

RAPPORTER

91/7

**SUBSTITUSJON MELLOM OLJE OG
ELEKTRISITET I PRODUKSJONSSEKTORENE
I EN MAKROMODELL**

AV
HANS TERJE MYSEN

STATISTISK SENTRALBYRÅ
CENTRAL BUREAU OF STATISTICS OF NORWAY

RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ 91/7

**SUBSTITUSJON MELLOM OLJE OG ELEKTRISITET
I PRODUKSJONSSEKTORENE
I EN MAKROMODELL**

Av

HANS TERJE MYSEN

STATISTISK SENTRALBYRÅ
OSLO-KONGSVINGER

ISBN 82-537-3054-3
ISSN 0332-8422

EMNEGRUPPE
12 Energi

ANDRE EMNEORD
Energiregnskap
Energisubstitusjon
Makromodeller
MODAG
Miljøøkonomi
MSG

FORORD

I denne rapporten behandles modellering av substitusjon mellom bruk av elektrisitet og olje til stasjonære formål i produksjonssektorene i makromodellene MODAG og MSG. Spesielt dokumenteres estimering av substitusjon mellom elektrisitet og olje under ulike hypoteser om effekten av endring i skala og teknisk endring. I stort sett hele estimeringsperioden (1976-1989) har elektrisitetsforbruket økt i forhold til oljeforbruket, også i de perioder oljeprisen har sunket relativt til elektrisitetsprisen. Ved testing av funksjonsformer er det lagt vekt på å forklare nettopp dette fenomenet.

Dataseriene som ligger til grunn for estimeringene er hentet fra energiregnskapet. Prosjektet har vært en del av arbeidet med forskningsprogrammet "Energi og Samfunn" finansiert av NORAS og SSB.

Oslo, 14. august 1991

Svein Longva

Innhold

1 Innledning	1
2 Produkt- og kostnadsfunksjoner i makromodellene	2
3 Modeller for energisubstitusjon	4
3.1 Kostnadsfunksjon for energi	4
3.2 Avledninger av en CES kostnadsfunksjon	5
3.3 Feiljusteringsmodeller	6
3.4 Stokastisk utforming	7
3.5 Kriterier for valg av modell	9
4 Data	11
4.1 Oljeaggregatet	11
4.1.1 Beregninger av nøkler for mellomdestillater i industrisektorene	11
4.1.2 Fast brensel	13
4.2 Elektrisitet	13
4.3 Bruttoproduksjon	13
4.4 Prisdatab	13
5 Estimeringsresultater	14
5.1 Hovedtendenser	14
5.2 Gjennomgang av estimeringsresultatene	16
6 Implementering	18
6.1 Implementering i MSG/ny modell	18
6.2 Implementering i MODAG	19
6.3 Korreksjoner som følge av forskjellig datagrunnlag ved estimering og simulering	20
7 Sammenligning med tidligere estimeringsresultater. Vurdering av konsekvenser for framskrivninger og virkninger av energi- og miljøpolitiske tiltak	21
8 Konklusjon	22
Referanser	23
Vedlegg A. Sektorliste	25
Vedlegg B. Estimeringsresultater	26
Vedlegg C. Test av modellens forklaringskraft. F-verdier	32
Vedlegg D. Post-sample simulering av forholdet mellom elektrisitet og olje	34
Vedlegg E. Dataserier fra energiregnskapet	37

1 Innledning

I SSB arbeides det under forskningsprogrammet "Energi og samfunn" med en ny langsiktig makromodell der det særlig fokuseres på energi- og miljøproblemstillinger. Utgangspunktet for dette arbeidet er den eksisterende MSG- modellen (Offerdal et al. (1987)). I denne rapporten skal vi se nærmere på substitusjonen mellom olje og elektrisitet innen næringssektorene i økonomien. I denne forbindelse spesifiseres endel nye energirelasjoner i tillegg til de som er brukt i SSBs makromodeller tidligere. Det skal også implementeres nye energirelasjoner i SSBs MODAG-modell (Bergan et al. (1986)). I rapporten presenteres opplegg for og resultater av estimering av energirelasjoner i den nye MSG-modellen og i MODAG.

I kapittel 2 gis en kort beskrivelse av den generelle produksjonsteknologien i den nye MSG-modellen. Dernest ser vi i kapittel 3 nærmere på ulike modeller for energisubstitusjon, stokastisk utforming av disse og kriterier for valg av modell. I kapittel 4 drøftes dataene som er brukt. I den sammenheng kommenteres spesielt hva som skiller de nye dataene fra de som er brukt ved tidligere estimeringer. Deretter følger i kapittel 5 presentasjon og drøfting av estimeringsresultatene. Kapittel 6 tar for seg implementering i henholdsvis ny MSG-modell og MODAG. I kapittel 7 drøftes konsekvenser for framskrivninger og politikkanalyser av de nye energirelasjoner med andre substitusjons- og trendegenskaper enn tidligere, implementeres i makromodellene. I vedlegg E presenteres dataseriene fra energiregnskapet som er brukt ved estimeringen.

2 Produkt- og kostnadsfunksjoner i makromodellene

I beskrivelsen av produksjonssiden i den nye versjonen av den langsiktige generelle likevektsmodellen MSG er det som tidligere (Bjerkholt et al. (1983)) tatt utgangspunkt i nyklassisk produksjonsteori. Produksjonen (X) i sektor j er en funksjon av realkapital (K), arbeidskraft (L), vareinnsats (M), energi (U) og transport (T):

$$X_j = F_j(K_j, L_j, M_j, U_j, T_j) \quad (1)$$

I denne produktfunksjonen er det en ekstra faktor T i tillegg til de fire (K , L , M og U) som har vært vanlige i SSB's modeller til nå. K , L , M og U i (2.1) vil skille seg fra tidligere i den forstand at den delen av innsatsen av disse fire faktorene som går med til å produsere egentransport er skilt ut og tatt med i transportaggregatet T . I T inngår også leietransport som er skilt ut fra vareinnsatsen M . Produktfunksjonen (1) er forutsatt homogen av grad en i innsatsfaktorene

Energiaggregatet U skiller seg fra tidligere ved at transportoljer er skilt ut og inngår i transportaggregatet T . Det vil si at oljeaggregatet (F) er rensert for transportoljer. Energi (U) i sektor j "produseres" som tidligere ved elektrisk kraft (E) og olje (F) med substitusjonsmuligheter mellom de to innsatsfaktorene.

$$U_j = G_j(E_j, F_j) \quad (2)$$

De forskjellige energibærerne (f. eks. fast kraft, tilfeldig kraft og lette og tunge fyringsoljer) inngår imidlertid med faste koeffisienter i de to aggregatene E og F (Leontiefaggregater).

Produktfunksjonen er forutsatt svakt separabel (Berndt and Christensen (1973)) i de fem innsatsfaktorene (K , L , M , U og T). Dette innebærer at den marginale substitusjonsbrøk mellom olje og elektrisitet er uavhengig av størrelsen på de andre produksjonsfaktorene. Substitusjonen mellom olje og elektrisitet skjer innen energiaggregatet U i (2), uavhengig av de andre produksjonsfaktorene.

Hvis produktfunksjonen for energiaggregatet (2) er homotetisk (innebærer at den marginale substitusjonsbrøk mellom innsatsfaktorene langs en stråle ut fra origo er konstant uavhengig av skalaen), vil det optimale faktorforhold mellom elektrisitet og olje være uavhengig av størrelsen på U . Således kan den kostnadsminimerende faktorsammensetning bestemmes i to steg: Først bestemmes forholdet mellom elektrisitet og olje (på bakgrunn av de relative priser). Dernest bestemmes nivået på U via den kostnadsminimerende sammensetning av aggregatene i (1).

I modellen er produksjonssiden representert ved de duale kostnadsfunksjonene til (1) (øvre trinn) og (2) (nedre trinn). Da gis faktoreterspørselsfunksjonene som de partielt deriverte av kostnadsfunksjonene med hensyn på faktorprisen (Shepards lemma (Varian (1984))).

Siden (1) er separabel og homogen av grad 1 i innsatsfaktorene vil den duale kostnadsfunksjonen være separabel i de korresponderende faktorprisene (Berndt and Christensen (1973)). Kostnadsfunksjonen er gitt ved:

$$C = C(P_K, P_L, P_M, P_U, P_T) \quad (3)$$

I (3) er P_K , P_L , P_M , P_U og P_T prisindekser på henholdsvis kapital, arbeidskraft, vareinnsats, energi og transport. Tilsvarende vil energiaggregatet også representeres ved den duale kostnadsfunksjonen

$$CU = CU(P_E, P_F), \quad (4)$$

der P_E og P_F er henholdsvis elektrisitetspris og oljepris og CU er de totale energikostnader.

3 Modeller for energisubstitusjon

3.1 Kostnadsfunksjon for energi

For energiaggregatet U tas det utgangspunkt i en CES¹-funksjon (Varian (1984)) som i likhet med GL²-funksjonen (Diewert (1971)) representerer en annenordens tilnærming til en vilkårlig homogen funksjon:

$$U = \left[A_E^{-\frac{1}{\sigma}} E^{\frac{\sigma+1}{\sigma}} + (1 - A_E)^{-\frac{1}{\sigma}} F^{\frac{\sigma+1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma+1}} \quad (5)$$

Her er A_E en fordelingsparameter og $-\sigma$ er substitusjonselastisiteten. CES-funksjonen forutsetter konstant substitusjonselastisitet. Tidligere har GL-funksjonen vært brukt for energiaggregatet delvis som en følge av at denne funksjonen er valgt på øvre trinn. Det er imidlertid ikke noe i veien for å benytte forskjellige funksjonsformer på øvre og nedre trinn. CES-funksjonen gjør det mulig å få enkle økonometriske relasjoner ved implementering av ulike egenskaper i tilpasningen.

Tillater vi A_E å variere med nivået på energibruken (U) og/eller med tiden (\mathfrak{S}) kan vi åpne for ikke-homotetisitet og/eller ikke-nøytral teknisk endring (trend) i (5). Med både ikke-homotetisitet og ikke-nøytral teknisk endring vil A_E kunne være gitt ved

$$A_E = U_t^\beta e^{\alpha + \tau \mathfrak{S}} (1 + U_t^\beta e^{\alpha + \tau \mathfrak{S}})^{-1}. \quad (6)$$

Settes τ lik null dvs.

$$A_E = U_t^\beta e^\alpha (1 + U_t^\beta e^\alpha)^{-1}, \quad (7)$$

vil funksjonen være ikke-homotetisk og ha nøytral teknisk endring. Settes β lik null dvs.

$$A_E = e^{\alpha + \tau \mathfrak{S}} (1 + e^{\alpha + \tau \mathfrak{S}})^{-1}, \quad (8)$$

vil funksjonen være homotetisk og ha ikke-nøytral teknisk endring.

For å komme fram til relasjoner som er enkle å estimere, tar vi utgangspunkt i den duale kostnadsfunksjonen (Varian (1984)):

$$CU = U \left[A_E P_E^{\sigma+1} + (1 - A_E) P_F^{\sigma+1} \right]^{\frac{1}{\sigma+1}} \quad (9)$$

¹CES - Constant Elasticity of Substitution

²GL - Generalized Leontief

3.2 Avledninger av en CES kostnadsfunksjon

Etterspørselen etter en faktor er gitt ved den deriverte av kostnadsfunksjonen (9) med hensyn på den respektive faktorpris (Shepards lemma). Tar vi utgangspunkt i at A_E er en konstant (homotetisitet og nøytral teknisk endring), er logaritmen til faktorforholdet gitt ved

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = a + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t, \quad (10)$$

hvor a tilsvarer $\ln\left(\frac{A_E}{1-A_E}\right)$.

En tilpasning av faktorforholdet som innebærer visse tregheter, kan være mer realistisk enn den momentane tilpasningen som er forutsatt i (10). Vi kan tenke oss en delvis tilpasning (partial adjustment) av faktorforholdet slik at det realiserede faktorforholdet ett år bestemmes som en veid sum av det ønskede faktorforholdet og det realiserede faktorforholdet året før (Harvey (1981)). En begrunnelse for en slik tilpasning kan være at en rask endring av faktorforholdet er mer kostbar enn en langsommere endring av faktorforholdet. En slik delvis tilpasning kan beskrives ved en relasjon hvor faktorforholdet i det foregående år inngår (dynamisk relasjon),

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = a + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \gamma \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1}. \quad (11)$$

Jo større γ er jo større er tregheten i tilpasningen.

Den historiske perioden vi estimerer på er preget av at elektrisitetens andel av det totale energiforbruket er stigende. Dette gjelder også i de årene hvor oljeprisen synker relativt til elektrisitetsprisen. Det er rimelig å forvente en overgang fra olje til elektrisitet i år hvor oljeprisen stiger relativt til elektrisitetsprisen, som i den første delen av estimeringsperioden, men hvordan kan økende elektrisitetsandel forklares når prisutviklingen er motsatt? En forklaring kan være at i løpet av estimeringsperioden har bruk av elektrisitet til elektrisitetsspesifikke formål (kontorutstyr, luftkondisjoneringsanlegg, husholdningsapparater etc.) økt. Således kan vi få en økning i elektrisitetsforbruket som er uavhengig av det relative prisforholdet siden det ikke eksisterer noen oljebaserte alternativer. En annen forklaring kan være at det i dag er høyere kapitalkostnader ved å installere en oljefyr enn ved å innstallere et elektrisitetsbasert oppvarmingssystem. Dessuten er det stor usikkerhet knyttet til den framtidige utvikling av oljeprisen noe som også taler for å investere i elektrisitetsbasert kapitalutstyr hvor den framtidige prisutvikling er mer forutsigbar.

