

Erling Holmøy

**Hvordan generelle likevekts-
effekter bidrar til prisfølsomheten
i den norske el-ettespørselen**
Dokumentasjon av beregningsrutiner

1. Innledning¹

Formålet med dette notatet er å dokumentere de beregningene som ligger bak det anslaget på prisfølsomheten for elektrisitetsetterspørselen i norsk økonomi som presenteres i Holmøy, Olsen og Strøm (1998a og b). Dette anslaget er basert på simuleringer av den anvendte generelle likevektsmodellen MSG-6. I tillegg til de effekter som fanges opp i en standard partiell markedsanalyse, tar anslaget hensyn til at den aggregerte el-etterspørselen kan reagere som følge av generelle likevektseffekter på andre priser enn el-prisen, inntekter, samt endringer i ressursallokeringen mellom sektorer med ulik el-intensitet i sin faktorbruk.

En fare ved å benytte såvidt store og komplekse numeriske modeller som MSG-6 er at det er vanskelig å gjøre rede for *hvorfor* modellen produserer akkurat de tallene den gjør. Man kan si at jo flere endogene mekanismer som innarbeides i en empirisk modell, desto mer bedre burde den kunne belyse økonomiske sammenhenger på en realistisk måte. På den annen side blir det raskt vanskeligere å forstå hva de ulike "mekanismene" i modellen bidrar med i forhold til de resultater man er interessert i. Det at modellen er så stor og kompleks at den må løses numerisk på en computer, kan føre til at en bruker og/eller leser av modellbaserte beregninger føler seg overlatt til en "svart boks". Det krever lang trening å tolke resultatene på en riktig måte, og selv erfarne modellbrukere kan bare gi en relativt overfladisk skisse av hva som er de viktigste drivkreftene i konkrete modellberegninger. Det er i praksis vanskelig å kontrollere og etterprøve beregningene, slik at modellbaserte analyser langt på vei ikke kan underkastes vanlige vitenskapelige kriterier for hva som er gode og dårlige analyser. Det gjør det også svært vanskelig å sjekke om et konstraintuitivt resultat, som ofte er de mest interessante og lærerike, har en god begrunnelse eller om det skyldes feil i modellen, eller endog manipulering fra modellkjørerens side.

Disse problemene knyttet til tolkning og forståelse av store empiriske modeller, og dermed til en fruktbar bruk av dem, lar seg neppe løse i streng forstand. Derimot er det trolig mulig å redusere dem. Jeg ser to hovedformer for hjelpemidler som slike modeller kan suppleres med. For det første bør man lage analytiske miniversjoner, f.eks. stiliserte én-sektor versjoner, som lar seg håndtere analytisk. Dette vil typisk være et viktig verktøy for å forstå simultaniteten mellom de viktigste makroeffektene i den egentlige modellen. En slik "modell av modellen" finnes f.eks. i Leif Johansens bok om den første MSG-modellen, se kapittel 2 i Johansen (1960). Forenklede stiliserte beskrivelser av empiriske modeller er relativt standard i publiserte anvendte modellbaserte arbeider. Det er imidlertid relativt skjelden at forfatterne regner seg gjennom den stiliserte modellen på samme måte som Leif Johansen gjorde. Når det gjelder MSG-baserte arbeider, gjør Venemo (1992) og Holmøy (1992) forsøk i denne retning. Det er også utarbeidet

¹Takk til Birger Strøm som har stått for simuleringen av MSG-6 og programmeringen av de formlene som tallfestes i dette notatet. Takk også til Øystein Olsen for fruktbare diskusjoner under arbeidet og til Ådne Cappelen for kommentarer til et tidligere utkast.

virkningsberegninger for MSG-6 der tolkningen av skiftberegningene i stor grad baseres på en analytisk gjennomgang av en stilisert en-sektor versjon av modellen, se Holmøy (1998).

Et annet hjelpemiddel for å tolke og forstå modellberegninger er å dekomponere beregningene. Hvilken form for dekomponering som er mest instruktiv vil variere med hva man ønsker å belyse og forklare. Dekomponering av modellberegninger vil ikke i seg selv avsløre hvorfor alle endogene variable har endt opp med de verdier man kan lese i tabellene. Det typiske vil være at man betinger gjennomgangen av en kjede virkninger på at noen nøkkelvariable har endret seg på en gitt måte. Men med utgangspunkt i disse endringene er det mulig å gi en detaljert og logisk forklaring på hvorfor andre variable har endret seg som de har gjort. Eksempelvis kan endringen i etterspørselen etter en vare forklares godt innenfor standard konsumentteori dersom man tar endringer i relevante priser og inntekt som gitt.

Dette notatet representerer et eksempel på hvordan man kan benytte dekomponeringsteknikken til å øke forståelsen av hvordan MSG-6 modellen arbeider for å beregne endringen i samlet norsk etterspørsel etter el-kraft når el-prisen økes eksogent. Notatet gir en relativt teknisk dokumentasjon av hvordan den samlede prislelsomheten kan dekomponeres i ulike bidrag som man finner igjen som kjente effekter i mikroøkonomisk teori, f.eks. substitusjons- skala- og inntektseffekter. Jeg går igjennom hvilke effekter som potensielt finnes i MSG-6 og er relevante for problemstillingen. Jeg gir videre en detaljert beskrivelse av hvordan disse kan tallfestes når det foreligger en modellberegning. Fremstillingen er blitt relativt teknisk for å oppnå det presisjonsnivået som skal til for at andre kan utnytte hele eller deler av opplegget til beslektede analyser. Derimot utnytter jeg i dette notatet overhodet ikke den innsikten som modellberegningen og dekomponeringen gir til å kommentere anslaget på prislelsomheten for el-kraft. Her vises leseren i stedet til Holmøy, Olsen og Strøm (1998a og b).

Prisen på el-kraft er ikke noe entydig begrep idet den avhenger av på hvilket punkt i el-fosyningen mellom kraftstasjon og forbruker den måles. I de beregninger som det refereres til i dette notatet, samt i Holmøy, Olsen og Strøm (1998 a og b), er det den såkalte *referanseprisen* på el-kraft som økes eksogent. Referanseprisen er definert i Johnsen (1991) som el-prisen målt på et punkt som ligger etter transmisjonsleddet og før distribusjonsleddet. På dette punktet skal man i prinsippet ha korrigert kostnaden knyttet til kraftleveranser til ulike kjøpere for alle kjøperspesifikke komponenter. I forhold til kjøperprisen, vil referanseprisen ikke inkludere sektorspesifikke distribusjonskostnader, el-avgifter og moms. En del av disse tilleggene følger ikke den prosentvise økningen i referanseprisen, slik at den relative økningen i kjøperprisene blir lavere enn økningen i referanseprisen.

Begrepet *priselasitet* betegner den relative endringen i etterspørselen pr. prosent endring i prisen som etterspøreren betaler. Siden det er referanseprisen på elektrisitet, og ikke de ulike kjøperprisene som endres *eksogent* i vår beregning, vil vi benytte begrepet prislelsomhet i stedet for priselasitet når vi analyserer

endringen i den samlede norske etterspørselen. Prisfølsomheten for en etterspørselskomponent beregnes som den relative endringen i etterspørselskomponenten pr. prosent endring i referanseprisen. En lav prisfølsomhet i en etterspørselskomponent kan derfor skyldes liten overveltning av økningen i referanseprisen på kjøperprisen, og ikke nødvendigvis en tilsvarende lav priselastisitet for vedkommende etterspørselskomponent.

Notatet er disponert som følger. I avsnitt 2 gir en oversikt over hvordan etterspørselen etter elektrisitet er beskrevet i MSG-6. I avsnitt 3 forklares hvordan MSG-6 er manipulert slik at modellen kan beregne den samlede etterspørselsfunksjonen for el-kraft. I avsnitt 4 gjennomfører vi en analytisk dekomponering av de modellberegnete endringene i den totale elektrisitetsetterspørselen. Grupperingen av enkeltbidragene til totaleffekten tar sikte på å kaste lys over den empiriske betydningen av indirekte generelle likevektseffekter. I avsnitt 5 presenteres det empiriske motstykket til den analytiske dekomponeringen.

2. Ulike grupperes tilpasning av el-ettterspørselen i MSG-6

I det følgende vil vi definere kraftmarkedets tilbudsside som mengden av de sektorer som deltar i produksjonen, overføringen og transmisjonen av el-kraft. Tilbudet av kraft er dermed regnet netto det krafttapet som påløper i overførings- og transmisjonssektorene. Den etterspørselen, E , man da sitter igjen med kan fordeles mellom følgende tre hovedkilder: i) faktorinnsats i private og offentlige produksjonssektorer, henholdsvis E^P og E^O , ii) forbruk i husholdningene, E^H , iii) nettoeksport til utlandet, E^Z . Vi har altså

$$E = E^P + E^O + E^H + E^Z. \quad (2.1)$$

I MSG-6 er både bruttoeksport og bruttoimport av el-kraft eksogene, dvs. forklart av forhold som ikke er bygget inn i modellen. E^Z er derfor gitt i (2.1), og jeg konsentrerer meg om den innenlandske etterspørselen i det følgende. En supplerende modell NORMOD kan benyttes som hjelpemiddel til å anslå bruttohandelen med kraft.

2.1. El-kraftetterspørsel i private produksjonssektorer

La mengden av private produksjonssektorer være angitt ved P . Vi skiller mellom private og offentlige produksjonssektorer fordi adferden i elektrisitetsetterspørselen er ulikt beskrevet i MSG-6. Årsaken til dette er at det generelt er vanskelig å modellere adferden i offentlig forvaltning med tradisjonell økonomisk teori. I de private produksjonssektorene er samlet el-kraftetterspørsel, E^P , gitt ved summen av kraftetterspørsel i hver enkelt privat sektor, E_j

$$E^P = \sum_{j \in P} E_j. \quad (2.2)$$

I de private sektorene inngår E sammen med innsatsen av andre faktorer ved et system av nestede (Constant Elasticity of Substitution) CES-funksjoner. Separabilitetsforutsetningene er visualisert i Holmøy og Strøm (1997), figur 4.2. Spesielt er det antatt at el-innsatsen sammen med oljeprodukter, F , settes inn i produksjonsprosessen med den hensikt å drive maskiner. Maskinene, arbeidskraft og andre innsatsvarer kombineres, og brukes til å bemanne bedriftenes bygninger og anlegg.

Elektrisitet og olje utgjør et sammensatt energigode, U . Mengden av dette godet avhenger av innsatsen av E og F gjennom aggregeringsfunksjonen $U = U(E, F)$, som er en CES-funksjon med konstant skautbytte i MSG-6. Sammensetningen av dette er prisavhengig; jo høyere den relative el-prisen er, desto lavere blir andelen av E i U som følge av substitusjon. Når bedriftene er pristakere på faktormarkedene, kan man avlede følgende betingede etterspørselsfunksjon for E fra profittmaksimerende produsentadferd:

$$E_j = e_j \left(\frac{P_j^E}{P_j^U} \right)^{-\sigma_{Uj}} U_j, \quad (2.3)$$

hvor

$$P_j^U = \left[e_j (P_j^E)^{1-\sigma_{Uj}} + (1 - e_j) (P_j^F)^{1-\sigma_{Uj}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{Uj}}} \quad (2.4)$$

er en prisindeks for det sammensatte energiaggregatet som svarer til enhetskostnadsfunksjonen knyttet til kjøp av U . P_j^E og P_j^F er de sektorspesifikke prisene på henholdsvis el-kraft og innsats av oljeprodukter. At $j \in P$ vil være underforstått i resten av dette avsnittet.

Energi inngår sammen med beholdningen av maskinkapital, K^M , i et faktoraggregat som vi kaller "Maskintjenester", N . Innsatsen av N avhenger av U og K^M gjennom CES aggregeringsfunksjonen $N = N(U, K^M)$ som har konstant skautbytte. Den betingede faktoretterspørselsfunksjonen for U i sektor j utledes på samme måte som (2.3) og tar formen

$$U_j = u_j \left(\frac{P_j^U}{P_j^N} \right)^{-\sigma_{Uj}} N_j, \quad (2.5)$$

der

$$P_j^N = \left[u_j (P_j^U)^{1-\sigma_{Nj}} + (1 - u_j) (P_j^{KM})^{1-\sigma_{Nj}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{Nj}}} \quad (2.6)$$

er prisindeksen for aggregatet N_j og P_j^{KM} er den sektorspesifikke brukerprisen på maskinkapital.

Ved å kombinere maskintjenester med arbeidskraft, L , produseres faktoraggregatet $R = R(N, L)$. R kombineres så med transporttjenester, T , i produksjonen av faktorinnsatsen $R^T = R^T(R, T)$, som vi kaller "modifisert value added". R^T kombineres med et aggregat av annen vareinnsats, V , i produksjonen av den aggregerte faktorinnsatsen $S = S(R^T, V)$. Endelig kombineres

S med bygnings- og anleggskapital K^B i produksjonen av aggregert samlet faktorinnsats $V^F = V^F(S, K^B)$. På alle disse trinnene er aggregeringsfunksjonene av CES-typen med konstant skalautbytte. Suksessive betingede faktoretterspørselsfunksjoner utledes analogt med utledningen av (2.3) og (2.5). Vi har m.a.o.

$$N_j = n_j \left(\frac{P_j^N}{P_j^R} \right)^{-\sigma_{Rj}} R_j, \quad (2.7)$$

$$R_j = r_j \left(\frac{P_j^R}{P_j^{RT}} \right)^{-\sigma_{RTj}} R_j^T, \quad (2.8)$$

$$R_j^T = r_j^T \left(\frac{P_j^{RT}}{P_j^S} \right)^{-\sigma_{Sj}} S_j, \quad (2.9)$$

$$S_j = s_j \left(\frac{P_j^S}{P_j^{VF}} \right)^{-\sigma_{VFj}} V_j^F, \quad (2.10)$$

der prisindeksene som inngår er definert suksessivt helt analogt med prisindeksen P_j^U og P^N . Den aggregerte faktorinnsatsen benyttes i produksjonen av henholdsvis eksportleveranser, X_j^W , og hjemmeveranser, X_j^H . I MSG-6 er det forutsatt at kostnadsfunksjonen i sektoren er additivt separable i kostnadene knyttet til disse to leveransetypene. Det er antatt samme grad av avtakende skalautbytte ved produksjonen av både eksport- og hjemmeveranser:

$$V_j^F = v_j^H (X_j^H)^{\frac{1}{s_j}} + v_j^W (X_j^W)^{\frac{1}{s_j}}, \quad (2.11)$$

der $0 < s_j < 1$ er skalaelastisiteten. I MSG-6 vil koeffisientene v_j^H og v_j^W være avhengig av hvor mange bedrifter det er i sektoren. Som vist i Holmøy og Hæge-land (1997) er betydningen av endringer i bedriftsantallet for denne avhengigheten liten så lenge bedriftsantallet hele tiden er relativt stort. Vi skal derfor se bort fra effekten via endringer i bedriftsantallet i det følgende.

