

Sektorpris og faktorefterspørgsel i *ne*-erhvervet

Resumé:

Papiret er et skitsepapir, som præsenterer forskellige forslag til modelleringen af faktorefterspørgsel og sektorpris i forsyningssektoren (ne-erhvervet). Faktorefterspørgselsligningerne er forsøgt modelleret efter en 3. generationstankegang.

Forsøgene med 3.generationstilgangsvinklen falder ikke heldigt ud, - de estimerede ligninger har meget dårlige historiske forklaringssevner, og de estimerede substitutionselasticiteter er urealistisk høje.

Papiret ligger i forlængelse af AJI07d99, AJI17400 samt EBJ24n00, der undersøgte "elprisen", pxne.

EBJ22801.WPD

Nøgleord: Produktion og faktorefterspørgsel, Pris- og rentedannelse

Modelgruppepapirer er interne arbejdsrapporter. De konklusioner, der drages i papirerne, er ikke endelige og kan være ændret inden opstillingen af nye modelversioner. Det henstilles derfor, at der kun citeres fra modelgruppepapirerne efter aftale med Danmarks Statistik.

1. Indledning

I forbindelse med udarbejdelsen af modelversionen ADAM, apr00, blev der udarbejdet en ny formulering af sektorprisligningen for *ne*-erhvervet (el-, gas- og fjernvarneforsyning), jf. AJI07d99 og AJI17400.¹ Modelleringen af denne byggede på den antagelse, at energi og kapital (bygninger/anlæg og maskiner) er de vigtigste produktionsfaktorer i dette erhverv. Det viste sig, at disse to produktionsfaktorer til en vis grad kunne substituere hinanden. Den nye sektorprisligning havde en bedre forklaringssevne end forgængeren i ADAM, maj98, og på den baggrund blev det besluttet at lægge den nye ligning ind i ADAM.

Desværre viste det sig senere i EBJ24n00,² at sektorprisen for *ne*-erhvervet ikke fungerede specielt godt i apr00. Én af hovedårsagerne til dette var, at man i modelleringen af sektorprisen så bort fra produktionsfaktorer som arbejdskraft og materialer og havde kapitalomkostninger med på kort sigt.

Dette papir forsøger at få sektorpris og faktorefterspørgsel i *ne*-erhvervet til at hænge bedre sammen. Vi fastholder antagelsen om, at energi og kapital er de to centrale produktionsfaktorer, men vi udvider faktoren kapital til også at omfatte arbejdskraft samt materialer, dvs. vi danner et aggregat bestående af arbejdskraft, materialer, maskin- og bygningskapital. De to førstnævnte faktorer kan i denne sammenhæng fortolkes som vedligeholdelse af kapitalapparatet. Aggregatet kalder vi for *kapacitet*.

Modelskitsen gennemgås i afsnit 2, og afsnit 3 beskriver, hvilke data der anvendes til estimationen, der præsenteres i afsnit 4, hvorefter modellen aftesttes i afsnit 5. I afsnit 6 gives forslag til videre arbejde med modelleringen af *ne*-erhvervet, og papiret konkluderes i afsnit 7.

2. Skitse

Udgangspunktet er en CES-produktionsfunktion. Denne kan med to produktionsfaktorer skrives som

$$Y = \varepsilon \left[\psi^{\frac{1}{\sigma}} (d_{tE} X_E)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (d_{tK} X_K)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \quad \varepsilon > 0, \quad \psi > 0, \quad \sigma > 0 \quad (1)$$

hvor

Y produktion

¹Anne Jacobi & Martin Rasmussen: *Ny ligning for elprisen*, modelgruppepapir AJI07d99 og Anne Jacobi & Martin Rasmussen: *Mere om elpris og produktion af el*, modelgruppepapir AJI17400.

²Erik Bjørsted, Gitte Terp Henriksen & Dorte Grinderslev: *Og endnu mere om elpris*, modelgruppepapir EBJ24n00.

| | |
|----------|-----------------------------------|
| X_E | energi |
| X_K | kapacitet |
| d_{tE} | effektivitetsindeks for energi |
| d_{tK} | effektivitetsindeks for kapacitet |

Parameteren σ kan fortolkes som substitutionselasticiteten mellem energi og kapacitet, mens ε og ψ er skaleringsparametre.