Vi har manglende faktiske statistikkunnskaper om bruk av elektrisitet til elektrisitetsspesifikke formål. I samsvar med det ovenstående kan vi imidlertid ta hensyn til den observerte trenden i retning av elektrisitetsbruk ved å spesifisere funksjoner hvor det optimale faktorforholdet, i tillegg til å være avhengig av det relative prisforhold, også er avhengig av det totale energiforbruk (ikke-homotetisitet) eller av tiden (ikke-nøytral teknisk endring). I tilfellet med ikkehomotetisitet tar vi utgangspunkt i en produktfunksjon hvor A_E er som i (7). Dette gir:

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \alpha + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \beta \ln U_t \quad (12)$$

I (12) vil U_t være uobserverbar og simultant bestemt med E og F. Dette vil skape problemer ved en stokastisk utforming og estimering av modellen. En måte å unngå disse problemene på er å finne en instrumentvariabel for U_t . En mulig instrumentvariabel for U_t er X_{t-1} . Det er sannsynligvis sterk korrelasjon mellom totalt energibruk og produksjonsnivået. Dessuten unngås simultanitetsproblemet siden det er produksjonsnivået i foregående periode som inngår. Modellen blir nå:

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \alpha + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \beta \ln X_{t-1} \quad (13)$$

I tilfellet med ikke-nøytral teknisk endring (trend) tar vi utgangspunkt i en produktfunksjon hvor A_E er som i (8). Dette gir:

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \alpha + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \tau \mathfrak{S} \quad (14)$$

Inkluderer vi alle effektene nevnt ovenfor får vi en totalmodell:

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \alpha + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \gamma \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} + \beta \ln X_{t-1} + \tau \mathfrak{S} \quad (15)$$

3.3 Feiljusteringsmodeller

En annen måte å modellere tilpasningstreggheter på (i tillegg til partial adjustment) er å spesifisere en såkalt feiljusteringsmodell (error correction model, Harvey (1981)). Generelt kan vi anta en sammenheng mellom to variable y_t og x_t :

$$y_t^* = a_0 + a_1 x_t \quad (16)$$

Her er y_t^* den ønskede eller optimale verdi på den avhengige variabelen y_t gitt den realiserte verdien på den uavhengige variabelen x_t . Relasjon (16) kan også sies å representere langtidssammenhengen mellom y_t og x_t . Treggheten i tilpasningen kommer til uttrykk ved at den realiserte endringen i venstresidevariabelen er gitt ved

$$y_t - y_{t-1} = c_1(y_t^* - y_{t-1}^*) + c_2(y_{t-1} - y_{t-1}^*), \quad (17)$$

hvor det forutsettes at $c_1 > 0$ og $0 < c_2 \leq 1$. Den realiserte endringen i venstresidevariabelen er en funksjon av endringen i ønsket nivå for venstresidevariabelen og avviket fra det ønskede nivået i foregående periode. Innsetting av (16) i (17) gir

$$y_t - y_{t-1} = c_1 a_1 (x_t - x_{t-1}) + c_2 (y_{t-1} - a_0 - a_1 x_{t-1}), \quad (18)$$

som ikke inneholder den uobserverbare y^* . Vi ser av (18) at endringen i venstresidevariabelen er avhengig av hvor stor endringen i høyresidevariabelen er og i tillegg hvor stort avviket fra den ønskede verdi (jfr. 16) er i utgangspunktet.

Med utgangspunkt i den generelle feiljusteringsmodellen (18) kan vi nå utvikle feiljusteringsmodeller for (10), (13) og (14)

$$\Delta \ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \rho_0 + \rho_1 \Delta \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \mu \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} - \lambda \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1}, \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \Delta \ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = & \rho_0 + \rho_1 \Delta \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \rho_2 \Delta \ln X_{t-1} + \mu \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} \\ & - \lambda \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1} - \kappa \ln X_{t-2}, \end{aligned} \quad (20)$$

og

$$\Delta \ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \rho_0 + \rho_1 \Delta \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \mu \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} - \lambda \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1} - \theta \mathfrak{S}_{t-1}, \quad (21)$$

hvor Δ foran en variabel betyr at vi ser på endringen i variabelens verdi fra tidspunkt $t-1$ til t . Sammenligner vi (19) med (18) vil konstantleddet ρ_0 tilsvare $-c_2 a_0$, korttidsparameteren ρ_1 tilsvare $c_1 a_1$, treghetsparameteren μ tilsvare c_2 og λ tilsvare $c_2 a_1$. Tilsvarende gjelder for (20) og (21), men i disse er det flere enn en høyresidevariabel. I feiljusteringsmodellene ((19) - (21)) vil således $-\frac{\rho_0}{\mu}$ tilsvare α , $\frac{\lambda}{\mu}$ tilsvare σ , $\frac{\kappa}{\mu}$ tilsvare β og $\frac{\theta}{\mu}$ tilsvare τ i (10), (13) og (14).

3.4 Stokastisk utforming

Den stokastiske utformingen av modellene i avsnitt 3.2 og 3.3, får vi ved å tilføye et restledd V_t . For at minste kvadraters metode skal gi variansminimale, lineære og forventningsrette estimatorene må følgende forutsetninger om restleddene i de ulike modellene være oppfylt

$$E(V_t) = 0, \quad (22)$$

$$Var(V_t) = \vartheta^2, \quad (23)$$

hvor ϑ^2 er variansen til restleddet som er konstant for alle t . Observasjonene må være uavhengige (impliserer at restleddene er ukorrelerte). Siden høyresidevariablene er stokastiske må vi presisere at forutsetningene ovenfor gjelder betinget med hensyn på høyresidevariablene.

Alle de følgende relasjonene, som er stokastiske utforminger av relasjonene i forrige avsnitt lar seg estimere ved minste kvadraters metode. Problemer ved estimeringen kan oppstå ved at antall frihetsgrader blir lavt siden vi bare har 13 observasjoner og enkelte av relasjonene har mange høyresidevariable. Dessuten er det muligheter for sterk korrelasjon mellom høyresidevariablene slik at det oppstår problemer med multikollinearitet. Det må gjøres oppmerksom på at V_t varierer fra relasjon til relasjon. Vi får nå følgende stokastiske modeller der modellfotskrift for V_t er sløyfet.

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \alpha + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + V_t \quad (24)$$

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \alpha + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \gamma \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} + V_t \quad (25)$$

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \alpha + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \beta \ln X_{t-1} + V_t \quad (26)$$

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \alpha + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \tau \mathfrak{S} + V_t \quad (27)$$

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \alpha + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \gamma \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} + \beta \ln X_{t-1} + \tau \mathfrak{S} + V_t \quad (28)$$

$$\Delta \ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \rho_0 + \rho_1 \Delta \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \mu \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} - \lambda \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1} + V_t \quad (29)$$

$$\begin{aligned} \Delta \ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = & \rho_0 + \rho_1 \Delta \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \rho_2 \Delta \ln X_{t-1} + \mu \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} \\ & - \lambda \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1} - \kappa \ln X_{t-2} + V_t \end{aligned} \quad (30)$$

$$\Delta \ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \rho_0 + \rho_1 \Delta \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \mu \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} - \lambda \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1} - \theta \mathfrak{S}_{t-1} + V_t \quad (31)$$

3.5 Kriterier for valg av modell

Det er flere forhold som er av betydning for hvilken av modellene som skal velges i den enkelte sektor.

For det første bør estimatorene være signifikante og ha riktig fortegn. For eksempel er det viktig at substitusjonselastisiteten³ har riktig fortegn. Substitusjonselastisiteten sier med hvor mange prosent faktorforholdet endres når det relative prisforhold endres med en prosent. I tillegg bør vi teste om Durbin-Watson estimatoren kan tyde på autokorrelasjon.

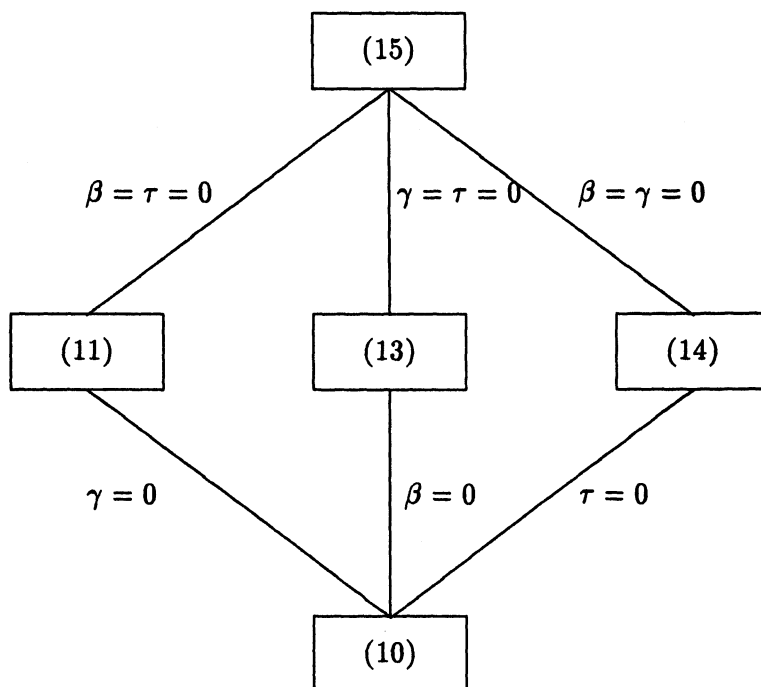
Videre legges det vekt på hvor god forklaringskraften (R^2) til modellen er. Vi vil teste om forklaringskraften øker signifikant når antall høyresidvariable i modellen øker, idet vi tar utgangspunkt i testreet presentert i figur 3.1 (neste side). Formelt sett bruker vi en F-test (Bhattacharyya and Johnson (1977)) for å vurdere om nye høyresidevariable yter et signifikant bidrag til modellens forklaringskraft. Testobservatoren

$$Q = \left(\frac{SSR_0}{SSR_1} - 1 \right) \left(\frac{n-k}{q} \right) \quad (32)$$

der SSR_0 og SSR_1 er residualkvadratsummen før og etter at nye høyresidevariable er inkludert, n er antall observasjoner, k er det totale antall parametere som estimeres og q er antall nye parametere som testes, er F-fordelt med $(q, n-k)$ frihetsgrader. En høy verdi på Q tyder på at modellens forklaringskraft er signifikant forbedret (se vedlegg B).

³Substitusjonselastisiteten i modell (10), (13) og (14) er $-\sigma$. I modell (11) er substitusjonselastisiteten $\frac{-\sigma}{1-\gamma}$.

Figur 3.1 Testtre av modeller for energisubstitusjon.



Modellspesifikasjonene som kan testes mot hverandre ved hjelp av testobservatoren (32) er forbundet med linjer i figur 3.1. Kriteriet for at to modellspesifikasjoner kan testes mot hverandre er at den ene kan oppnås som et spesialtilfelle av den andre ved å legge nullrestriksjoner på en eller flere av parameterne. Den dynamiske modellen (11) fås ved nullrestriksjoner på β og τ i totalmodellen (15). Settes også γ lik 0 får vi den statiske modellen (10). Videre fås modellen med ikke-homotetisitet (13) ved nullrestriksjoner på γ og τ i (15), mens modellen med ikke-nøytral teknisk endring (14) fås ved nullrestriksjoner på β og γ i (15).

Det vil også tillegges vekt hvor godt modellen simulerer de siste årene i observasjonsmaterialet når disse er utelatt ved estimeringen (post-sample test). En samlet vurdering av alle de nevnte kriterier ligger til grunn for valg av modell senere i denne rapporten.

4 Data

Data er i all hovedsak hentet fra energiregnskapet (Hetland et al. (1990)). Tidligere er det foretatt estimeringer både på energiregnskapstall og nasjonalregnskapstall (Bye (1984)). På grunn av dataforskjeller, spesielt for tjenesteytende sektorer, var resultatene i denne rapporten svært forskjellige avhengig av hvilken datakilde som var brukt. Resultatene basert på nasjonalregnskapstall ble implementert i MSG og MODAG. I denne analysen er vi spesielt interessert i energisubstitusjon og vil derfor benytte den beste datakilden i så måte nemlig energiregnskapet, se Bye (1982). Problemer dette måtte skape med hensyn til implementering i de to modellene, tas opp i kapittel 6 og 7.

4.1 Oljeaggregatet

Alle oljedata er hentet fra energiregnskapet. Oljeaggregatet utgjøres av summen av fyringsolje og tungolje⁴ begge målt i 1000 tonn. Til forskjell fra tidligere estimeringer er således transportoljer nå skilt ut fra oljeaggregatet. Dette betyr at energisubstitusjonen bare spesifiseres for stasjonær bruk av oljer til oppvarming og elektrisitet. I den nye modellen behandles transportoljer særskilt (Alfsen, Bye og Holmøy (1989)). Tabell 4.1.1 viser forholdet mellom mengden transportolje og oppvarmingsolje i 1988. Koeffisientene i tabellen angir forholdet mellom forbruk av henholdsvis transportolje og olje til oppvarming og bruttoproduksjonsverdi. For sektor 25 og 37 er kull og koks slått sammen med olje.

4.1.1 Beregninger av nøkler for mellomdestillater i industrisektorene

For industrisektorene baserer energiregnskapet seg på Industristatistikken. I industristatistikken gis ikke tall for forbruk av de enkelte mellomdestillater fyringsolje, autodiesel og marint brennstoff. Det gis bare tall for totalt mellomdestillatforbruk. For å skaffe tall for forbruket av de enkelte mellomdestillater i industrisektorene kan totalt mellomdestillatforbruk splittes opp etter nøkler basert på salgstall fra Norsk petroleumsinstitutt (petroleumsstatistikken). Petroleumstatistikken er inndelt etter kjøpergrupper som ikke samsvarer helt med sektorinndelingen i MSG. Kjøpergruppene er på et mer aggregert nivå. Totalt mellomdestillatforbruk for forskjellige industrisektorer som inngår i samme kjøpergruppe, fordeles således etter de samme nøkler. Det er sannsynlig at det er variasjoner i sammensetningen av mellomdestillatforbruket for forskjellige industrisektorer selv om de tilhører samme kjøpergruppe i petroleumstatistikken, men av datamessige grunner foretas denne forenklingen.