Vi kunne ha avbrutt fremstillingen av bestemmelsen av faktorinnsatsen i MSG-6 på dette punkt. Etterspørselen etter el-kraft og andre innsatsfaktorer er da betinget på leveransene til henholdsvis eksport- og hjemmemarkedene for hver sektor. Det er imidlertid viktig få eksplisitt frem at modellen, og vår dekomponering av modellberegningene, tar eksplisitt hensyn til endogeniteten i disse to leveransetypene for produksjonen.

På eksportmarkedet er levert norsk kvantum bestemt av prisfast kvantumstilpasning til gitte verdensmarkedspris, P_j^W . Tilbudsfunksjonen for eksport blir da

$$X_j^W = a_j^W \left(\frac{P_j^W}{P_j^{VF}} \right)^{\frac{s_j}{1-s_j}},$$

der a_j^W er en kalibrert konstant. I MSG-6 er s_j gitt verdier i nærheten av 0,85, hvilket innebærer at tilbudsfunksjonen for eksport er relativt elastisk; $\frac{s_j}{1-s_j} = 5,67$.

På hjemmemarkedet blir produkter fra norske bedrifter betraktet som nære, men imperfekte substitutter for hverandre. Markedsformen er forutsatt å være monopolistisk konkurranse, der alle bedriftene i en sektor setter prisen på sitt produkt som en felles multiplikativ mark-up faktor over marginalkostnaden knyttet til hjemmelieferansen. Norske etterspørere forutsettes å velge sammensetningen av norske varianter av næringens produkt utfra de relative prisene på disse variantene alene. Det sammensatte norske produktet vurderes deretter opp mot import av tilsvarende produkt. I denne vurderingen antas også det norske produktet og korresponderende import er imperfekte substitutter (Armingtonhypotesen). Når vi ser bort fra betydningen av variasjon i bedrifts- og variantantallet, kan det vises at den ideelle prisindeksen for det sammensatte norske produktet blir proporsjonal med prisen satt på en av de norske produktvariantene, se Holmøy og Hægeland (1997). Der vises det også at hjemmelieferansene fra en vilkårlig bedrift innenfor sektoren blir proporsjonal med sektorens samlede hjemmelieferanser. Prissettingsregelen kan da uttrykkes ved aggregerte hjemmelieferanser og prisindeksen for aggregatet av hjemmelieferanser:

$$P_j^H = \beta_j^H \frac{P_j^{VF}}{s_j} \left(X_j^H \right)^{\frac{1}{s_j} - 1}, \quad (2.12)$$

der β_j^H er en parameter som fanger opp effekten av mark-up prisingen. Den innenlandske etterspørselen etter hjemmelieferanser er gitt ved

$$X_j^H = \delta_j^H \left(\frac{P_j^H}{P_j^{HI}} \right)^{-\sigma_{HIj}} D_j, \quad (2.13)$$

$$P_j^{HI} = \left[\delta_j^H \left(P_j^H \right)^{1-\sigma_{HIj}} + \left(1 - \delta_j^H \right) \left(P_j^I \right)^{1-\sigma_{HIj}} \right], \quad (2.14)$$

der P_j^I er prisen på import av produkter innenfor gruppen j , P_j^{HI} er den ideelle prisindeksen for aggregatet av norske og importerte produkter, $D_j \equiv C_j + G_j + J_j + V_j$ er samlet norsk etterspørsel etter den sammensatte varen j der vi har summert privat konsum (C), offentlig konsum (G), bruttoinvesteringer i alle sektorer (J) og summen av all etterspørsel etter vare j til vareinnsats (V). I MSG-6 er offentlig konsum, samt bruttorealinvesteringer og vareinnsats i offentlige sektorer eksogent gitt. Private sektorers innsats av kapital og innsatsvarer er avledet på samme måte som etterspørselen etter el-kraft. Bruttoinvesteringene er lik summen av nyinvesteringer i realkapital pluss replaseringsinvesteringer. Eliminering av P_j^H og P_j^{HI} fra systemet (2.12), (2.13) og (2.14) gir X_j^H uttrykt ved P_j^I og D_j samt konstante parametre.

Vi har dermed forklart etterspørselen etter el-kraft i en vilkårlig privat produksjonssektor ved substitusjonseffekter motivert av endringer i relative faktorpriser,

endringer i eksport som følge av endringer i forholdet mellom prisen på aggregert faktorinnsats og verdensmarkedspriser på eksport, endringer i importandeler som følge av endringer i forholdet mellom prisen på norske hjemmeleveranser og verdensmarkedsprisen på import, samt endringer i nivået på samlet norsk etterspørsel etter varen fra private konsumenter, private bedrifter og offentlige sektorer. I MSG-6 er etterspørselen fra private innenlandske sektorer endogen. En videre analytisk løsning av modellen er imidlertid i praksis ikke mulig fordi man da må ta hensyn til det simultane samspillet mellom sektorene. For en generell ikke-teknisk oversikt over modellstrukturen vises det til Holmøy og Strøm (1997) og Holmøy et al. (1998).

2.2. El-kraftetterspørsel i offentlige forvaltningssektorer

La mengden av offentlige forvaltningssektorer være angitt ved O . Samlet kraftetterspørsel i de offentlige produksjonssektorene, E^O , gitt ved

$$E^{PO} = \sum_{j \in O} E_j. \quad (2.15)$$

Som i de private sektorene, transformeres innsats av E og oljeprodukter, F , til energi, U , via en sektorspesifikk CES-funksjon. Det antas i MSG-6 at også offentlige sektorer tilpasser sammensetningen av sitt energibehov utfra hva som er billigst. (2.3) gjelder derfor også for de offentlige sektorene:

$$E_j = e_j \left(\frac{P_j^E}{P_j^U} \right)^{-\sigma_{U_j}} U_j, \quad (2.16)$$

der $j \in O$ i resten av dette avsnittet. Den øvrige tilpasningen av faktorinnsatsen har imidlertid en svært primitiv modellering i MSG-6. Det er kort og godt forutsatt at

$$U_j = Z_j^{UH} H_j, \quad (2.17)$$

der Z_j^U er en eksogen koeffisient som relaterer energiinnsatsen til det samlede kjøpet av varer og tjenester, eksklusive arbeidskraft og kapital, H_j . H_j er eksogent gitt og endres ikke i våre beregninger.

2.3. El-kraftetterspørsel i husholdningene

Husholdningenes adferd er beskrevet ved å betrakte en representativ makro-husholdning. Dennes preferanser for de spesifiserte konsumgodene i MSG-6 er beskrevet ved en separabel nyttestruktur. Separabilitetsforutsetningene er visualisert i Holmøy, Olsen og Strøm (1998a), figur 1.1. Vi konsentrerer oss naturlig nok om hva som er av betydning for elektrisitetsforbruket, E^H . E^H dekker to hovedformål: i) oppvarming (U^H) og ii) bruk av el-utstyr (D) som f.eks. støvsuger, belysning, vaskemaskin etc.. Formelt skriver vi

$$E^H = E_O^H + E_M^H, \quad (2.18)$$

der E_O^H angir elektrisitet brukt til oppvarmingsformål og E_M^H angir elektrisitet brukt til drift av el-utstyret. Oppvarmingen skjer ved å kombinere E_O^H med fyringsolje F^H i henhold til en origojustert CES-produktfunksjon

$$U^H = U^H \left(E_O^H - \bar{E}_O^H, F^H - \bar{F}^H \right),$$

der \bar{E}_O^H og \bar{F}^H er eksogene "minimumskvanta". Denne tekniske sammenhengen mellom U^H , E_O^H og F^H er dermed av omtrent samme type som den som beskriver transformasjonen av elektrisitet og olje til energi i produksjonssektorene. Forskjellen er at i husholdningene er sammensetningen av E_O^H og F^H avhengig av nivået på U^H . Dette valget av funksjonsform er motivert av at økonomiske undersøkelser tyder på at det relative forholdet $\frac{E_O^H}{F^H}$ avhenger av nivået på U^H i tillegg til prisforholdet $\frac{P_O^E}{P_H^E}$. Formelt er den betingede etterspørselsfunksjonen for E_O^H gitt ved

$$E_O^H = \bar{E}_O^H + e_O \left(\frac{P_O^E}{P_H^U} \right)^{-\gamma_U} U^H, \quad (2.19)$$

der γ_U er substitusjonselastisiteten mellom $E_O^H - \bar{E}_O^H$ og $F^H - \bar{F}^H$ gitt på grunnlag av økonomiske studier, se Aasness og Holtmark (1995). Prisindeksen P_H^U er den relevante enhetskostnaden ved endringer i U^H . Den er gitt ved $P_H^U = \left[e_O \left(P_H^E \right)^{1-\gamma_U} + (1 - e_O) \left(P_H^F \right)^{1-\gamma_U} \right]^{\frac{1}{1-\gamma_U}}$. Merk at endringer i U^H innebærer at E_O^H og F^H brukes i kvanta som begge er større enn minimumskvantaene. Verdien av U^H er lik utgiftene til kjøp av $E_O^H - \bar{E}_O^H$ og $F^H - \bar{F}^H$.

Den betingede etterspørselsfunksjonen for E_M^H er helt analog til (2.19):

$$E_M^H = \bar{E}_M^H + e_M \left(\frac{P_O^E}{P_H^D} \right)^{-\gamma_D} D, \quad (2.20)$$

$$\text{der } P_H^D = \left[e_M \left(P_H^E \right)^{1-\gamma_D} + (1 - e_M) \left(P_H^M \right)^{1-\gamma_D} \right]^{\frac{1}{1-\gamma_D}}.$$

Utgiftene knyttet til kjøpet av U^H er relatert til det vi kan assosiere med de samlede "boughtene". Vi kaller den tjenestestrømmen som tilfaller husholdningen som følge av et gitt nivå på boughtene for aggregert boligrelatert konsum, H . H bør, i likhet med U^H og D , tolkes som en (sub)nytteindeks. I tillegg til oppvarming, U^H , genereres H dessuten av tjenester fra boligkapitalen. Også subnyttefunksjonen $H = H(U^H, R)$ er i MSG-6 forutsatt å være en origoforskjøvet CES funksjon. Betinget på H blir etterspørselsfunksjonen for U^H

$$U^H = \bar{U}^H + u \left(\frac{P_H^U}{P_H} \right)^{-\gamma_H} H, \quad (2.21)$$

Som vist i figur 2, inngår H og D i konsumaggregatet "Varer og tjenester", C^H , sammen med transport, T , og "annet konsum", A . Subnytteindeksen C^H avhenger av nivået på disse underaggregatene gjennom en origojustert CES-funksjon der γ_C er den felles substitusjonselastisiteten. De betingede etterspørselsfunksjonene for H og D blir

$$H = \bar{H} + h \left(\frac{P^H}{P^C_H} \right)^{-\gamma_C} C^H, \quad (2.22)$$

$$D = \bar{D} + d \left(\frac{P^H}{P^C_H} \right)^{-\gamma_C} C^H, \quad (2.23)$$

Konsumaggregatet C^H inngår sammen med fritidskonsumet, F , i aggregatet "Fullt konsum", N^H , som har tolkning som en årlig nytteindeks for den representative husholdningen. Nyttefunksjonen $N^H(C^H, F^H)$ er av ordinær CES-type der γ_N angir substitusjonselastisiteten. Den betingede etterspørselsfunksjonene for C^H blir

$$C^H = c \left(\frac{P^C_H}{P^N_H} \right)^{-\gamma_N} N^H,$$

der P^N_H er CES-prisindeksen i P^C_H og prisen på fritid, P^F_H , som i sin tur er gitt som mottatt timelønn etter marginalsatt.