Minimering af de samlede omkostninger $C = P_E X_E + P_K X_K$ giver de optimale (langsigtede) faktorefterspørgsler.

$$X_E^* = \frac{1}{d_{tE}} \cdot \psi^{\frac{1}{1-\sigma}} \cdot \frac{Y}{\varepsilon} \cdot \left[\left(\frac{P_K / d_{tK}}{P_E / d_{tE}} \right)^{1-\sigma} \cdot \frac{1}{\psi} + 1 \right]^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \quad (2)$$

$$X_K^* = \frac{1}{d_{tK}} \cdot \frac{Y}{\varepsilon} \cdot \left[\left(\frac{P_E / d_{tE}}{P_K / d_{tK}} \right)^{1-\sigma} \cdot \psi + 1 \right]^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \quad (3)$$

Til estimationsformål, skal trenderne specificeres. Dette kan gøres med

$$\begin{aligned} d_{tE} &= e^{ke \cdot t} \\ d_{tK} &= e^{kk \cdot t} \end{aligned} \quad (4)$$

hvor ke og kk er parametre.

Faktorefterspørgslen vil blive dynamiseret efter 3. generationstankegang, således at der også på kort sigt produceres "på produktionsfunktionen".

Kapacitet

Kapaciteten antages at være en træg faktor i produktionen i ne -erhvervet, hvilket kan begrundes med, at bygnings- og maskinkapital, som udgør hovedparten af aggregatet, traditionelt opfattes som træge produktionsfaktorer.

Tilpasningen til den optimale kapacitet modelleres i en fejlkorrigeringsligning, hvor fejlkorrigeringsleddet sikrer, at kapaciteten på langt sigt rammer det ønskede niveau.

$$D \log(X_K) = \alpha_1 D \log(X_K^*) - \alpha_2 \left[\log(X_{K,-1}) - \log(X_{K,-1}^*) \right] \quad (5)$$

Energi

Givet den træge faktor X_K kan den “nødvendige” efterspørgsel efter energi, X_E^+ , bestemmes ved at løse produktionsfunktionen (1) for X_E .

$$X_E^+ = \frac{1}{d_{tE}} \cdot \psi^{1-\sigma} \frac{Y}{\varepsilon} \left[\left(\left(\frac{X_K d_{tE} \varepsilon}{Y} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} - 1 \right)^{-1} + 1 \right]^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \quad (6)$$

Tilpasningen til denne efterspørgsel er øjeblikkelig, når man tænker i rene 3. generations baner. I vores papir har vi prøvet med følgende tre efterspørgselsligninger:

$$X_E = X_E^+ \quad (7)$$

$$\log(X_E) = \beta \log(X_E^+) + (1-\beta) \log(X_{E,-1}^+) \quad (8)$$

$$\log(X_E) = \log(X_E^*) + e_{EK} / e_{KK} \left[\log(X_K) - \log(X_K^*) \right] \quad (9)$$

Ligning (7) svarer til den rene 3. generationsmodel, hvor der er øjeblikkelig tilpasning til X_E^+ . Ligning (8) minder om de arbejdskraftefterspørgselsligninger, der ligger i ADAM i dag, og i modsætning til (7), tillader (8) en vis træghed i energiefterspørgslen (to års tilpasning til X_E^+). Bemærk, at (7) blot er ligning (8), med β bundet til 1. Den sidste ligning (9) er en approximation af energiefterspørgslen. Vi ser, at når X_K bliver lig med X_K^* , bliver energiefterspørgslen den langsigtede/optimale omkostningsminimerende efterspørgsel efter energi.³

Sektorpris

På langt sigt antages sektorprisen at følge de optimale enhedsomkostninger, AC^* .

$$AC^* = \frac{P_K X_K^* + P_E X_E^* + S}{Y} \quad (10)$$

hvor

S skatter

³Se Economic Modelling Working Paper Series 1998:2; Thomas Thomsen, Links between short- and long-run factor demand, s.27 og ADAM-bogen s.121 for yderligere dokumentation.

På det korte sigt drives prisen af de kortsigtede marginalomkostninger, smc .

De kortsigtede omkostninger, SC er givet ved

$$SC = P_E X_E^+ + P_K X_K \quad (11)$$

Marginalomkostningerne, smc , kan nu findes ved at indsætte udtrykket for X_E^+ (6) i (11) og differentiere efter Y .

