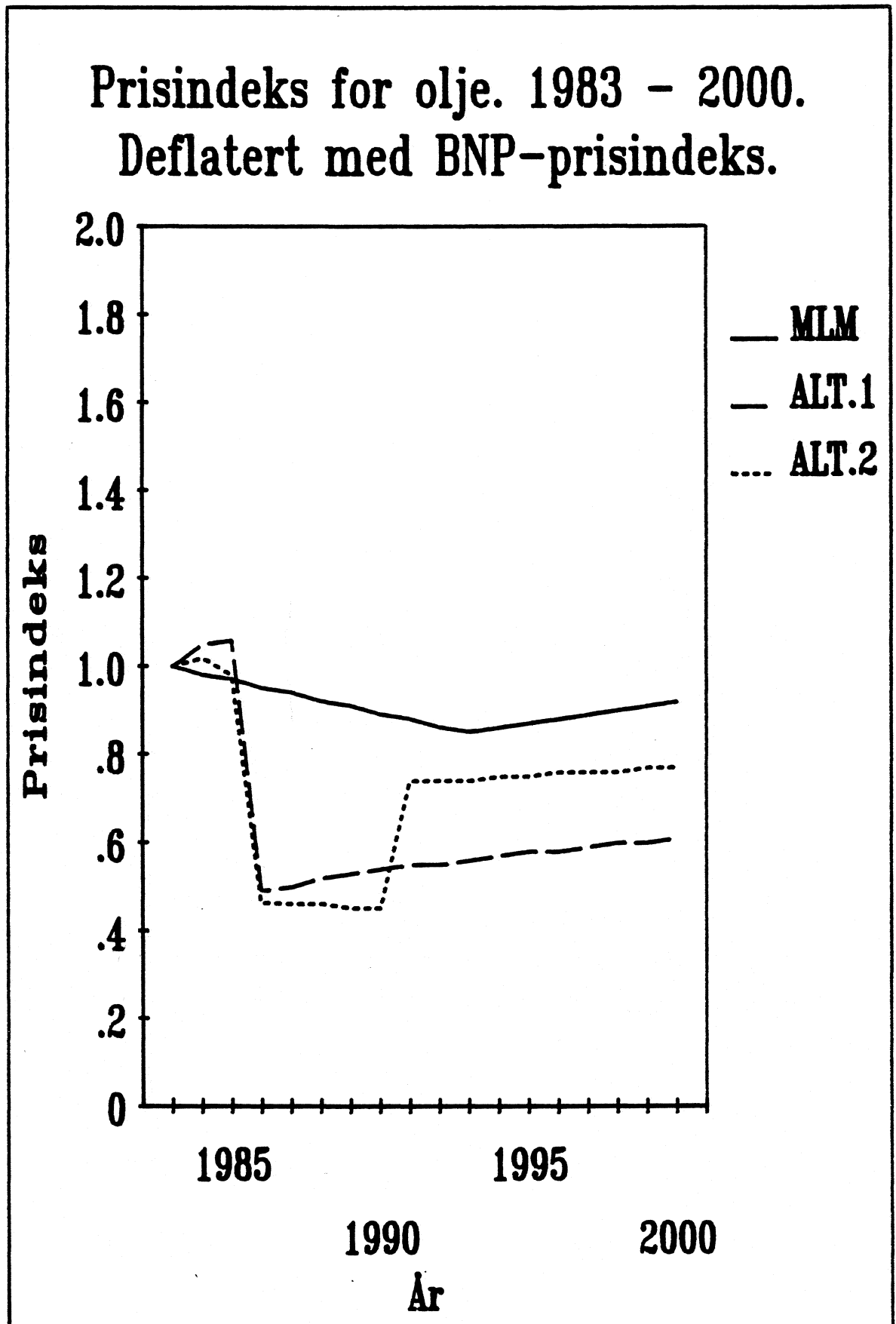
- Gjennomsnittlig årlig vekst i BNP er 1.9% for perioden 1983-2000. Utenom oljevirkksomheten er veksten 2.2% per år.
- Veksten i privat konsum er 2.8% i gjennomsnitt per år.
- Veksten i servicenæringer er noe større enn veksten i BNP, mens veksten i industri og primærnæringer er noe lavere.

Nedenfor er det redegjort for de endringer i forutsetninger som de justerte beregningene (ALT.1) bygger på. Der hvor intet annet er angitt, er antakelser i beregninger av den alternative vekstbanen identiske med forutsetningene lagt til grunn i referansealternativet (MLM).

## 2.2 Endringer i økonomiske forutsetninger; ALT.1

- a) I MLM-alternativet er realprisen på råolje i hele framskrivningsperioden antatt å være omtrent konstant lik prisen i 1983 (USD 29 = NOK 211.7 per fat). Den nominelle prisen (variabel B66 i MSG-modellen) var antatt å stige med 5% per år fram til 1993 og med 5.8% per år i perioden etter 1993. I ALT.1 beregningene er den nominelle prisen satt lik registrert løpende pris for tidsrommet 1983 - 1986. Videre er anslagene for prisutviklingen fram mot 1992 redusert slik at løpende pris i 1991 blir USD 20 per fat. Deretter antas oljeprisen å øke med 5% per år, slik at prisen i år 2000 blir USD 31. En konstant dollarkurs på USD 1 = NOK 7 er antatt for perioden etter 1985. Prisbanen for råolje benyttet i ALT.1-alternativet er vist i tabell 2.1. Oljeprisbanen i faste priser er vist i figur 2.1, sammen med tilsvarende baner for MLM- og ALT.2-alternativene. (ALT.2-alternativet vil bli kort diskutert i avsnitt 4.)

Figur 2.1. Realprisutviklingen for olje. Alternativ MLM, ALT.1 og ALT.2. Indeks 1983 = 1.0.

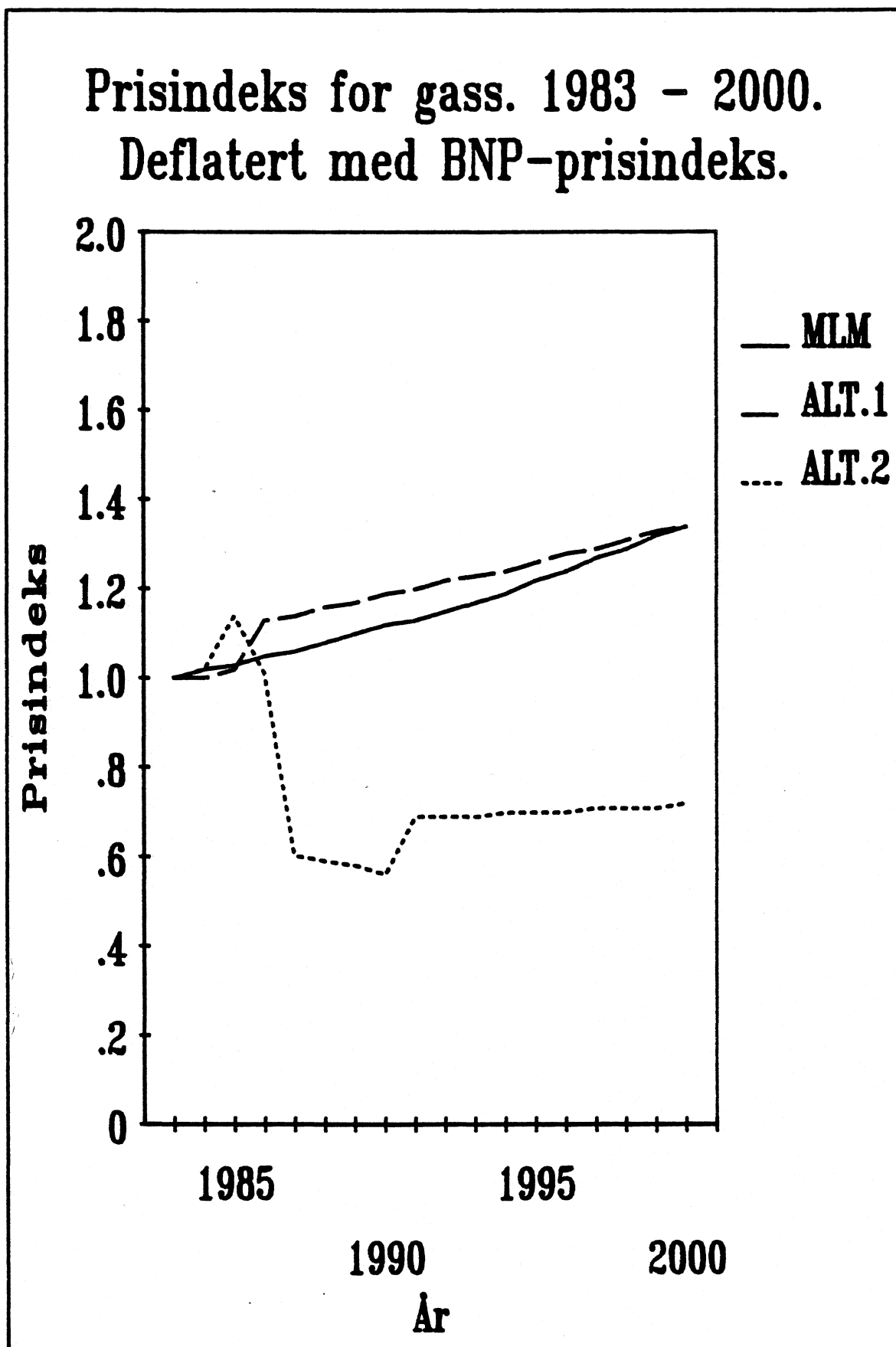


Tabell 2.1. Pris på råolje per fat, 1983 - 2000.  
ALT.1. Nominelle priser.

| År   | NOK   | USD  | Årlig prosentvis vekst |
|------|-------|------|------------------------|
| 1983 | 211.7 | 29   |                        |
| 1984 | 232.5 | 28.5 | 9.8                    |
| 1985 | 242   | 27.2 | 4.1                    |
| 1986 | 106.5 | 15.2 | -55.9                  |
| 1987 | 112   | 16   | 5.2                    |
| 1988 | 119   | 17   | 6.2                    |
| 1989 | 126   | 18   | 5.9                    |
| 1990 | 133   | 19   | 5.5                    |
| 1991 | 140   | 20   | 5.3                    |
| 1992 | 147   | 21   | 5.0                    |
| .    | .     | .    | 5.0                    |
| .    | .     | .    | 5.0                    |
| 2000 | 217   | 31   | 5.0                    |

- b) Veksten i den nominelle pris for naturgass (variabel B67 i MSG-modellen) er i ALT.1 beregningene holdt uendret (relativt til referansealternativet) fram til år 1993, men er deretter redusert fra 5.8% til 5.0% per år fra 1994 til år 2000. 5.0% per år tilsvarer den antatte veksttakten i råoljeprisen i denne perioden. Årsaken til antakelsen om uendret veksttakt i gassprisen for årene fra 1983 til 1993 er dels at kontrakter om kjøp av gass som oftest er langsiktige kontrakter med mindre muligheter for kortsiktige og store variasjoner i pris, men også manglende kunnskap om hvilke effekter store endringer i råoljeprisen vil ha for nivået på gassprisen. Det er grunn til å tro at anslaget i ALT.1 overvurderer oppnåelig pris for norsk gass i en periode framover. Imidlertid har den antatte gasspris liten direkte innflytelse på kostnadsutviklingen i norsk økonomi, men vil selvfølgelig bety endel for handelsbalansen og nasjonalinntekten. Realprisutviklingen for naturgass i de tre alternativene MLM, ALT.1 og ALT.2 er vist i figur 2.2.
- c) Importandelene (variabel HB i MSG-modellen) for varer som også produseres innenlands, er i MSG-4E modellen eksogent bestemt. I ALT.1 beregningene er disse justert for endel viktige importvarer (se tabell 2.2). Endringene er basert på en antatt prisøkning av disse varene på omtrent 10% i 1990 (sammenliknet med tidligere antakelser). Denne prisøkningen kan dels tilskrives effekten av devalueringen av den norske kronen, dels forventede endringer i konkuransesevnen til norsk industri. På bakgrunn av data i [4] er priselastisiteten for importvarene satt lik  $-0.5/-0.3$ , avhengig av vareslag. Årlige vekstrater i importandelene for årene fra 1990 til år 2000 er beholdt uendret fra referansealternativet. Endringer i gjennomsnittlig årlig vekst for de varer som omfattes av importandelsendringer i de justerte beregningene er gjengitt i tabell 2.2.

Figur 2.2. Realprisutviklingen for gass. Alternativ MLM, ALT.1 og ALT.2. Indeks 1983 = 1.0.



Tabell 2.2. Gjennomsnittlig årlig vekst i importandeler. 1984-1990. Prosent.

| Vare                                   | Varenummer | Gjennomsnittlig årlig vekstrate (prosent) |           |
|--|------------|---|-----------|
|  |            | MLM                                       | ALT.1     |
| Foredlete jordbruks- og fiskeprodukter | 16         | 3.0                                       | --> 2.15  |
| Tekstil- og bekledningsvarer           | 18         | 1.0                                       | --> 0.49  |
| Kjemiske og mineralske produkter       | 27         | 0.3                                       | --> -0.55 |
| Treforedlingsprodukter                 | 34         | 3.0                                       | --> 2.15  |
| Kjemiske råvarer                       | 37         | 1.7                                       | --> 0.85  |
| Metaller                               | 43         | 1.15                                      | --> 0.64  |
| Verkstedprodukter                      | 45         | 0.3                                       | --> -0.55 |

Det er verdt å merke seg at veksten i importandeler av kjemiske-, mineralske-, og verkstedprodukter er noe lavere enn i referansealternativet.

- d) Basisprisindeksen (variabel B i MSG-modellen) for ikke-konkurrerende importvarer, se tabell 2.3, er eksogent bestemt i MSG-4E modellen, og økes med 10% i 1990 sammenliknet med prisindeksen i mellomalternativet i Regjeringens Langtidsprogram. Dette medfører en økning i gjennomsnittlig årlig prisvekst, fra 3.2% til 4.8% for perioden 1984 -1990 for følgende varer:

Tabell 2.3. Ikke-konkurrerende importvarer.

| Vare                        | Varenummer |
|-----------------------------|------------|
| Matvarer                    | B00        |
| Råvarer                     | B01        |
| Industrielle ferdigvarer    | B02        |
| Skipsfart m.v.              | B05        |
| Oljeutvinningsutstyr        | B06        |
| Nordmenns konsum i utlandet | B36        |

Vekstratene fra mellomalternativet beholdes uendret for årene etter 1990.