Fyringsolje 1 og fyringsolje 2 fra petroleumstatistikken slås sammen til fyringsolje. Likeledes slås marin diesel og marine gassoljer sammen til marint brensel. Nøkler for de tre mellomdestillatene fås da ved forholdet mellom henholdsvis fyringsolje, autodiesel og marint brensel og totalen (summen av de tre), for alle kjøpergruppene i industrien.

For å fordele nøklene på MSG-sektorer tas det utgangspunkt i koblingen mellom kjøpergrupper

⁴Et unntak her er sektor 92 (forsvaret) hvor tungolje brukes som drivstoff i sjøtransport (Alfsen og Brenndemoen (1990)) og derfor ikke er med i oljeaggregatet.

Tabell 4.1.1: Transportolje- og oppvarmingsolje-forbruk i forhold til bruttoproduksjon etter MSG-produksjonssektorer (1988). Verdiandeler.

Sektornr.	Sektor	Transp.	Oppv.
11	Jordbruk	.0135	.0049
15	Prod. av konsumvarer	.0012	.0038
25	Prod. av vareinns. og inv.varer.	.0027	.0107
34	Prod. av treforedlingsprodukter	.0008	.0090
37	Prod. av kjemiske råvarer	.0003	.0174
45	Prod. av verkstedprodukter	.0014	.0016
50	Prod. av skip og plattformer	.0004	.0007
55	Bygg og anlegg	.0044	.0007
63	Bank og forsikring	.0031	.0004
81	Varehandel	.0204	.0016
85	Annen privat tjenesteprod.	.0072	.0020
92	Forsvar	.0415	.0032
93	Undervisning og forskningsvirks.		.0033
94	Helsetjenester		.0032
95	Annen off. tjenesteproduksjon	.0009	.0008

og MSG-sektorer fra Selboe (1988). Ny MSG-inndeling for industrien er mer aggregert. Nøkler for denne nye inndelingen fås ved en veid sum av nøklene fra den mer disaggregerte sektorinndelingen, der vektene er totalt mellomdestillatforbruk fra energiregnskapet for de ulike sektorene som inngår i aggregatet.

4.1.2 Fast brensel

Enkelte sektorer har betydelig forbruk av fast brensel (kull, koks, ved) som står i et substitusjonsforhold til elektrisitet og olje. Dette må det tas hensyn til ved estimeringen. For sektor 25 (Produksjon av vareinnsats og investeringsvarer) og sektor 37 (Produksjon av kjemiske råvarer) summeres kull og koks, omregnet til oljeekvivalenter, med olje i oljeaggregatet. Data for kull og koks målt i 1000 tonn fås fra energiregnskapet. Vi har sett bort fra muligheten for en trefaktorfunksjon bestående av elektrisitet, olje og fast brensel i denne rapporten, men forutsatt at olje og fast brensel kan aggregeres direkte.

4.2 Elektrisitet

Data for elektrisitet målt i Gwh fås fra energiregnskapet.

4.3 Bruttoproduksjon

Bruttoproduksjon hentes fra nasjonalregnskapet. I de offentlige sektorene benyttes bruttoprodukt og vareinnsats (inkludert energi) som mål på produksjonen. Bruttoproduct og vareinnsats hentes i likhet med bruttoproduksjon fra nasjonalregnskapet og måles i 100.000 kr (faste 1988 priser).

4.4 Prisdata

Priser for olje og elektrisitet er hentet fra energiregnskapet. På grunn av ufullstendige tidsserier for kull- og kokspriser i energiregnskapet, er tidsserier for disse konstruert ved å multiplisere en prisindeks basert på forbruk i løpende og faste priser fra nasjonalregnskapet med prisen i basisåret fra energiregnskapet. Pris på oljeaggregatet fås som forholdet mellom verdi og kvantum til dette aggregatet. Verdi fås ved å summere produktene av pris og kvantum av de brenseltypene som inngår i oljeaggregatet.

5 Estimeringsresultater

5.1 Hovedtendenser

Resultatet av estimeringene presenteres i vedlegg B mens test av modellenes forklaringskraft og post- sample simuleringene presenteres i henholdsvis vedlegg C og D. Figur 5.1 og 5.2 viser typiske forløp for faktorforholdet og prisforholdet til olje og elektrisitet. Hvis faktorforholdet først og fremst var avhengig av det relative prisforhold skulle de to linjene i figuren vise en samsvarende utvikling. Som vi ser er dette ikke tilfelle. Elektrisitetens andel øker gjennom hele perioden også fra 1981 når elektrisiteten relativt sett blir dyrere i forhold til oljen. Dette peker mot at modeller med andre forklaringsfaktorer i tillegg til det relative prisforhold, bør trekkes inn.

Det viser seg at de modellene som kan forklare at elektrisitetens andel av det totale energibruk er økende uavhengig av de relative priser, kommer best ut med hensyn til de kriterier som tidligere er nevnt. Modellene er (13) som åpner for ikke-homotetisitet og (14) som åpner for ikke-nøytral teknisk endring. Av disse to foretrekkes (14) for de private produksjonssektorene (11 - 85), mens (13) foretrekkes for de offentlige sektorene (92 - 95). Tabellen og figureksempelene i vedlegg D illustrerer at modellene som åpner for ikkehomotetisitet og ikke-nøytral teknisk endring er de to andre modellene overlegne når det gjelder post-sample simulering⁵.

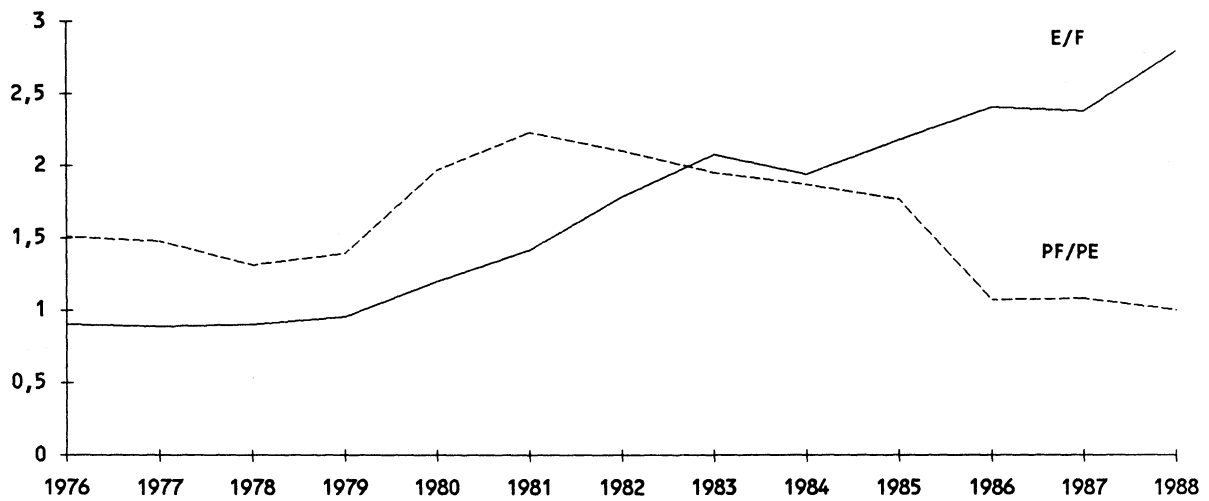
Til implementering velges en feiljusteringsmodell⁶ som baserer seg på den av de fire første modellene som kommer best ut for sektoren, det vil i vårt tilfelle si enten (20) eller (21)⁷. Dette gjelder som nevnt ovenfor ikke sektorene 34 og 45 (se nedenfor). For over halvparten av modellene velges modellspesifikasjonen hvor ρ_1 er satt lik 0, dvs. hvor korttidseffekten av en relativ prisendring på faktorforholdet mellom elektrisitet og olje regnes som neglisjerbar. Dette betyr at det ikke kan forventes en rask reaksjon på introduksjon av virkemidler i forurensningspolitikken.

⁵ Tabellen viser post-sample simulering for alle sektorene. Post-sample simulering for en av sektorene (81) er også vist ved figurer.

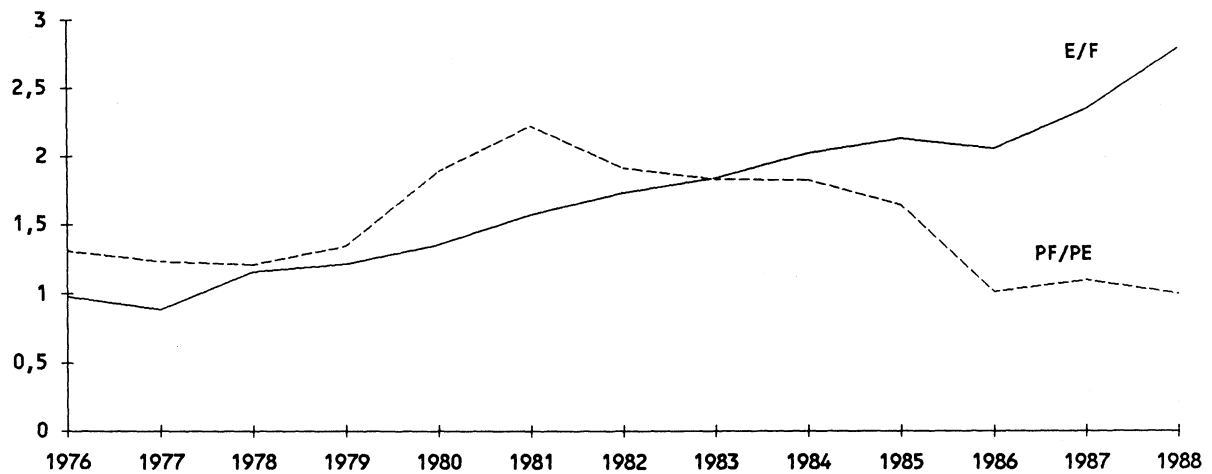
⁶ I den langsiktige likevektmodellen MSG er det langtidsammenhengen (jfr. (16)), med parameterestimater fra feiljusteringsmodellen (jfr. (18)), som implementeres. I MODAG implementeres feiljusteringsmodellen som den står. Se forøvrig kapittel 6.

⁷ Vi ser av standardavviket til residualene at feiljusteringsmodellene jevnt over gir bedre føyning enn den beste av de fire opprinnelige modellene.

Figur 5.1 Faktor- og prisforhold for olje og elektrisitet i sektor 11



Figur 5.2 Faktor- og prisforhold for olje og elektrisitet i sektor 15



5.2 Gjennomgang av estimeringsresultatene

Av tabellene i vedlegg B ser vi at modellen med ikkenøytral teknisk endring (trend), (14), er den som passer best for sektor 11 (jordbruk). Denne modellen gir best føyning (lavest residualvarians), riktig fortegn på substitusjonselastisiteten ($-\sigma$), som forøvrig er signifikant større enn null på en prosents nivå, og kommer også best ut ved post-sample simulering. Den statiske modellen, (10), har lav forklaringskraft, den dynamiske modellen, (15), har galt fortegn på substitusjonselastisiteten ($\frac{-\sigma}{1-\gamma}$) og gir dårligere post-sample simulering. Modellen med ikke-homotetisitet, (13), har også galt fortegn på substitusjonselastisiteten. Totalmodellen (15) bekrefter inntrykket av at (14) bør danne basis for feiljusteringsmodellen som skal implementeres i hovedmodellen. (Det er verdt å merke seg at feiljusteringsmodellen gir større substitusjonselastisitet⁸ enn (14).) Siden estimatet for ρ_1 har en lav t-verdi (0.7), velges error correction modellen hvor ρ_1 er satt lik 0.

Også for sektor 15 (produksjon av konsumvarer) er (14) å foretrekke ut ifra de kriterier som er satt opp. En feiljusteringsmodell basert på modell (14) velges også her til implementering. For sektor 25 (produksjon av investeringsvarer) og sektor 37 (produksjon av kjemiske råvarer) hvor begge har kull og koks inkludert i oljeaggregatet, vil vi også velge modellen med ikkenøytral teknisk endring og tilhørende feiljusteringsmodell. Vi ser at substitusjonselastisiteten i feiljusteringsmodellen er betydelig større enn substitusjonselastisiteten i (14) for sektor 25 og betydelig mindre for sektor 37. En annen forskjell er at ρ_1 ikke er signifikant forskjellig fra 0 i sektor 25, mens den er signifikant forskjellig fra 0 i sektor 37.

For sektor 34 (treforedling) 45 (produksjon av verkstedsprodukter) er det igjen modellen med trend (14) som gir best resultater. Til forskjell fra de andre sektorene hvor denne modellen er foretrukket, viser ikke feiljusteringsmodellen seg her å være noen forbedring, snarere tvert i mot. Til implementering velges derfor (14).

I sektor 50 (produksjon av skip og plattformer) ser vi at data tyder på at relative prisendringer har liten effekt på energisubstitusjon. Det samme kan i noen grad sies om sektor 55 (bygg og anlegg). For begge disse to sektorene velges feiljusteringsmodellen som impliserer ikkenøytral teknisk endring. I sektor 50 settes i tillegg ρ_1 lik 0.

For sektor 63 (bank og forsikring), sektor 81 (varehandel) og sektor 85 (annen privat tjeneste-produksjon) velges også modellen med ikkenøytral teknisk endring med tilhørende feiljusteringsmodell. I likhet med noen av de andre sektorene er substitusjonselastisitetene estimert i feiljusteringsmodellen også for disse tre sektorene tildels betydelig større enn substitusjonselastisitetene estimert i modell (14). I sektor 63 og sektor 85 er ρ_1 satt lik 0.