Sektorprisen modelleres nu vha. en sædvanlig fejlkorrektionsligning

$$D\log(P) = \gamma_1 D\log(smc) - \gamma_0 [\log(P_{-1}) - \log(AC_{-1}^*)] \quad (12)$$

smc kommer til at afhænge af kapaciten, X_K . I eksperimenter med rentestød vil man derfor allerede i år ét se effekter på sektorprisen. Det er som påpeget i EBJ24n00 ikke hensigtsmæssigt, hvorfor vi modificerer kortsigtdelen en smule.

Grundlæggende kan smc skrives som en funktion af P_E og X_K^*/X_K . Dvs. at vi i (12) kunne skifte $\gamma_1 \cdot D\log(smc)$ ud med fx $\gamma_1 \cdot D\log(P_E) + \gamma_2 \cdot D\log(X_K^*/X_K)$.

For at undgå førsteårs renteeffekter, tillader vi kun det laggede X_K^*/X_K -forhold i kortsigtdelen, og endelig kan man også forestille sig, at P_E kunne indgå lagget i kortsigtdelen. Den endelige fejlkorrektionsligning for sektorprisen kommer derfor til at se således ud

$$D\log(P) = \gamma_1 D\log(P_E) + \gamma_2 D\log(P_{E,-1}) + \gamma_3 D\log\left(\frac{X_{K,-1}^*}{X_{K,-1}}\right) - \gamma_0 [\log(P_{-1}) - \log(AC_{-1}^*)] \quad (13)$$

3. Data

Som datagrundlag anvendes ADAMs databank. Nedenstående tabel viser, hvilke ADAM-variabler der umiddelbart kan bruges.

Tabel 1. Nuværende ADAM-variabler

| Variabel | ADAM-variabel |
|-------------------|----------------------------------|
| Produktion, Y | $fXne$ |
| Outputpris, P | $pxne$ |
| Energi, X_E | $fVene$ |
| Energipris, P_E | $pvne$ |
| Afgifter, S | $Signe-SiqneI-0.006 \cdot Siqej$ |

Prisen på kapacitet, P_K , dannes som et Törnqvist-kædeprisindeks ud fra faktorerne maskinkapital (Km), bygningskapital (Kb), materialer (M) og arbejdskraft (L). Törnqvist-prisindekset kan dannes som

$$P_K^{t:t-1} = \prod_i \left(P_i^t / P_i^{t-1} \right)^{\frac{1}{2}(s_i^{t-1} + s_i^t)}, \quad i = Km, Kb, M, L \quad (14)$$

hvor

P_i Faktorpris
 s_i Faktor i ' andel af de samlede omkostninger til kapacitet

Det kædede indeks i periode t , når der startes i periode 0, er givet ved

$$P_K^{t:0} = P_K^{1:0} \cdot P_K^{2:1} \cdot P_K^{3:2} \cdot \dots \cdot P_K^{t:t-1} \quad (15)$$

ADAM-variabel for faktorerne Km , Kb , M , L samt tilhørende faktorpris er gengivet i nedenstående tabel.

Tabel 2. Underliggende faktorer og deres faktorpris

| Faktor | Variabel | Faktorpris |
|-----------------------|----------|------------|
| Maskinkapital, Km | $fKmne$ | $uimne$ |
| Bygningskapital, Kb | $fKbne$ | $uibne$ |
| Materialer, M | $fVmne$ | $pvmne$ |
| Arbejdskraft, L | $HQne$ | lne |

Når P_K er dannet, kan fastprisaggregatet X_K bestemmes som

$$X_K = \frac{C_K}{P_K} \quad (16)$$

hvor

| | |
|-------|------------------------------------|
| C_K | Samlede omkostninger til kapacitet |
| P_K | Prisindeks for kapacitet |

4. Estimationsresultater

Estimationsperioden er for efterspørgselsligningerne 1973-1992, hvilket dels skyldes lagstrukturen i Törnqvist-indekset, og dels at lønnen, lne , i ADAMBK kun er tilbageført til 1971. Den øvre grænse for estimationsperioden skyldes, at kapitaltallene kun er endelige til og med 1992. Ovenstående medfører, at estimationsperioden for sektorprisligningen bliver 1974-1992.

Estimationsresultaterne præsenteres i de følgende tabeller for de tre skitser. Faktorefterspørgselsligningerne estimeres simultant (tabel A), hvorefter sektorprisen estimeres (tabel B).