Husholdningenes samlede velferdsnivå er gitt ved en intertemporal additiv nyttefunksjon der en tidspreferanserate, som pr. forutsetning er lik husholdningenes rente etter skatt, neddiskonterer velferdsbidraget fra de årlige nyttestrømmene. Husholdningenes har en uendelig tidshorisont. Det kan da vises, se f.eks. Bye og Holmøy (1992), at intertemporal nyttemaksimering til gitte priser gjør det mulig å skrive ønsket årlig nytte som følgende etterspørselsfunksjon

$$N^H(t) = \left[\lambda P^N_H(t) \right]^{-\gamma_I}, \quad (2.24)$$

der γ_I er en konstant intertemporal substitusjonselastisitet, og λ er pengegrensenytten pr. krone i et vilkårlig år, dvs. skyggeprisen på initial formue. λ er samtidig lik den marginale økningen i den samlede velferden av en marginal økning i N^H i et vilkårlig år pr. krone brukt til økningen i N^H . Fra standard konsumentteori vet vi at denne grensevelferden pr krone skal være lik mellom alle alternative konsumvalg. I den intertemporale konteksten betyr det at λ er konstant over tid. Det er derfor vi i (2.24) har droppet tidsindeksing av λ , mens denne er innført for N^H og P^N_H . λ vil være endogen, men konstant over tid i MSG-6. Selv om man ikke kan assosiere løsningen for en bestemt endogen variabel til en bestemt ligning i en simultan modell som MSG-6, er det likevel instruktivt å tenke "som om" løsningen for denne variabelen er knyttet den intertemporale budsjettbetingelsen som gjelder i modellen. Ifølge denne betingelsen skal ikke

absoluttverdien av utenlandsgjelden eksplodere uansett selv om man lar simuleringsperioden bli uendelig lang. Modellens løsning inkluderer en iterasjonsprosess hvor det er slik at dersom utenlandsgjelden viser tegn til å øke på lang sikt, økes λ . Økt λ innebærer høyere grensevelferd i hvert år, noe som impliserer lavere N^H , fordi den intertemporale nyttefunksjonen er konkav. Lavere N^H innebærer, cet. par., lavere materielt konsum og høyere arbeidstilbud (siden fritid er forutsatt å være et normalt gode). Selv når man tar hensyn til likevektsreperkusjonene i MSG-6, fører økt λ til at nettoeksporten øker i hver periode, noe som må til for å sørge for at utenlandsgjelden ikke skal eksplodere.

3. Bruk av MSG-6 til å simulere endringer i samlet kraftetterspørsel ved eksogene kraftprisendringer

I en likevektsmodell for norsk økonomi, er el-markedet mest realistisk beskrevet ved at kraftprisen endogen balanserer tilbud og etterspørsel. Ved utbygging av større kapasitet for internasjonal krafthandel kan dette endre seg i retning av at den innenlandske kraftprisen blir lik prisen på el-kraft internasjonalt, og at denne el-prisen i langt mindre grad endres som følge av særnorske endringer i tilbud og etterspørsel.

I en modell der både pris og kvantum i el-markedet er endogen bestemt, kan vi ikke uten videre tallfeste den aggregerte etterspørselsfunksjonen for el-kraft ved å simulere virkningene på samlet el-etterspørsel av suksessive eksogene endringer i kraftprisen fordi denne prisen jo er en endogen variabel. For å tallfeste denne el-etterspørselsfunksjonen, har vi lukket MSG-6 på en alternativ måte. For det første har vi definert el-prisen som en eksogen variabel. For å unngå at modellen blir overbestemt, har vi den ligningen som krever likhet mellom tilbud og etterspørsel i kraftmarkedet. Vi beregner altså summen av de tre etterspørselskomponentene som en endogen variabel som ikke trenger å være lik det endogene samlede tilbudet av el-kraft.

Den resulterende etterspørselsfunksjonen er imidlertid betinget på at tilbud og etterspørsel klareres i alle andre markeder; at endringer i priser og etterspørsel forplanter seg gjennom økonomien via kryssløpsstrukturen av vare- og tjenesteleveranser; at bedriftenes faktoretterspørsel er basert på profittmaksimerende fremadskuende adferd og perfekte forventninger; at husholdningenes etterspørsel er basert på maksimering av nytten for en eviglevende konsument som har perfekte forventninger; at konsumetterspørselen er underlagt en intertemporal budsjettbetingelse som sammen med forutsetninger of forløpet for den offentlige budsjettbalansen innebærer at den norske utenlandsgjelden ikke eksploderer på lang sikt.

Formelt kan metoden fremstilles på følgende stiliserte form. MSG-6 kan i prinsippet overføres på følgende kvasireduerte form

$$D_1(P_1, P_2, \dots, P_n, P^E, Z) = S_1(P_1, P_2, \dots, P_n, P^E, Z) \quad (3.1)$$

$$\begin{aligned}
D_n(P_1, P_2, \dots, P_n, P^E, Z) &= S_n(P_1, P_2, \dots, P_n, P^E, Z) \\
D_E(P_1, P_2, \dots, P_n, P^E, Z) &= S_E(P_1, P_2, \dots, P_n, P^E, Z),
\end{aligned}$$

der $D_i(\cdot)$ er den samlede etterspørselsfunksjonen rettet mot vare $i = 1, 2, \dots, n$, samt elektrisitet, E . $S_i(\cdot)$ er den samlede tilbudsfunksjonen for samme vare. Z er en vektor av modellens eksogene variable (inkl. konstante parametre). Med "kvasireduert form" menes at det strukturelle ligningssystemet i MSG-6 er redusert slik at vi for hvert marked kan skrive etterspørsels- og tilbudsfunksjonene som en funksjon av de endogene prisene på disse varene. MSG-6 oppfyller de kravene som gjør at de $n + 1$ ligningene i systemet (3.1) har en éntydig løsning for de $n + 1$ endogene variable P_1, P_2, \dots, P_n , og P^E for alle aktuelle verdier av Z .

Vår måte å regne ut etterspørselsfunksjonen for elektrisitet på innebærer at vi erstatter den siste ligningen med to separate identiteter som ikke gjør annet enn å definere samlet etterspørsel og tilbud for elektrisitet, dvs. $E \equiv D_E(P_1, P_2, \dots, P_n, P^E, Z)$ og $T_E \equiv S_E(P_1, P_2, \dots, P_n, P^E, Z)$. (Den siste tilbudsligningen benytter vi ikke i det følgende. Dels skyldes det fokuseringen på etterspørselssiden, dels skyldes det at el-tilbudet er bestemt av kapasiteten, som igjen er predeterminert av tidligere års investeringer i vannkraftsektoren. Ingen av de beregninger vi foretar gjør det lønnsomt å endre denne kapasiteten, slik at el-tilbudet er eksogent gitt.) Det nye ligningssystemet består dermed av de n første ligningene i (3.1), samt definisjonsligningen for samlet el-etterpørsel. I dette systemet er nå P^E eksogen, mens systemet bestemmer P_1, P_2, \dots, P_n . Det betyr at E vil avhenge av alle de reperkusjonene som kreves for at tilpasningene av P_1, P_2, \dots, P_n skal balansere tilbud og etterspørsel i alle andre markeder enn el-markedet.

4. En analytisk dekomponering av endringer i samlet kraftetterpørsel ved kraftprisøkning

Med utgangspunkt i beskrivelsen av el-kraft etterspørselen i MSG-6 i avsnitt 3, skal vi nå foreta en analytisk dekomponering av endringer i den totale el-kraftetterpørselen. Enkeltbidragene til denne samlede endringen vil så bli tallfestet i neste avsnitt.

Når vi ser bort fra endringer nettoeksport av el-kraft, følger det av (2.1) at bidragene til den relative endringen blir

$$\hat{E} = \frac{E^P}{E} \hat{E}^P + \frac{E^O}{E} \hat{E}^O + \frac{E^H}{E} \hat{E}^H, \quad (4.1)$$

der " $\hat{\cdot}$ " over et variabel symbol betyr den relative endringen, eksempelvis

$\hat{E} = \frac{dE}{E}$ osv. De mest interessante bidragene er endringene i private produksjonssektorer og i husholdningenes forbruk, dvs. \hat{E}^P og \hat{E}^H , da adferden bak disse komponentene har en langt mer kompleks modellering enn bidraget fra offentlig sektor, jf. avsnitt 2. Vi ser først på hva som bestemmer \hat{E}^P .

4.1. Endringer i samlet kraftetterspørsel i private produksjonssektorer

I første omgang vil vi dele bidragene til endret el-kraftbruk i en sektor inn i to grupper: 1) endringer i el-kraftens andel av aggregert faktorinnsats, heretter kalt el-intensiteten; 2) endringer i aggregert faktorinnsats som følge av variasjon i produksjonsskalaen. Vi vil referere til 1) som "substitusjonseffekt" og til 2) som en "skalaeffekt". Formelt måles substitusjonseffekten på næringsnivå ved endringer i el-intensiteten $Z_j^E = \frac{E_j}{V_j^F}$, mens skalaeffekten er relatert til endringer i V_j^F som i sin tur er relatert til endringer i produksjonen av eksport- og hjemmелеveranser gjennom (2.11). Samlet bruk av el-kraft i private produksjonssektorer kan da skrives

$$E^P = \sum_j E_j = \sum_j Z_j^E V_j^F. \quad (4.2)$$

I hele dette avsnittet om effektene innen private produksjonssektorer er det underforstått at indeksen j løper over elementene (dvs. sektorene) i mengden P. E_j er målt i homogene fysiske enheter (eller faste priser) slik at summering er mulig. På relativ endringsform får vi at

$$\begin{aligned} \hat{E}^P &= \sum_j \lambda_j^E \hat{Z}_j^E + \sum_j \lambda_j^E \hat{V}_j^F \\ &= \hat{Z}^E + \frac{V^F}{E^P} \sum_j \lambda_j^V Z_j^E \hat{V}_j^F \\ &= \hat{Z}^E + \frac{1}{Z^E} \left[\left(\sum_j \lambda_j^V Z_j^E \right) \hat{V}_j^F + cov \left(Z_j^E, \hat{V}_j^F; \lambda_j^V \right) \right] \\ &= \hat{Z}^E + \hat{V}_j^F + cov \left(\frac{Z_j^E}{Z^E}, \hat{V}_j^F; \lambda_j^V \right), \end{aligned} \quad (4.3)$$

hvor j er en sektor indeks, $Z^E = \frac{E^P}{V^F}$, $V^F = \sum_j V_j^F$, $\lambda_j^E = \frac{E_j}{E^P}$, $\lambda_j^{VF} = \frac{V_j^F}{V^F}$. V_j^F er målt i faste priser slik at summering er mulig. Vi har dessuten definert $\hat{Z}^E = \sum_j \lambda_j^E \hat{Z}_j^E$ som det veide gjennomsnittet av el-intensitetene med sektorenes andel av samlet el-kraftbruk i private produksjonssektorer som vektor, og $cov \left(\frac{Z_j^E}{Z^E}, \hat{V}_j^F; \lambda_j^V \right)$ er den veide kovariansen mellom el-intensiteter og vekst i aggregert faktorinnsats der sektorenes andel av den totale aggregerte faktorinnsat-

sen er vektor. Mer presist beregnes denne som

$$\begin{aligned}
& \text{cov} \left(\frac{Z_j^E}{Z^E}, \hat{V}_j^F; \lambda_j^{VF} \right) \\
&= \sum_j \lambda_j^{VF} \left(\frac{Z_j^E}{Z^E} - \sum_j \lambda_j^{VF} \frac{Z_j^E}{Z^E} \right) \left(\hat{V}_j^F - \sum_j \lambda_j^{VF} \hat{V}_j^F \right) \\
&= \sum_j \lambda_j^{VF} \frac{Z_j^E}{Z^E} \hat{\lambda}_j^V.
\end{aligned} \tag{4.4}$$

Den første ligningen i (4.3) er triviell. Manipulasjonene frem til den siste linjen gjør det mulig å dekomponere den relative endringen i E^P i henholdsvis i) endring i den gjennomsnittlige el-intensiteten for den private produksjonssektoren som følge av endringer i (et veid gjennomsnitt av) de sektorvise endringene i el-intensiteten (der sektorenes andeler av deres smalede bruk av el-kraft er vektor); ii) endring i den gjennomsnittlige el-intensiteten for den private produksjonssektoren som følge av endret fordeling av samlet mellom enkeltsektorer med ulik el-intensitet; iii) relativ vekst i samlet aggregert faktorinnsats i private produksjonssektorer.

I det følgende skal vi se nærmere på hva som bidrar til endringene i de to gjennomsnittsvARIABLENE Z^E og V^F , dvs. til henholdsvis substitusjon og skalavariasjon.

4.1.1. Substitusjonseffekter

For å finne bidragene til endringer i Z^E , utnytter vi den konkrete modelleringen av hvordan elektrisitetsintensitetene bestemmes i MSG-6. Ved å utnytte definisjonene av prisindeksene for faktoraggregatene, følger det fra (2.3) - (2.11) at den relative endringen i Z_j^E kan uttrykkes

$$\begin{aligned}
\hat{Z}_j^E &= -\sigma_{Uj} \theta_{Fj}^U (\hat{P}_j^E - \hat{P}_j^F) - \sigma_{Nj} \theta_{KMj}^N (\hat{P}_j^U - \hat{P}_j^{KM}) \\
&\quad - \sigma_{Rj} \theta_{Lj}^R (\hat{P}_j^N - \hat{P}_j^L) - \sigma_{RTj} \theta_{Tj}^{RT} (\hat{P}_j^R - \hat{P}_j^T) \\
&\quad - \sigma_{Sj} \theta_{Vj}^S (\hat{P}_j^{RT} - \hat{P}_j^V) - \sigma_{VFj} \theta_{KBj}^{VF} (\hat{P}_j^S - \hat{P}_j^{KB}),
\end{aligned} \tag{4.5}$$

der θ_{Fj}^U er kostnadsandelen for F i kjøperverdien for U i sektor j , dvs. $\theta_{Fj}^U = P_j^F F_j / (P_j^E E_j + P_j^F F_j) = P_j^F F_j / P_j^U U_j$. θ_{KMj}^N er kostnadsandelen for K^M i kjøperverdien for aggregatet N i sektor j , dvs. $\theta_{KMj}^N = P_j^{KM} K_j^M / (P_j^{KM} K_j^M + P_j^U U_j) = P_j^{KM} K_j^M / P_j^N N_j$, osv. σ_{Uj} er substitusjonselastisiteten i sektor j mellom faktorene innen U -aggregatet, dvs. E og F . Disse, og andre substitusjonselastisiteter mellom innsatsfaktorer, er konstante i MSG-6 modellen siden funksjonsformene er CES.