- e) Eksportvolumene (variabel A i MSG-modellen) i de viktigste eksportnæringene er øket med 10% i 1990 sammenliknet med tilsvarende tall i referansealternativet. Økningen skjer gradvis fram til 1990. Anslaget på 10% volumøkning i 1990 bygger på estimater av

priselastisiteter (se [5]), antatte effekter av devalueringen av den norske kronen og forventet forbedring i konkurranseevnen til tradisjonell norsk industri. Veksten i eksportvolumene etter 1990 er som i referansealternativet. Endringer i gjennomsnittlige prosentvise årlige vekstrater for de berørte eksportvarer er vist i tabell 2.4.

Tabell 2.4. Gjennomsnittlig årlig vekst i eksportvolumet, 1986-1990. Prosent.

| Vare                                   | Varenummer | Gjennomsnittlig årlig vekst (prosent) |       |
|--|------------|---------------------------------------|-------|
|  |            | MSG                                   | ALT.1 |
| Skogbruksprodukter                     | 12         | 0.0                                   | 2.4   |
| Fisk                                   | 13         | 18.0                                  | 20.9  |
| Foredlete fiske- og jordbruksprodukter | 16         | 3.0                                   | 5.5   |
| Kjemiske og mineralske produkter       | 27         | 2.5                                   | 2.7   |
| Treforedlingsprodukter                 | 34         | 1.7                                   | 4.2   |
| Kjemiske råvarer                       | 37         | 1.8                                   | 4.3   |
| Metaller                               | 43         | 1.1                                   | 3.5   |
| Verkstedsprodukter                     | 45         | 4.5                                   | 7.0   |
| Utenriks sjøfart                       | 60         | 1.2                                   | 3.6   |

- f) I tillegg til endringer i eksportvolumene er den eksogene produksjonen i fiske (sektor 13 i MSG-modellen), økt med 10% i 1990 sammenliknet med det tilsvarende produksjonsnivået i referansealternativet. Dette gir en økning i den gjennomsnittlige prosentvise årlige vekst i perioden 1986-1990 fra 6.0% til 8.6%. Den vesentligste begrunnelsen til denne økningen er framveksten av havbruksnæringen i Norge.
- g) Investeringer i oljesektoren (variabel JKS64 i MSG-modellen) reduseres i ALT.1 alternativet med ca. 20% fra 1986 til 1987 og med vel 30 prosent fra 1987 til 1988. Deretter er de relativt stabile fram til 1995, da de igjen avtar med ca. 30% årlig fram til år 2003. I dette året er oljeinvesteringene på under halvparten av nivået i referansealternativet.

### 2.3 Virkninger på økonomien av endrete forutsetninger.

I tabell 2.5 sammenholdes endel økonomiske hovedstørrelser fra de justerte beregningene (ALT.1) for året 2000 med tilsvarende tall fra referansealternativet. Alle beløp er i milliarder 1983-kroner.

Tabell 2.5. Beregnet tilgang og bruk av varer og tjenester i år 2000. Milliarder 1983-kroner.

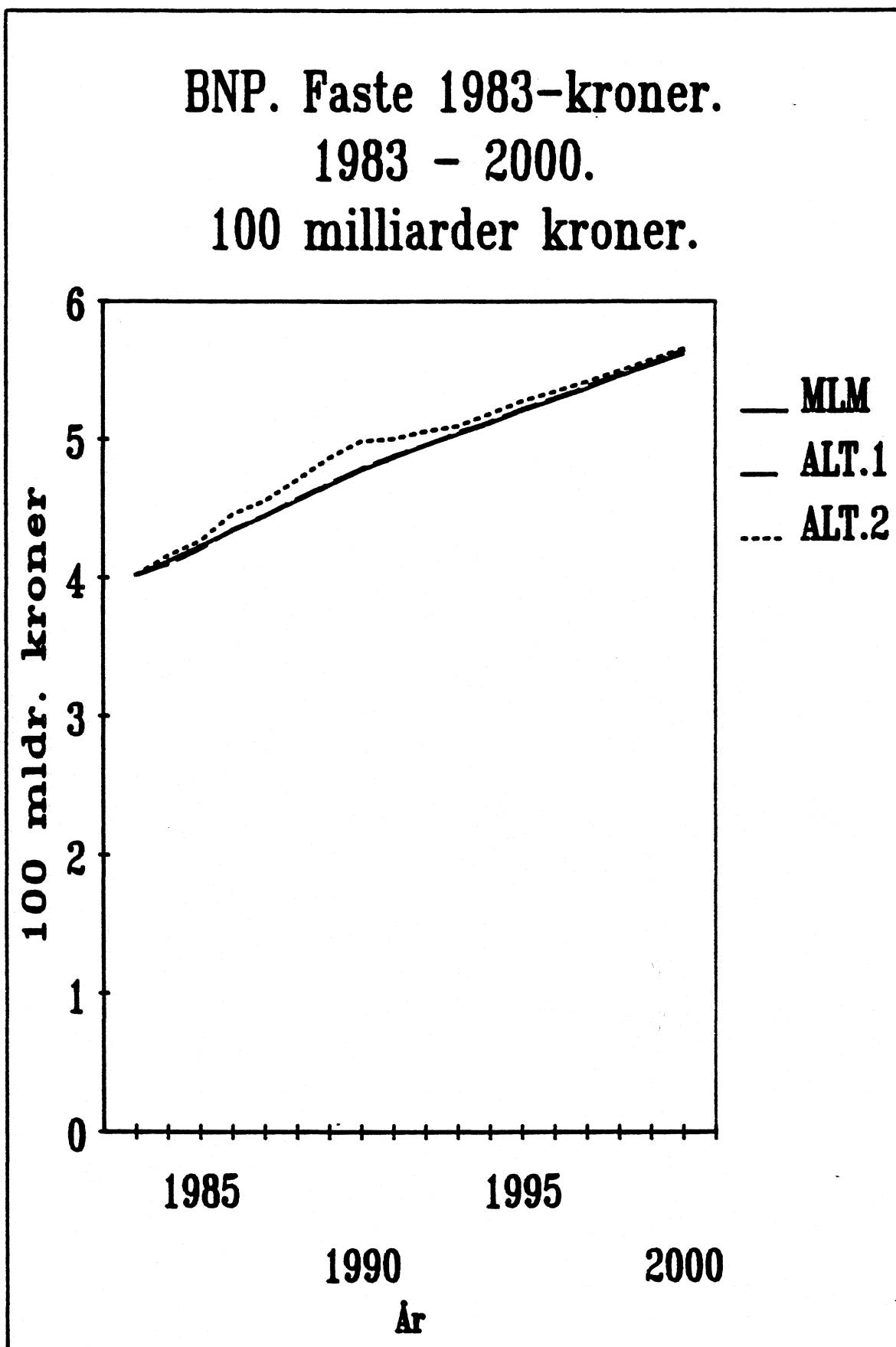
|                    | Referanse<br>alternativ<br>MLM | Justerte<br>beregninger<br>ALT.1 | Avvik i<br>prosent |
|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| BNP                | 562.1                          | 563.7                            | 0.3                |
| + Import           | 256.7                          | 251.1                            | -2.2               |
| = Tilgang          | 818.8                          | 814.8                            | -0.5               |
| - Eksport          | 253.2                          | 265.9                            | 5.0                |
| = Innenlandsk bruk | 565.6                          | 548.9                            | -3.0               |
| Privat konsum      | 309.6                          | 306.3                            | -1.1               |
| Offentlig konsum   | 119.0                          | 119.0                            | 0.0                |
| Investeringer      | 136.4                          | 123.0                            | -9.8               |

Endringene i de økonomiske hovedstørrelsene BNP, privat konsum og total tilgang på varer og tjenester kan betegnes som moderate eller små (stort sett mindre enn 1% avvik). Utviklingen i BNP og privat konsum for de tre alternativene MLM, ALT.1 og ALT.2 er vist i figurene 2.3 og 2.4. Derimot er nedgangen i investeringer (vesentlig oljeinvesteringer) og økningen i eksportvolumet relativt store; henholdsvis -10% og +5%. Forverringen i handelsbalansen (i løpende priser) er allikevel betydelig. I år 2000 er tallene som følger (milliarder kroner):

Referansealternativet (MLM): +12.7 mdr. kr.  
Justerte beregninger (ALT.1): + 1.8 mdr. kr.

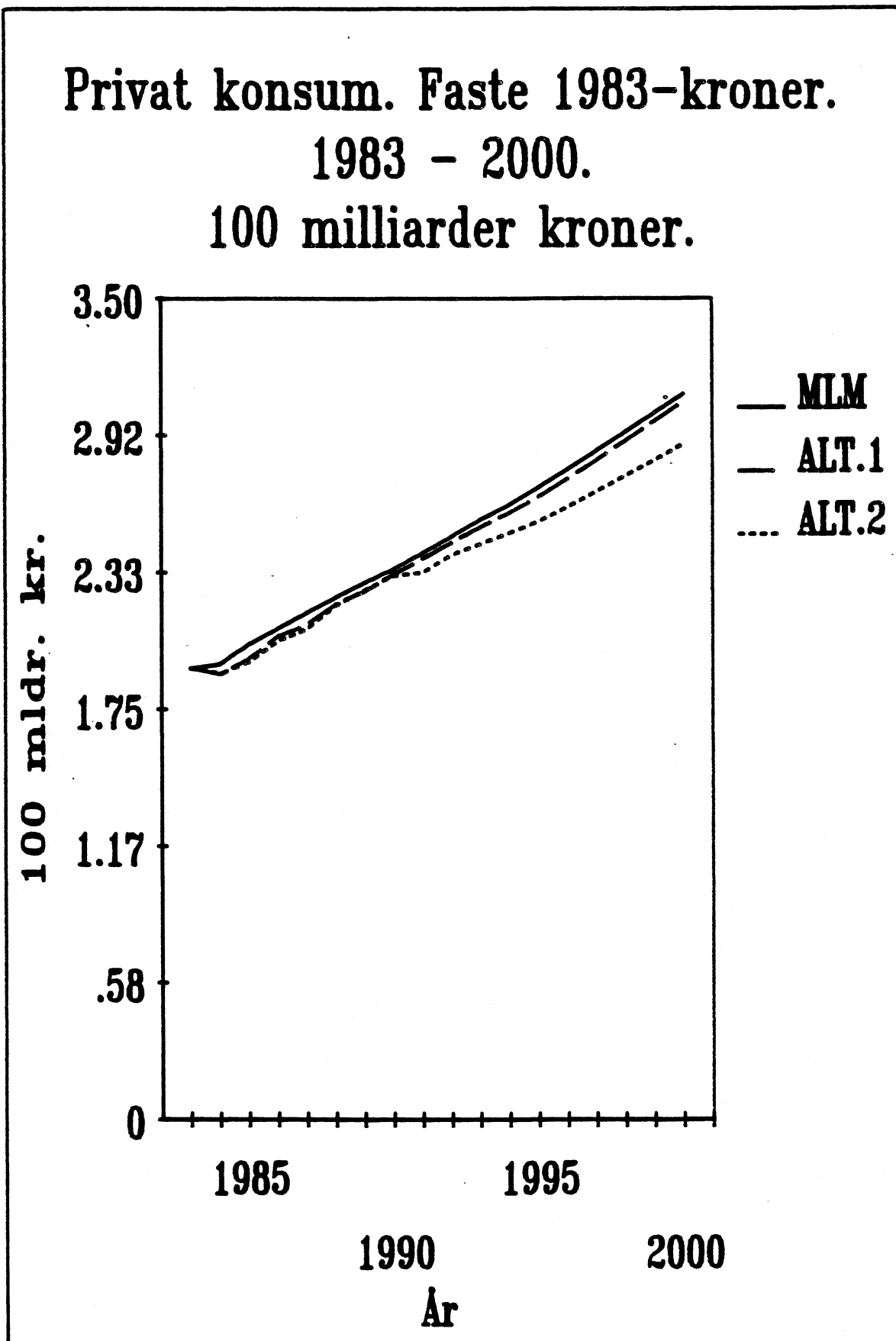
Regnet i prosent er reduksjonen i overskuddet på handelsbalansen i år 2000 på vel 85%. Betydningen av dette for Norges gjeldssituasjon, vil bli diskutert nedenfor.

Figur 2.3. BNP 1983 - 2000. 100 milliarder. 1983-kroner.





Figur 2.4. Privat konsum 1983 - 2000. 100 milliarder. 1983-kroner.