I de offentlige sektorene (92-95) kommer modellen (13) med ikke-homotetisitet best ut både når det gjelder føyning og post-sample simulering. For disse sektorene velges dermed feil-

⁸Substitusjonselastisiteten i feiljusteringsmodellen er gitt ved $-\frac{\lambda}{\mu}$. Tilsvarende er koeffisientene foran $\ln X_{t-2}$ og T_{t-1} gitt ved henholdsvis $\frac{\alpha}{\mu}$ og $\frac{\theta}{\mu}$.

justeringsmodellen som impliserer ikkehomotetisitet. I sektor 92, 93 og 95 er dessuten ρ_1 satt lik 0. Felles for alle de offentlige sektorene er at feiljusteringsmodellen gir større substitusjonselastisitet enn (13).

6 Implementering

6.1 Implementering i MSG/ny modell

Ved implementering av nye energiligninger i MSG tas det utgangspunkt i modellene som ble valgt i kapittel 5. Det er bare de langsiktige egenskapene som har interesse i denne makromodellen (i motsetning til MODAG). For hver sektor implementeres produktfunksjonen, enhetskostnadsfunksjonen og den valgte avledede ligning (jfr. kapittel 5). For de sektorene hvor det er estimert på en feiljusteringsmodell, er det langtidssammenhengen som skal implementeres (jfr. (16)).

For sektorene 34 og 45 implementeres produktfunksjonen

$$U = \left[A_E^{-\frac{1}{\sigma}} E^{\frac{\sigma+1}{\sigma}} + (1 - A_E)^{-\frac{1}{\sigma}} F^{\frac{\sigma+1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma+1}}, \quad (33)$$

og enhetskostnadsfunksjonen

$$PU = \left[A_E P_E^{\sigma+1} + (1 - A_E) P_F^{\sigma+1} \right]^{\frac{1}{\sigma+1}}, \quad (34)$$

hvor

$$A_E = e^{\alpha + \tau \mathfrak{S}} (1 + e^{\alpha + \tau \mathfrak{S}})^{-1}. \quad (35)$$

Videre implementeres den avledede ligningen

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \alpha + \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \tau \mathfrak{S}. \quad (36)$$

I feiljusteringsmodellene vil (jfr. kap.3) $-\frac{\rho_0}{\mu}$ tilsvare α , $\frac{\lambda}{\mu}$ vil tilsvare σ , $\frac{\kappa}{\mu}$ vil tilsvare β og $\frac{\theta}{\mu}$ vil tilsvare τ . Dermed vil nå produktfunksjonen for de resterende sektorene formuleres som

$$U = \left[A_E^{-\frac{\kappa}{\lambda}} E^{\frac{\lambda+\mu}{\lambda}} + (1 - A_E)^{-\frac{\kappa}{\lambda}} F^{\frac{\lambda+\mu}{\lambda}} \right]^{\frac{\lambda}{\lambda+\mu}} \quad (37)$$

og enhetskostnadsfunksjonen som

$$PU = \left[A_E P_E^{\frac{\lambda+\mu}{\mu}} + (1 - A_E) P_F^{\frac{\lambda+\mu}{\mu}} \right]^{\frac{\mu}{\lambda+\mu}} \quad (38)$$

hvor

$$A_E = e^{-\frac{\rho_0}{\mu} + \frac{\theta}{\mu} \mathfrak{S}} (1 + e^{-\frac{\rho_0}{\mu} + \frac{\theta}{\mu} \mathfrak{S}})^{-1} \quad (39)$$

for de private sektorene (11, 15, 25, 37, 50, 55, 81 og 85) og

$$A_E = X_{t-1}^{\frac{\kappa}{\mu}} e^{-\frac{\rho_0}{\mu}} (1 + X_{t-1}^{\frac{\kappa}{\mu}} e^{-\frac{\rho_0}{\mu}})^{-1}, \quad (40)$$

for de offentlige sektorene (92, 93, 94 og 95). Videre blir de avledede ligningene nå

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = -\frac{\rho_0}{\mu} + \frac{\lambda}{\mu} \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \frac{\theta}{\mu} \mathfrak{S}, \quad (41)$$

for de private sektorene og

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = -\frac{\rho_0}{\mu} + \frac{\lambda}{\mu} \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \frac{\kappa}{\mu} \ln X_{t-1}, \quad (42)$$

for de offentlige sektorene.

6.2 Implementering i MODAG

Ved implementering av nye energiligninger i MODAG, hvor også de kortsiktige egenskapene er av betydning, tas det utgangspunkt i modellene som ble valgt i kapittel 5⁹. I den foreliggende versjonen av MODAG benyttes bruttoproduksjon på nivåform¹⁰ og oljeaggregatet inneholder både autodiesel og marint brennstoff (bensin er det eneste drivstoff som er fjernet fra oljeaggregatet). Dette er tatt hensyn til ved estimeringen. Som tidligere nevnt er alle drivstoffer fjernet fra oljeaggregatet i den nye langsiktige makromodellen.

I tillegg til de avledede ligningene som er valgt (jfr. (20) og (21)) skal også de bakenforliggende produktfunksjonene implementeres for hver sektor. Med unntak av sektor 55 implementeres de samme spesifikasjonene som i MSG (jfr. forrige avsnitt).

På grunn av navnestrukturen i MODAG gis parameterne ved implementering nye navn i henhold til listen nedenfor, j er sektornummer.

⁹Et unntak her er sektor 55 hvor vi for MODAG har valgt modellen som åpner for ikke-homotetisitet. Denne modellen passer best når vi for MODAG inkluderer autodiesel og marint brennstoff i oljeaggregatet

¹⁰I estimeringene som er presentert i tabell 5 er normert bruttoproduksjon brukt.

α	-	E.j
σ	-	E.Pj
β	-	E.L1Xj
τ	-	E.Tj
ρ_0	-	E.j
ρ_1	-	E.Pj
ρ_2	-	E.L1Xj
μ	-	E.L1Ej
λ	-	E.L1Pj
θ	-	E.L1Tj
κ	-	E.L2Xj

6.3 Korreksjoner som følge av forskjellig datagrunnlag ved estimering og simulering

Det faktum at energirelasjonene er estimert på data fra energiregnskapet mens makromodel-
lene forøvrig er basert på nasjonalregnskapet¹¹, kan tas hensyn til ved å korrigere konstant-
leddene i energiligningene. Residualene til de avledede ligningene i basisåret gis fra estime-
ringen generelt som

$$\hat{e}_t = y_t - \hat{y}_t \quad (43)$$

hvor t er basisåret, y_t er observert verdi på venstreside variabelen (fra energiregnskapet)
og \hat{y}_t er estimert verdi på venstresidevariabelen. Siden estimeringen er gjort på grunnlag
av data fra energiregnskapet, og det er forskjeller mellom dataseriene fra energiregnskapet
og nasjonalregnskapet, vil det være et avvik i basisåret mellom estimert venstresidevariabel
 $((\Delta)\ln(\frac{E}{F}))$ og observert venstresidevariabel fra nasjonalregnskapet. Vi tar hensyn til dette
ved å gi konstantleddet et tillegg som er lik differansen mellom det nevnte avviket og resi-
dualen i basisåret. I produktfunksjonene inngår residualene multiplikativt og finnes etter
implementering av korrigerede konstantledd ved

$$V = \frac{E + F}{U_{SIM}} \quad (44)$$

hvor $E + F$ og U_{SIM} er henholdsvis observert energiforbruk (fra nasjonalregnskapet) og
simulert energiforbruk i basisåret.

¹¹Det er tildels store avvik mellom dataseriene for energibruk i de to regnskapene. Dette gjelder særlig for de tjenesteytende sektorer.

7 Sammenligning med tidligere estimeringsresultater. Vurdering av konsekvenser for framskrivninger og virkninger av energi- og miljøpolitiske tiltak

I den forrige versjonen av MODAG ble energirelasjoner med lagget endogen variabel (11) benyttet (B. Bye (1990)). I estimeringen som er dokumentert i denne rapporten er også andre modellformuleringer benyttet. Som beskrevet ovenfor er det her snakk om modeller som gir rom for ikke-homotetisitet og ikke-nøytral teknisk endring. Det at nye energirelasjoner med andre kjennetegn enn de gamle tas i bruk får naturlig nok konsekvenser for makromodellens egenskaper for framskrivning og for hvordan f. eks. avgift på olje som tiltak mot forurensning vil slå ut.

I de nye relasjonene vil forbruket av elektrisitet øke relativt sett i forhold til forbruket av olje, i takt med bruttoproduksjonen eller i takt med tiden. Dette fører til at en referansebane generert av en makromodell med nye energirelasjoner vil innebære høyere elektrisitetsforbruk og lavere oljeforbruk enn en referansebane generert av den samme makromodellen med de energirelasjoner som ble brukt tidligere (ved ellers like forutsetninger). Således vil den nye referansebanen også innebære lavere forurensning enn den gamle.

Et annet kjennetegn ved de nye energirelasjonene er at de gir lavere substitusjonselastisiteter enn de som har ligget inne i modellene til nå. Det at de nye energirelasjonene har lavere substitusjonselastisiteter vil medføre at tiltak mot forurensninger i form av avgifter på olje vil ha mindre effekt enn i tidligere modeller. For å få til den samme reduksjon i utslipp av forurensende stoffer, må det dermed høyere avgifter til enn tidligere.

For å oppnå et gitt nivå på utslipp av f.eks CO₂ på et gitt tidspunkt i framtiden, er det usikkert om bruk av en makromodell med nye energirelasjoner tilsier høyere avgifter enn bruk av en makromodell med de "gamle" energirelasjonene. Dette skyldes de to motstridende effektene nevnt ovenfor. På den ene siden tilsier den nye gunstigere referansebanen lavere avgifter, og på den annen side tilsier lavere substitusjonselastisiteter høyere avgifter. Dette studeres og drøftes grundigere i B. Bye og H. T. Mysen (1991). En av konklusjonene fra dette arbeidet er at reduksjoner i oljeforbruket på opp til om lag 30 prosent i år 2000 (sammenlignet med basisåret 1990) "oppnås lettest" (med lavest avgifter) med nye energirelasjoner. Trenden i de nye energirelasjonene er den dominerende faktor. Større reduksjoner enn 30 prosent vil være "lettest å oppnå" med "gamle" energirelasjoner. Substitusjonselastisitetene vil da dominere.

8 Konklusjon

I denne rapporten har vi dokumentert estimering av substitusjon mellom elektrisitet og olje i produksjonssektorene i en makromodell. Til forskjell fra tidligere er datagrunnlaget hentet fra energiregnskapet, drivstoff er skilt ut fra oljeaggregatet og vi har fått med flere observasjoner fra den perioden hvor oljeprisen har sunket relativt mye i forhold til elektrisitetsprisen (fra 1986).

Observeres forholdet mellom elektrisitetsforbruk og oljeforbruk, viser dette forholdet en stigende tendens over hele perioden også for de årene hvor oljeprisen har sunket relativt til elektrisitetsprisen. Dette har ledet oss til å søke andre forklaringer enn bare det relative prisforhold når vi skal prøve å forstå utviklingen i energietterspørselen.

Den observerte trenden i retning av økt bruk av elektrisitet i forhold til olje kan delvis forklares med økningen i beholdningen av elektrisitetsspesifikt utstyr. En ytterligere årsak kan være utviklingen i kapitalkostnadene ved installering av oppvarmingsutstyr i et produksjons- eller forretningslokale. I tillegg kan usikkerhet mht. framtidige priser og også miljøbevissthet tenkes å ha spilt inn.

Estimeringen viser at modeller som åpner for ikke-nøytral teknisk endring (trend) og ikke-homotetisitet (dvs. for de offentlige sektorene), er de som gir best resultater. Trenden innebærer mellom 5 og 10 prosents årlig økning i forholdet mellom elektrisitet og olje uavhengig av den relative prisutvikling. De nye estimeringene gir også svært lave substitusjonselastisiteter sammenlignet med tidligere. En modell med de nye energirelasjoner vil således gi en gunstigere referansebane sett fra et forurensningssynspunkt, enn tidligere. Imidlertid vil avgifter ha mindre effekt enn tidligere.

Det er selvsagt utilfredsstillende å benytte modellformuleringer med trend og ikke-homotetisitet som instrumentvariable når det finnes andre mulige eksplisitte årsaker til overgang i retning av mer bruk av elektrisitet i forhold til olje. Det er ønskelig at det etableres et datagrunnlag for utviklingen i disse mulige forklaringsfaktorer slik at en mer detaljert analyse av dette er mulig. De nye energirelasjonene gir bedre føyning til data enn de gamle. Det er imidlertid et åpent spørsmål hvor lenge de valgte instrumenter vil være høyt korrelerte med de virkelige forklaringsfaktorene. Dette betyr at modellbrukeren må vise en viss forsiktighet ved bruk av modellen. Dette poenget bør også understrekes ved presentasjon av usikkerhet i modellresultatene.