For å beregne endringen i elbruken som følge av el-prisendring, når vi betinger på at aggregert faktorinnsats og andre priser er konstant, utnytter vi at prisindeksene på faktoraggregatene som inneholder elektrisitet endres seg som følger

$$\hat{P}_j^U = \theta_{Ej}^U \hat{P}_j^E + \theta_{Fj}^U \hat{P}_j^F,$$

$$\begin{aligned} \hat{P}_j^N &= \theta_{Uj}^N \hat{P}_j^U + \theta_{KMj}^N \hat{P}_j^{KM} \\ &= \theta_{Uj}^N (\theta_{Ej}^U \hat{P}_j^E + \theta_{Fj}^U \hat{P}_j^F) + \theta_{KMj}^N \hat{P}_j^{KM}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{P}_j^R &= \theta_{Nj}^R \hat{P}_j^R + \theta_{Lj}^R \hat{P}_j^L \\ &= \theta_{Nj}^R (\theta_{Uj}^N (\theta_{Ej}^U \hat{P}_j^E + \theta_{Fj}^U \hat{P}_j^F) + \theta_{KMj}^N \hat{P}_j^{KM}) + \theta_{Lj}^R \hat{P}_j^L, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{P}_j^{RT} &= \theta_{Rj}^{RT} \hat{P}_j^{RT} + \theta_{Tj}^{RT} \hat{P}_j^T \\ &= \theta_{Rj}^{RT} (\theta_{Nj}^R (\theta_{Uj}^N (\theta_{Ej}^U \hat{P}_j^E + \theta_{Fj}^U \hat{P}_j^F) + \theta_{KMj}^N \hat{P}_j^{KM}) + \theta_{Lj}^R \hat{P}_j^L) \\ &\quad + \theta_{Tj}^{RT} \hat{P}_j^T, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{P}_j^S &= \theta_{RTj}^S \hat{P}_j^{RT} + \theta_{Vj}^S \hat{P}_j^V \\ &= \theta_{RTj}^S \left\{ \theta_{Rj}^{RT} (\theta_{Nj}^R (\theta_{Uj}^N (\theta_{Ej}^U \hat{P}_j^E + \theta_{Fj}^U \hat{P}_j^F) + \theta_{KMj}^N \hat{P}_j^{KM}) \right. \\ &\quad \left. + \theta_{Lj}^R \hat{P}_j^L) + \theta_{Tj}^{RT} \hat{P}_j^T \right\} + \theta_{Vj}^S \hat{P}_j^V, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{P}_j^{VF} &= \theta_{Sj}^{VF} \hat{P}_j^S + \theta_{KBj}^{VF} \hat{P}_j^{KB} \\ &= \theta_{Sj}^{VF} \left\{ \theta_{RTj}^S \left[\theta_{Rj}^{RT} (\theta_{Nj}^R (\theta_{Uj}^N (\theta_{Ej}^U \hat{P}_j^E + \theta_{Fj}^U \hat{P}_j^F) + \theta_{KMj}^N \hat{P}_j^{KM}) \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \theta_{Lj}^R \hat{P}_j^L) + \theta_{Tj}^{RT} \hat{P}_j^T \right] + \theta_{Vj}^S \hat{P}_j^V \right\} + \theta_{KBj}^{VF} \hat{P}_j^{KB}. \end{aligned}$$

Ved å samle alle ledd som inneholder \hat{P}_j^E får vi en koeffisient assosiert med \hat{P}_j^E som uttrykker den partielle nettoeffekten på Z_j^E av økt el-pris gjennom tilpasningen av alle faktorer i produksjonsstrukturen. Vi kaller denne partielle nettoeffekten ε_{EE} , og den er definert ved

$$\varepsilon_{EEj} = -\sigma_{Uj} \theta_{Fj}^U + \varepsilon_{UEj},$$

der ε_{UEj} fanger opp den samlede effekten på U av en partiell endring i el-prisen når V_j^F er konstant

$$\begin{aligned} \varepsilon_{UEj} = & - \left[\sigma_{Nj} \theta_{KMj}^N + \left(\sigma_{Rj} \theta_{Lj}^R + \sigma_{RTj} \theta_{Tj}^{RT} \theta_{Nj}^R \right) \theta_{Uj}^N \right. \\ & \left. + \left(\sigma_{Sj} \theta_{Vj}^S + \sigma_{VFj} \theta_{KBj}^{VF} \theta_{RTj}^S \right) \theta_{Rj}^{RT} \theta_{Nj}^R \theta_{Uj}^N \right] \theta_{Ej}^U. \end{aligned}$$

Siden $\varepsilon_{UEj} < 0$, er $\varepsilon_{EEj} < -\sigma_{Uj} \theta_{Fj}^U < 0$ som er substitusjonseffekten på den ”ytterste grenen” i den nestede produksjonsstrukturen, så sant energi brukes i produksjonen. $-\sigma_{Uj} \theta_{Fj}^U$ er den relative endringen i el-innsatsen i sektor j som følge av økt el-pris når andre priser og energiinnsatsen U_j er konstant. ε_{EEj} er betinget på at andre priser og den aggregerte faktorinnsatsen V_j^F er konstant, mens sammensetningen av dette i alle ledd kan variere.

(4.5) gjør det generelt mulig å skille ut substitusjonseffektene på ulike nivåer i faktorsammensetningen. I MSG-6 beregnes alle de faktorprisendringene som inngår i (4.5), og modellen inneholder tallverdier for alle de variable som inngår her. Spesielt vil modellen også ha regnet ut de relative endringene i prisene på andre faktorer enn el-kraft som inngår i (4.5). Med unntak av arbeidskraft, er disse faktorprisene aggregater av varer og tjenester som dels er importert, dels produseres i norsk økonomi. I MSG-6 vil disse prisene endre seg som pga. følgende fire hovedmekanismer:

1. Faktoraggregatene inneholderen viss andel el-kraft. Denne andelen blir mindre og mindre når man beveger seg oppover i produksjonsstrukturen fra energi, U_j , til samlet faktorinnsats V_j^F .

2. Den eksogene endringen i el-prisen veltes over på produksjonskostnadene for andre varer og tjenester. Dette bidrar til å endre priser på faktorer som kapital- og innsatsvarer som ikke er aggregater som direkte inneholder el-kraft.

3. Lønnsatsen vil også endre seg for å sørge for generell likevekt i økonomien. Lønnsendringen påvirker også prisene på de faktorer som direkte og indirekte er produsert ved arbeidsinnsats.

4. Etablering av ny generell likevekt krever justeringer i sektorenes produksjonsnivå. Da det er avtakende skalautbytte i de fleste private produksjonssektorer i modellen, vil også endringer i produksjonskvanta ha kostnadseffekter som via kryssløpet virker inn på de relative faktorprisene.

Den første av disse fire effektene kan vi kvantifisere ved å beregne den partielle netto egenpriselasititeten. De øvrige mekanismene oppstår som følge av modellens generelle likevektsstruktur. Modellen er som nevnt for kompleks til at disse kan identifiseres nærmere. Men modellen kvantifiserer den samlede styrken i de generelle likevektseffektene på andre faktorpriser.

(4.5) representerer en av flere mulige dekomponeringer av bidragene til endringer i elforbrukets andel av samlet faktorinnsats. En svært grov oppsplitting er å bare skille den betingede egenpriselasititeten $-\sigma_{Uj} \theta_{Fj}^U$ fra de øvrige bidragene. Summen av disse reflekterer at endret el-pris vil påvirke andre faktorpriser, og dermed gi tilbakevirkninger på etterspørselen etter el-kraft. Vi har valgt å presentere tall for følgende dekomponering av \hat{Z}_j^E :

$$\hat{Z}_j^E = \left(-\sigma_{Uj}\theta_{Fj}^U + \varepsilon_{UEj}\right) \hat{P}_j^E + \varepsilon_{Aj}, \quad (4.6)$$

der ε_{Aj} fanger opp endringen i elbruken i sektor j som følge av at priser på andre varer enn el-kraft generelt vil endres som følge av likevektstilpasningene til endret el-pris. Presist er ε_{Aj} definert residualt av (4.5) og (4.6) som

$$\begin{aligned} \varepsilon_{Aj} = & \varepsilon_{EFj}\hat{P}_j^F + \varepsilon_{EK^Mj}\hat{P}_j^{KM} + \varepsilon_{ELj}\hat{P}_j^L \\ & + \varepsilon_{ETj}\hat{P}_j^T + \varepsilon_{EVj}\hat{P}_j^V + \varepsilon_{EK^Bj}\hat{P}_j^{KB}, \end{aligned} \quad (4.7)$$

hvor elementene på høyresiden er definert ved

$$\begin{aligned} \varepsilon_{EFj} = & \left[\sigma_{Uj} - \sigma_{Nj}\theta_{KMj}^N - \left[\sigma_{Rj}\theta_{Lj}^R + \left(\sigma_{RTj}\theta_{Tj}^{RT} \right. \right. \right. \\ & \left. \left. \left. + \left(\sigma_{Sj}\theta_{Vj}^S + \sigma_{VFj}\theta_{KBj}^{VF}\theta_{RTj}^S \right) \theta_{Rj}^{RT} \right) \theta_{Nj}^R \right] \theta_{Uj}^N \right] \theta_{Fj}^U, \\ \varepsilon_{EK^Mj} = & \left[\sigma_{Nj} - \sigma_{Rj}\theta_{Lj}^R - \left[\sigma_{RTj}\theta_{Tj}^{RT} \right. \right. \\ & \left. \left. + \left(\sigma_{Sj}\theta_{Vj}^S + \sigma_{VFj}\theta_{KBj}^{VF}\theta_{RTj}^S \right) \theta_{Rj}^{RT} \right] \theta_{Nj}^R \right] \theta_{KMj}^N, \\ \varepsilon_{ELj} = & \left(\sigma_{Rj} - \sigma_{RTj}\theta_{Tj}^{RT} - \left(\sigma_{Sj}\theta_{Vj}^S + \sigma_{VFj}\theta_{KBj}^{VF}\theta_{RTj}^S \right) \theta_{Rj}^{RT} \right) \theta_{Lj}^R, \\ \varepsilon_{ETj} = & \left(\sigma_{RTj} - \sigma_{Sj}\theta_{Vj}^S\theta_{Tj}^{RR} - \sigma_{VFj}\theta_{KBj}^{VF}\theta_{RTj}^S \right) \theta_{Tj}^{RT}, \\ \varepsilon_{EVj} = & \left(\sigma_{Sj} - \sigma_{VFj}\theta_{KBj}^{VF} \right) \theta_{Vj}^S, \\ \varepsilon_{EK^Bj} = & \sigma_{VFj}\theta_{KBj}^{VF}, \end{aligned}$$

og endringene i prisene på andre faktorer enn el-kraft er endogene likevektsjusteringer.

For den relative endringen i den gjennomsnittlige Z^E kan vi nå skrive

$$\hat{Z}^E = \sum_j \lambda_j^E \hat{Z}_j^E = \sum_j \lambda_j^E \left[\left(-\sigma_{Uj}\theta_{Fj}^U + \varepsilon_{UEj} \right) \hat{P}_j^E + \varepsilon_{Aj} \right],$$

som kan omskrives til

$$\begin{aligned} \hat{Z}^E = & \left(-\sigma_{Uj}\theta_{Fj}^U \right) \hat{P}^E + \text{cov} \left(-\sigma_{Uj}\theta_{Fj}^U, \hat{P}_j^E; \lambda_j^E \right) \\ & + \varepsilon_{UE} \hat{P}^E + \text{cov} \left(\varepsilon_{UEj}, \hat{P}_j^E; \lambda_j^E \right) + \varepsilon_A, \end{aligned} \quad (4.8)$$

hvor $\left(-\sigma_{Uj}\theta_{Fj}^U \right) \equiv \sum_j \lambda_j^E \left(-\sigma_{Uj}\theta_{Fj}^U \right)$, $\varepsilon_{UE} \equiv \sum_j \lambda_j^E \varepsilon_{UEj}$, $\varepsilon_A \equiv \sum_j \lambda_j^E \varepsilon_{Aj}$, $\hat{P}^E \equiv \sum_j \lambda_j^E \hat{P}_j^E$.

Merk at det kan være sektorvis spredning i endringen i den produsentbetalte prisen på el-kraft. Det er prisen på en homogen kraftenhet definert ved et referansepunkt som befinner seg mellom transmisjons- og distribusjonen, som får en

eksogen økning på 10 prosent. Eksistensen av spesifikke, dvs. mengderelaterte, avgifter, ulikt innhold av distribusjonskostnader, ulik brukstid og prisdiskriminering mellom sektorene, fører til at den relative endringen i kjøperprisen på el-kraft vil variere mellom de private produksjonssektorene. Samtidig er det klart at dersom den sektorvise spredningen i \hat{P}_j^E er lav, vil kovariansene i (4.8) gi små kvantitative bidrag til \hat{Z}^E .

I lys av at MSG-6 modellerer faktoreterspørselen ved CES-funksjoner, der substitusjonselastisitetene er den "dype" estimerte parameteren, kan det ha en viss interesse å dekomponere de betingede priselastisitetene i bidrag fra substitusjonselastisiteten og kostnadsandelen. Den aggregerte substitusjonseffekten på forholdet mellom bruk av el-kraft og oljeprodukter kan dekomponeres som følger

$$\begin{aligned} (-\sigma_U \theta_F^U) &= \sum_j \lambda_j^E (-\sigma_{Uj} \theta_{Fj}^U) \\ &= -\bar{\sigma}_U \bar{\theta}_F^U + cov((-\sigma_{Uj}), \theta_{Fj}^U; \lambda_j^E) \\ &\quad + cov((-\sigma_{Uj}), \theta_{Fj}^U; \lambda_j^E). \end{aligned} \quad (4.9)$$

der vi har definert følgende veide gjennomsnitt $-\bar{\sigma}_U = \sum_j \lambda_j^E (-\sigma_{Uj})$ og $\bar{\theta}_F^U = \sum_j \lambda_j^E \theta_{Fj}^U$.