Totaleffekten på økonomien av endrete forutsetninger i de justerte beregningene (ALT.1) relativt til mellomalternativet (MLM), kan forklares utfra følgende forhold:

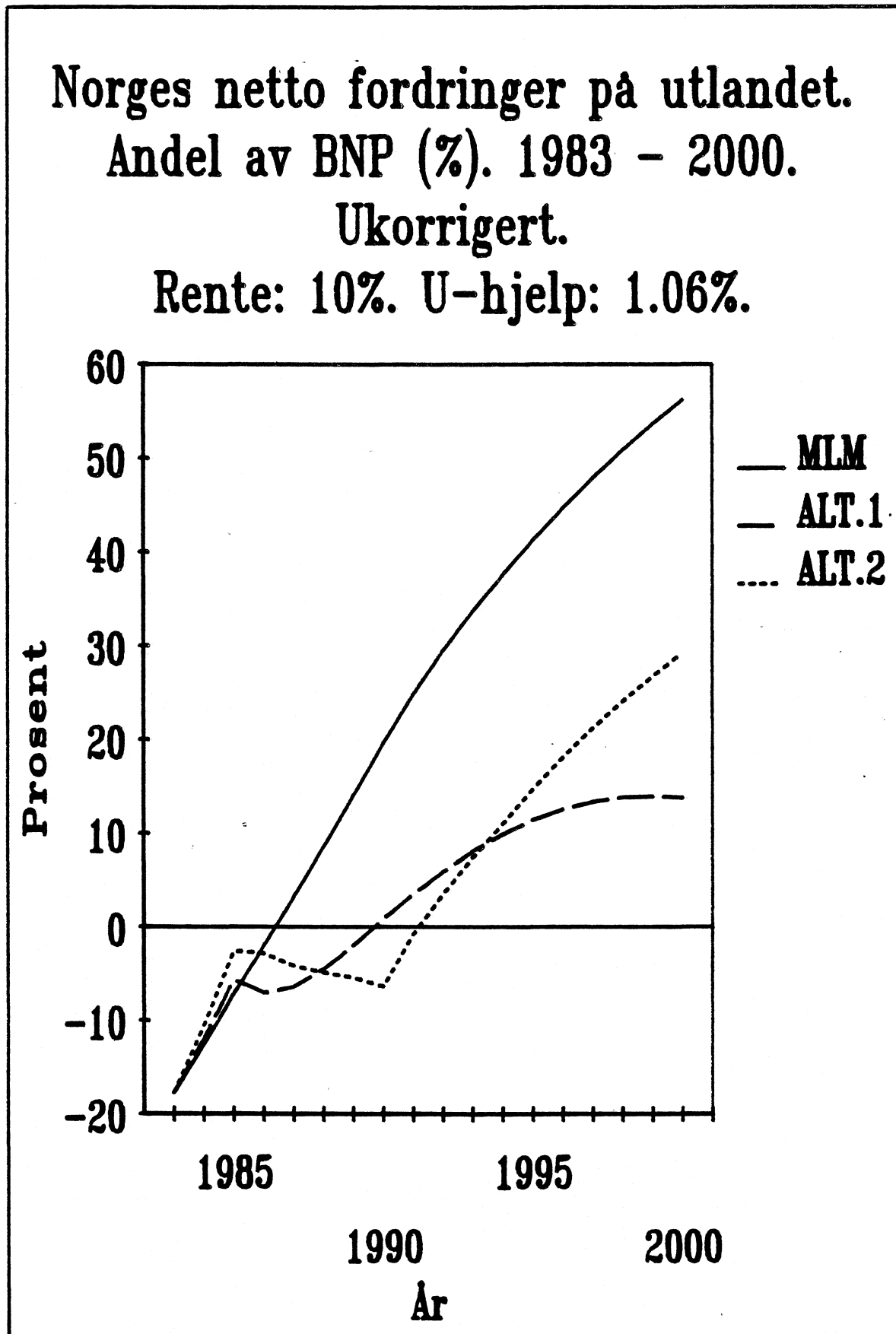
- a) Svikten i eksportinntektene fra olje slår isolert sett bare ut i handelsbalansen. Alene gir dette et betydelig underskudd i år 2000 på nesten 30 milliarder kroner i løpende priser. (Gassprisen er omtrent uendret i de justerte beregningene, noe som antakelig bidrar til en kunstig god handelsbalanse).

Lavere innenlands pris på oljeprodukter gir et generelt lavere prisnivå gjennom lavere priser på energiinnsatsfaktorer. Økt etterspørsel etter energi gir også økt etterspørsel etter kapital siden disse to innsatsfaktorene er komplementære i de fleste produksjonssektorer. Lavere prisnivå og øket produksjonskapasitet bidrar til at BNP utenom oljevirkksomheten øker i forhold til referansealternativet.

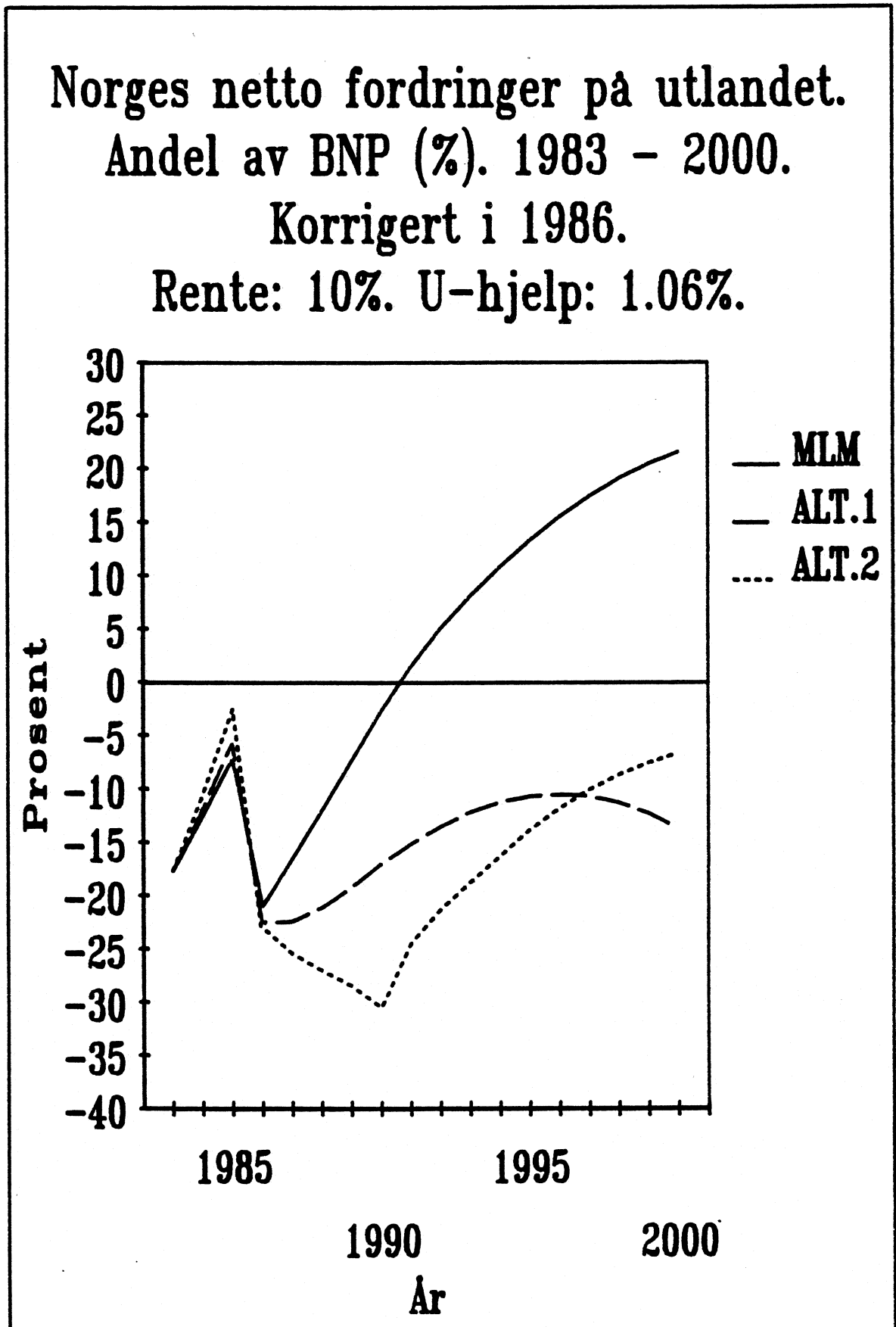
- b) Reduserte importandeler gir redusert innenlands tilgang på varer og tjenester. Importverdien stiger imidlertid (i løpende priser) som følge av økte importpriser. Endel produksjonsressurser brukes til å erstatte reduksjonen i importvolumet, på bekostning av privat konsum og investeringer. Dette trekker BNP noe ned.
- c) Økt eksport fra endel næringer gjør at disse legger beslag på en større andel av arbeidskraft, kapital og annet vareinnsats. Dette tas fra skjermete sektorer (f.eks. tjenesteyting). Dermed blir det mindre til privat konsum. Isolert sett forbedres handelsbalansen. Produksjonsøkningen i primærnæringene har samme effekt.
- d) Reduserte investeringer i oljesektoren frigjør isolert sett ressurser for annen innenlands bruk. Samtidig forbedres handelsbalansen noe, siden oljeinvesteringene har en høy importandel.

Figur 2.5 viser Norges netto fordringer på utlandet i ALT.1 fra 1983 til år 2000 regnet i prosent av BNP. Tilsvarende baner for referansealternativet og ALT.2 er også tegnet inn. Figuren er tegnet med utgangspunkt i at netto gjeld til utlandet i 1983 var på ca. 90 milliarder kroner. Det er regnet med en rentefot på 10% per år for gjeld henholdsvis avkasting på finansielle fordringer. Figuren viser en reduksjon av Norges fordringer på utlandet fra ca. 60% av BNP i referansealternativet til vel 10% i ALT.1-alternativet i år 2000. Modelberegningene antyder en utenlandsgjeld på godt under 10% av BNP i 1986.

Figur 2.5. Norges netto fordringer på utlandet som andel av BNP. 1983-2000. Prosent.



Figur 2.6. Norges korrigerede netto fordringer på utlandet som andel av BNP. 1983 - 2000. Prosent.



Modellberegningene, med basisår 1983, anslår Norges nettogjeld til utlandet til å være mellom ca. 10 og 30 milliarder kroner ved utgangen av 1986 avhengig av beregningsalternativet. Imidlertid tyder de siste anslagene på at gjelden innen utgangen av året kan komme opp i ca. 100 milliarder kroner, svarende til vel 20% av BNP. I Figur 2.6 er det korrigert for dette. Den korrigerede betalingsbalansen viser da tildels store underskudd for begge de alternative beregningene. Det real-økonomiske bildet tegnet i ALT.1 og ALT.2 kan derfor synes urealistiske. Det er imidlertid vanskelig å si noe nå om hvilke ytterligere tiltak som kan bli aktuelle om bildet tegnet i de alternative beregningene for utviklingen i de nærmeste årene skulle vise seg å bli noenlunde korrekt. Utslippsberegningene presentert i avsnitt 3 og 4 er derfor likevel basert på disse alternativene.

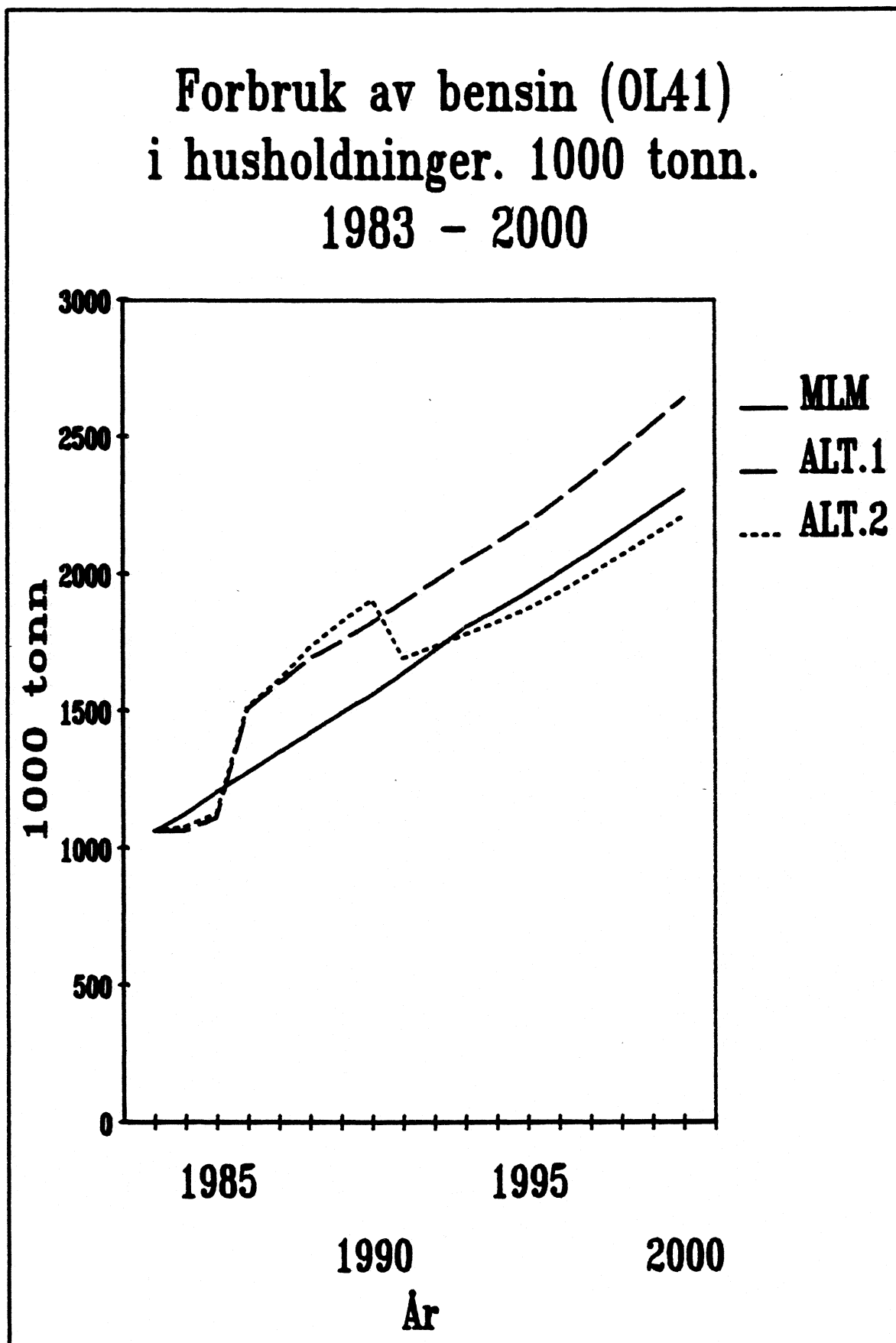
Det er tre modellstørrelser som er av særlig betydning for beregningen av framtidige utslipp til luft; forbruk av fyringsoljer (vare OL42 i MSG-modellen), forbruk av bensin (vare OL41 i MSG-modellen) og vareinnsatsen (betegnet med M) i produksjonen. De to oljevarene gir opphav til forbrenningsutslipp (fra stasjonære og mobile kilder), mens prosessutslipp fra industrien er forutsatt å være proporsjonal med vareinnsatsen i produksjonen. Samlet prosentvis økning i forbruket av fossile brenslere og vareinnsats i det justerte alternativet (ALT.1) relativt til referansealternativet (MLM) i årene 1993 og 2000, er vist i tabell 2.6.

Tabell 2.6. Prosentvis avvik i forbruk av fyringsoljer (OL42), bensin (OL41) og annen vareinnsats (M) i alternativ ALT.1 relativt til MLM. 1993 og 2000.