Referanser

- Alfsen K., T. Bye, og E. Holmøy (1989): "Energi og samfunn - ny modell", upublisert notat, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Alfsen K., og A. Brendemoen (1990): "Transport i en makroøkonomisk modell", upublisert notat, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Bergan R., Å. Cappelen, S. Longva, and N.M. Stølen (1986): "MODAG A - A Medium Term Annual Macroeconomic Model of the Norwegian Economy", *Discussion Paper no. 18*, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Berndt E. R., and L. R. Christensen (1973): "The Internal Structure of Functional Relationship: Separability, Substitution and Aggregation", *Review of Economic Studies*, Vol. 57.
- Bhattacharyya G. K., and R. A. Johnsen (1977): "Statistical Concepts and Methods", John Wiley & Sons, New York.
- Bjerkholt O., S. Longva, Ø. Olsen, and S. Strøm (1983): "Analysis of Supply and Demand of Electricity in the Norwegian Economy", *Samfunnsøkonomiske studier - SØS 53*, Central Bureau of Statistics, Oslo.
- Bye B., T. Bye, and L. Lorentsen (1989): "SIMEN - Studies of Industry, Environment and Energy towards 2000", *Discussion Paper no. 44*, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Bye B. (1990): "MODAG W benyttet til energi- og miljøanalyser: Dokumentasjon av SIMEN-beregningene", *Interne notater 90/5*, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Bye B., and H. T. Mysen (1991): "Energisubstitusjon, forurensninger og virkemidler" *Sosialøkonomen nr. 2, februar 1991*.
- Bye T. (1984): "Energisubstitusjon i næringssektorene i en makromodell", *Rapporter 84/2*, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Bye T. (1982): "Ressursregnskap - Nasjonalregnskap", *Interne notater 82/32*, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Diewert W. E. (1971): "An Application of the Shepard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function" *Journal of Political Economy*, Vol. 79.
- Harvey A. C. (1981): "The Econometric Analysis of Time Series", Phillip Allan, Oxford.
- Hetland T., T. Vik, og A. Aaheim (1990): "Tilgang og bruk av energi", *Interne notater 90/2*, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Johnston J. (1984): "Econometric Methods", McGraw-Hill Book Co., Singapore.
- Offerdal E., K. Thonstad, and H. Vennemo (1987): "MSG-4 A complete Description of the System of Equations", *Rapporter 87/14*, Statistisk sentralbyrå, Oslo.

Selboe O. K. (1988): "Modeller for beregning av nasjonale utslipp til luft", *Rapporter 88/17*, Statistisk sentralbyrå, Oslo.

Varian H. R. (1984): "Microeconomic Analysis", Norton, New York.

Vedlegg A. Sektorliste

Her følger en liste over produksjonssektorene som er aktuelle i denne rapporten.

Tabell A.1: Liste over produksjonssektorer i MSG, med tilhørende nasjonalregnskapssektorer.

MSG-sektornr.	Sektornavn	NR-sektor
11	Jordbruk	100,120,130,135,140
15	Produksjon av konsumvarer	200,205,210,215,220,225,230, 233,240,245,250,255,260,265, 270,275,280,285,290,295,300, 305,310,315,320,325,330,335, 340,345,350
25	Produksjon av vareinnsats- og investeringsvarer	160,170,175,180,355,360,365, 370,375,405,410,415,435,440, 445,450,455,465,470,475,480, 485,490,495,500,505,665,670, 675,680
34	Produksjon av treforedlings- produkter	380,385,390,395,400
37	Produksjon av kjemiske råvarer	420,425,430
45	Produksjon av verksteds- produkter	540,545,550,555,560,565,570, 575,580,585,590,595,600,605, 610,615,620,625,645,650,660
50	Produksjon av skip og plattformer	582,630,635,640
55	Bygg og anlegg	700
63	Bank og forsikring	865,870,874,875,880
81	Varehandel	720
85	Annen privat tjenesteproduksjon	690,695,760,890,895,900,905, 920,925,930,935,940,950,955, 960,965,970
92	Forsvar	915
93	Undervisning og forsknings- virksomhet	925
94	Helsetjenester m. v.	930,935
95	Annen offentlig tjeneste- produksjon	135,145,825,840,845,870,900, 920,945,950

Vedlegg B. Estimeringsresultater

Her følger presentasjonen av estimeringsresultatene. Den første kolonnen i tabellen angir sektornummer. Den andre kolonnen (med overskriften Par. som er en forkortelse for parametre) lister opp parameterne som er med i modell (10), (11), (13) og (14) og i tillegg determinasjonskoeffisienten (RSQ), standardavviket til residualene (SER) og Durbin Watson estimatoren (DW). I de neste fem kolonnene følger de estimerte resultatene for modellene listet opp ovenfor med standardavvik i parentes. Åttende kolonne (også med overskriften Par.) lister opp parameterne som er med i feiljusteringsmodellene. Unntak her er sektorene 34 og 45 noe vi skal komme nærmere tilbake til. I de to siste kolonnene presenteres estimeringsresultatene for feiljusteringsmodellene. ECM står for feiljusteringsmodell (error correction model) og ECM* for feiljusteringsmodell uten logaritmen til prisforholdet på tilvekstform (dvs. ρ_1 er satt lik 0). Den siste modellen er bare estimert for de sektorene hvor vi finner lave t-verdier for estimatet til ρ_1 .

Tabell B.1: Estimeringsresultater for substitusjon mellom elektrisitet og olje i produksjonssektorene i MSG. Modellformuleringer i henhold til kapittel 3.

Sektor	Par.	(10)	(11)	(13)	(14)	(15)	Par.	ECM	ECM*
11	α	.6302 (.2294)	.0269 (.0715)	.7430 (.0993)	1.0240 (.0474)	.6438 (.2215)	ρ_0	.9537 (.2364)	.9974 (.2364)
	σ	.3412 (.4466)	-.1381 (.1121)	.4020 (.1908)	-.2688 (.0882)	-.1706 (.1233)	ρ_1	-.0814 (.1162)	
	γ		1.0187 (.0784)			.3713 (.2194)	μ	-.8761 (.2333)	-.9268 (.2147)
	β			7.2721 (1.0732)		.7577 (1.0787)	λ	.3253 (.0925)	.3207 (.0893)
	τ				.1199 (.0070)	.0675 (.0310)	θ	-.1031 (.0259)	-.1069 (.0245)
	RSQ	.0552	.9522	.8552	.9722	.9808		.7404	.7221
	SER	.4215	.0999	.1799	.0762	.0718		.0625	.0605
	DW	.1507	1.8401	1.8484	1.8150	2.2474		2.0627	1.9798
15	α	.6002 (.1747)	.0845 (.0752)	.8644 (.0598)	.9787 (.0340)	1.2869 (.3966)	ρ_0	1.5624 (.3026)	
	σ	.1674 (.3629)	-.0240 (.1135)	-.1636 (.1163)	-.1882 (.0609)	-.2488 (.0899)	ρ_1	-.2195 (.0905)	
	γ		.9855 (.1004)			-.3760 (.4376)	μ	-1.5446 (.3281)	
	β			7.78 (.79)		.2569 (2.0411)	λ	.2952 (.0945)	
	τ				.0944 (.0048)	.1256 (.0597)	θ	-.1427 (.0292)	
	RSQ	.0208	.9163	.9170	.9774	.9832		.8113	
	SER	.3448	.1063	.1058	.0552	.0540		.0526	
	DW	.1797	2.3219	1.6159	1.9914	1.9787		1.8205	
25	α	.1892 (.1416)	.0068 (.0225)	.2006 (.0887)	.3835 (.0251)	.2319 (.1535)	ρ_0	.3092 (.1195)	.2838 (.0784)
	σ	.4357 (.3722)	-.1535 (.0613)	-.2833 (.2927)	-.0970 (.1194)	-.0985 (.0947)	ρ_1	.0418 (.1409)	
	γ		1.0583 (.0496)			.4570 (.3819)	μ	-.7455 (.3310)	-.6686 (.1939)
	β			3.8066 (.9370)		-.2953 (.6425)	λ	.1586 (.0535)	.1588 (.0503)
	τ				.0677 (.0035)	.0426 (.0309)	θ	-.0492 (.0196)	-.0450 (.0127)
	RSQ	.1205	.9829	.6897	.9791	.9895		.7023	.6985
	SER	.2354	.0346	.1474	.0382	.0307		.0278	.0262
	DW	.1542	2.3103	.5771	1.1545	2.2535		2.4767	2.4297

Tabell B.2: Estimeringsresultater for substitusjon mellom elektrisitet og olje i produksjonssektorene i MSG. Modellformuleringer i henhold til kapittel 3.

Sektor	Par.	(10)	(11)	(13)	(14)	(15)	Par.	ECM
34	α	.4366 (.3344)	.0236 (.2416)	1.3304 (.3308)	1.5028 (.2176)	1.2479 (.3885)		1.4672 (.2044)
	σ	-1.4009 (.8280)	-1.0554 (.5435)	-1.3520 (.5532)	-1.2993 (.3613)	-1.2258 (.3581)		-1.2778 (.3375)
	γ		.7284 (.1890)			.1388 (.2062)		
	β			5.0955 (1.3911)		-3.4368 (2.3817)		-3.5094 (2.2965)
	τ				.1884 (.0285)	.2637 (.0849)		.2908 (.0721)
	RSQ	.2225	.7067	.6879	.8670	.9033		.8970
	SER	.7816	.5061	.5220	.3408	.3295		.3180
	DW	.2760	1.5408	1.2813	1.3008	1.4045		1.2668
37	α	.5781 (.1790)	.0369 (.1084)	.8213 (.0666)	.8466 (.0411)	.8265 (.1871)	ρ_0	.8074 (.1493)
	σ	.2865 (.4512)	-.0268 (.1946)	.2574 (.1529)	-.2112 (.0989)	-.2500 (.2002)	ρ_1	-.4051 (.1251)
	γ		1.0183 (.1472)			.0275 (.2369)	μ	-.7674 (.1876)
	β			.9276 (.1050)		-.0889 (.3267)	λ	.0545 (.1105)
	τ				.0805 (.0054)	.0858 (.0364)	θ	-.0670 (.0133)
	RSQ	.0388	.8479	.9006	.9631	.9638		.8601
	SER	.2924	.1226	.0991	.0604	.0679		.0521
	DW	.2371	1.5656	1.5962	2.0994	2.1634		1.7839
45	α	1.6025 (.2460)	-.0587 (.2226)	1.7557 (.1134)	2.0560 (.0830)	2.5121 (.4966)		
	σ	.2140 (.3880)	-.1357 (.1425)	-.6442 (.2247)	-.2502 (.1194)	.2854 (.1937)		
	γ		1.0703 (.1323)			-.0767 (.2224)		
	β			3.6514 (.6036)		-4.3208 (1.4904)		
	τ				.1218 (.0120)	.2595 (.0605)		
	RSQ	.0642	.8981	.8321	.9327	.9677		
	DW	.3292	2.3812	1.2967	1.2633	1.8356		

Tabell B.3: Estimeringsresultater for substitusjon mellom elektrisitet og olje i produksjonssektorene i MSG. Modellformuleringer i henhold til kapittel 3.

Sektor	Par.	(10)	(11)	(13)	(14)	(15)	Par.	ECM	ECM*
50	α	1.2938 (.1861)	.1505 (.2685)	1.4930 (.1637)	1.6798 (.0907)	2.4208 (1.2098)	ρ_0	1.6003 (.5567)	1.6066 (.5161)
	σ	.2142 (.3229)	-.0183 (.1915)	.6550 (.3018)	-.0611 (.1338)	.2485 (.3991)	ρ_1	-.0180 (.2199)	
	γ		.9198 (.1983)			-.4628 (.7567)	μ	-.9062 (.3342)	-.9107 (.3342)
	β			-1.8377 (.6833)		-.9800 (1.1732)	λ	.0835 (.1680)	.0797 (.1507)
	τ				.0939 (.0128)	.1083 (.0406)	θ	-.0855 (.0304)	-.0855 (.0285)
	RSQ	.0422	.7175	.4689	.8635	.8779		.5405	.5401
	SER	.3680	.2107	.2888	.1464	.1570		.1638	.1533
	DW	.3018	2.0992	1.2772	1.6364	1.6959		1.8142	1.8085
55	α	1.4086 (.1131)	.5490 (.2736)	1.5666 (.0828)	1.5192 (.0603)	2.0079 (.5373)	ρ_0	2.1006 (.5320)	
	σ	.1580 (.1803)	.0357 (.1334)	-.2316 (.1521)	-.1676 (.1080)	-.2382 (.1494)	ρ_1	-.3672 (.2015)	
	γ		.6251 (.1902)			-.3216 (.3521)	μ	-1.3067 (.3352)	
	β			1.6758 (.4265)		.0671 (.8150)	λ	.1914 (.1381)	
	τ				.0526 (.0095)	.0717 (.0323)	θ	-.0749 (.0237)	
	RSQ	.0714	.5780	.6580	.7890	.8116		.7202	
	SER	.1898	.1349	.1214	.0954	.1022		.0971	
	DW	.7790	3.0267	1.8070	2.6268	1.9775		2.0375	
63	α	1.9014 (.2419)	-.0350 (.1652)	2.4564 (.0951)	2.3779 (.0518)	1.8798 (.3721)	ρ_0	2.0164 (.0950)	2.1481 (.5203)
	σ	.2371 (.4804)	-.2042 (.1228)	-.6083 (.1741)	-.2380 (.0913)	.0905 (.1271)	ρ_1	-.0763 (.1881)	
	γ		1.0246 (.0816)			.1782 (.1625)	μ	-.8218 (.2725)	-.8815 (.2170)
	β			3.0549 (.3169)		-2.5585 (.8789)	λ	.2740 (.0950)	.2736 (.0900)
	τ				.1233 (.0072)	.2019 (.0442)	θ	-.0984 (.0294)	-.1032 (.0254)
	RSQ	.0238	.9473	.9138	.9712	.9901		.7181	.7115
	SER	.4511	.1105	.1413	.0817	.0544		.0762	.0721
	DW	.1344	2.1437	1.0598	1.2833	2.5721		1.8791	1.8432

Tabell B.4: Estimeringsresultater for substitusjon mellom elektrisitet og olje i produksjonssektorene i MSG. Modellformuleringer i henhold til kapittel 3.