(4.9) får frem at vi får et positivt bidrag til den gjennomsnittlige substitusjonen fra el-kraft til olje dersom det er en tendens til at sektorene med de største substitusjonselastisitetene har lavest andel av el-kraft i sin energibruk. Dersom andelen av el-kraft er høy, vil det bli desto mindre forskjell mellom den relative endringen i el-kraft prisen og prisen på energiaggregatet U , slik at det blir et tilsvarende lite incentiv til å endre sammensetningen av de faktorene som produserer sektorens energi.

Det har også interesse å dekomponere de andre substitusjonseffektene som bidrar til \hat{Z}^E . For $\varepsilon_{UE} \equiv \sum_j \lambda_j^E \varepsilon_{UEj}$ får vi

$$\begin{aligned} -\varepsilon_{UE} &= (\bar{\sigma}_N \bar{\theta}_{KM}^N) \theta_E^U + cov(\sigma_{Nj} \theta_{KMj}^N, \theta_{Ej}^U; \lambda_j^E) \\ &\quad + (\bar{\sigma}_R \bar{\theta}_L^R) (\theta_U^N \theta_E^U) + cov(\sigma_{Rj} \theta_{Lj}^R, \theta_{Uj}^N \theta_{Ej}^U; \lambda_j^E) \\ &\quad + (\bar{\sigma}_{RT} \bar{\theta}_T^{RT}) (\theta_N^R \theta_U^N \theta_E^U) + cov(\sigma_{RTj} \theta_{Tj}^{RT}, \theta_{Nj}^R \theta_{Uj}^N \theta_{Ej}^U; \lambda_j^E) \\ &\quad + (\bar{\sigma}_S \bar{\theta}_V^S) (\theta_R^{RT} \theta_N^R \theta_U^N \theta_E^U) \\ &\quad + cov(\sigma_{Sj} \theta_{Vj}^S, \theta_{Rj}^{RT} \theta_{Nj}^R \theta_{Uj}^N \theta_{Ej}^U; \lambda_j^E) \\ &\quad + (\bar{\sigma}_{VF} \bar{\theta}_{KB}^{VF}) (\theta_{RT}^S \theta_R^{RT} \theta_N^R \theta_U^N \theta_E^U) \\ &\quad + cov(\sigma_{VFj} \theta_{KBj}^{VF}, \theta_{RTj}^S \theta_{Rj}^{RT} \theta_{Nj}^R \theta_{Uj}^N \theta_{Ej}^U; \lambda_j^E), \end{aligned} \quad (4.10)$$

der produktene av kostnadsandelene i parentesene er veide gjennomsnitt med λ_j^E som vekter, eksempelvis $(\theta_{RT}^S \theta_R^{RT} \theta_N^R \theta_U^N \theta_E^U) \equiv \sum_j \lambda_j^E (\theta_{RTj}^S \theta_{Rj}^{RT} \theta_{Nj}^R \theta_{Uj}^N \theta_{Ej}^U)$.

Merk at $\theta_{RTj}^S \theta_{Rj}^{RT} \theta_{Nj}^R \theta_{Uj}^N \theta_{Ej}^U = \frac{PE_j E_j}{P_j^S S_j}$. I (4.10) får vi skilt mellom henholdsvis den gjennomsnittlige substitusjonseffekten på hvert trinn i inputstrukturen, målt ved den betingede priselastisiteten, og betydningen av at responsen på hvert trinn er ulik fordi sektorene generelt har ulike betingede priselastisiteter og ulike kostnadsandeler. Denne ulikheten bidrar til å øke $-\varepsilon_{UE}$ dersom det er en positiv kovarians mellom de betingede og el-kraftkostnadenes andel av kostnadene knyttet til faktoraggregatene i sektorene. Man kan også gå videre og dekomponere de betingede priselastisitetene på samme måte som vi har gjort i (4.9) for å skille mellom betydningen av substitusjonselastisiteter og sammensetning av kostnadene.

For å få et kvantitativt inntrykk av hva de generelle likevektseffektene som virker via endringer i prisene på andre faktorer betyr for \hat{Z}^E , kan vi dekomponere ε_A som er det el-kraftveide gjennomsnittet av ε_{Aj} gitt i (4.7). Vi får

$$\varepsilon_A = \sum_{i=F, K^M, L, T, V, K^B} \left[\varepsilon_i \hat{P}^i + \text{cov}(\varepsilon_{ij}, \hat{P}_j^i; \lambda_j^E) \right], \quad (4.11)$$

der ε_{EF} , ε_{EK^M} osv. er el-kraftveide gjennomsnitt av de tilsvarende sektorvise priselastisitetene, og \hat{P}^F , $\hat{P}_j^{K^M}$ osv. er el-kraftveide gjennomsnitt av de tilsvarende sektorvise faktorprisene. Man kan også klarlegge nærmere hvilke forhold som avgjør størrelsen på ε_{EF} , ε_{EK^M} osv., ved å dekomponere disse ytterligere ved å utnytte definisjonene av de korresponderende sektorvise elastisitetene.

4.1.2. Bidrag fra endringer i produksjonsskalaen

Endringene i produksjonsskala påvirker bruken av el-kraftden gjennom endringer i den samlede innsatsen av den aggregerte innsatsfaktoren, dvs. komponenten \hat{V}_j^F i (4.3). Pr. definisjon har vi $\hat{V}^F = \sum_j \lambda_j^{VF} \hat{V}_j^F$. Fra (2.11) får vi ved logaritmisk differensiering at

$$\hat{V}_j^F = v_j^H \left(\frac{1}{s_j} \right) \hat{X}_j^H + (1 - v_j^H) \left(\frac{1}{s_j} \right) \hat{X}_j^W, \quad (4.12)$$

der $v_j^{FH} \equiv \frac{V_j^{FH}}{V^{FH}}$, $V^{FH} = \sum_j V_j^{FH}$ og $V_j^{FH} = v_j^{FH} (X_j^H)^{\frac{1}{s_j}}$. Det er to mulige måter å dekomponere bidraget fra produksjonsendringer på. Den ene måten tar kun hensyn til effektene av at sektorenes samlede produksjon endres. Den andre måten tar hensyn til at samlet faktorbruk ikke er uavhengig av fordelingen av produksjonen mellom eksport- og hjemmeveranser. Bakgrunnen for denne avhengigheten er transformasjonskostnader ved endringer i det relative forholdet mellom disse to leveransene.

Dekomponering A: Ved å definere den relative produksjonsveksten på sektornivå som det faktorveide gjennomsnittet av vekstratene for hjemmeveranser

og eksport, dvs.

$$\hat{X}_j \equiv v_j^{FH} \hat{X}_j^H + (1 - v_j^{FH}) \hat{X}_j^W, \quad (4.13)$$

kan (4.12) skrives på formen

$$\hat{V}_j^F = \left(\frac{1}{s_j} \right) \hat{X}_j. \quad (4.14)$$

Avtakende skalautbytte, dvs. $0 < s_j < 1$, fører til at den relative endringen i samlet faktorinnsats blåses opp i forhold til produksjonsendringen.

\hat{V}^F kan nå skrives ved følgende dekomponeringsformel

$$\begin{aligned} \hat{V}_j^F &= \left[\sum_j \lambda_j^{VF} \left(\frac{1}{s_j} \right) \right] \left[\sum_j \lambda_j^{VF} \hat{X}_j \right] + cov \left(\frac{1}{s_j}, \hat{X}_j; \lambda_j^{VF} \right) \\ &= \frac{1}{\bar{s}} \frac{X}{V_j^F} \sum_j \lambda_j^X Z_j^{VF} \hat{X}_j + cov \left(\frac{1}{s_j}, \hat{X}_j; \lambda_j^{VF} \right) \\ &= \frac{1}{\bar{s}} \left[\hat{X} + cov \left(\frac{Z_j^{VF}}{Z^{VF}}, \hat{X}_j; \lambda_j^X \right) \right] + cov \left(\frac{1}{s_j}, \hat{X}_j; \lambda_j^{VF} \right), \end{aligned} \quad (4.15)$$

der gjennomsnittet $\frac{1}{\bar{s}} \equiv \sum_j \lambda_j^{VF} \left(\frac{1}{s_j} \right)$, $Z_j^{VF} = \frac{V_j^F}{X_j}$, $\lambda_j^X = \frac{X_j}{X}$, $X = \sum_j X_j$ der j løper over alle de private produksjonssektorene. X_j er volumindekser med benevnning i faste initiale priser slik at summering er mulig. Målt i faste priser er $X_j = X_j^H + X_j^W$. Derfor svarer λ_j^X til den initiale verdiandelen av samlet produksjonsverdi for sektor j . Den veide kovariansen $cov \left(\frac{1}{s_j}, \hat{X}_j; \lambda_j^{VF} \right)$, der faktorandelene λ_j^{VF} er vektene, kommer inn dersom sektorene har ulik skalaelastisitet. Hvis det er en positiv samvariasjon mellom de sektorene som vokser mest og graden av avtakende utbytte (som øker med $\frac{1}{s_j}$), vil en slik strukturendring under produksjonsveksten gi et positivt bidrag til den samlede bruken av innsatsfaktorer (og dermed til bruk av el-kraft). Den veide kovariansen $cov \left(\frac{Z_j^{VF}}{Z^{VF}}, \hat{X}_j; \lambda_j^X \right)$, der produksjonsandelene λ_j^X er vektene, kommer inn dersom sektorene har ulike faktorintensiteter Z_j^{VF} . Slik heterogenitet vil føre til et positivt bidrag til den samlede bruken av innsatsfaktorer (og dermed til bruk av el-kraft) hvis det er en positiv samvariasjon mellom sektorenes produksjonsvekst og deres respektive faktorintensiteter. $\hat{V}_j^F = \frac{\hat{X}}{\bar{s}}$ dersom alle sektorene er like mhp. skalaelastisitet og faktorintensitet. Det er intuitivt opplagt at da er den relative endringen på aggregert nivå lik den relative endringen i hver av enkeltnæringene.

I de numeriske beregningene i dette notatet og i Holmøy, Olsen og Strøm (1998), er bidraget til endret el-etterspørsel tallfestet i henhold til formelen (4.15).

Dekomponering B: En alternativ dekomponering baserer seg på at vi beholder det skillet mellom eksport- og hjemmeleveranser som MSG-6 opererer med.

Denne er foreløpig ikke tallfestet, men gjennomgås i det følgende med tanke på senere analyser der den kan gi interessant informasjon. Vi tar da utgangspunkt i at den samlede faktorinnsatsen kan skrives

$$\begin{aligned} V_j^F &= \sum_j V_j^F = \sum_j Z_j^{VF} (X_j^H)^{\frac{1}{s_j}} + \sum_j Z_j^{VF} (X_j^W)^{\frac{1}{s_j}} \\ &\equiv V^{FH} + V^{FW}. \end{aligned}$$

Den relative endringen i V_j^F kan dermed skrives

$$\hat{V}_j^F = \left(\frac{V^{FH}}{V_j^F} \right) \hat{V}^{FH} + \left(\frac{V^{FW}}{V_j^F} \right) \hat{V}^{FW}.$$

Vi ser nå suksessivt på kildene til \hat{V}^{FH} og \hat{V}^{FW} . Analogt med utledningen av (4.15) får vi

$$\begin{aligned} \hat{V}^{FH} &= \left(\frac{1}{s^H} \right) \left[\hat{X}^H + cov \left(\frac{Z_j^{VF}}{Z^{VF}}, \hat{X}_j^H; \lambda_j^{XH} \right) \right] \\ &\quad + cov \left(\frac{1}{s_j}, \hat{X}_j^H; \lambda_j^{VH} \right), \end{aligned} \quad (4.16)$$

$$\begin{aligned} \hat{V}^{FW} &= \left(\frac{1}{s^W} \right) \left[\hat{X}^W + cov \left(\frac{Z_j^{VF}}{Z^{VF}}, \hat{X}_j^W; \lambda_j^{XW} \right) \right] \\ &\quad + cov \left(\frac{1}{s_j}, \hat{X}_j^W; \lambda_j^{VW} \right), \end{aligned} \quad (4.17)$$

hvor $\left(\frac{1}{s^H} \right) = \sum_j \lambda_j^{VH} \left(\frac{1}{s_j} \right)$, $\left(\frac{1}{s^W} \right) = \sum_j \lambda_j^{VW} \left(\frac{1}{s_j} \right)$, $\lambda_j^{VH} = \frac{V_j^H}{V^H}$, $\lambda_j^{VW} = \frac{V_j^W}{V^W}$, $\lambda_j^{XH} = \frac{X_j^H}{X^H}$, $\lambda_j^{XW} = \frac{X_j^W}{X^W}$. $\hat{X}^H = \sum_j \lambda_j^{XH} \hat{X}_j^H$ og $\hat{X}^W = \sum_j \lambda_j^{XW} \hat{X}_j^W$.