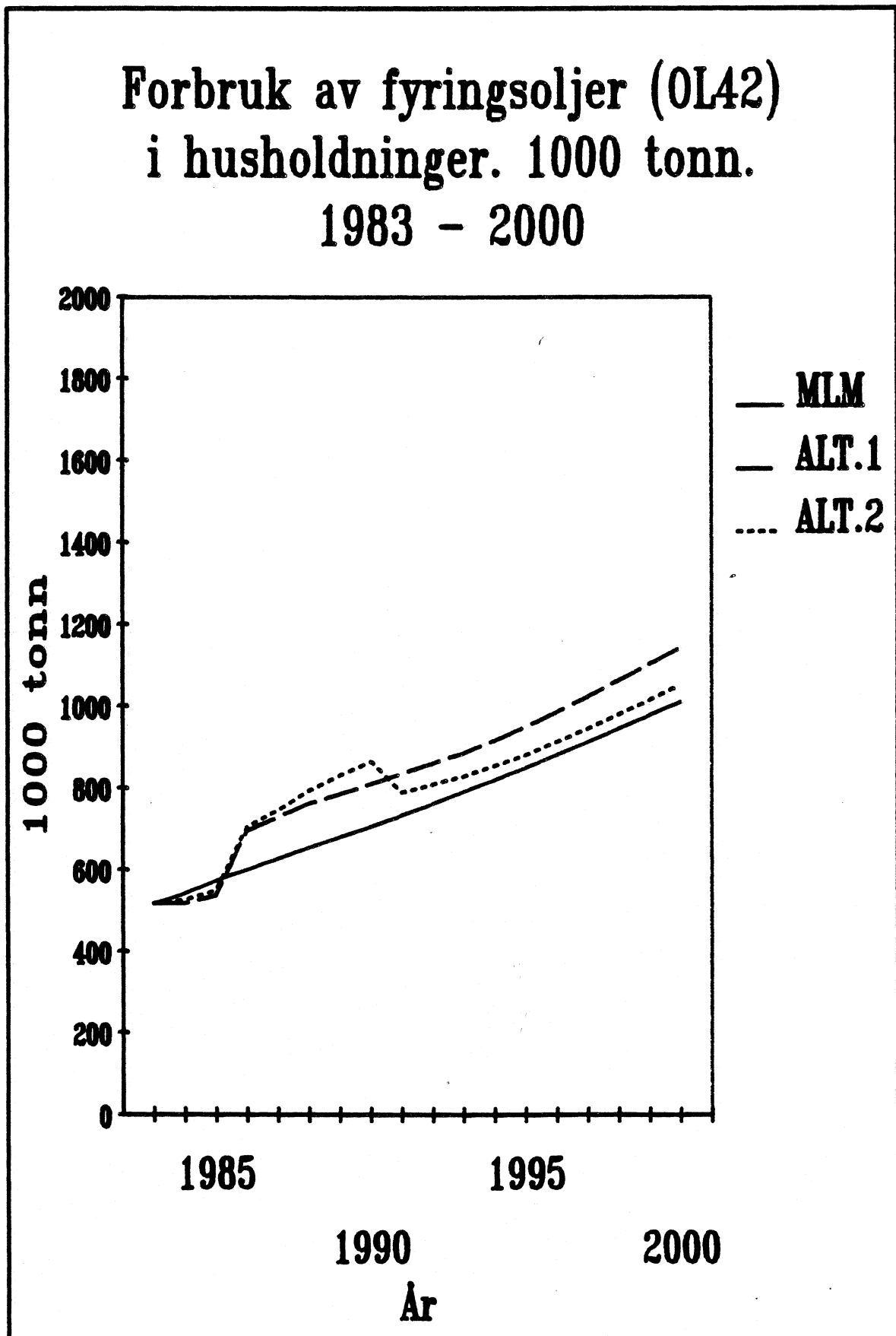
| Vare         |      | 1993 | 2000 |
|--------------|------|------|------|
| Bensin       | OL41 | 15.5 | 16.6 |
| Fyringsoljer | OL42 | 15.6 | 15.8 |
| Vareinnsats  | M    | 2.0  | 2.2  |

Endringer i forbruket av fossile brenslere må sies å være betydelig, mens endringer i vareinnsatsen er liten. Dette tyder på at den viktigste årsaken til økning i oljeforbruket (og relaterte utslipp) er en overgang fra elektrisitet til olje i produksjonen og private husholdninger, kombinert med økning i transporttjenester (som krever liten annen vareinnsats). Forbruket av bensin og fyringsolje i private husholdninger er illustrert i figurene 2.7 og 2.8 nedefor. Reduksjonen i elektrisitetsforbruket i husholdningene er ca. 4% i alternativ ALT.1 jevnført med referansealternativet MLM i 1993 og år 2000. (Samlet netto forbruk innenlands går derimot opp med ca 3% i 1993 og år 2000). Tabell 2.7 viser øvrige strukturendringer i det private konsum i år 2000.

Figur 2.7. Forbruk av bensin i husholdninger. 1983 - 2000. 1000 tonn.



Figur 2.8. Forbruk av fyringsolje i husholdninger. 1983 - 2000. 1000 tonn.



Tabell 2.7. Prosentvise avvik i sammensetningen av privat konsum målt i faste (1983) priser mellom alternativ ALT.1 og MLM. År 2000.

| Konsumvare                       | Prosentvis avvik mellom MLM og ALT.1. |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Matvarer                         | -0.8                                  |
| Drikkevarer og tobakk            | -1.6                                  |
| Elektrisitet                     | -4.2                                  |
| Brensel                          | 12.9                                  |
| Driftsutg. til egen transport    | 14.5                                  |
| Andre varer                      | -1.9                                  |
| Klær og skotøy                   | -0.9                                  |
| Andre husholdningsvarer          | -1.6                                  |
| Andre fritidsvarer               | -2.2                                  |
| Kjøp av egne transportmidler     | 5.9                                   |
| Møbler og el. hush. artikler     | -2.2                                  |
| Varige fritidsgoder              | -3.1                                  |
| Bolig                            | -1.6                                  |
| Bruk av off. transport           | -1.3                                  |
| Helsepleie                       | 0.0                                   |
| Off. forestillinger og skolegang | -1.9                                  |
| Div. husholdningstjenester       | -0.9                                  |
| Andre tjenester                  | -1.1                                  |
| Nordmenns konsum i utlandet      | -13.3                                 |
| Totalt privat konsum             | -1.1                                  |

De fleste endringene i konsumsammensetningen er små eller moderate, men noen punkter er verdt å merke seg:

- Bruk av privat transport er øket med nærmere 15%, til tross for at totalt konsum går noe ned (-1.1%).
- Kjøp av brensel (fyringsolje) øker med 13%, men forbruket av elektrisitet i private husholdninger reduseres med vel 4%.
- Nordmenns konsum i utlandet er kraftig redusert (-13.3%).

Endringer i energivarerelatert konsum forklares ved endringer i relative priser, det vil si billigere olje. Nedgangen i feriereiser og lignende er en konsekvens av økte priser i utlandet i forhold til det norske (devaluerte) prisnivået.

Tabell 2.8 viser endringer i produksjonen i aggregerte sektorer for årene 1993 og 2000. Sektorstrukturen i MSG-4E modellen og definisjonen av aggregerte sektorer er gitt i [6].



Tabell 2.8. Produksjon i milliarder 1983 kroner. 1993 og 2000. Prosentvis avvik.

| Ar:                    | 1993                     |                          |                    | 2000                     |                          |                    |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
|                        | Referanse<br>alt.<br>MLM | Justert<br>alt.<br>ALT.1 | Avvik i<br>prosent | Referanse<br>alt.<br>MLM | Justert<br>alt.<br>ALT.1 | Avvik i<br>prosent |
| Sektor                 |                          |                          |                    |                          |                          |                    |
| Primærnæringer         | 35.7                     | 38.6                     | 8.1                | 37.3                     | 40.2                     | 7.7                |
| Treforedling           | 13.0                     | 14.2                     | 9.6                | 13.0                     | 14.4                     | 10.8               |
| Kraftkrevende industri | 32.0                     | 35.7                     | 11.5               | 32.7                     | 36.7                     | 12.3               |
| Annen industri         | 220.5                    | 225.9                    | 2.4                | 248.0                    | 254.4                    | 2.6                |
| Tjenesteyting          | 272.6                    | 272.1                    | -0.2               | 315.0                    | 314.9                    | -0.1               |
| Transporttjenester     | 95.4                     | 98.4                     | 3.2                | 107.8                    | 111.1                    | 3.1                |
| Andre næringer         | 220.8                    | 217.9                    | -1.3               | 232.9                    | 230.8                    | -0.9               |
| Totalt                 | 890.0                    | 902.7                    | 1.4                | 986.7                    | 1002.4                   | 1.6                |

Fra tabell 2.8 ser vi at endringen i total produksjon er relativt liten, mens fordelingen mellom aggregerte sektorer tildels er betydelig. Vi har en svak nedgang i Tjenesteytende- og Andre næringer, mens Primærnæringerne, Treforedling og Kraftintensiv industri øker sin produksjon med omlag 10% (som følge av øket eksport). Innenfor hver enkelt sektor vil billigere olje føre til substitusjon av olje for elektrisitet og energi for andre innsatsfaktorer, særlig arbeidskraft. Elektrisitetsforbruket i kraftkrevende industri og treforedling øker for eksempel med ca. 13% i 1993 og år 2000 i ALT.1-alternativet sammenliknet med referansealternativet.

Denne strukturendringen i økonomien vil nødvendigvis slå ut ulikt for de ulike forurensningskomponenter. Dette vil bli tatt opp i neste avsnitt.

### 3. Framtidige utslipp til luft; ALT.1

Basert på det økonomiske scenariet ALT.1 presentert i forrige avsnitt, kan justerte framskrivninger av utslipp til luft beregnes. En diskusjon av framgangsmåte ved, og forutsetninger for, disse beregningene finnes bl.a. i [6] og [7]. Kort fortalt framskrives tre klasser av utslipp:

- i) Utslipp som skyldes stasjonær forbrenning av fossile brensler. Disse framskrives med forbruket av fyringsoljer i MSG-modellen (variabel OL42). De sektoravhengige utslippskoeffisientene er justert for innføringen av nye forskrifter om maksimalt svovelinnhold i fyringsoljer, gjeldene fra 1.1.1986. Kildene til disse utslippene betegnes "Stasjonære kilder" i tabellene nedenfor.
- ii) Utslipp fra mobile kilder. Disse utslippene framskrives stort sett med forbruket av bensin i de ulike sektorer (variabel OL41 i MSG-modellen). Unntaket er sektorer hvor det i det vesentligste blir brukt andre transportoljer (marine oljer o.l.) som brennstoff. Utslipp fra disse sektorer framskrives med OL42.
- iii) Utslipp fra (andre) industrielle prosesser. Disse utslippene framskrives med vareinnsatsen (M) i sektorene.

Utslipp i 1983 danner basis for beregning av utslippskoeffisientene. Referanse [6] presenterer framskrivninger av utslipp av svoveldioksid ( $SO_2$ ), nitrogenoksider ( $NO_x$ ), karbonmonoksid (CO) og bly (Pb) på et detaljert sektornivå, basert på referansealternativets beregninger av langsiktig økonomisk vekst. Rapporten inneholder også en vurdering av noen mulige tiltak for å redusere  $SO_2$  utslippene. For en mer generell diskusjon om tolkning og bruk av utslippsframskrivninger henviser vi til [8].

I tabellene 3.1 - 3.4 sammenholdes beregninger av utslipp av  $SO_2$ ,  $NO_x$ , CO og Pb i årene 1993 og 2000 basert på henholdsvis det justerte økonomiske scenariet beskrevet i forrige avsnitt og referansealternativet. Utslippstall for de to alternativene og prosentvise avvik blir gitt. Figurene 3.1 - 3.4 illustrerer resultatene for hele perioden 1983 - 2000, og viser dessuten utslippsberegninger basert på ALT.2-alternativet (som vil bli drøftet nærmere i avsnitt 4). I disse beregningene forutsettes ingen tiltak mot luftforurensninger utover de innførte bestemmelser om maksimalt svovelinnhold i fyringsoljer, og det som ligger implisitt i de tekniske endringsratene i MSG-modellen.

Det er grunn til å tro at utslipp til luft fra primærnæringene er noe overvurdert i de alternative beregningene. Havbruket er en virksomhet som ikke har samme energibehov som tradisjonelt fiske. I den grad veksten i primærnæringene skyldes ekspansjon innen havbruk, blir utslippene anslått for høyt. Justeringer for dette er allikevel beskjedne, og er ikke tatt hensyn til her.

Tabell 3.1. Beregnede utslipp av SO<sub>2</sub> i år 1993 og 2000. Tusen tonn. Prosentvise avvik.

| Ar:                    | 1993         |               |                 | 2000         |               |                 |
|------------------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|
|                        | Ref.         | Justert       | Avvik i prosent | Ref.         | Justert       | Avvik i prosent |
|                        | alt.<br>MLM  | alt.<br>ALT.1 |                 | alt.<br>MLM  | alt.<br>ALT.1 |                 |
| Sektor                 |              |               |                 |              |               |                 |
| Primærnæringer         | 5.2          | 6.6           | 25.7            | 5.7          | 7.0           | 22.9            |
| Treforedling           | 7.5          | 8.4           | 11.4            | 7.3          | 8.2           | 12.6            |
| Kraftkrevende industri | 39.6         | 43.9          | 10.8            | 39.5         | 44.0          | 11.5            |
| Annen industri         | 38.9         | 44.2          | 13.6            | 42.2         | 48.0          | 13.8            |
| Tjenesteyting          | 5.9          | 7.0           | 19.6            | 6.7          | 8.1           | 20.4            |
| Transporttjenester     | 16.3         | 18.7          | 14.4            | 18.2         | 21.0          | 15.2            |
| Andre næringer         | 3.3          | 3.1           | -7.4            | 3.6          | 3.3           | -8.7            |
| Private husholdninger  | 6.6          | 7.4           | 12.1            | 8.4          | 9.5           | 13.4            |
| <b>Totalt</b>          | <b>123.4</b> | <b>139.2</b>  | <b>12.8</b>     | <b>131.6</b> | <b>149.1</b>  | <b>13.3</b>     |
| <b>Kildefordeling</b>  |              |               |                 |              |               |                 |
| Stasjonære kilder      | 34.5         | 40.9          | 18.6            | 38.2         | 45.6          | 19.4            |
| Andre prosesser        | 62.6         | 68.1          | 8.8             | 64.0         | 69.9          | 9.1             |
| Mobile kilder          | 26.3         | 30.2          | 14.7            | 29.4         | 33.7          | 14.6            |

Tabell 3.2. Beregnede utslipp av NO<sub>x</sub> i år 1993 og 2000. Tusen tonn. Prosentvise avvik.