1. Skitse

Tabel A1. Faktorblok, ligningerne (3), (4), (5), (6) og (7)

| Parameter | kk | ke | ε | ψ | σ | α_1 | α_2 |
|-----------|--------|--------|---------------|--------|----------|------------|------------|
| Estimat | 0.0022 | 0.0093 | 1.6315 | 0.2915 | 0.5926 | 0.3729 | 0.5042 |
| T-værdi | 0.3644 | 0.5741 | 3.4361 | 5.7110 | 4.6524 | 3.3085 | 4.6519 |

Tabel B1. Sektorpris, ligningerne (11) og (13)

| Parameter | γ_1 | γ_2 | γ_3 | γ_0 |
|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Estimat | 0.386830 | 0* | 0* | 0.302845 |
| T-værdi | 8.79815 | | | 4.10704 |

Anmærkning: * restrikeret parameter

2. Skitse

Tabel A2. Faktorblok, ligningerne (3), (4), (5), (6) og (8)

| Parameter | kk | ke | ε | ψ | σ | α_1 | α_2 | β |
|-----------|-------|-------|---------------|--------|----------|------------|------------|---------|
| Estimat | 0.002 | 0.010 | 1.603 | 0.291 | 0.582 | 0.413 | 0.516 | 1.071 |
| T-værdi | 0.401 | 0.690 | 3.872 | 6.054 | 4.938 | 3.132 | 4.893 | 7.474 |

Tabel B2. Sektorpris, ligningerne (11) og (13)

| Parameter | γ_1 | γ_2 | γ_3 | γ_0 |
|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Estimat | 0.385602 | 0* | 0* | 0.307417 |
| T-værdi | 8.78574 | | | 4.13736 |

Anmærkning: * restrikeret parameter

3. Skitse

Tabel A3. Faktorblok, ligningerne (2), (3), (4), (5) og (9)

| Parameter | kk | ke | ε | ψ | σ | α_1 | α_2 |
|-----------|--------|--------|---------------|--------|----------|------------|------------|
| Estimat | 0.0045 | 0.0082 | 1.0984 | 0.2126 | 0.3280 | 0.1729 | 0.4190 |
| T-værdi | 1.1154 | 0.7352 | 6.3916 | 4.1442 | 1.8940 | 1.4597 | 3.8923 |

Tabel B3. Sektorpris, ligningerne (11) og (13)

| Parameter | γ_1 | γ_2 | γ_3 | γ_0 |
|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Estimat | 0.380269 | 0* | 0* | 0.286703 |
| T-værdi | 8.55092 | | | 4.11325 |

Anmærkning: * restrikeret parameter

Estimaterne i tabellerne A1 og A2 samt B1 og B2 minder en del om hinanden. Parameteren β bør ikke være over én, hvilket den er i tabel A2. Den kan som i tabel A1 bindes til én, hvorved skitse 2 reduceres til skitse 1. Bindningen strider ikke imod data. Estimaterne i tabellerne A3 og B3 afviger derimod en del fra de estimer, man får i skitse 1 og 2. Især afviger substitutionselasticiteten, σ , en del.