Man kan gå enda et skritt lenger og utnytte sammenhengene i MSG-6 mellom produksjon, eksport og hjemmelleveranser til å dekomponere den aggregerte veksten i eksport- og hjemmelleveranser. Fra tilpasningsbetingelsen for optimal eksportleveranse følger det at

$$\hat{X}_j^W = \varepsilon_{WPj} \left(\hat{P}_j^W - \hat{P}_j^{VF} \right), \quad (4.18)$$

der $\varepsilon_{WPj} = \left(\frac{s_j}{1-s_j} \right)$ er tilbudselasticiteten for eksportleveranse fra sektor j mhp. eksportpris relativt til prisindeksen på aggregert faktorinnsats. Siden P_j^W er eksogent gitt på verdensmarkedet for alle j , vil $\hat{P}_j^W = 0 \forall j$ i våre beregninger. \hat{X}^W kan da skrives

$$\hat{X}^W = \varepsilon_{WP} \left(\hat{P}^W - \hat{P}^{VF} \right) + cov \left(\varepsilon_{WPj}, \left(\hat{P}_j^W - \hat{P}_j^{VF} \right); \lambda_j^{XW} \right), \quad (4.19)$$

der $\varepsilon_{WP} = \sum_j \lambda_j^{XW} \varepsilon_{WPj}$ og $(\hat{P}^W - \hat{P}^{VF}) = \sum_j \lambda_j^{XW} (\hat{P}_j^W - \hat{P}_j^{VF})$. (4.19) skiller mao. mellom en gjennomsnittseffekt på eksporten av endret konkurranseevne (via endring i innenlandske faktorpriser), og et bidrag som skyldes at hverken endringen i konkurranseevne eller eksportpriselasititeten er lik mellom sektorer (dvs. eksporterte varer). Positiv samvariasjon mellom store eksportpriselasititeter og bedret konkurranseevne vil øke \hat{X}^W for gitte gjennomsnitt ε_{WP} og $(\hat{P}^W - \hat{P}^{VF})$.

Fra (2.13) kan relative endringer i hjemmeleveranser kan skrives som et resultat i endringer på etterspørselssiden

$$\hat{X}_j^H = \varepsilon_{HIj} (\hat{P}_j^I - \hat{P}_j^H) + \hat{D}_j, \quad (4.20)$$

der $\varepsilon_{HIj} = \sigma_{HIj} \theta_j^I$ er priselasititeten for den andelen av innenlandsk etterspørsel som rettes mot norske bedrifter. θ_j^I er den initiale verdiandelen for import i samlet innenlandsk etterspørsel. I MSG-6 varierer denne ikke bare mellom hver vare, men også mellom ulike etterspørselskomponenter. Dette har vi imidlertid sett bort fra i (4.21), slik at θ_j^I bør tolkes som en gjennomsnittlig importandel definert over etterspørselskomponentene. $\varepsilon_{HIj} (\hat{P}_j^I - \hat{P}_j^H)$ er endringen i den andelen av innenlandsk etterspørsel som retter seg mot de innenlandske produsentene. Merk at vi kunne ha benyttet (2.12) til å eliminere \hat{P}_j^H fra (4.21). Siden formålet vårt er å dekomponere endringer i komponenter med relativt velkjent tolkning, snarere enn å bringe modellen på en mer redusert form, har vi valgt å beholde \hat{P}_j^H i uttrykket for \hat{X}_j^H . Siden P_j^I er eksogent gitt på verdensmarkedet for alle j , vil $\hat{P}_j^I = 0 \forall j$ i våre beregninger.

\hat{D}_j er den relative endringen i samlet innenlandsk etterspørsel etter vare j definert ved $D_j \equiv C_j + G_j + J_j + V_j^F$. \hat{D}_j er en veid sum av relative endringer i disse etterspørselskomponentene der vektene er lik komponentenes initiale andel av D_j . Merk at bak utregningen av D_j ligger det en fordeling av etterspørsel etter ulike varer til etterspørsel rettet mot hver enkelt sektor. Generelt er det slik at hver sektor som er spesifisert i MSG-6 produserer mer eller mindre av alle de spesifiserte varegruppene i modellen, samtidig som hver varegruppe kan være produsert i alle sektorene. At det er slik, følger av nasjonalregnskapets virkelighetsbeskrivelse som modellen er tallfestet i forhold til. Denne omregningen av etterspørsel etter vare til etterspørsel rettet mot sektor skjer i modellen, men den er ikke prinsipielt viktig nok for vårt formål til at vi trenger å belaste fremstillingen med å beskrive denne transformasjonen.

På grunnlag av (4.20) kan vi nå skrive endringen i aggregert hjemmeleveranse på følgende form

$$\begin{aligned} \hat{X}^H &= \varepsilon_{HI} (\hat{P}^I - \hat{P}^H) + cov(\varepsilon_{HIj}, (\hat{P}_j^I - \hat{P}_j^H); \lambda_j^{XH}) \\ &\quad + \hat{D} + cov(h_j, \hat{D}_j; \lambda_j^D), \end{aligned} \quad (4.21)$$

der $\varepsilon_{HI} = \sum_j \lambda_j^{XH} \varepsilon_{HIj}$, $(\hat{P}^I - \hat{P}^H) = \sum_j \lambda_j^{XH} (\hat{P}_j^I - \hat{P}_j^H)$, $D = \sum_j D_j$, $\hat{D} = \sum_j \lambda_j^D \hat{D}_j$, $h_j = \frac{X_j^H}{D_j}$ og $\lambda_j^D = \frac{D_j}{D}$. D_j kan i likhet med X_j^H og X_j^W summeres over j ved at de er målt i faste priser. I praksis betyr det løpende priser i referansebanen, dvs. den simulerte tidsutviklingen for de variable som simuleres før vi endrer prisen på el-kraft.

Likevektsmekanismene i MSG-6 sørger for visse restriksjoner på endringene som kan finne sted i de endogene variablene som inngår på høyresiden i dekomponeringsuttrykkene. Spesielt vil, som nevnt, endringene i prisene på andre varer enn el-kraft være influert av endogene endringer i likevektslønnssatsen. Man kan tolke modellen slik at lønnsendringene sørger for at arbeidsmarkedet er i likevekt. En annen viktig mekanisme er et krav om langsiktig utenriksøkonomisk balanse som innebærer at absoluttverdien av Norges utenlandsgjeld ikke eksploderer. Dette innebærer at nåverdien av eksportinntektene må være lik nåverdien av importinntektene pluss initial nettogjeld til utlandet. Man kan tolke modellen slik at endringene i D , gjennom tilpasningen av privat konsum, sørger for at kravet om langsiktig utenriksøkonomisk balanse oppfylles. Vi kan på bakgrunn av en slik tollkning dekomponere de årlige endringene i D i endringer som skyldes løpende endringer i eksportoverskudd som bidrar til finansiell sparing i utlandet, og endringer som er nødvendige for at endringer i importverdi skal oppveie virkningen på eksportoverskuddet av endringer i eksportverdi. Ved å ta utgangspunkt i definisjonen av eksportoverskuddet, Δ

$$\Delta = \sum_j (P_j^W X_j^W - P_j^I I_j) \equiv P^W X^W - P^I I, \quad (4.22)$$

der I_j er importen av vare j gitt ved $\left(\frac{P_j^I}{P_j^{VF}}\right)^{-\sigma_{HIj}} D_j$. Etter en del regning kan det vises at logaritmisk differensiering av (4.22) gir

$$\begin{aligned} \hat{D} = & -\frac{\Delta}{P^I I} \hat{\Delta} + \left(\frac{P^W X^W}{P^I I}\right) \left[\hat{X}^W + cov\left(\frac{P_j^W}{P^W}, \hat{X}_j^W; \lambda_j^{XW}\right) \right] \\ & - \varepsilon_{HI} \hat{P}^H - cov\left(\varepsilon_{HIj}, \hat{P}_j^H; \lambda_j^{XH}\right) \\ & - cov\left(\frac{\theta_j^{IT}}{\lambda_j^{XH}}, \varepsilon_{HIj} \hat{P}_j^H; \lambda_j^{XH}\right), \end{aligned} \quad (4.23)$$

der $\theta_j^{IT} = \frac{P_j^I I_j}{P^I I}$, og $P^W = \frac{\sum_j P_j^W X_j^W}{\sum_j X_j^W}$. Vi ser at en økning i eksportoverskuddet isolert sett krever lavere D siden importen er økende i D . Vekst i eksportleveransene gir, cet. par., rom for økt D . Eksportverdien kan også øke for gitte eksportpriser dersom det er en tendens til at eksporten øker mest for de varene som har høyere pris enn den gjennomsnittlige eksportprisindeksen. Vi har sett bort fra endringer i de enkelte eksport- og importpriser siden disse er eksogent gitt på

verdensmarkedet. Eventuell økning i hjemmeprisene, målt ved indeksøkningen \hat{P}^H , gir isolert sett lavere D fordi importandelene øker. Den aggregerte importandelen kan også øke pga. sammensetningseffekter når hjemmeprisene endres ulikt og importandelenes prisleisomhet er forskjellig mellom varer. Denne effekten fanges opp av $cov(\varepsilon_{HIj}, \hat{P}_j^H; \lambda_j^{XH})$. Den siste kovariansen i (4.23) fanger opp følgende effekt: Isolert sett kan ulike endringer i de varespesifikke importandeler, målt ved $\varepsilon_{HIj} \hat{P}_j^H$ gi ulik relativ endring i samlet importverdi og samlet innenlandsk etterspørsel dersom vektene $\theta_j^{IT} = \frac{P_j^I I_j}{P^I I}$ avviker fra vektene λ_j^{XH} . Derfor vil justeringen av D som følge av isolerte endringer i P_j^H , kunne avvike fra $-\left[\varepsilon_{HI} \hat{P}^H + cov(\varepsilon_{HIj}, \hat{P}_j^H; \lambda_j^{XH})\right]$, og avviket fanges opp av den siste kovariansen.

4.2. Endringer i samlet kraftetterspørsel i offentlige forvaltningssektorer

På grunnlag av (2.15), (2.16), samt forutsetningen om uendrede eksogene kjøp av varer og tjenester i offentlige sektorer, kan den relative endringen i E^O skrives som følgende gjennomsnittlige substitusjonseffekt:

$$\hat{E}^O = (\sigma_U \theta_F^U) \hat{P}^F - (\sigma_U \theta_F^U) \hat{P}^E, \quad (4.24)$$

der vi som før har definert de veide gjennomsnittene $(\sigma_{U_j} \theta_{F_j}^U) = \sum_{j \in O} \lambda_j^{EO} (\sigma_{U_j} \theta_{F_j}^U)$, $\hat{P}^F = \sum_{j \in O} \lambda_j^{EO} \hat{P}_j^F$ og $\hat{P}^E = \sum_{j \in O} \lambda_j^{EO} \hat{P}_j^E$.

Man kan videre dekomponere den gjennomsnittlige betingede prisleisiteten ved formelen

$$(-\sigma_{U_j} \theta_{F_j}^U) = -\bar{\sigma}_{EF} \bar{\theta}_F^U + cov((-\sigma_{U_j}), \theta_{F_j}^U; \lambda_j^{EO}), \quad (4.25)$$

som gjør det mulig å identifisere hva forutsetningene om sektorvise substitusjonseisiteter betyr i forhold til initiale kostnadsandeler for energisammensetningen.

4.3. Endringer i husholdningenes el-etterspørsel

En dekomponering av tilpasningen av elforbruket i husholdningene til høyere pris på el-kraft, følger av en logartimisk differensiering av ligningene (2.18) - (2.24) i avsnitt 2.3. Vi får

$$\hat{E}^H = \alpha_O^H \hat{E}_O^H + \alpha_M^H \hat{E}_M^H, \quad (4.26)$$

der $\alpha_O^H = \frac{E_O^H}{E^H}$, og $\alpha_M^H = \frac{E_M^H}{E^H}$. Videre er

$$\hat{E}_O^H = \left(1 - \frac{\bar{E}_O}{E^H}\right) \left[\gamma_U \theta_F^U (\hat{P}_H^F - \hat{P}_H^E) + \hat{U}^H\right],$$

$$\hat{E}_M^H = \left(1 - \frac{\bar{E}_M}{E_M^H}\right) \left[\gamma_U \theta_M^D (\hat{P}_H^M - \hat{P}_H^E) + \hat{D}\right],$$

der θ_F^U og θ_M^D er holdsvis kostnadsandelen for fyringsoljer i husholdningenes utgifter til energi til oppvarming og kostnadsandelen for husholdningsmaskiner i utgiftene til drift av disse. Samlet gir dette

$$\begin{aligned} \hat{E}^H &= \alpha_O^H \left(1 - \frac{\bar{E}_O}{E_O^H}\right) \left[\gamma_U \theta_F^U (\hat{P}_H^F - \hat{P}_H^E) + \hat{U}^H\right] \\ &+ \alpha_M^H \left(1 - \frac{\bar{E}_M}{E_M^H}\right) \left[\gamma_U \theta_M^D (\hat{P}_H^M - \hat{P}_H^E) + \hat{D}\right]. \end{aligned} \quad (4.27)$$

Som påvist foran inngår forbruket av oppvarmingsenergi inngår sammen med tjenestestrømmen fra boligkapitalen, R , i en origo-justert CES-funksjon for boligrelatert konsum \hat{H} . På relativ endringsform har vi da

$$\hat{U}^H = \left(1 - \frac{\bar{U}^H}{U^H}\right) \left[\gamma_H \theta_R^H (\hat{P}^R - \hat{P}_H^U) + \hat{H}\right], \quad (4.28)$$

For den relative endringen i H og D får vi

$$\begin{aligned} \hat{H} &= \left(1 - \frac{\bar{H}}{H}\right) \left[\gamma_C \left(-\left(1 - \theta_H^{CH}\right) \hat{P}^H + \theta_D^{CH} \hat{P}^D + \theta_T^{CH} \hat{P}_H^T + \theta_A^{CH} \hat{P}^A\right) + \hat{C}^H\right] \\ \hat{D} &= \left(1 - \frac{\bar{D}}{D}\right) \left[\gamma_C \left(-\left(1 - \theta_D^H\right) \hat{P}^D + \theta_H^{CH} \hat{P}^H + \theta_T^{CH} \hat{P}_H^T + \theta_A^{CH} \hat{P}^A\right) + \hat{C}^H\right]. \end{aligned} \quad (4.29)$$

Avveiningen mellom materielt konsum og fritid, samt tilpasningen av fullt konsum mellom perioder gir følgende uttrykk for de betingede etterspørselsfunksjonene for C^H og N^H på relativ endringsform

$$\hat{C}^H = \left[\gamma_N \theta_L^{NH} (\hat{P}_H^L - \hat{P}_H^C) + \hat{N}^H\right]$$

$$\hat{N}^H = -\gamma_I (\hat{\lambda} + \hat{P}_H^N),$$

der \hat{P}_H^C og \hat{P}_H^N er den relative endringene i CES-prisindeksene for henholdsvis materielt konsum (utover minimumsnivåene for H , D , T og A) og levekostnadsindeksen (utover minimumsnivåene for C^H og L^H).