Sektor	Par.	(10)	(11)	(13)	(14)	(15)	Par.	ECM	ECM*
81	α	1.8026 (.2438)	.0283 (.0933)	2.0300 (.1155)	2.2575 (.0494)	1.1119 (.7213)	ρ_0	1.2810 (.5486)	
	σ	.2103 (.4624)	-.1876 (.0725)	-.5649 (.2415)	-.2878 (.0850)	-.2245 (.0880)	ρ_1	-.1559 (.1410)	
	γ		.9929 (.0480)			.5164 (.3069)	μ	-.5451 (.2453)	
	β			4.7315 (.7457)		-.2359 (1.1673)	λ	.2648 (.0753)	
	τ				.1232 (.0069)	.0659 (.0611)	θ	-.0652 (.0272)	
	RSQ	.0203	.9799	.8210	.9734	.9894		.7256	
	SER	.4466	.0675	.2012	.0776	.0556		.0542	
DW	.1178	2.0815	.7964	.9567	2.3714		2.2886		
85	α	1.3534 (.2193)	-.0356 (.0741)	1.7828 (.0918)	1.7948 (.0539)	1.5361 (.7388)	ρ_0	.7359 (.3881)	.8548 (.3235)
	σ	.2908 (.4429)	-.1738 (.0699)	-.2685 (.1683)	-.1167 (.0952)	.0358 (.1510)	ρ_1	-.0844 (.1367)	
	γ		1.0469 (.0501)			.1434 (.4277)	μ	-.3772 (.2187)	-.4495 (.1774)
	β			2.5327 (.2970)		-2.3767 (1.6953)	λ	.1724 (.0662)	.1653 (.0626)
	τ				.1111 (.0074)	.1953 (.1130)	θ	-.0443 (.0218)	-.0497 (.0192)
	RSQ	.0413	.9807	.8944	.9633	.9900		.6295	.6094
	SER	.4108	.0615	.1437	.0847	.0501		.0551	.0530
DW	.1111	1.4616	.6829	.7598	2.3043		1.5311	1.5792	
92	α	.8651 (.1912)	.1271 (.1899)	1.1764 (.0988)	1.2400 (.1038)	1.0699 (.5290)	ρ_0	.8350 (.5885)	1.0264 (.4920)
	σ	.3024 (.4075)	-.0814 (.2387)	.0231 (.1864)	-.0634 (.1891)	-.0368 (.2275)	ρ_1	.2958 (.3880)	
	γ		.8310 (.1781)			.1133 (.4044)	ρ_2	.7748 (1.4914)	.4117 (1.2869)
	β			1.7663 (.2875)		.8051 (1.6240)	μ	-.7873 (.4333)	-.8951 (.3723)
	τ				.0900 (.0145)	.0392 (.0887)	λ	.1512 (.2648)	.2406 (.2232)
							κ	-1.1971 (.9930)	-1.6401 (.7803)
	RSQ	.1607	.7745	.8533	.8551	.8629		.6267	.5662
SER	.3655	.2009	.1621	.1611	.1809		.1794	.1634	
DW	.6210	2.7101	2.0794	2.1829	2.2914		1.8586	1.8325	

Tabell B.5: Estimeringsresultater for substitusjon mellom elektrisitet og olje i produksjonssektorene i MSG. Modellformuleringer i henhold til kapittel 3.

Sektor	Par.	(10)	(11)	(13)	(14)	(15)	Par.	ECM	ECM*
93	α	1.6761 (.2667)	.0471 (.0800)	2.1926 (.0496)	2.2147 (.0567)	.9307 (.4397)	ρ_0	1.1466 (.3898)	1.1353 (.3237)
	σ	.2639 (.5489)	-.1904 (.0778)	-.1169 (.0889)	-.2695 (.1026)	-.1522 (.0878)	ρ_1	.0097 (.1467)	
	γ		.9895 (.0432)			.5834 (.2015)	ρ_2	1.9321 (1.9611)	2.0035 (.15135)
	β			3.8204 (.1931)		1.8871 (1.4337)	μ	-.5378 (.1809)	-.5327 (.1516)
	τ				.1375 (.0079)	-.0103 (.0518)	λ	.2068 (.0637)	.2074 (.0584)
							κ	-1.9401 (.6713)	-1.9344 (.6166)
	RSQ	.0226	.9835	.9780	.9720	.9902		.7863	.7861
	SER	.5035	.0690	.0796	.0898	.0602		.0517	.0479
	DW	.0955	2.0682	.9242	.9764	1.8398		1.9439	1.9573
	94	α	1.6575 (.2500)	.0187 (.2312)	2.0224 (.0509)	2.0466 (.0640)	1.7506 (.3745)	ρ_0	2.1083 (.3569)
σ		.3411 (.4514)	-.1972 (.1848)	-.1692 (.0886)	-.4236 (.1178)	.0096 (.2099)	ρ_1	-.0324 (.1618)	
γ			.9834 (.1265)			.1258 (.1839)	ρ_2	-1.3072 (1.6999)	-1.3483 (1.5676)
β				2.3200 (.1374)		3.7260 (1.6653)	μ	-1.0217 (.1818)	-1.0403 (.1453)
τ					.1359 (.0101)	-.0990 (.0992)	λ	.2273 (.0884)	.2255 (.0817)
							κ	-1.9170 (.3987)	-1.9367 (.3600)
RSQ		.0540	.8773	.9711	.9555	.9755		.8910	.8903
SER		.4614	.1751	.0851	.1055	.0887		.0764	.0709
DW		.1883	1.9066	1.3480	1.2380	1.8195		2.0387	2.1105
95		α	2.0194 (.3131)	-.0301 (.1319)	2.8133 (.0490)	2.6136 (.0607)	2.0233 (.4317)	ρ_0	2.4869 (.3658)
	σ	.3271 (.6296)	-.2987 (.1197)	-.3560 (.0811)	-.3740 (.1107)	-.3295 (.0666)	ρ_1	-.0950 (.0962)	
	γ		1.0101 (.0587)			.3261 (.1505)	ρ_2	3.7143 (1.1622)	
	β			3.9823 (.1544)		5.1944 (1.8521)	μ	-.9147 (.1360)	
	τ				.1615 (.0086)	-.1005 (.0715)	λ	.4322 (.0564)	
							κ	-3.5165 (.5096)	
	RSQ	.0263	.9713	.9888	.9760	.9934		.9367	
	SER	.5826	.1055	.0710	.0965	.0574		.0428	
	DW	.1046	1.9957	1.1297	.9156	2.1111		2.0073	

Vedlegg C. Test av modellens forklaringskraft. F-verdier

I dette vedlegget presenteres tester for om forklaringskraften øker signifikant når antall høyresidevariable i modellen øker, idet det tas utgangspunkt i testtreet presentert i figur 3.1 (kap. 3). Formelt sett brukes en F-test for å vurdere om nye høyresidevariable yter et signifikant bidrag til modellens forklaringskraft. Testobservatoren

$$Q = \left(\frac{SSR_0}{SSR_1} - 1 \right) \left(\frac{n - k}{q} \right) \quad (45)$$

er F-fordelt med $(q, n - k)$ frihetsgrader. Forøvrig er SSR_0 og SSR_1 residualkvadratsummen før og etter at nye høyresidevariable er inkludert, n er antall observasjoner, k er det totale antall parametere som estimeres og q er antall nye parametere som testes. En høy verdi på Q tyder på at modellens forklaringskraft er signifikant forbedret. I tabellen på neste side er oppgitt Q -verdier for alle grenene i testtreet for alle sektorene. Disse kan sammenlignes med kritiske verdier på 5 og 1 prosents nivå (Johnston (1984)) som også er oppgitt i tabellen.

Tabell C.1 Test av hvilken modellformulering (jfr. testtre kap 3) som gir best forklaringskraft for de forskjellige produksjonssektorene. F-fordelte verdier.

	(10) →(11)	(10) →(13)	(10) →(14)	(11) →(15)	(13) →(15)	(14) →(15)
Parametere som testes	γ	β	τ	β τ	γ τ	β γ
Frihetsgrader	(1,9)	(1,9)	(1,9)	(2,7)	(2,7)	(2,7)
Kritisk verdi 5 %	5.12	5.12	5.12	4.74	4.74	4.74
Kritisk verdi 1 %	10.56	10.56	10.56	9.55	9.55	9.55
Sektor 11	169.05	45.92	296.71	5.20	24.72	1.57
Sektor 15	96.31	97.25	381.48	13.93	13.78	1.20
Sektor 25	452.75	16.51	369.94	2.22	100.17	3.50
Sektor 34	14.86	13.42	43.60	7.12	7.79	1.31
Sektor 37	47.86	78.03	235.55	11.20	6.11	0.07
Sektor 45	71.82	35.34	101.67	7.45	16.46	4.50
Sektor 50	21.52	7.23	54.15	4.60	11.72	0.41
Sektor 55	10.81	15.44	30.59	4.33	2.85	0.42
Sektor 63	157.65	92.98	295.74	15.08	28.86	6.66
Sektor 81	428.80	40.26	322.17	3.14	55.55	5.28
Sektor 85	437.64	72.69	226.07	3.30	33.60	9.42
Sektor 92	24.49	42.46	43.13	2.26	0.25	0.20
Sektor 93	524.06	391.41	304.82	2.42	4.39	6.56
Sektor 94	60.40	285.35	182.24	14.07	0.64	2.88
Sektor 95	296.13	665.25	355.91	11.73	3.39	9.23

Vedlegg D. Post-sample simulering av forholdet mellom elektrisitet og olje

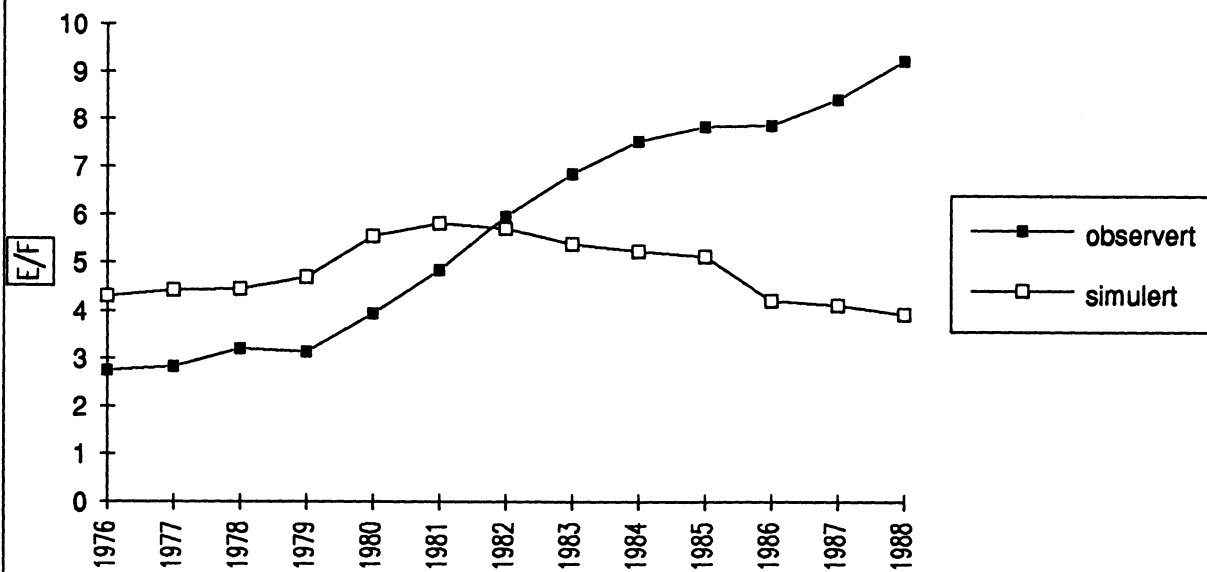
For å undersøke simuleringsegenskapene til de ulike modellversjonene, er det foretatt estimeringer hvor observasjoner for de to siste årene (1987 og 1988) er tatt ut. På bakgrunn av disse estimeringene simuleres hele perioden (1976 til 1988). Jo mindre avvik mellom observerte og simulerte verdier for de to årene som er tatt ut av estimeringen, jo bedre simuleringsegenskaper regner vi at modellen har. I tabell D.1. presenteres observerte og simulerte verdier for de to nevnte år for modellene (10), (11), (13) og (14) for alle sektorene. For en sektor (81) vises i tillegg en figur med observert og simulert faktorforhold (elektrisitet og olje) for hver av de fire modellversjonene.

Tabell D.1: Observerte og simulerte forhold mellom elektrisitet og olje for 1987 og 1988 for produksjonssektorene. Simuleringer for modell (10), (11), (13) og (14) (jfr. kap. 3). Estimeringsperiode 1976 til 1986.