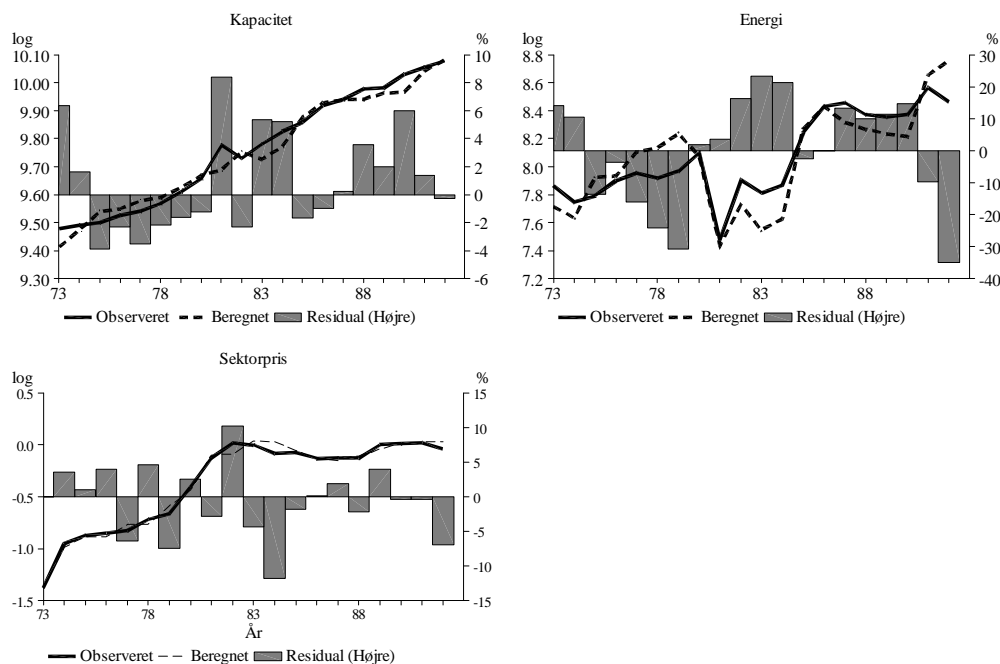
I det hele taget virker substitutionselasticiteterne meget høje, måske med undtagelse af substitutionselasticiteten i skitse 3, - den svarer meget godt til de i AJI07d99 og AJI17400 fundne elasticiteter.

Bemærk, at i alle tre skitser er parametrene γ_2 og γ_3 bundet til nul, hvilket skyldes at de ikke er signifikante. Dermed bestemmes sektorprisen på kort sigt kun af ændringer i energiprisen.

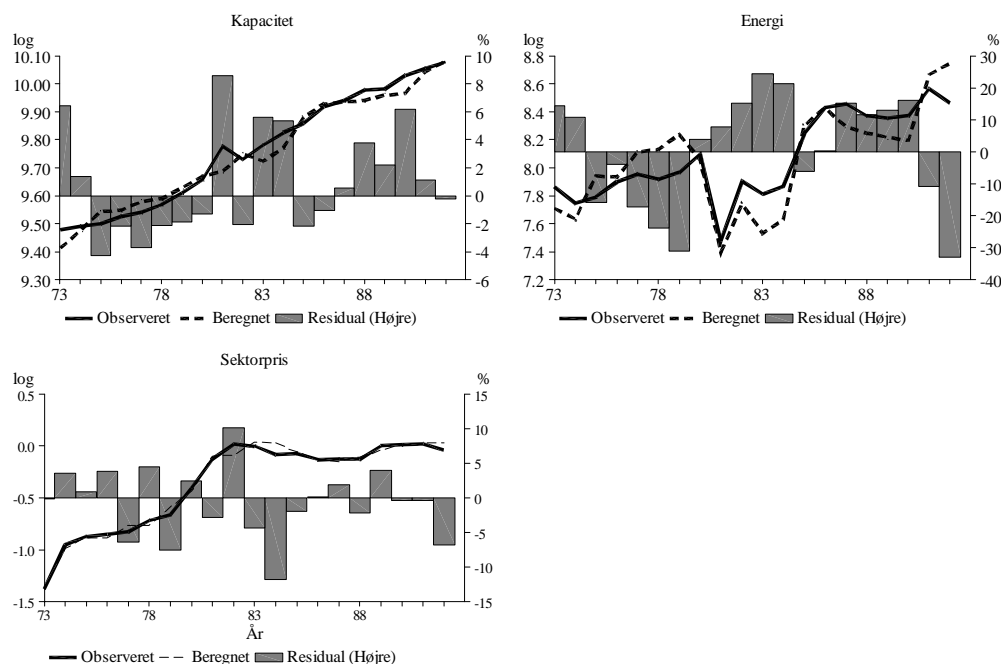
Nedenfor er de historiske forklaringsværdier gengivet for de tre skitser.