5. Tallfesting av bidragene til endringer i samlet kraftteterspørsel ved kraftprisøkning

Simuleringseksperimentet

I dette avsnittet viser vi et eksempel på hvordan tallfesting av dekomponeringsformlene utledet i tidligere avsnitt kan benyttes til å systematisere resultatene fra beregninger på MSG-6 av økt referansepris på el-kraft. Det vises til Holmøy, Olsen og Strøm (1997a og b) for en nærmere tolkning av de konkrete tallene som presenteres i det følgende. I alle tabellene er tallene som angir relativ endring beregnet på følgende måte. Vår spesielle versjon av MSG-6 benyttes først til å generere et sammenligningsgrunnlag, eller en såkalt referansebane. I denne banen er referanseprisen på el-kraft holdt uendret over tid. Deretter simuleres en ny utviklingsbane for økonomien basert på at referanseprisen på el-kraft er økt med 10 prosent, mens alle andre eksogene variabler er uendret i forhold til referansebanen. For hvert år i simuleringssperioden beregnes den prosentvise endringen i en variabels verdi fra nivået i en referansebane. Endringstallene er deretter dividert på 10, slik at vi beregner den prosentvise endringen i en variabel pr. prosent økning i referanseprisen på el-kraft. I de følgende tabellene presenteres kun langsiktige eller stasjonære endringer, dvs. endringer målt etter ca. 15-20 simuleringssår. Etter denne tiden er dynamikken i endringstallene tilnærmet utspilt.

Forklaring av symboler i de følgende tabeller:

1. Symbolet $P^{U(-E)}$ i tabellen markerer at det er den relative endringen i P^U , etter at man har korrigert vekk bidraget til endring i P^U fra endring i P^E . Denne korreksjonen er foretatt ved å trekke førsteordensbidraget fra økt P^E til endret P^U fra den målte endringen i P^U . For en sektor j beregnes dette førsteordensbidraget ved $\left(\frac{VE}{VU}\right) \hat{P}^E$. Tilsvarende for $P^{N(-E)}$. Her beregnes fratrekkingen for prisendringens bidraget fra økt P^E ved $\left(\frac{VE}{VN}\right) \hat{P}^E$, osv. for de øvrige faktorprisene som inneholder en positiv kostnadsandel for P^E .

2. Operatoren $rel\left(\frac{x}{y}\right)$ angir den relative endringen i brøken $\frac{x}{y}$. Siden de endringer som studeres ikke nødvendigvis er marginale, kan endringen i denne brøken avvike fra $\hat{x} - \hat{y}$.

3. VE er verdien av el-innsatsen i løpende priser, VU er den tilsvarende verdien avnergiinnsatsen, osv.

4. Med "høyere-ordens effekter" menes bidrag til endring i en variabel fra leddene 2, 3, 4, ... i en Taylor-ekspansjon av den sanne endringen.

Tabell 1: Dekomponering av endringene i el-etterspørselen i bidrag fra hovedgrupper av etterspørrere.

Samlet el-etterspørsel, $E = 1+2+3+4+5+6$	-0,309
(1) Bidrag fra endret etterspørsel i endogene privateproduksjonssektorer = (1a)x(1b)-0,266	-0,266
(1a) Andel av samlet etterspørsel etter el-kraft, $\frac{E^P}{E}$	0,510
(1b) Endret etterspørsel i endogene priv. prod.sektorer, \hat{E}^P	-0,530
(2) Bidrag fra endret etterspørsel i offentlige produksjonssektorer, $E = (2a)x(2b)$	-0,001
(2a) Andel av samlet etterspørsel etter el-kraft, $\frac{E^O}{E}$	0,093
(2b) Endret etterspørsel i offentlige produksjonssektorer, \hat{E}^O	-0,009
(3) Bidrag fra endret etterspørsel i eksogene private prod.sektorer	0,000
(4) Bidrag fra endret etterspørsel i private husholdninger = (4a)x(4b)	-0,043
(4a) Andel av samlet etterspørsel etter el-kraft, $\frac{E^H}{E}$	0,320
(4b) Endret etterspørsel i private husholdninger, \hat{E}^H	-0,134
(5) Bidrag fra endret netto eksport (eksogen og konstant)	0,000
(6) Tilnærmingsfeil som følge av neglisjering av høyere-ordens effekter	0,000

Tabell 2: Dekomponering av endringen i el-etterspørselen i private produksjonssektorer.

Samlet etterspørsel i private produksjonssektorer i Fastlands-Norge = 1+2+3+4	-0,525
(0) Endring i gjennomsnittlig el-intensitet i faktorinnsatsen, $\hat{Z}^E = rel\left(\frac{E}{V^F}\right) = (1+2+3)$	-0,387
(1) Bidrag til \hat{Z}^E fra partiell økning i P^E (1.1 + 1.2)	-0,372
(1.1) Bidrag til \hat{Z}^E fra partiell økn. i P^E på $E/U = \sum_j \lambda_j^E \left(-\sigma_{Uj} \theta_{Fj}^U\right) \hat{P}_j^E$	-0,025
(1.1.1) Bidrag til (1.1) fra gjennomsnittlig substitusjon, dvs. $\left(\sum_j \lambda_j^E \left(-\sigma_{Uj} \theta_{Fj}^U\right)\right) \left(\sum_j \lambda_j^E \hat{P}_j^E\right) = -0.035 * 0.77287$	-0,027
(1.1.2) Bidrag til (1.1) fra samvariasjon mellom prisøkning og priselast., dvs. $cov\left(-\sigma_{Uj} \theta_{Fj}^U, \hat{P}_j^E; \lambda_j^E\right)$	0,002
(1.2) Bidrag til \hat{Z}^E fra partiell økn. i P^E på $U/V^F = \sum_j \lambda_j^E \varepsilon_{UEj} \hat{P}_j^E$	-0,347
(A.1.2.1) Bidrag til (1.2) fra gjennomsnittlig substitusjon, dvs. $\left(\sum_j \lambda_j^E \varepsilon_{UEj}\right) \left(\sum_j \lambda_j^E \hat{P}_j^E\right) = -0.4550 * 0.77287$	-0,352
(A.1.2.2) Bidrag til (1.2) fra samvariasjon mellom prisøkning og priselast., dvs. $cov\left(\varepsilon_{UEj}, \hat{P}_j^E; \lambda_j^E\right)$	0,005
(B.1.2.1.1) Bidrag til (1.2.1) fra substitusjon mellom U og K^M , dvs. endret $\sum_j \lambda_j^E rel\left(\frac{U_j}{N_j}\right) \left(\frac{VE_j}{VU_j}\right) \hat{P}_j^E$	-0,203
(B.1.2.1.2) Bidrag til (1.2.1) fra substitusjon mellom N og L , dvs. endret $\sum_j \lambda_j^E rel\left(\frac{N_j}{R_j}\right) \left(\frac{VE_j}{VN_j}\right) \hat{P}_j^E$	-0,142
(B.1.2.1.3) Bidrag til (1.2.1) fra substitusjon mellom R og T , dvs. endret $\sum_j \lambda_j^E rel\left(\frac{R_j}{R_j^T}\right) \left(\frac{VE_j}{VR_j}\right) \hat{P}_j^E$	0,000
(B.1.2.1.4) Bidrag til (1.2.1) fra substitusjon mellom R^T og V , dvs. endret $\sum_j \lambda_j^E rel\left(\frac{R_j^T}{S_j}\right) \left(\frac{VE_j}{VR_j^T}\right) \hat{P}_j^E$	0,000
(B.1.2.1.5) Bidrag til (1.2.1) fra substitusjon mellom S og K^B , dvs. endret $\sum_j \lambda_j^E rel\left(\frac{S_j}{V_j^F}\right) \hat{P}_j^E$	-0,002
(B.1.2.1.6) Differanse (1.2.1) - $\Sigma(B.1.2.1.i)$	-0,003

Tabell 2 forts.: Dekomponering av endringen i el-etterspørselen i private produksjonssektorer.

(2) Bidrag til \hat{Z}^E fra bet. priseffekt av endringer i andre faktorpriser, ε_A	-0,0180
(A.2.1) Sum av gjennomsn. krysspriselasiteter	-0,9020
(A.2.2) Gjennomsn. relativ endring i andre priser enn el-pris ($=-\Sigma(B.2.i)$)	-0,0015
(A.2.3) $=(A.2.1)*(A.2.2)$	-0,0014
(A.2.4) Kovarians mellom sum av krysspriselas. og relativ endring i andre priser (2)-(A.2.3)	-0,0166
(2.1) Bidrag til \hat{Z}^E fra bet. priseffekt av endringer i PF (gj.sn. rel. prisendr. = -0,0047)	-0,0002
(B.2.2) Bidrag til \hat{Z}^E fra bet. priseffekt av endringer i $\left(\frac{P^{U(-E)}}{P^{KM}}\right)$ (gj.sn. rel. prisendr. = -0,0085)	-0,0034
(B.2.3) Bidrag til \hat{Z}^E fra bet. priseffekt av endringer i $\left(\frac{P^{N(-E)}}{P^L}\right)$ (gj.sn. rel. prisendr. = -0,0259)	-0,0143
(B.2.4) Bidrag til \hat{Z}^E fra bet. priseffekt av endringer i $\left(\frac{P^{R(-E)}}{P^T}\right)$ (gj.sn. rel. prisendr. = 0,0150)	0,0000
(B.2.5) Bidrag til \hat{Z}^E fra bet. priseffekt av endringer i $\left(\frac{P^{RT(-E)}}{P^V}\right)$ (gj.sn. rel. prisendr. = 0,0283)	0,0000
(B.2.6) Bidrag til \hat{Z}^E fra bet. priseffekt av endringer i $\left(\frac{P^{S(-E)}}{P^{KB}}\right)$ (gj.sn. rel. prisendr. = -0,0027)	-0,0001
(B.2.7) Differanse (2) - $\Sigma(B.2.i)$	0,0000
(3) Tilnærmingsfeil i bidrag til \hat{Z}^E	0,0030
(4) Samlet faktorbruk, \bar{V}^F	-0,0090
(4.1) Bidrag fra gjennomsnittlig produksjonsvekst, $\frac{\bar{X}}{\bar{s}} = 1.2098 * (-0.0808)$	-0,0100
(4.2) Bidrag fra samvariasjon produksjonsvekst og faktorintensiteter, $\frac{cov(Z_j^{VF}/Z_j^{VF}, \bar{X}_j; \lambda_j^X)}{\bar{s}}$	0,0003
(4.3) Bidrag fra samvariasjon produksjonsvekst og avtakende skalautbytte	-0,0000
(4.4) Tilnærmingsfeil i bidrag (4)	0,0004
(5) Samvariasjon el-intensiteter og endringer i aggregert faktorinnsats	-0,1360
(6) Tilnærmingsfeil	0,0070

Tabell 3: Dekomponering av endringen i husholdningenes el-etterspørsel: Bidrag fra oppvarming og bruk av el-utstyr.

Relativ endring i husholdningenes el-etterspørsel = 1+2+3, E^H	-0,134
1. Bidrag fra redusert oppvarming, $\alpha_O^H \hat{E}_O^H$	-0,076
- redusert el-forbruk til oppvarming, \hat{E}_O^H	-0,157
2. Bidrag fra redusert bruk av el-utstyr, $\alpha_M^H \hat{E}_M^H$	-0,056
- redusert el-forbruk til bruk av el-utstyr, \hat{E}_M^H	-0,111
3. Tilnærmingsfeil = $\hat{E}^H - (\alpha_O^H \hat{E}_O^H + \alpha_M^H \hat{E}_M^H)$	-0,004

Tabell 4: Dekomponering av endringen i husholdningenes el-etterspørsel: Bidrag til endringer i el-forbruk til oppvarming.

Reduksjon i totalt el-forbruk til oppvarming, målt ved \hat{E}_O^H	-0,157
1. Substitusjonseffekt: Bidrag fra endret $\frac{E_O^H}{U^H} = -(1.3) \times (1.1-1.2)$	-0,050
1.1. Økning i kjøperprisen på el-kraft, dvs. \hat{P}_H^E	0,537
1.2. Økning i kjøperprisen på energi, dvs. \hat{P}_H^U	0,480
1.3. Effektiv subst. elast. mellom E_O^H og $F^H = 1.3.1 \times 1.3.2$	0,878
1.3.1. Marginal subst. elast. mellom E_O^H og F^H , dvs. σ_{U^H}	0,800
1.3.2. Skalaelasticitet for E_O^H definert som $\frac{E_O^H - \bar{E}_O^H}{E_O^H}$	1,098
2. Skalaeffekt: Bidrag fra endret $U^H = 2.1 \times 1.3.2$	-0,107
2.1. Endret energibruk til oppvarming, målt ved \hat{U}^H	-0,097
Memo: Endret $(E_O^H - \bar{E}_O^H)$, dvs. $-\sigma_{U^H} (\hat{P}_H^E - \hat{P}_H^U) + \hat{U}^H$	-0,143

Tabell 5: Dekomponering av endringen i husholdningenes el-etterspørsel: Bidrag til endringer i energiforbruk til oppvarming.