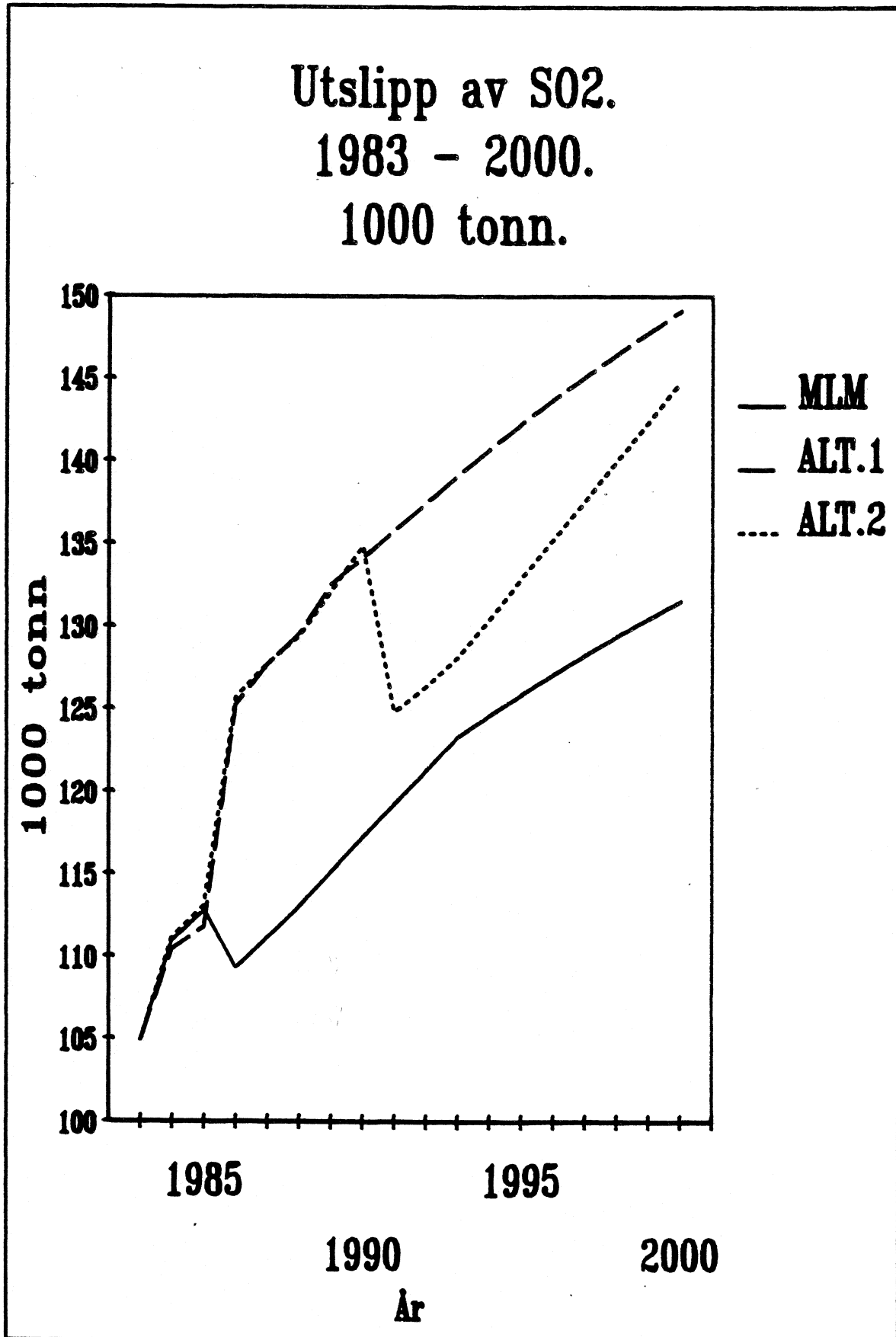
| Ar:                    | 1993         |               |                 | 2000         |               |                 |
|------------------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|
|                        | Ref.         | Justert       | Avvik i prosent | Ref.         | Justert       | Avvik i prosent |
|                        | alt.<br>MLM  | alt.<br>ALT.1 |                 | alt.<br>MLM  | alt.<br>ALT.1 |                 |
| Sektor                 |              |               |                 |              |               |                 |
| Primærnæringer         | 25.1         | 32.2          | 28.6            | 28.0         | 35.0          | 24.9            |
| Treforedling           | 2.2          | 2.5           | 14.5            | 2.1          | 2.4           | 15.8            |
| Kraftkrevende industri | 14.5         | 16.7          | 14.9            | 14.2         | 16.5          | 15.8            |
| Annen industri         | 19.6         | 22.5          | 14.7            | 21.6         | 24.8          | 15.1            |
| Tjenesteyting          | 20.9         | 26.0          | 24.7            | 24.1         | 30.4          | 25.9            |
| Transporttjenester     | 54.9         | 62.8          | 14.4            | 61.2         | 70.5          | 15.2            |
| Andre næringer         | 4.1          | 4.3           | 6.1             | 4.5          | 4.8           | 7.7             |
| Private husholdninger  | 52.2         | 59.1          | 13.2            | 66.7         | 76.3          | 14.4            |
| <b>Totalt</b>          | <b>193.4</b> | <b>226.2</b>  | <b>16.9</b>     | <b>222.4</b> | <b>260.7</b>  | <b>17.2</b>     |
| <b>Kildefordeling</b>  |              |               |                 |              |               |                 |
| Stasjonære kilder      | 28.5         | 33.5          | 17.4            | 30.7         | 36.3          | 18.2            |
| Andre prosesser        | 13.8         | 14.8          | 7.5             | 14.5         | 15.7          | 7.7             |
| Mobile kilder          | 151.1        | 177.9         | 17.7            | 177.2        | 208.8         | 17.8            |

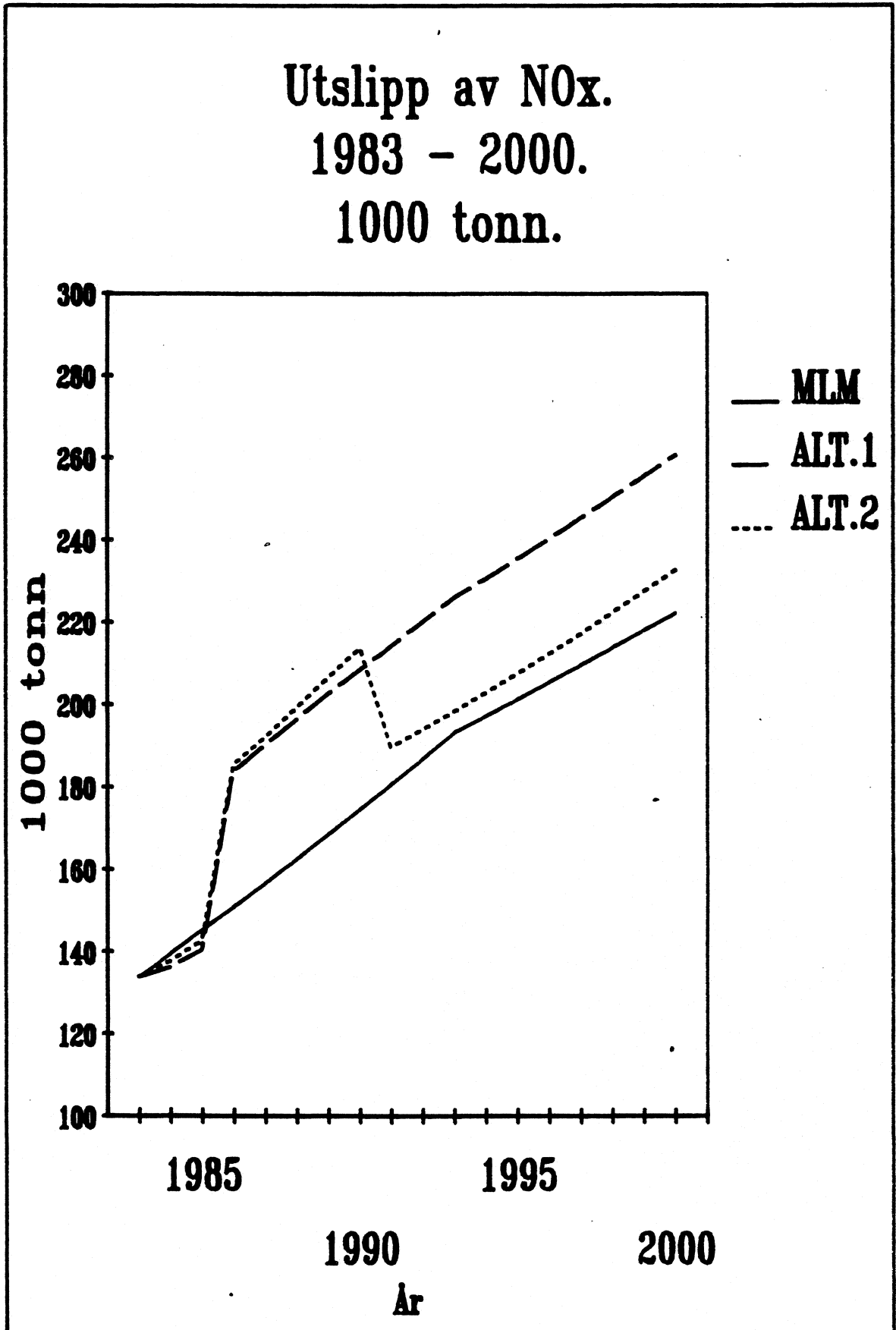
Tabell 3.3. Beregnede utslipp av CO i år 1993 og 2000. Tusen tonn. Prosentvise avvik.

| År:                    | 1993         |               |                 | 2000          |               |                 |
|------------------------|--------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|
|                        | Ref.         | Justert       | Avvik i prosent | Ref.          | Justert       | Avvik i prosent |
|                        | alt.<br>MLM  | alt.<br>ALT.1 |                 | alt.<br>MLM   | alt.<br>ALT.1 |                 |
| Sektor                 |              |               |                 |               |               |                 |
| Primærnæringer         | 29.4         | 34.2          | 16.3            | 30.5          | 35.3          | 15.7            |
| Treforedling           | 1.0          | 1.2           | 22.8            | 0.9           | 1.1           | 24.4            |
| Kraftkrevende industri | 45.5         | 51.9          | 13.9            | 45.2          | 52.1          | 15.2            |
| Annen industri         | 35.1         | 42.2          | 20.1            | 37.9          | 45.9          | 21.0            |
| Tjenesteyting          | 129.0        | 166.7         | 29.2            | 152.1         | 197.7         | 30.0            |
| Transporttjenester     | 52.4         | 60.0          | 14.4            | 58.5          | 67.3          | 15.1            |
| Andre næringer         | 14.2         | 15.6          | 10.0            | 15.7          | 17.6          | 12.3            |
| Private husholdninger  | 665.6        | 752.2         | 13.0            | 849.5         | 970.4         | 14.2            |
| <b>Totalt</b>          | <b>972.3</b> | <b>1123.9</b> | <b>15.6</b>     | <b>1190.3</b> | <b>1387.3</b> | <b>16.6</b>     |
| <b>Kildefordeling</b>  |              |               |                 |               |               |                 |
| Stasjonære kilder      | 155.2        | 174.7         | 12.6            | 194.8         | 221.5         | 13.7            |
| Andre prosesser        | 43.5         | 49.0          | 12.7            | 43.8          | 49.8          | 13.7            |
| Mobile kilder          | 773.6        | 900.2         | 16.4            | 951.7         | 1116.0        | 17.3            |

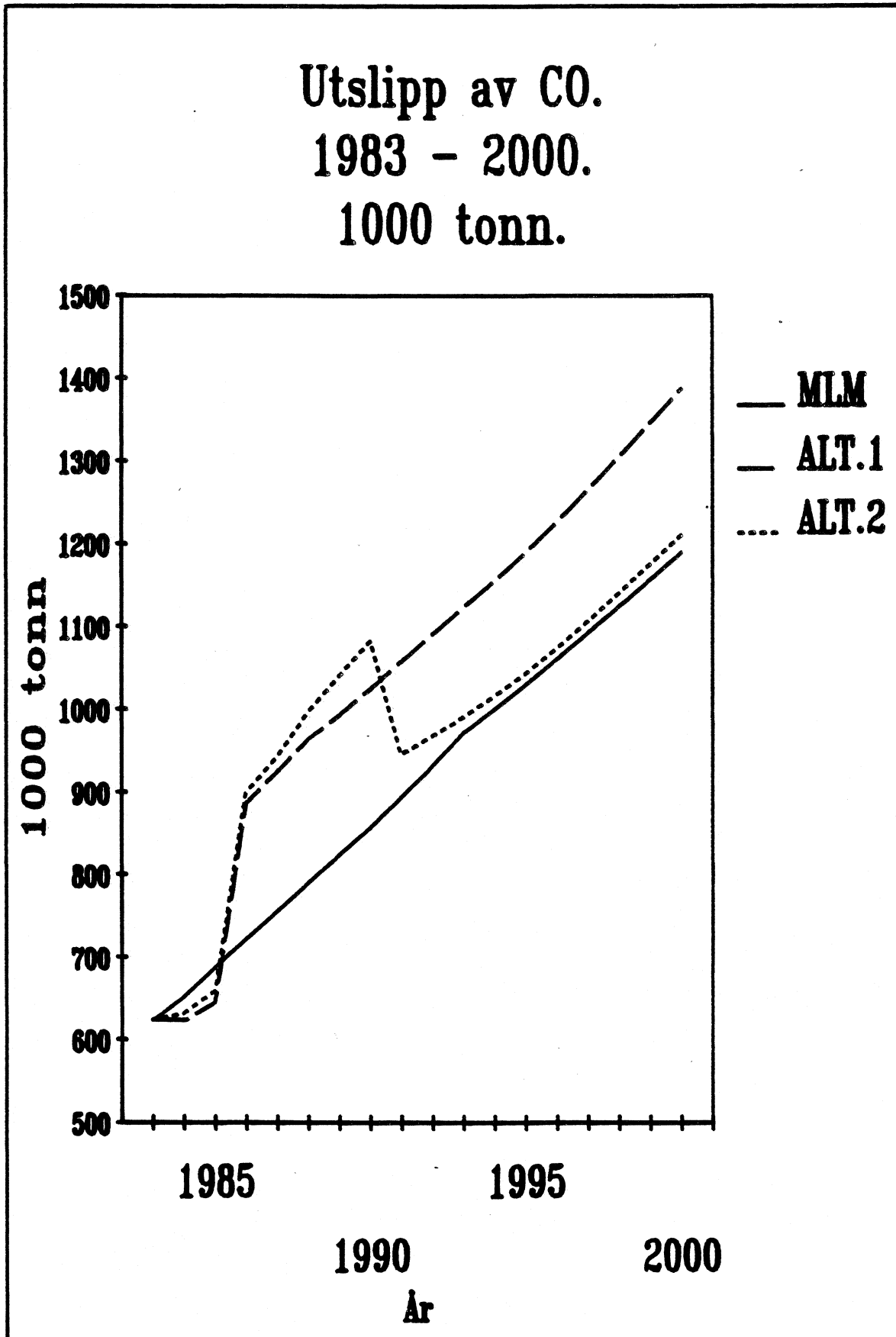
Tabell 3.4. Beregnede utslipp av Pb i år 1993 og 2000. Tonn. Prosentvise avvik.