Figur 1. Historisk forklaringsværdi

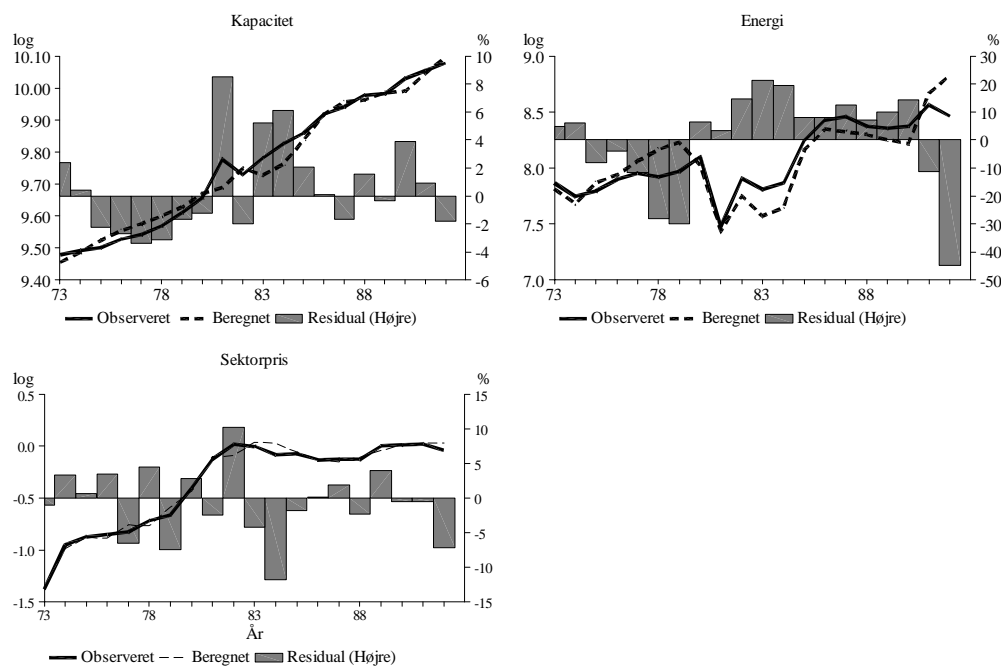
1. Skitse



2. Skitse



3. Skitse



De historiske forklaringsevner af efterspørgselsligningerne er ikke pæne i nogen af de tre skitser - i alle tre skitser er der tydelig systematik i residualerne for efterspørgselsligningerne for både energi og kapacitet.

Energiligningen i de tre skitser har en tendens til at skyde for lavt i perioden fra 1981 og frem, mens kapacitetsligningerne ikke fanger hoppet i den observerede kapacitet i 1981.

De estimerede sektorprisligninger ser til gengæld fornuftige ud, omend der er negativ autokorrelation i residualerne. Denne kan måske forklares ved, at elværkerne i følge loven ikke må have profit, - hvis elselskaberne har scoret profit et år, kan denne profit udlignes ved at sætte prisen ned det efterfølgende år.

5. Multiplikatoreksperimenter

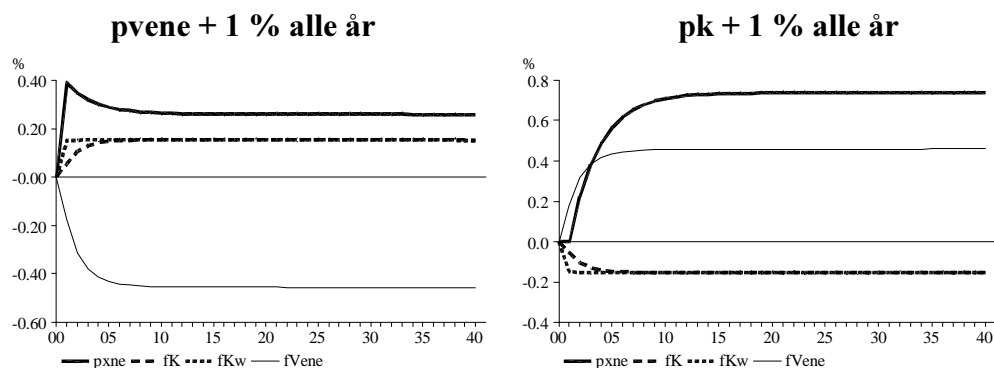
I det følgende tester vi skitse 1 og 3. Skitse 2 synes ikke anvendelig, idet parameteren β ikke bør være over 1. Vi tester udelukkende en isoleret model bestående af faktorefterspørgselsligningerne samt sektorprisen i *ne*-erhvervet. Der udføres to eksperimenter. I det første eksperiment støder vi til energiprisen, p_{Vene} , med 1% alle år, og i det andet støder vi til prisen på kapacitet, P_K , med 1% alle år.