Reduksjon i energiforbruk til oppvarming, målt ved $\hat{U}^H = 1+2$	-0,097
1. Substitusjonseffekt: Bidrag fra endret $\frac{U^H}{H} = -(1.3) \times (1.1-1.2)$	-0,091
1.1. Økning i kjøperprisen på energi, dvs. \hat{P}_H^U	0,480
1.2. Økning i kjøperprisen på boligrelatert forbruk, \hat{P}^H	0,003
1.3. Effektiv subst. elast. mellom U^H og $R^H = 1.3.1 \times 1.3.2$	0,191
1.3.1. Marginal subst. elast. mellom U^H og R^H , dvs. σ_H	1,100
1.3.2. Skalaelasticitet for U^H definert som $\frac{U^H - \bar{U}^H}{U^H}$	0,173
2. Skalaeffekt: Bidrag fra endret $H = 2.1 \times 1.3.2$	-0,006
2.1. Endret boligrelatert forbruk, målt ved \hat{H}	-0,034
Memo: Endret $(U^H - \bar{U}^H)$, dvs. $-\sigma_H (\hat{P}_H^U - \hat{P}^H) + \hat{H}$	-0,558

Tabell 6: Dekomponering av endringen i husholdningenes el-etterspørsel: Bidrag til endringer i boligrelatert forbruk.

Reduksjon i boligrelatert forbruk, målt ved $\hat{H} = 1+2$	-0,034
1. Substitusjonseffekt: Bidrag fra endret $\frac{H}{C^H} = -(1.3) \times (1.1-1.2)$	-0,007
1.1. Økning i kjøperprisen på boligrelatert forbruk, \hat{P}^H	0,003
1.2. Økning i kjøperprisen på materielt konsum, dvs. \hat{P}_H^C	-0,002
1.3. Effektiv subst. elast. mellom H og andre materielle konsumgoder = 1.3.1 \times 1.3.2	1,439
1.3.1. Marginal subst. elast. mellom H og andre materielle konsumgoder, dvs. σ_{CH}	1,100
1.3.2. Skalaelasticitet for H definert som $\frac{H-\bar{H}}{H}$	1,308
2. Skalaeffekt: Bidrag fra endret $C^H = 2.1 \times 1.3.2$	-0,027
2.1. Endret materielt konsum, målt ved \hat{C}^H	-0,020
Memo: Endret $(H - \bar{H})$, dvs. $-\sigma_{CH} (\hat{P}^H - \hat{P}_H^C) + \hat{C}^H$	-0,026

Tabell 7: Dekomponering av endringen i husholdningenes el-etterspørsel: Bidrag til endringer i materielt konsum.

Reduksjon i Endret materielt konsum, målt ved $\hat{C}^H = 1+2$	-0,020
1. Substitusjonseffekt: Bidrag fra endret $\frac{C^H}{N^H} = -(1.3) \times (1.1-1.2)$	-0,005
1.1. Økning i kjøperprisen på materielt konsum, dvs. \hat{P}_H^C	-0,002
1.2. Økning i levekostnadsindeksen, dvs. \hat{P}_H^N	-0,020
1.3. Effektiv subst. elast. mellom C^H og $N^H = 1.3.1 \times 1.3.2$	0,250
1.3.1. Marginal subst. elast. mellom H og andre materielle konsumgoder, dvs. σ_{CH}	0,250
1.3.2. Skalaelasticitet for C^H definert som $\frac{C^H - \bar{C}^H}{C^H}$	1,000
2. Skalaeffekt: Bidrag fra endret $N^H = 2.1 \times 1.3.2$	-0,015
2.1. Endret nyttenivå, målt ved \hat{N}^H	-0,015
Memo: Endret $(C^H - \bar{C}^H)$, dvs. $-\sigma_{NH} (\hat{P}_H^C - \hat{P}_H^N) + \hat{N}^H$	-0,020

Tabell 8: Dekomponering av endringen i husholdningenes el-etterspørsel: Bidrag til endringer i el-forbruk til bruk av el-utstyr.

Reduksjon i el-forbruk til drift av el-utstyr, målt ved $\hat{E}_M^H = 1+2$	-0,111
1. Substitusjonseffekt: Bidrag fra endret $\frac{E_M^H}{D} = -(1.3) \times (1.1-1.2)$	-0,037
1.1. Økning i kjøperprisen på el-kraft, dvs. \hat{P}_H^E	0,537
1.2. Økning i enhetskostnaden for bruk av el-utstyr, dvs. \hat{P}^D	0,250
1.3. Effektiv subst. elast. mellom E_M^H og $K_H^M = 1.3.1 \times 1.3.2$	0,129
1.3.1. Marginal subst. elast. mellom E_M^H og K_H^M , dvs. σ_D	0,300
1.3.2. Skalaelasticitet for E_M^H definert som $\frac{E_M^H - \bar{E}_M^H}{E_M^H}$	0,430
2. Skalaeffekt: Bidrag fra endret $D = 2.1 \times 1.3.2$	-0,074
2.1. Endret bruk av el-utstyr, målt ved \hat{D}	-0,172
Memo: Endret $(E_M^H - \bar{E}_M^H)$, dvs. $-\sigma_D (\hat{P}_H^E - \hat{P}^D) + \hat{D}$	-0,258

Tabell 9: Dekomponering av endringen i husholdningenes el-etterspørsel: Bidrag til endringer i bruk av el-utstyr.

Endret bruk av el-utstyr, målt ved $\hat{D} = 1+2$	-0,172
1. Substitusjonseffekt: Bidrag fra endret $\frac{D}{C^H} = -(1.3) \times (1.1-1.2)$	-0,160
1.1. Økning i enhetskostnaden for bruk av el-utstyr, dvs. \hat{P}^D	0,250
1.2. Økning i prisindeksen for materielt konsum, dvs. \hat{P}_H^C	-0,020
1.3. Effektiv subst. elast. mellom D og andre materielle konsumgoder = $1.3.1 \times 1.3.2$	0,637
1.3.1. Marginal subst. elast. mellom D og andre materielle konsumgoder, dvs. σ_{CH}	1,100
1.3.2. Skalaelasticitet for D definert som $\frac{D - \bar{D}}{D}$	0,579
2. Skalaeffekt: Bidrag fra endret $C^H = 2.1 \times 1.3.2$	-0,012
2.1. Endret bruk av el-utstyr, målt ved \hat{C}^H	-0,020
Memo: Endret $(D - \bar{D})$, dvs. $\sigma_{CH} (\hat{P}^D - \hat{P}_H^C) + \hat{C}^H$	-0,297

Referanser

Aasness, J. og B. Holtmark (1995): Effects on consumer demand patterns of falling prices in telecommunication, Working Paper 1995:8, Center for International Climate and Environmental Research - Oslo (CICERO).

Bye, B. og E. Holmøy (1997): Household behaviour in the MSG-6 model, Documents 97/13, Statistisk sentralbyrå.

Holmøy, E. (1992): "The structure and working of MSG-5, an applied general equilibrium model of the Norwegian economy", in Bergman, L. and Ø. Olsen (eds.): *Economic Modeling in the nordic Countries, North-Holland*, Amsterdam.

Holmøy, E. (1998a): Analysing macrodynamics and macroeconomic multipliers within a formal stylised version of the MSG-6 model, kommer i serien Documents, Statistisk sentralbyrå.

Holmøy, E. og T. Hægeland (1997): Aggregate Productivity Effects of Technology Shocks in a Model of Heterogeneous Firms: The Importance of Equilibrium Adjustments, Discussion Paper 198, Statistics Norway.

Holmøy, E., Ø. Olsen og B. Strøm (1998a): "Prisfølsomheten i etterspørselen etter elektrisk kraft: En dekomponering av generelle likevektseffekter", Vedlegg 1 i *Energi- og kraftbalansen mot 2030*, NOU 1998:11.

Holmøy, E., Ø. Olsen og B. Strøm (1998a): Hva bestemmer prisfølsomheten i den norske etterspørselen?, Økonomiske analyser 5/98, Statistisk sentralbyrå.

Holmøy, E. og B. Strøm (1997): Samfunnsøkonomiske kostnader av offentlig ressursbruk og ulike finansieringsformer - beregninger basert på en disaggregert generell likevektsmodell, Rapporter 97/16, Statistisk sentralbyrå.

Johansen, L. (1960): A multi-sectoral study of economic growth, Amsterdam: North-Holland Publishing Company.

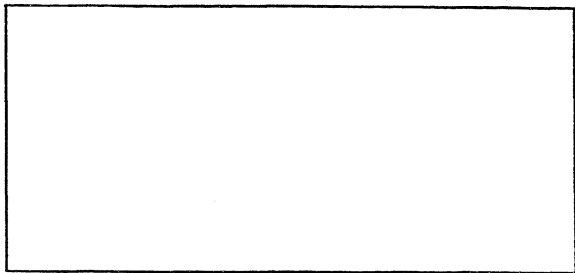
Johnsen, T.A. (1991): Modell for kraftsektoren, Rapporter 91/12, Statistisk sentralbyrå.

Vennemo, H. (1992): "An applied general equilibrium assessment of the marginal cost of public funds in Norway", essay nr. 5 i H. Vennemo: Five studies of tax policy using applied general equilibrium models, Økonomiske doktoravhandlinger nr. 10, Sosialøkonomisk institutt, Universitetet i Oslo.

De sist utgitte publikasjonene i serien Notater fra Forskningsavdelingen

- 95/52 T. Kornstad: Simulering av konsum og arbeidstilbud i et livsløpsperspektiv
- 95/56 A. Langørgen: Faktorer bak kommunale variasjoner i utgifter til sosialhjelp og barnevern
- 95/58 T. W. Karlsen: Energimarkedet fra 1973 og fram mot 2010
- 96/3 I. M. Smestad: Valg under usikkerhet: En analyse av eksperimentdata basert på kvalitative valghandlingsmodeller
- 96/8 B. Lian og K. O. Aarbu: Dokumentasjon av LOTTE-AS
- 96/9 D. Fredriksen: Datagrunnlaget for modellen MOSART, 1993
- 96/10 S. Grepperud og A. C. Bøeng: Konsekvensene av økte oljeavgifter for råoljepris og etterspørsel etter olje. Analyser i PETRO og WOM
- 96/16 K. Gerdrup: Inntektsfordeling og økonomisk vekst i norske fylker: En empirisk studie basert på data for perioden 1967-93
- 96/31 A. Bruvoll og H. Wiig: Konsekvenser av ulike håndteringsmåter for avfall
- 96/33 M. Rolland: Militærutgifter i Norges prioriterte samarbeidsland
- 96/35 A.C. Hansen: Analyse av individers preferanser over lotterier basert på en stokastisk modell for usikre utfall
- 96/36 B.H. Vatne: En dynamisk spillmodell: Dokumentasjon av dataprogrammer
- 96/44 K.-G.Lindquist og B.E.Naug: Makro-økonometriske modeller og konkurranseevne.
- 96/45 R. Golombek og S. Kverndokk (red): Modeller for elektrisitets- og gassmarkedene i Norge, Norden og Europa.
- 96/53 F.R. Aune: Konsekvenser av en nordisk avgiftsharmonisering på elektrisitetsområdet.
- 97/2 E. Berg og K. Rypdal: Historisk utvikling og fremskrivning av forbruket av noen miljøskadelige produkter
- 97/5 Å. Cappelen: SSBs arbeid med investeringsrelasjoner: erfaringer og planer
- 97/30 K.-G. Lindquist: Database for energiintensive næringer. Tall fra industristatistikken
- 97/35 A. Langørgen: Faktorer bak variasjoner i kommunal ressursbruk til pleie og omsorg
- 97/36 S. E. Førre: Registerdataene i lys av industristatistikken
- 97/37 K. Gimming: Virkninger på prisutviklingen på naturgass i Vest-Europa ved innføring av felles karbonavgift
- 97/39 E.Holmøy og Ø.Thøgersen (red.): Virkninger av strukturpolitiske reformer: Forslag til konkrete forskningsprosjekter
- 97/41 E. Holmøy: En presisering av hva som skal menes med tilbudskurven for arbeid i en generell likevektsmodell
- 97/45 A. Katz, B.M. Larsen, K.S. Eriksen og T. Jensen: Transport og makroøkonomi – en samkjøring av GODMOD-3 og MSG-6
- 97/52 J. Nordøy: Nyttan av forventningsbaserte konjunkturindekser ved predikering av konsum
- 97/68 R. Johansen: Modell for regional analyse av arbeidsmarked og demografi. Teknisk dokumentasjon
- 97/70 B. Bye: Imperfeksjoner i arbeidsmarkedet: Konsekvenser for velferdseffekter av en grønn skattereform
- 98/12 A. Langørgen: Indekser for bosettingsmønster i kommunene
- 98/22 L. Lindholt: Dynamiske oljemodeller: Intertemporal optimering og adferdssimulering
- 98/49 K. Nyborg: Energibruk og utslipp til luft i norsk produksjon. Direkte og indirekte virkninger
- 98/53 E. Holmøy: Hvordan generelle likevekts-effekter bidrar til prisfølsomheten i den norske el-etterspørselen. Dokumentasjon av beregningsrutiner

Notater



Tilfatelse nr.
159 000/502

B *Returadresse:*
Statistisk sentralbyrå
Postboks 8131 Dep.
N-0033 Oslo

Statistisk sentralbyrå

Oslo:
Postboks 8131 Dep.
0033 Oslo

Telefon: 22 86 45 00
Telefaks: 22 86 49 73

Kongsvinger:
Postboks 1260
2201 Kongsvinger

Telefon: 62 88 50 00
Telefaks: 62 88 50 30

ISSN 0806-3745



Statistisk sentralbyrå
Statistics Norway