| År:                    | 1993          |               |                 | 2000          |                |                 |
|------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|
|                        | Ref.          | Justert       | Avvik i prosent | Ref.          | Justert        | Avvik i prosent |
|                        | alt.<br>MLM   | alt.<br>ALT.1 |                 | alt.<br>MLM   | alt.<br>ALT.1  |                 |
| Sektor                 |               |               |                 |               |                |                 |
| Primærnæringer         | 5.28          | 5.74          | 8.7             | 5.22          | 5.70           | 9.2             |
| Treforedling           | -             | -             | -               | -             | -              | -               |
| Kraftkrevende industri | 18.49         | 20.37         | 10.3            | 18.40         | 20.42          | 11.0            |
| Annen industri         | 5.55          | 6.59          | 18.7            | 6.11          | 7.31           | 19.6            |
| Tjenesteyting          | 131.59        | 170.15        | 29.3            | 155.48        | 202.24         | 30.1            |
| Transporttjenester     | 29.64         | 33.92         | 14.4            | 33.05         | 38.06          | 15.2            |
| Andre næringer         | 2.45          | 2.69          | 9.8             | 2.70          | 3.03           | 12.2            |
| Private husholdninger  | 567.00        | 642.46        | 13.3            | 723.51        | 828.53         | 14.5            |
| <b>Totalt</b>          | <b>759.97</b> | <b>881.92</b> | <b>16.0</b>     | <b>944.47</b> | <b>1105.30</b> | <b>17.0</b>     |
| <b>Kildefordeling</b>  |               |               |                 |               |                |                 |
| Stasjonære kilder      | -             | -             | -               | -             | -              | -               |
| Andre prosesser        | 18.46         | 20.37         | 10.3            | 18.40         | 20.42          | 11.0            |
| Mobile kilder          | 742.51        | 861.55        | 16.1            | 926.07        | 1084.88        | 17.2            |

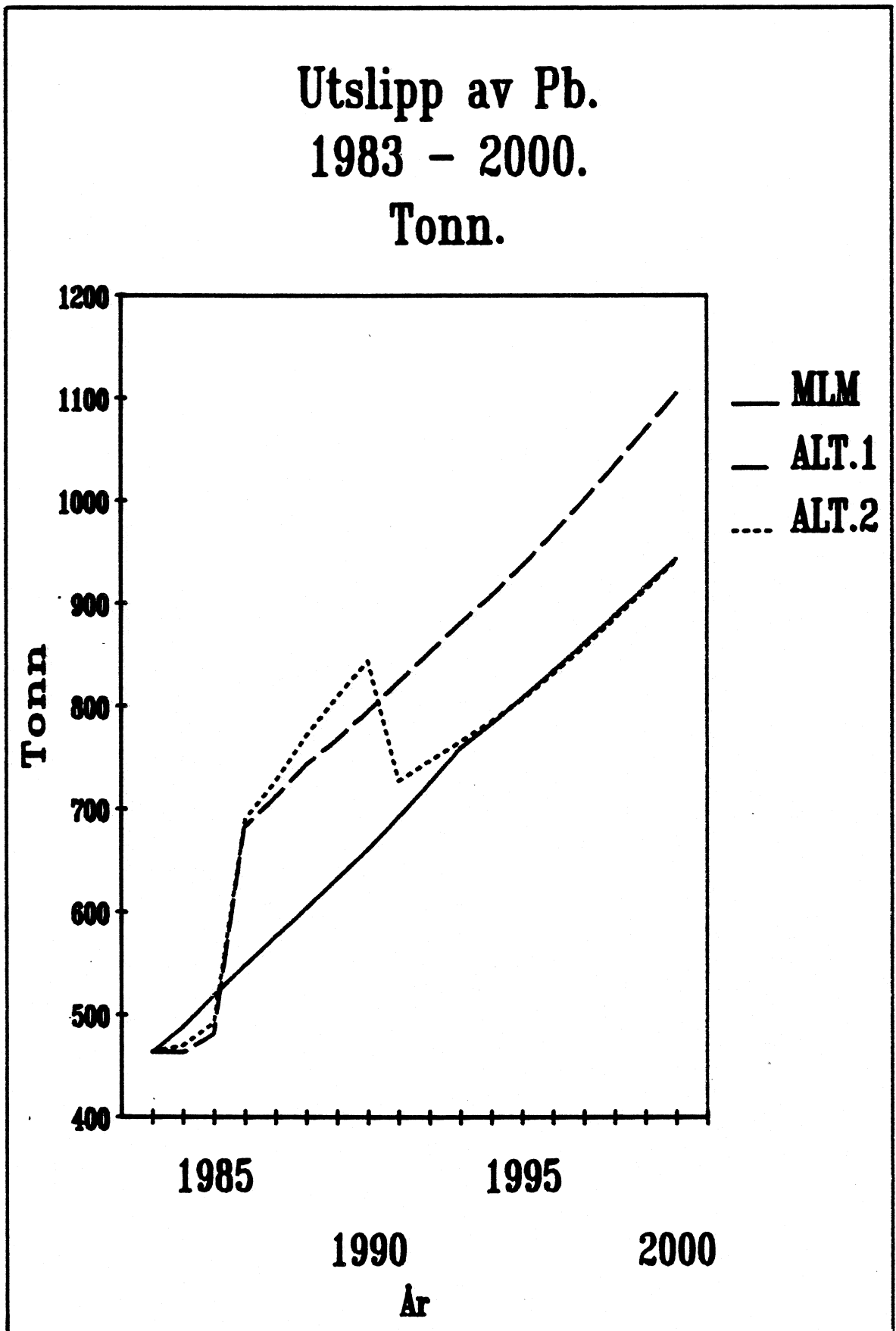
Figur 3.1. Totalt utslipp av SO<sub>2</sub>. 1983 - 2000. 1000 tonn.

Figur 3.2. Totalt utslipp av NO<sub>x</sub>. 1983 - 2000. 1000 tonn.

Figur 3.3. Totalt utslipp av CO. 1983 - 2000. 1000 tonn.



Figur 3.4. Totalt utslipp av Pb. 1983 - 2000. Tonn.





Tabell 3.1 viser en økning i totale  $SO_2$  utslipp på omtrent 13% som følge av lavere priser på råolje. Dette er noe lavere enn økningen i totalt forbruk av fossile brenslar (ca. 16%), og forklares ved den relativt store andelen av prosessutslipp av  $SO_2$  (i underkant av 50% av totale  $SO_2$  utslipp skyldes industrielle prosesser ifølge beregningene). Prosessutslippene øker med omtrent 9% i de justerte beregningene sammenliknet med referansealternativet. Dette er langt mer enn økningen i total vareinnsats (ca. 2%), og skyldes strukturendringer i økonomien idet sterkt forurensende industri, særlig deler av eksportindustrien, er forutsatt å vokse en god del raskere i de justerte beregningene enn i mellomalternativet (jfr. tabell 2.8).

Av de aggregerte sektorene er det tjenesteyting og private husholdninger som viser størst prosentvis økning. Dette skyldes i stor grad substitusjon fra elektrisitet til olje i disse sektorene. I tillegg er produksjonen i primærnæringene justert opp med i underkant av 10%. Lavest prosentvis økning er det i restkategorien Andre Næringer som omfatter Bygg og Anlegg, Elektrisitetsproduksjon og - distribusjon samt oljevirkosomhet i Nordsjøen. Aktiviteten i disse sektorene er nedjustert i de alternative beregningene. I tillegg til at disse sektorene har begrenset mulighet for substitusjon mellom energibærerne, forklarer dette reduksjonen i  $SO_2$  utslipp i de justerte beregningene sammenliknet med mellomalternativet.

Det er verdt å merke seg at de justerte framskrivningene indikerer et utslippsnivå for  $SO_2$  nesten 40% over kravet i Helsinki avtalen for året 1993.

De samme faktorer forklarer endringene i framskrivningene av  $NO_x$  utslipp vist i tabell 3.2. Andelen av prosessutslipp er imidlertid langt mindre for  $NO_x$  enn for  $SO_2$ , noe som bidrar til en relativt større økning i totale  $NO_x$  utslipp sammenliknet med økningen i  $SO_2$  utslippene.

Både CO og Pb utslipp stammer hovedsakelig fra privat transport. Mens totalt privat konsum er redusert med vel 1% er imidlertid private driftsutgifter til privat transport økt med over 14% i faste priser i ALT.1. Dette skyldes selvfølgelig de lavere prisene på transportoljer og forklarer hvorfor totale utslipp av CO og Pb øker med i overkant av 15% (se tabellene 3.3 og 3.4) når man sammenlikner med referansealternativet.

I [6] diskuteres forventet effekt på framtidige  $SO_2$  utslipp av å innføre endel planlagte utslippsreducerende tiltak. Kort skissert søker disse å ta hensyn til nye rensingstiltak i raffinering- og aluminiums-sektorene, i tillegg til at de forutsetter nedleggelse av driften ved smeltehytta ved Sulitjelma Gruver A/S. I forbindelse med de justerte beregningene er det rimelig å anslå størrelsesordenen av reduksjonen i samlede  $SO_2$  utslipp til å være omtrent 22 tusen tonn i 1993 og 23 tusen tonn i år 2000, eller omlag 16%. Av dette vil ca. 4.5 tusen tonn skyldes rensing i raffineringsektoren (inkludert i "Annen industri" i tabell 3.1), resten stammer fra Kraftkrevende industri. De korrigerede forventede utslipp av  $SO_2$  i årene 1993 og 2000 er vist i tabell 3.5, sammen med prosentvis differanse mellom de to alternativene MLM og ALT.1.

Tabell 3.5. Beregnede korrigerede utslipp av SO<sub>2</sub> i år 1993 og 2000. Tusen tonn. Prosentvise avvik.

| Ar:<br><br>Sektor      | 1993             |                    |             | 2000             |                    |             |
|------------------------|------------------|--------------------|-------------|------------------|--------------------|-------------|
|                        | Ref.             | Justert            | Avvik i     | Ref.             | Justert            | Avvik i     |
|                        | alt.<br>KORR.MLM | alt.<br>KORR.ALT.1 | prosent     | alt.<br>KORR.MLM | alt.<br>KORR.ALT.1 | prosent     |
| Primærnæringer         | 5.2              | 6.6                | 25.7        | 5.7              | 7.0                | 22.9        |
| Treforedling           | 7.5              | 8.4                | 11.4        | 7.3              | 8.2                | 12.6        |
| Kraftkrevende industri | 23.6             | 26.2               | 11.0        | 23.5             | 25.7               | 9.7         |
| Annen industri         | 34.9             | 39.9               | 14.3        | 37.9             | 43.4               | 14.5        |
| Tjenesteyting          | 5.9              | 7.0                | 19.6        | 6.7              | 8.1                | 20.4        |
| Transporttjenester     | 16.3             | 18.7               | 14.4        | 18.2             | 21.0               | 15.2        |
| Andre næringer         | 3.3              | 3.1                | -7.4        | 3.6              | 3.3                | -8.7        |
| Private husholdninger  | 6.6              | 7.4                | 12.1        | 8.4              | 9.5                | 13.4        |
| <b>Totalt</b>          | <b>103.2</b>     | <b>117.2</b>       | <b>13.6</b> | <b>111.2</b>     | <b>126.2</b>       | <b>13.5</b> |
| <b>Kildefordeling</b>  |                  |                    |             |                  |                    |             |
| Stasjonære kilder      | 34.5             | 40.9               | 18.6        | 38.2             | 45.6               | 19.4        |
| Andre prosesser        | 42.1             | 46.1               | 9.5         | 43.3             | 46.9               | 8.3         |
| Mobile kilder          | 26.3             | 30.2               | 14.7        | 29.4             | 33.7               | 14.6        |

#### 4. Alternative økonomiske forutsetninger.

Alternativet for økonomisk vekst (ALT.1) beskrevet i avsnitt 2 er kun ett av mange mulige. (Se f.eks. [9]). I dette avsnittet vil utslippskonsekvensene av et annet alternativ, betegnet ALT.2, bli beskrevet, uten at hverken økonomiske forutsetninger eller fordelingen av utslipp på ulike sektorer blir diskutert i detalj. Noen hovedtrekk i de økonomiske forutsetningene vil imidlertid bli nevnt:

- a) Prisbanene for råolje (løpende priser) i ALT.2 er ulik den som er forutsatt i ALT.1-alternativet. I ALT.2-scenariet forutsettes et kraftig fall i nominell råoljepris i 1986, deretter en svak nedgang fram til 1990. Rundt 1990 forventes et nytt oljeprissjokk, etterfulgt av en periode hvor oljeprisen vokser som i det lave alternativet i Tempomeldingen [10]. Prisen på gass følger i store trekk oljeprisbanen. Se figurene 2.1 og 2.2.
- b) Totalt kvantum utvunnet olje og gass er som i referansealternativet, men andelen av olje er øket betraktelig. Investeringene i oljesektoren er redusert.
- c) Tilgangen på arbeidskraft er redusert i forhold til mellomalternativet fram til 1993. Dette blant annet som følge av forventet arbeidstidsforkortelse. Antall timeverk i år 2003 er imidlertid det samme som i referansealternativer.
- d) Eksportvolumet i de fleste sektorer er øket kraftig, med unntak av eksporten fra MSG-sektorene Kjemiske råvarer og Metaller hvor økningen er null eller liten. Dette er sektorer som tilsammen bidrar med omtrent 30% av totale SO<sub>2</sub> utslipp.
- e) I ALT.2-alternativet er Norge gjeldfri i år 2003. Til sammenlikning kan det nevnes at i mellomalternativet er Norge gjeldfri tidlig på 1990-tallet. Figurene 2.5 og 2.6 viser utviklingen i akkumulerte netto fordringer på utlandet. Særlig når det korrigeres for forventet gjeld i 1986, viser de alternative beregningene betydelige underskudd rundt sekelskiftet.