Multiplikatorerne på sektorpris, efterspørgslen efter kapacitet og energi er illustreret i nedenstående grafer, hvor

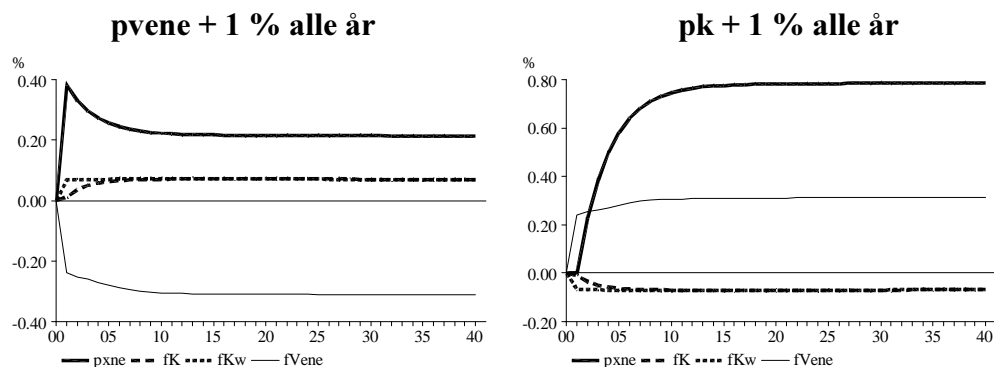
fK Kapacitet, X_K
 fKw Ønsket kapacitet, X_K^*

Figur 2. Multiplikatorer

1. Skitse



3. Skitse



Det mest bemærkelsesværdige ved eksperimenterne er, at sektorprisen overshooter, når man støder til energiprisen. Fortolkningen er, at når energiprisen stiger, ønsker virksomheden at udbygge sin kapacitet. Denne udbygelse er

forbundet med en vis træghed, og da *ne*-erhvervet skal producere den el, der efterspørges, har virksomhederne ikke andet valg end at presse det eksisterende produktionsapparat. Det gør elkraftværkerne ved at tage ellers ubenyttet kapacitet i brug. *ne*-erhvervets ledige produktionskapacitet består hovedsageligt af anlæg, som bruger olie som brændselsinput. Da alle energipriser i vores eksperiment er steget, og olie er dyrere end den gennemsnitlige brændselspris, sætter virksomheden prisen op. Prisen får et yderligere skub opad pga. den dårlige udnyttelse af samproduktionen af el og fjernvarme i *ne*-erhvervet. I takt med at kapaciteten udbygges, sættes prisen så ned.

Overshootingen i den 3. skitse er større end i den 1. skitse, hvilket skyldes den lavere substitutionselasticitet.

Desuden bemærkes det, at der - som ønsket - ikke er nogen førsteårs effekt på sektorprisen, når der stødes til P_K (renten).

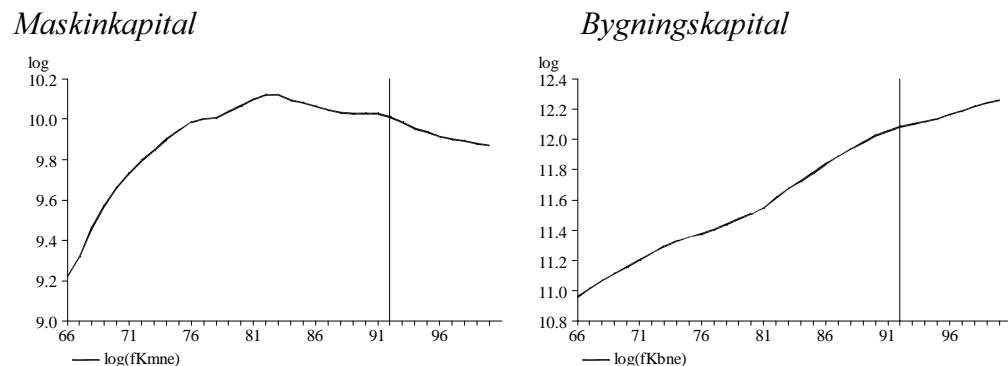
Alt i alt er multiplikatorerne altså fortolkelige. Som et lille minus tæller dog, at sektorprisen specielt i energipriseseksperimentet er temmelig træg, - det er ikke troværdigt.