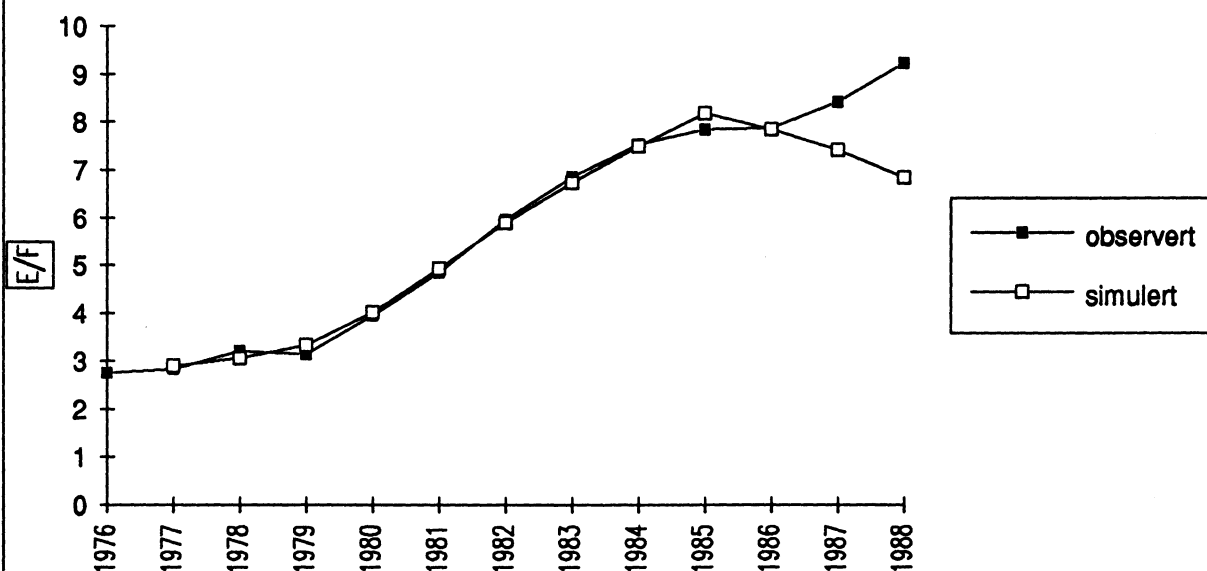
Sektor	11		15		25		34		37		45		50		55	
År	87	88	87	88	87	88	87	88	87	88	87	88	87	88	87	88
Obs.	2.4	2.8	2.3	2.8	1.3	1.5	4.6	6.0	2.2	2.4	6.9	7.7	4.6	5.4	4.4	4.5
(10)	1.3	1.3	1.0	0.9	1.0	0.9	1.3	0.9	1.2	1.1	3.2	3.2	2.7	2.7	3.5	3.5
(11)	2.4	2.4	2.6	2.8	1.3	1.3	1.4	0.9	1.7	1.5	5.8	5.6	3.3	3.0	3.8	3.8
(13)	1.8	2.2	3.2	3.6	1.9	2.0	2.3	1.9	1.9	2.0	8.1	7.8	2.9	3.5	5.6	6.3
(14)	2.6	2.9	2.5	2.8	1.4	1.5	3.4	3.1	2.0	2.2	7.6	8.5	5.1	5.7	4.4	4.7

Sektor	63		81		85		92		93		94		95			
År	87	88	87	88	87	88	87	88	87	88	87	88	87	88		
Obs.	8.5	10.5	8.4	9.2	5.2	5.9	2.7	2.9	7.9	8.3	6.2	7.3	11.5	11.9		
(10)	4.7	4.5	4.1	3.9	2.7	2.6	1.9	1.9	3.6	3.5	3.8	3.8	4.8	4.6		
(11)	9.2	8.8	7.4	6.8	4.7	4.5	5.6	7.9	7.6	7.5	5.3	4.5	11.2	10.8		
(13)	13.4	14.8	11.2	10.1	6.2	7.0	2.9	3.2	8.3	9.0	7.6	8.1	13.1	15.3		
(14)	11.3	12.8	9.3	10.4	5.9	6.6	3.8	4.3	8.2	9.2	8.0	9.1	14.4	16.9		

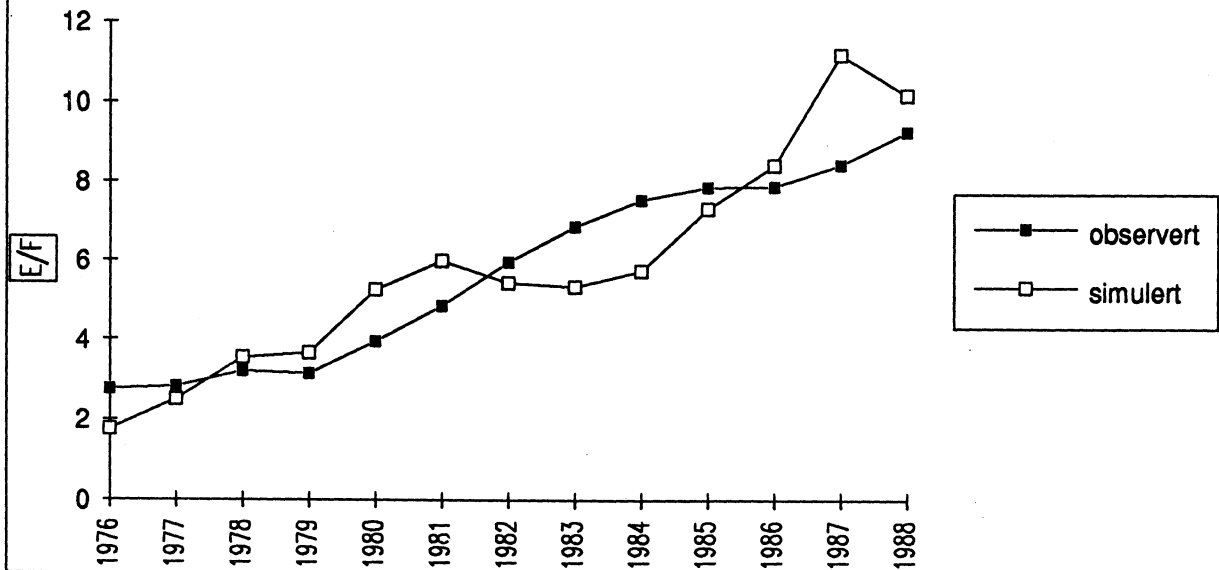
Figur D.1 Post-sample simulering på basis av statistisk modell (10) for sektor 81



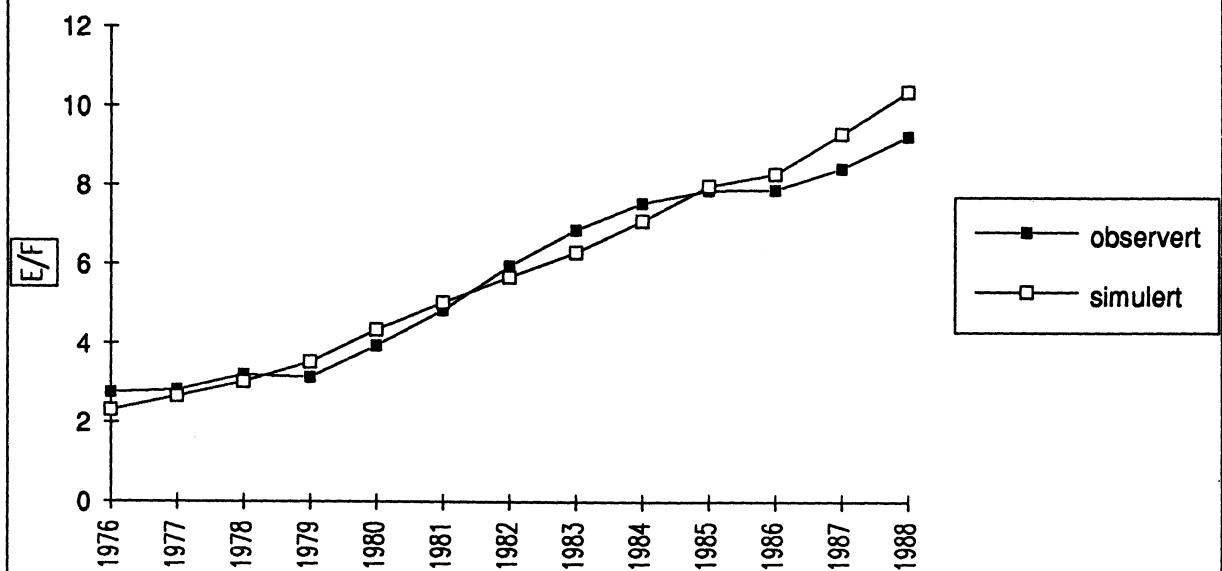
Figur D.2 Post-sample simulering på basis av dynamisk modell (11) for sektor 81



Figur D.3 Post-sample simulering på basis av modell med ikke-homotetisitet (13) for sektor 81



Figur D.4 Post-sample simulering på basis av modell med trend (14) for sektor 81



Vedlegg E. Dataserier fra energiregnskapet

I dette vedlegget presenteres dataseriene for energibærerne som det er tatt utgangspunkt i ved estimering. Vi har valgt å presentere volumtall for å vise oppsplittingen av mellomdestillater på autodiesel, marint brennstoff og fyringsolje (se kap. 4). En slik oppsplitting er ikke gjort for en så lang tidsserie tidligere. Vi har også valgt å ta med dataene for drivstoff selv om disse nå er utelatt fra estimeringen av substitusjon mellom olje og elektrisitet. Når det gjelder data for bruttoproduksjon og priser henvises til henholdsvis nasjonalregnskapet (Aardat) og energiregnskapet.

ENERGI OG DRIVSTOFFBRUK I PRODUKSJONSSEKTORENE (NT NSB)

1989-tall er foreløpige

	Elektr.	Bensin	Auto- diesel	Marint brennst.	Fyrings- olje	Tung- olje	Kull	Koks
	Gwh	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 toe	1000 toe
Sektor 11								
1976	584	13	68		79	28		
1977	602	13	72		85	27		
1978	652	12	74		93	26		
1979	673	12	77		88	28		
1980	683	12	81		70	24		
1981	704	14	94		62	20		
1982	725	14	99		51	16		
1983	717	12	101		45	12		
1984	706	12	101		51	9		
1985	766	11	102		51	7		
1986	846	11	105		44	14		
1987	865	10	104		51	9		
1988	1078	10	105		51	7		
1989	1164	10	106		53	7		
Sektor 13								
1976	1740	9	13	15	101	267		
1977	1627	9	13	19	116	264		
1978	1846	9	14	21	104	223		
1979	1878	7	16	18	108	211		
1980	1938	7	17	17	97	198		
1981	2094	7	17	16	90	184		
1982	2064	6	17	18	78	167		
1983	2185	5	20	18	69	175		
1984	2203	6	21	13	67	158		
1985	2200	5	24	12	73	140		
1986	2240	5	21	8	64	160		
1987	2375	5	24	6	77	132		
1988	2286	4	23	9	72	117		
1989	2273	5	22	9	70	104		
Sektor 25								
1976	3038	10	33	18	116	454	60	66
1977	2879	10	34	21	122	416	44	67
1978	3113	10	35	27	130	394	60	86
1979	3302	9	34	21	123	393	97	86
1980	3183	8	38	20	113	347	110	63
1981	3209	7	32	17	94	251	162	61
1982	3281	7	30	28	80	160	213	67
1983	3368	7	37	24	72	126	167	132
1984	3484	6	42	21	76	129	162	133
1985	3679	6	46	17	80	124	173	96
1986	3700	8	43	15	65	136	160	109
1987	3694	8	41	14	72	135	158	97
1988	3533	6	43	16	74	146	199	82
1989	3360	4	41	16	72	132	192	86
Sektor 34								
1976	4108		9		23	415		
1977	2976		7		16	438		
1978	3200		5		11	395		
1979	3870		2		6	365		
1980	3549		3		7	393		
1981	4455		2		3	280		
1982	4270		2		3	236		
1983	5079		2		2	111		
1984	6082		2		1	77		
1985	5860		2		2	136		
1986	4559		1		1	268		
1987	5702		2		2	136		
1988	6038		3		2	116		
1989	6217		2		4	103		

ENERGI OG DRIVSTOFFBRUK I PRODUKSJONSEKTORENE (NT HSB)

1989-tall er foreløpige

	Elektr.	Bensin	Auto- diesel	Marint brennst.	Fyrings- olje	Tung- olje	Kull	Koks
	Gwh	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 toe	1000 toe
Sektor 37								
1976	5125	212	2	2	14	222	13	125
1977	4518	211	4	5	28	212	13	125
1978	4655	223	4	5	28	254	8	123
1979	5426	68	2	3	14	261	8	141
1980	5398	59	2	3	14	207	5	131
1981	5724	33	3	3	16	229	2	118
1982	5406	11	3	4	14	217	0	117
1983	6155	11	4	3	14	175	0	129
1984	6553	1	3	2	10	158	0	160
1985	5818	0	4	2	12	103	0	171
1986	5166	0	2	1	6	106	0	152
1987	4661	0	1	0	4	79	0	141
1988	4922	2	1	0	3	65	0	159
1989	4845	2	1	1	4	58	0	107
Sektor 45								
1976	1309	5	6	5	60	26		
1977	1109	5	6	7	61	31		
1978	1319	5	6	13	57	30		
1979	1434	4	6	8	58	31		
1980	1582	4	7	3	57	26		
1981	1531	4	7	3	54	22		
1982	1619	4	7	3	46	20		
1983	1601	4	5	13	26	19		
1984	1693	3	7	4	29	16		
1985	2213	5	10	3	41	28		
1986	1832	6	11	3	37	19		
1987	1846	5	7	4	27	23		
1988	1659	3	9	4	33	11		
1989	1612	7	8	4	32	10		
Sektor 90								
1976	642	1	3	3	32	14		
1977	453	1	3	3	28	13		
1978	605	1	3	6	25	18		
1979	539	1	3	3	26	13		
1980	522	1	4	2	29	9		
1981	569	1	4	1	32	7		
1982	552	1	4	2	25	7		
1983	458	1	2	6	11	5		
1984	488	1	4	2	15	4		
1985	556	1	5	1	18	4		
1986	426	1	4	1	13	5		
1987	436	1	3	1	9	7		
1988	424	1	2	1	9	1		
1989	402	1	2	1	8	1		
Sektor 55								
1976	494	8	100	15	39			
1977	560	8	102	18	39			
1978	612	9	114	14	39			
1979	686	9	115	10	37			
1980	721	9	111	11	37			
1981	718	8	105	12	34			
1982	586	8	101	10	34			
1983	608	8	114	12	24			
1984	606	8	121	10	26			
1985	704	9	128	12	27			
1986	722	10	162	12	31			
1987	734	10	148	11	30			
1988	777	10	137	11	29			
1989	690	9	119	11	25			

ENERGI OG DRIVSTOFFBRUK I PRODUKSJONSEKTORENE (NY HSD)