Disse antagelsene gir en svak økning i BNP i alternativ ALT.2 relativt til ALT.1 og MLM (se figur 2.3). Den største forskjellen finner vi i imidlertid i eksportvolumet, som øker betraktelig mer i ALT.2 enn i ALT.1 (som allerede er ca. 5% høyere enn eksportvolumet i referansealternativet). Sammensetningen av eksportøkningen er også anderledes, med størst vekt på verkstedsprodukter og liten eller ingen vekst i Kjemiske råvarer og Metaller. Den høye eksporten i ALT.2 går på bekostning av privat konsum, som er vesentlig redusert i forhold til konsumet i ALT.1 og MLM; se figur 2.4. Offentlig konsum er også redusert noe i ALT.2.

Endringer i beregnede utslipp fra de to alternative vekstbanene ALT.1 og ALT.2 relativt til referansealternativet MLM, er vist i tabellene 4.1 - 4.4. Figurene 3.1 - 3.4 viser utslippsbanene for de ulike alternativene og forurensningskomponentene.

Tabell 4.1. Prosentvise avvik i SO<sub>2</sub> utslipp i ALT.1 og ALT.2 relativt til referansealternativet (MLM).

| År:                    | 1993        |            | 2000        |             |
|------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|
|                        | ALT.1       | ALT.2      | ALT.1       | ALT.2       |
| Sektor                 |             |            |             |             |
| Primærnæringer         | 25.6        | 1.2        | 22.9        | 1.6         |
| Treforedling           | 11.4        | 11.8       | 12.7        | 34.8        |
| Kraftkrevende industri | 10.8        | 0.7        | 11.5        | 4.5         |
| Annen industri         | 13.6        | 7.0        | 13.8        | 17.0        |
| Tjenesteyting          | 19.3        | 6.1        | 20.4        | 9.5         |
| Transporttjenester     | 14.4        | 3.5        | 15.1        | 7.0         |
| Andre næringer         | -7.4        | -10.4      | -8.7        | -11.2       |
| Private husholdninger  | 12.1        | 3.6        | 13.4        | 2.7         |
| <b>Totalt</b>          | <b>12.8</b> | <b>3.9</b> | <b>13.3</b> | <b>10.1</b> |
| <b>Kildefordeling</b>  |             |            |             |             |
| Stasjonære kilder      | 18.6        | 7.5        | 19.4        | 13.4        |
| Andre prosesser        | 8.8         | 2.9        | 9.1         | 11.0        |
| Mobile kilder          | 14.7        | 1.5        | 14.6        | 3.6         |

Tabell 4.2. Prosentvise avvik i NO<sub>x</sub> utslipp i ALT.1 og ALT.2 relativt til referansealternativet (MLM).

| År:                    | 1993        |            | 2000        |            |
|------------------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                        | ALT.1       | ALT.2      | ALT.1       | ALT.2      |
| Sektor                 |             |            |             |            |
| Primærnæringer         | 28.6        | 0.5        | 24.9        | 0.7        |
| Treforedling           | 14.4        | 13.2       | 15.8        | 36.9       |
| Kraftkrevende industri | 14.9        | 2.4        | 15.8        | 7.3        |
| Annen industri         | 14.7        | 5.6        | 15.1        | 14.5       |
| Tjenesteyting          | 24.7        | 8.0        | 25.9        | 13.1       |
| Transporttjenester     | 14.4        | 3.5        | 15.1        | 6.8        |
| Andre næringer         | 6.1         | 1.0        | 7.7         | 6.0        |
| Private husholdninger  | 13.2        | -0.9       | 14.4        | -3.5       |
| <b>Totalt</b>          | <b>16.9</b> | <b>2.6</b> | <b>17.2</b> | <b>4.7</b> |
| <b>Kildefordeling</b>  |             |            |             |            |
| Stasjonære kilder      | 17.4        | 5.4        | 18.2        | 11.4       |
| Andre prosesser        | 7.5         | 2.5        | 7.7         | 11.2       |
| Mobile kilder          | 17.7        | 2.1        | 17.8        | 3.0        |

Tabell 4.3. Prosentvise avvik i CO utslipp i ALT.1 og ALT.2 relativt til referansealternativet (MLM).

| År:                    | 1993        |            | 2000        |            |
|------------------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                        | ALT.1       | ALT.2      | ALT.1       | ALT.2      |
| Sektor                 |             |            |             |            |
| Primærnæringer         | 16.3        | 3.2        | 15.7        | 5.6        |
| Treforedling           | 22.7        | 16.7       | 24.4        | 42.7       |
| Kraftkrevende industri | 13.9        | 2.1        | 15.1        | 7.6        |
| Annen industri         | 20.1        | 8.2        | 21.0        | 18.1       |
| Tjenesteyting          | 29.2        | 9.4        | 30.0        | 15.1       |
| Transporttjenester     | 14.4        | 3.5        | 15.1        | 6.8        |
| Andre næringer         | 10.0        | 4.4        | 12.3        | 10.8       |
| Private husholdninger  | 13.0        | -0.1       | 14.2        | -2.4       |
| <b>Totalt</b>          | <b>15.6</b> | <b>2.0</b> | <b>16.6</b> | <b>1.8</b> |
| <b>Kildefordeling</b>  |             |            |             |            |
| Stasjonære kilder      | 12.6        | 4.9        | 13.7        | 5.0        |
| Andre prosesser        | 12.7        | 2.0        | 13.7        | 8.0        |
| Mobile kilder          | 16.4        | 1.4        | 17.3        | 0.8        |

Tabell 4.4. Prosentvise avvik i Pb utslipp i ALT.1 og ALT.2 relativt til referansealternativet (MLM).

| År:                    | 1993        |            | 2000        |             |
|------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|
|                        | ALT.1       | ALT.2      | ALT.1       | ALT.2       |
| Sektor                 |             |            |             |             |
| Primærnæringer         | 8.7         | 4.7        | 9.2         | 9.2         |
| Treforedling           |             |            |             |             |
| Kraftkrevende industri | 10.3        | 0.5        | 11.0        | 4.1         |
| Annen industri         | 18.7        | 7.7        | 19.6        | 17.3        |
| Tjenesteyting          | 29.3        | 9.4        | 30.1        | 15.2        |
| Transporttjenester     | 14.4        | 3.5        | 15.2        | 6.8         |
| Andre næringer         | 9.8         | 4.5        | 12.2        | 10.7        |
| Private husholdninger  | 13.3        | -1.4       | 14.5        | -4.7        |
| <b>Totalt</b>          | <b>16.0</b> | <b>0.8</b> | <b>17.0</b> | <b>-0.1</b> |
| <b>Kildefordeling</b>  |             |            |             |             |
| Prosessutslipp         | 10.4        | 0.5        | 11.0        | 4.1         |
| Mobile kilder          | 16.2        | 0.9        | 17.1        | -0.2        |

Forskjellene i beregnede utslipp fra de to alternativene for økonomisk vekst, ALT.1 og ALT.2, må kunne sies å være store. Mens utslippene i ALT.1 ligger fra 13% til 16% over utslippene beregnet på grunnlag av mellomalternativet, er utslippene fra ALT.2 fra 0% til ca. 5% høyere enn mellomalternativet, med et unntak for  $SO_2$ -utslipp i år 2000, som er beregnet å være ca. 10% høyere enn i mellomalternativet. Forklaringen på dette kan tilbakeføres til følgende punkter:

- Oljeprisen i ALT.2-alternativet er høyere enn i ALT.1-alternativet i 1993 og 2000 (jfr. figur 2.1). Dette gjør overgangen fra elektrisitet til olje mindre lønnsom, og derved mindre utbredt.
- Privat konsum er redusert vesentlig mer i ALT.2 enn i ALT.1 (relativt til MLM). Dette, sammen med en høyere oljepris, gjør at bensin- og oljeforbruket i private husholdninger reduseres i forhold til referansealternativet, mens ALT.1 alternativet har en økning i forbruket på over 10% (jfr. figurene 2.5 og 2.6). Forskjellen i utslipp av  $NO_x$ , CO og Pb forklares derfor for en stor del ved forskjeller i bruk av private transportmidler, som i sin tur påvirkes sterkt av oljeprisen.
- Som nevnt er sammensetningen av eksportøkningen i ALT.1 og ALT.2 forskjellig. Særlig for MSG-sektorene Kjemiske råvarer og Metaller, som er store kilder til  $SO_2$  utslipp, er forskjellen viktig. ALT.2 forutsetter ingen eller liten økning i eksporten fra disse sektorene utover det som allerede er inkludert i mellomalternativet, mens ALT.1 forutsetter en økning som beskrevet i avsnitt 2.

## 5. Sammendrag og konklusjon.

Tabell 5.1 oppsummerer resultatene i de foregående to avsnitt. For SO<sub>2</sub> oppgis utslippstall uten og med korreksjon for ekstra utslippsreducerende tiltak - jfr. [6].

Tabell 5.1. Beregnede totale utslipp i 1993 og 2000 for tre alternativer for økonomisk vekst.

| År:                                 | 1993        | 2000        |
|-------------------------------------|-------------|-------------|
| <b>SO<sub>2</sub> (Tusen tonn):</b> |             |             |
| MLM/KORR <sup>1</sup>               | 123.4/103.2 | 131.6/111.2 |
| ALT.1/KORR <sup>1</sup>             | 139.2/117.2 | 149.1/126.2 |
| ALT.2/KORR <sup>1</sup>             | 128.2/107.6 | 144.9/121.7 |
| <b>NO<sub>x</sub> (Tusen tonn):</b> |             |             |
| MLM                                 | 193.4       | 222.4       |
| ALT.1                               | 226.2       | 260.7       |
| ALT.2                               | 198.4       | 232.8       |
| <b>CO (Tusen tonn):</b>             |             |             |
| MLM                                 | 972.3       | 1190.3      |
| ALT.1                               | 1123.9      | 1387.3      |
| ALT.2                               | 991.3       | 1211.4      |
| <b>Pb (Tonn):</b>                   |             |             |
| MLM                                 | 760         | 945         |
| ALT.1                               | 882         | 1105        |
| ALT.2                               | 767         | 943         |

1) Korrigert for utslippsreducerende tiltak i henhold til [6].

Tabell 5.2 gir gjennomsnittlig årlig vekst over perioden 1983 - 2000 for de ulike forurensningskomponenter og økonomiske alternativer.

Tabell 5.2. Gjennomsnittlig årlige vekstrater for utslipp til luft, 1983 - 2000. Prosent.

| Sektorer               | SO <sub>2</sub> |            |            | NO <sub>x</sub> |            |            | CO         |            |            | Pb         |            |            |
|------------------------|-----------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                        | MLM             | ALT.1      | ALT.2      | MLM             | ALT.1      | ALT.2      | MLM        | ALT.1      | ALT.2      | MLM        | ALT.1      | ALT.2      |
| Primærnæringer         | 1.8             | 3.0        | 1.9        | 2.7             | 4.1        | 2.8        | 1.1        | 2.0        | 1.4        | .8         | .8         | .8         |
| Treforedling           | -.0             | .7         | 1.7        | .4              | 1.3        | 2.3        | .3         | 1.6        | 2.4        | -          | -          | -          |
| Kraftkrevende industri | .0              | .7         | .3         | .6              | 1.5        | 1.0        | .2         | 1.0        | .6         | .0         | .4         | .0         |
| Annen industri         | 1.7             | 2.5        | 2.7        | 2.4             | 3.3        | 3.2        | 2.2        | 3.3        | 3.2        | 3.5        | 3.6        | 3.5        |
| Tjenesteyting          | 2.9             | 4.0        | 3.4        | 3.3             | 4.8        | 4.1        | 3.9        | 5.6        | 4.8        | 4.8        | 5.6        | 4.8        |
| Transporttjenester     | 2.7             | 3.6        | 3.1        | 2.7             | 3.6        | 3.1        | 2.7        | 3.6        | 3.1        | 3.1        | 3.6        | 3.1        |
| Andre næringer         | 1.7             | 1.2        | 1.0        | 1.8             | 2.2        | 2.1        | 1.8        | 2.5        | 2.4        | 2.4        | 2.5        | 2.4        |
| Private husholdninger  | 4.1             | 4.9        | 4.2        | 4.6             | 5.4        | 4.4        | 4.5        | 5.3        | 4.4        | 4.4        | 5.5        | 4.4        |
| <b>Totalt</b>          | <b>1.3</b>      | <b>2.1</b> | <b>1.9</b> | <b>3.0</b>      | <b>4.0</b> | <b>3.3</b> | <b>3.9</b> | <b>4.8</b> | <b>4.0</b> | <b>4.3</b> | <b>5.2</b> | <b>4.3</b> |
| <b>Kildefordeling</b>  |                 |            |            |                 |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Stasjonære kilder      | 1.7             | 2.8        | 2.5        | 2.2             | 3.2        | 2.8        | 3.8        | 4.6        | 4.1        | -          | -          | -          |
| Andre prosesser        | .6              | 1.1        | 1.2        | 1.1             | 1.6        | 1.8        | .3         | 1.0        | .7         | .0         | .4         | .0         |
| Mobile kilder          | 2.7             | 3.5        | 2.9        | 3.4             | 4.4        | 3.6        | 4.1        | 5.1        | 4.2        | 4.4        | 5.4        | 4.4        |

Alle beregninger av framtidig økonomisk utvikling er usikre. Dette er illustrert ved de tre ulike alternativer for nesten samme økonomisk vekst målt ved BNP som er presentert i denne rapporten. Framtidig utvikling i oljeprisen er en av de faktorer som bidrar mest til denne usikkerheten. Ved beregning av utslipp til luft som følge av økonomisk aktivitet innføres i tillegg nye usikkerhetsmomenter;

- Utslippstallene for basisåret (1983) bygger for en stor del på beregninger (jfr. [7]). Dette bidrar til usikkerhet i utslippskoeffisientene som benyttes.
- Effekter av nye forskrifter for maksimalt svovelinnhold i fyringsoljer bygger på anslag for rensegraden av utslipp til luft i ulike sektorer. Også andre usikkerheter kommer inn ved beregning av effekten av disse forskriftene. Det er for eksempel uklart om utslipp av svovel fra raffineriene vil øke som følge av øket produksjon av lavsvovlig olje.
- Det er usikkert om den teknologiske framgangen på rensesiden beskrives godt ved de faktorer som søker å ta vare på teknologisk endring i produksjonen i MSG-modellen. På konsumentens side i MSG-modellen forutsettes ingen teknologisk endring.
- Nye utslippsreducerende tiltak fra myndighetenes side vil selvfølgelig måtte endre framskrivningene.