1989-tall er foreløpige

	Elektr.	Bensin	Auto- diesel	Marint brennst.	Fyrings- olje	Tung- olje	Kull	Koks
	Gwh	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 toe	1000 toe
Sektor 63								
1976	255	11			12			
1977	262	11			14			
1978	282	11			13			
1979	319	11			14			
1980	310	11			11			
1981	347	11			11			
1982	363	10			10			
1983	395	10			9			
1984	409	12			8			
1985	471	13			8			
1986	463	16			8			
1987	530	17			10			
1988	563	17			8			
1989	528	18			6			
Sektor d1								
1976	2377	194	80	11	128	21		
1977	2501	202	77	16	138	15		
1978	2650	199	81	13	139	4		
1979	2781	200	74	20	148	5		
1980	2902	185	78	18	123	4		
1981	3506	169	75	21	118	7		
1982	3512	170	83	12	99	3		
1983	3607	178	69	10	84	7		
1984	3663	185	82	15	74	10		
1985	3998	206	85	16	78	10		
1986	3783	221	86	18	73	10		
1987	4142	235	86	20	75	10		
1988	4304	224	84	21	63	10		
1989	4149	250	82	20	50	10		
Sektor d5								
1976	1868	65	2	1	152			
1977	1976	67	3	1	160			
1978	2097	68	3	1	161			
1979	2415	69	3	1	185			
1980	2464	66	3	1	166			
1981	2516	65	3	1	144			
1982	2554	62	3	1	124			
1983	2744	65	3	1	108			
1984	2972	69	5	1	102			
1985	3151	80	5	1	107			
1986	3096	94	5	1	103			
1987	3552	102	6	1	110			
1988	3739	100	6	1	97			
1989	3568	108	5	1	76			
Sektor 92								
1976	381	89	6	46	40	11		
1977	400	90	5	44	49	1		
1978	370	74	5	61	41	1		
1979	430	87	5	47	41	10		
1980	456	83	5	45	38	5		
1981	434	93	6	45	37	3		
1982	450	89	6	40	34	3		
1983	500	88	6	59	31	5		
1984	476	114	6	34	30	1		
1985	501	94	6	43	24	1		
1986	524	98	14	44	19	1		
1987	520	4	15	35	29	1		
1988	521	4	9	47	27	1		
1989	491	3	11	51	24	0		

ENERGI OG DRIVSTOFFBRUK I PRODUKSJONSEKTORENE (NY HSD)

1989-tall er foreløpige

	Elektr.	Bensin	Auto- diesel	Marint brennst.	Fyrings- olje	Tung- olje	Kull	Koks
	Gwh	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 toe	1000 toe
Sektor 37								
1976	5125	212	2	2	14	222	13	125
1977	4518	211	4	5	28	212	13	125
1978	4655	223	4	5	28	254	8	123
1979	5426	68	2	3	14	261	8	141
1980	5398	59	2	3	14	207	5	131
1981	5724	33	3	3	16	229	2	118
1982	5406	11	3	4	14	217	0	117
1983	6155	11	4	3	14	175	0	129
1984	6553	1	3	2	10	158	0	160
1985	5818	0	4	2	12	103	0	171
1986	5166	0	2	1	6	106	0	152
1987	4661	0	1	0	4	79	0	141
1988	4922	2	1	0	3	65	0	159
1989	4845	2	1	1	4	58	0	107
Sektor 45								
1976	1309	5	6	5	60	26		
1977	1109	5	6	7	61	31		
1978	1319	5	6	13	57	30		
1979	1434	4	6	8	58	31		
1980	1582	4	7	3	57	26		
1981	1531	4	7	3	54	22		
1982	1619	4	7	3	46	20		
1983	1601	4	5	13	26	19		
1984	1693	3	7	4	29	16		
1985	2213	5	10	3	41	28		
1986	1832	6	11	3	37	19		
1987	1846	5	7	4	27	23		
1988	1659	3	9	4	33	11		
1989	1612	7	8	4	32	10		
Sektor 50								
1976	642	1	3	3	32	14		
1977	453	1	3	3	28	13		
1978	605	1	3	6	25	18		
1979	539	1	3	3	26	13		
1980	522	1	4	2	29	9		
1981	569	1	4	1	32	7		
1982	552	1	4	2	25	7		
1983	458	1	2	6	11	5		
1984	488	1	4	2	15	4		
1985	556	1	5	1	18	4		
1986	426	1	4	1	13	5		
1987	436	1	3	1	9	7		
1988	424	1	2	1	9	1		
1989	402	1	2	1	8	1		
Sektor 55								
1976	494	8	100	15	39			
1977	560	8	102	18	39			
1978	612	9	114	14	39			
1979	686	9	115	10	37			
1980	721	9	111	11	37			
1981	718	8	105	12	34			
1982	586	8	101	10	34			
1983	608	8	114	12	24			
1984	606	8	121	10	26			
1985	704	9	128	12	27			
1986	722	10	162	12	31			
1987	734	10	148	11	30			
1988	777	10	137	11	29			
1989	690	9	119	11	25			

ENERGI OG DRIVSTOFFBRUK I PRODUKSJONSEKTORENE (NY HSB)

1989-tall er foreløpige

	Elektr.	Bensin	Auto- diesel	Marint brennst.	Fyrings- olje	Tung- olje	Kull	Koks
	Gwh	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 toe	1000 toe
Sektor 63								
1976	255	11			12			
1977	262	11			14			
1978	282	11			13			
1979	319	11			14			
1980	310	11			11			
1981	347	11			11			
1982	363	10			10			
1983	395	10			9			
1984	409	12			8			
1985	471	13			8			
1986	463	16			8			
1987	530	17			10			
1988	563	17			8			
1989	528	18			6			
Sektor 81								
1976	2377	194	80	11	128	21		
1977	2501	202	77	16	138	15		
1978	2650	199	81	13	139	4		
1979	2781	200	74	20	148	5		
1980	2902	185	78	18	123	4		
1981	3506	169	75	21	118	7		
1982	3512	170	83	12	99	3		
1983	3607	178	69	10	84	7		
1984	3663	185	82	15	74	10		
1985	3998	206	85	16	78	10		
1986	3783	221	86	18	73	10		
1987	4142	235	86	20	75	10		
1988	4304	224	84	21	63	10		
1989	4149	250	82	20	50	10		
Sektor 85								
1976	1868	65	2	1	152			
1977	1976	67	3	1	160			
1978	2097	68	3	1	161			
1979	2415	69	3	1	185			
1980	2464	66	3	1	166			
1981	2516	65	3	1	144			
1982	2554	62	3	1	124			
1983	2744	65	3	1	108			
1984	2972	69	5	1	102			
1985	3151	80	5	1	107			
1986	3096	94	5	1	103			
1987	3552	102	6	1	110			
1988	3739	100	6	1	97			
1989	3568	108	5	1	76			
Sektor 92								
1976	381	89	6	46	40	11		
1977	400	90	5	44	49	1		
1978	370	74	5	61	41	1		
1979	430	87	5	47	41	10		
1980	456	83	5	45	38	5		
1981	434	93	6	45	37	3		
1982	450	89	6	40	34	3		
1983	500	88	6	59	31	5		
1984	476	114	6	34	30	1		
1985	501	94	6	43	24	1		
1986	524	98	14	44	19	1		
1987	520	4	15	35	29	1		
1988	521	4	9	47	27	1		
1989	491	3	11	51	24	0		

ENERGI OG DRIVSTOFFBRUK I PRODUKSJONSSEKTORENE (NY MSG)

1989-tall er foreløpige

	Elektr.	Bensin	Auto- diesel	Marint brennst.	Fyrings- olje	Tung- olje	Kull	Koks
	Gwh	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 toe	1000 toe
Sektor 93								
1976	1348				92			
1977	1413				98			
1978	1549				93			
1979	1796				95			
1980	1748				86			
1981	1916				74			
1982	1928				60			
1983	2056				52			
1984	2230				49			
1985	2397				51			
1986	2649				54			
1987	2992				58			
1988	3175				48			
1989	2964				41			
Sektor 94								
1976	1238				80	0		
1977	1132				100	0		
1978	1366				88	1		
1979	1716				93	1		
1980	1734				86	2		
1981	1859				78	2		
1982	1945				66	2		
1983	2080				57	2		
1984	2316				51	9		
1985	2581				48	11		
1986	2662				55	16		
1987	2949				62	16		
1988	3168				50	9		
1989	3272				42	6		
Sektor 95								
1976	641	4	1	6	32			
1977	618	4	1	6	37			
1978	667	4	1	6	33			
1979	798	4	1	6	33			
1980	803	4	1	7	29			
1981	904	4	1	6	26			
1982	911	5	1	7	20			
1983	944	4	1	7	18			
1984	1040	7	1	10	16			
1985	1174	4	1	16	16			
1986	1183	4	1	7	16			
1987	1273	3	1	8	17			
1988	1329	3	1	9	15			
1989	1309	3	1	10	12			

**Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk sentralbyrå
etter 1. juli 1990 (RAPP)**

*Issued in the series Reports from the Central Bureau of Statistics
since 1 July 1990 (REP)*

ISSN 0332-8422

- | | | | |
|----------|--|-----------|---|
| Nr. 90/5 | Utsyn over helsetjenesten Endringer i ressursbruk og aktivitet/Anders Barstad og Arne S. Andersen. 1990-133s. (RAPP; 90/5) 75 kr ISBN 82-537-2914-6 | Nr. 90/20 | Importmodellen i MODAG og KVARTS/Ingvild Svendsen. 1990-54s. (RAPP; 90/20) 70 kr ISBN 82-537-2997-9 |
| - 90/11 | Totalregnskap for fiske- og fangstnæringen 1984-1987. 1990-38s. (RAPP; 90/11) 60 kr ISBN 82-537-2944-8 | - 90/21 | Kvinner og menn i Norge. 1990-60s. (RAPP; 90/21) 70 kr ISBN 82-537-2999-5 |
| - 90/12 | Produktivitetsutviklingen i meieri-sektoren/Ann-Lisbet Brathaug og Anders Harildstad. 1990-75s. (RAPP; 90/12) 70 kr ISBN 82-537-2969-3 | - 90/22 | Institusjoner for eldre 1989. Vedlegg om institusjoner for barn og ungdom og institusjoner for rusmiddelbrukere/Espen Søybye. 1990-92 s. (RAPP;90/22) 70 kr ISBN 82-537-3004-7 |
| - 90/13 | Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. Årene 1975-1990. 1990-67s. (RAPP; 90/13) 50 kr ISBN 82-537-2970-7 | - 90/23 | Holdninger til norsk utviklingshjelp og kunnskaper om de forente nasjoner 1990 <i>Attitudes to Norwegian Development Assistance and Knowledge of the United Nations</i> . 1990-131s. (RAPP; 90/23) 90 kr ISBN 82-537-3010-1 |
| - 90/14 | Husholdningens konsum av ikke-varige konsumgoder. 1990-102s. (RAPP; 90/14) 75 kr ISBN 82-537-2979-0 | - 90/24 | International Migration to Norway 1989 Report for Sopemi (OECD) <i>Internasjonal flytting til Norge</i> . 1990-82s. (RAPP; 90/24) 80 kr ISBN 82-537-3020-9 |
| - 90/15 | Regionale arbeidsmarkeds- og befolkningsframskrivinger/Tor Skoglund, Lasse S. Stambøl og Knut Ø. Sørensen. 1990-72s. (RAPP; 90/15) 70 kr ISBN 82-537-2981-2 | - 91/1 | Naturressurser og miljø 1990 Energi, luft, fisk, skog, jordbruk, holdninger til miljøproblemer, OECDs miljøtilstandsrapport. Ressursregnskap og analyser. 1991-160s. (RAPP; 91/1) 90 kr ISBN 82-537-3024-1 |
| - 90/16 | Etterspørselen etter varige konsumgoder/Knut A. Magnussen. 1990-78s. (RAPP 90/16) 70 kr ISBN 82-537-2983-9 | - 91/1A | Natural Resources and the Environment 1990. 1991-150s. (RAPP; 91/1A) 100 kr ISBN 82-537-3558-8 |
| - 90/17 | Aktuelle skattetall 1990 <i>Current Tax Data</i> . 1990-46s. (RAPP; 90/17) 60 kr ISBN 82-537-2985-5 | - 91/2 | MODIS V En modell for makroøkonomiske analyser/Yngvar Dyvi, Herbert Kristoffersen og Nils Øyvind Mæhle 1990-218s. (RAPP; 91/2) 125 kr ISBN 82-537-3021-7 |
| - 90/18 | Kommunehelsetjenesten Årsstatistikk for 1989. 1990-81s. (RAPP; 90/18) 70 kr ISBN 82-537-2990-1 | - 91/3 | Byggekostnadsindeks for boliger Vekter og representantvarer 1990/Peder Næs. 1991-70s. (RAPP; 91/3) 80 kr ISBN 82-537-3026-8 |
| - 90/19 | SIMJAR 2 Simuleringsmodell for nitrogenavrenning i jordbruket Dokumentasjon/Henning Høie, Bård Lian og Jon Åge Vestøl. 1990-105s. (RAPP; 90/19) 75 kr ISBN 82-537-2992-8 | | |

- | | |
|--|--|
| <p>Nr. 91/5 Personellstatistikk Helsevesen og sosiale tjenester. 1991-71s. (RAPP; 91/5) 80 kr ISBN 82-537-3048-9</p> <p>- 91/6 Virkninger av inntektsreguleringslovene 1988-90/Torbjørn Eika og Per Richard Johansen. 1991-50s. (RAPP; 91/6) 80 kr ISBN 82-537-3053-5</p> <p>- 91/8 Konsumprisindeksen 91/8. 1991-82s. (RAPP; 91/8) 80 kr ISBN 82-537-3072-1</p> | <p>Nr. 91/9 Totalregnskap for fiske- og fangstnæringen 1985 - 1988. 1991-71s. (RAPP; 91/9) 70 kr ISBN 82-537-3559-6</p> <p>- 91/10 Tallet på innvandrere og deres etterkommere fram mot år 2050. 1991-74s. (RAPP; 91/10) 60 kr ISBN 82-537-3567-7</p> <p>- 91/11 En disaggregert ettermodell for offentlig transport i MODAG/MSG. 1991-42s. (RAPP; 91/11) 70 kr ISBN 82-537-3568-5</p> |
|--|--|

Pris kr 80,00

Publikasjonen utgis i kommisjon hos Universitetsforlaget,
Oslo, og er til salgs hos alle bokhandlere.



ISBN 82-537-3054-3
ISSN 0332-8422