Disse, og andre, momenter er diskutert grundigere i [6] og [8]. Det er derfor nødvendig å advare mot å tolke resultatene i denne rapporten bokstavelig. De må snarere sees på som en illustrasjon av mulige utviklingstendenser for luftutslipp framover. Ulike antagelser, som alle kan vurderes å være noenlunde realistiske, kan gi nokså forskjellige tall for framtidig økning i utslipp til luft av de ulike forurensningskomponentene. Noen hovedtendenser i beregningene presentert i denne rapporten kan allikevel trekkes fram.

- Totale utslipp av  $SO_2$  i begge de alternative beregningene er større enn i beregninger basert på referansealternativets økonomiske vekstbane. Økningen er imidlertid noe mindre i ALT.2-alternativet (5% - 10%) enn i ALT.1-alternativet (13% - 14%). Gjennomsnittlig årlig vekst av totale  $SO_2$  utslipp for perioden 1983-2000 er henholdsvis 2.1% og 1.9% i ALT.1 og ALT.2. Stasjonære forbrenningutslipp øker mer enn forbruket av olje, mens utslipp fra mobile kilder øker noe mindre enn dette forbruket. Endringer i utslipp fra de forskjellige sektorer varierer betydelig som følge av strukturendringer i økonomien.
- Totale utslipp av  $NO_x$ , CO og Pb varierer mye mellom de to økonomiske scenariene ALT.1 og ALT.2. ALT.1 gir utslippsøkninger på fra 15% til nesten 20%, svarende til en gjennomsnittlig årlig vekst på mellom 4.0% og 5.2% for perioden 1983 - 2000. ALT.2 gir utslippsøkninger på under 5%. Dette svarer til en gjennomsnittlig årlig vekst på mellom 3.3% og 4.3%. Utslippene av  $NO_x$ , CO og Pb i ALT.2 alternativet kan ikke sies å være signifikant større enn i referansealternativet, som oppviser gjennomsnittlige årlige vekstrater på mellom 3.0% og 4.3%.

Den samlede økonomiske aktivitet i de justerte beregningene, målt ved BNP eller bruttoproduksjon, er omtrent som i referansealternativet. Dette er ikke overraskende, da de økonomiske tiltakene som settes i verk nettop har som en av sine hovedmålsetninger å opprettholde veksten. Økningen i utslipp skyldes således ikke omfanget av samlet økonomisk aktivitet. Lavere oljepriser gjør imidlertid at oljeforbruket i den enkelte sektor øker på bekostning av elektrisitetsforbruket, samtidig med at samlet energiforbruk i sektoren øker. Dessuten vil produksjonskostnader i energiintensive sektorer avta mer enn kostnadene i sektorer som bruker relativt mindre energi per produsert enhet. Dette vil føre til en vridning av økonomisk aktivitet mot energiintensive sektorer. Tilsvarende vil konsumet av energiintensive varer, for eksempel privat transport, øke mer enn totalt konsum. Disse effektene kommer i tillegg til strukturendringer som følger fra endringer i økonomiske forutsetninger, som eksportvolum og importandeler i de enkelte sektorer.

Forskjellen i antatt framtidig pris på olje er likevel den viktigste bakenforliggende årsaken til ulike framskrivningsresultater for utslipp til luft fra alternativene ALT.1 og ALT.2. Ved å sammenlikne figurene 3.1 - 3.4, som viser utviklingen i utslippene over tid, med figur 2.1 som illustrerer de ulike prisbaner for olje, blir det klart at de relativt lave vekstratene for utslipp i ALT.2-alternativet i det alt vesentlige skyldes det forventete oljeprissjokket tidlig på 1990-tallet. Før den tid faller utslippsbanene til ALT.1- og ALT.2-alternativet sammen. Dette peker på hvor følsomt utslippsframskrivningene avhenger av antatte framtidige oljepriser. Dette studeres nærmere i appendikset, hvor det antydes (under visse forutsetninger) at at en

reduksjon i oljeprisen på 1% gir en økning i  $\text{NO}_x$  utslipp på ca. 0.3%, mens en økning i privat konsum på 1% resulterer i en økning på noe over 1% av  $\text{NO}_x$  utslipp. Virkningene på  $\text{SO}_2$  utslipp er omtrent halvparten av de tilsvarende effektene på  $\text{NO}_x$  utslippene.

Samlet synes beregningene i rapporten å tyde på en økning av totale  $\text{SO}_2$  utslipp på mellom 5% og 15% i ALT.1 og ALT.2 relativt til utslippene beregnet på bakgrunn av referansebanen MLM. Utviklingen i utslipp av  $\text{NO}_x$ , CO og Pb synes mer usikker. Den vil være sterkt avhengig av utviklingen i oljeprisen og størrelsen på det private konsumet framover, samt størrelsen og sammensetningen av den forventede eksportøkningen. Det synes imidlertid rimelig å anta at en lavere pris på råolje framover ikke vil redusere utslippene av disse komponentene relativt til utslippsberegninger basert på referansealternativet, selv med et oljeprissjokk i 1990 årene.

Referanser.

- [1]. Glomsrød, Solveig, og Bente Vigerust, Luftforurensninger og økonomisk vekst, Økonomiske Analyser nr. 8, Statistisk Sentralbyrå, Oslo-Kongsvinger 1985.
- [2]. Glomsrød, Solveig, og Bente Vigerust, Luftforurensninger og økonomisk vekst, Foredrag holdt på Ren Luft Konferansen i Stavanger, april 1986.
- [3]. Stortingsmelding nr. 83, 1984-1985: Langtidsprogrammet 1986-1989.
- [4]. Stølen, Nils Martin, Importandeler og relative priser. En MODAG-rapport. Rapporter 83/33, Statistisk Sentralbyrå, Oslo-Kongsvinger, 1983.
- [5]. Bergan, Roar, og Øystein Olsen, Eksporttilpasningen i MODAG A. En MODAG-rapport. Rapporter 85/29, Statistisk Sentralbyrå, Oslo-Kongsvinger, 1985.
- [6]. Alfsen, Knut H., Solveig Glomsrød og Bente Vigerust, Utslipp til luft. Reviderte fremskrivninger basert på MSG-beregninger av økonomisk utvikling og koeffisienter for utslipp fra forbrenning og andre industriprosesser. Interne Notater 86/36, Statistisk Sentralbyrå, Oslo-Kongsvinger, 1986.
- [7]. Vigerust, Bente, Utslippoversikter for luft. Dokumentasjonsnotat. Intert Notat 86/33. Statistisk Sentralbyrå, Oslo-Kongsvinger, 1986.
- [8]. Alfsen, Knut H. og Solveig Glomsrød, Future emissions to air in Norway: Forecasts based on the macroeconomic model MSG-4E. Foredrag på ECE's møte om "Methodological problems in environment statistics" i Oslo, mai 1986. Under publisering i Statistical Journal of United Nations.
- [9]. Berger, Kjell, Adne Cappelen, Vidar Knutsen og Kjell Roland, Utsiktene for oljemarkedet og virkninger for norsk økonomi, Økonomiske Analyser nr. 5, 1986, Statistisk Sentralbyrå, Oslo-Kongsvinger, 1986.
- [10]. Stortingsmelding nr. 34, 1984-1985, Om petroleumsvirksomhetens framtid.

**Appendiks: Sammenhenger mellom framskrevne utslipp, oljepris og privat konsum.**

Resultatene i rapporten viser at ulike antakelser om utviklingen i oljepris og økonomiske konsekvenser av denne utviklingen (særlig på utenriksøkonomien), gir tildels store variasjoner i forventede utslipp til luft. Her vil vi ta opp spørsmålet om hvor stor del av denne variasjonen som kan tilskrives ulike antagelser om framtidig utvikling i oljeprisen og det generelle aktivitetsnivået alene. Det vil si når man ser bort fra andre strukturforskjeller mellom de ulike alternative scenariene. Spørsmålet blir forsøkt besvart ved å formulere følgende modell for framskrevne utslipp:

$$U = \alpha O K^{\beta} \tau^{\tau} \quad (\text{A.1})$$

hvor U er utslipp til luft av enten SO<sub>2</sub> eller NO<sub>x</sub> (i tusen tonn), O er en prisindeks for råolje i faste priser (1983=1.0) og K er privat konsum i 100 mrd. 1983-kroner. (Disse variablene er henholdsvis plottet i figurene 3.1 - 3.2, 2.1 og 2.4).  $\alpha$ ,  $\beta$  og  $\tau$  er parametere som skal bestemmes. Dette gjøres ved å tilpasse likning A.1 til framskrevne utslipp, oljepriser og privat konsum med minste kvadraters metode for alternativene MLM, ALT.1 og ALT.2. Tabell A.1 viser estimater av parametere og tilhørende standardavvik (i parentes). R<sup>2</sup> og Durbin-Watson parameteren er også tabulert.

Tabell A.1. Estimerte parameterverdier, standardavvik (i parentes), R<sup>2</sup> og Durbin-Watson parameteren.

| KOMPONENT:ALTERNATIV  | log $\alpha$          | $\beta$ | $\tau$ |                       |
|-----------------------|-----------------------|---------|--------|-----------------------|
| SO <sub>2</sub> : MLM | 1.91                  | -0.14   | 0.42   | R <sup>2</sup> = 0.95 |
|                       | (0.01)                | (0.10)  | (0.03) | DW = 1.46             |
|                       | ALT.1                 | 1.89    | -0.15  | 0.52                  |
|                       | (0.01)                | (0.02)  | (0.03) | DW = 1.66             |
| ALT.2                 | 1.87                  | -0.13   | 0.58   | R <sup>2</sup> = 0.96 |
|                       | (0.01)                | (0.02)  | (0.03) | DW = 1.15             |
|                       | NO <sub>x</sub> : MLM | 1.86    | -0.61  | 0.94                  |
| (0.01)                |                       | (0.07)  | (0.02) | DW = 2.46             |
| ALT.1                 |                       | 1.84    | -0.33  | 1.06                  |
|                       | (0.01)                | (0.02)  | (0.03) | DW = 1.26             |
|                       | ALT.2                 | 1.82    | -0.29  | 1.12                  |
| (0.01)                |                       | (0.02)  | (0.03) | DW = 1.63             |

Modellene har gjennomgående meget god forklaringskraft (høye  $R^2$ -verdier) og verdiene på Durbin-Watson indikatorene tyder på at autokorrelasjon ikke er noe problem. (De kritiske verdiene for indikatoren DW er  $d_L = 1.05$  og  $d_U = 1.5$ . For verdier av DW mellom  $d_L$  og  $d_U$  og mellom  $4-d_L$  og  $4-d_U$ , er testen ikke utsagnskraftig. For verdier mellom  $d_U$  og  $4-d_U$  aksepteres hypotesen om tidsserie-uavhengighet.) Som vi ser er ikke parameterene i de ulike alternativer signifikant forskjellige, med ett unntak: parameteren  $\beta$  i modellen for  $NO_x$  utslipp fra MLM-alternativet. Dette henger nok sammen med den store grad av korrelasjon som finnes mellom oljepris og privat konsum i MLM-alternativet. Fra tabellen trekker vi følgende konklusjon:

- En reduksjon i oljeprisen på 1% fører til en økning i  $SO_2$  utslipp på ca. 0.15%, og en økning i  $NO_x$  utslipp på ca. 0.3%. En økning i privat konsum gir en økning på ca. 0.55% i  $SO_2$  utslipp, mens  $NO_x$  utslippene øker med ca. 1.1%.  $NO_x$ -utslippene øker i alle tilfeller omtrent dobbelt så mye som  $SO_2$  utslippene.

Den store forklaringskraft modellene har tyder på at forskjeller i strukturen til økonomien i de ulike alternativer spiller en mindre rolle for de totale utslipp av  $SO_2$  og  $NO_x$ . Denne konklusjonen må imidlertid tolkes med varsomhet, da den kun bygger på data fra tre ulike økonomiske scenarier; scenarier som til tross for endel ulike antagelser har meget felles. Innenfor spennet av disse tre scenariene kan imidlertid relasjon (A.1) fungere som en grov "tommelfingerregel" når virkninger på utslipp av endrete oljepriser og privat konsum skal anslås.

Avsnitt 2 i rapporten diskuterte blant annet Norges gjeldssituasjon slik den framkom i de ulike scenarier, og det ble påpekt at spesielt ALT.1 framstod som et urealistisk alternativ, i den forstand at gjeldsbyrden viste en økende tendens fra ca. 1997 og utover (se figur 2.6). Som ALT.2 viser, kan denne situasjonen delvis rettes opp ved kraftigere, og tildels andre tiltak i utenriksøkonomien. Resultatene ovenfor tyder på at utslippene fra slike nye alternativer grovt kan anslås ved hjelp av fra likning (A.1) så lenge de økonomiske tiltakene er av samme type som de inkludert i ALT.1 og ALT.2. Sålenge anslag for framtidig privat konsum kan gis, er det altså ikke nødvendig å gjøre nye MSG-beregninger for å gi et grovt anslag på miljøbelastningen fra utslipp til luft som vil følge av korrigerede beregninger.