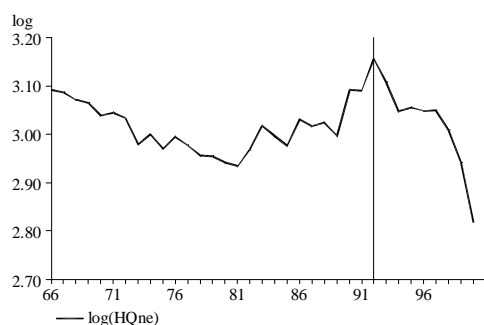
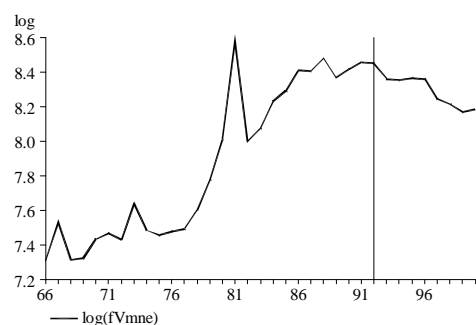
6. Det videre arbejde

Som konstateret i foregående afsnit lider de estimerede ligninger af dårlige historiske forklaringsevner. Til ligningernes forsvar skal det dog bemærkes, at både kapaciteten og energien har nogle udsving i 1981, som synes meget store i forhold til tidsseriernes øvrige forløb.

Nedenstående figur viser forløbet af kapacitetens underliggende faktorer for 1966-2000, (kapitaltallene er kun endelige frem til 1992).

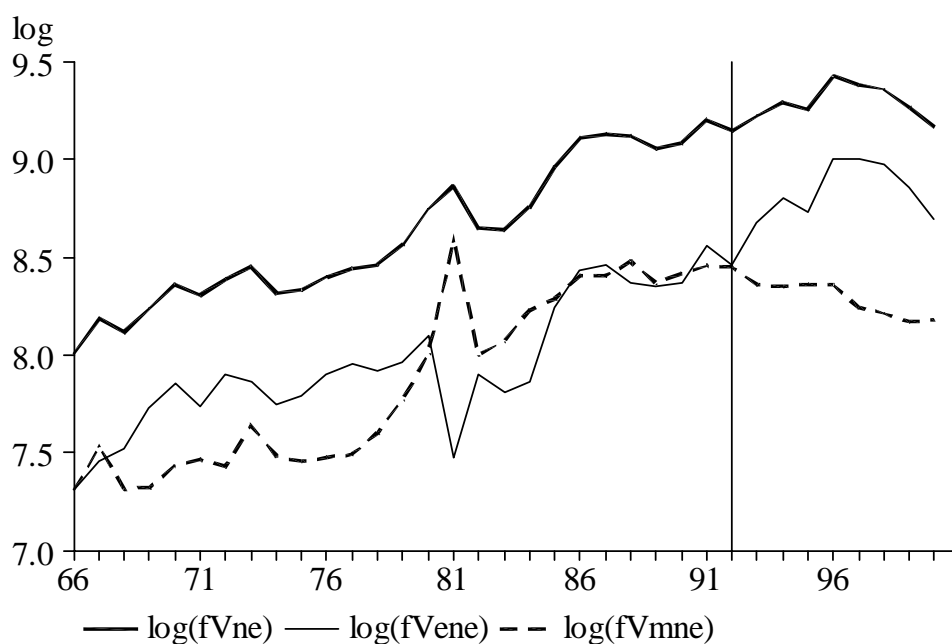
Figur 3. Underfaktorer af kapacitet



Arbejdskraft*Materialer*

Arbejdskraft, maskin- og bygningskapital opfører sig nogenlunde pænt i estimationsperioden 1973-1992, men materialerne tager et gevaldigt hop i 1981, hoppet er lidt større end faldet i energiefterspørgslen i 1981, hvilket nedenstående figur illustrerer, ($fVne$ er aggregatet af $fVne$ og $fVmne$).

Figur 4. Materialer og energi



Springet i materialerne i 1981 er sandsynligvis grunden til det spring vi observerer i kapaciteten. Spørgsmålet er, om de observerede spring i 1981 er troværdige - til det videre arbejde vil det i hvert fald være værd at prøve at indføre en dummy for 1981 i både energi- og kapacitetsrelationen.

Med hensyn til energiens dårlige forklaringssevne for perioden 1981-1992, er det måske værd at prøve med en kvadratisk trend i energiligningen frem for en lineær.

7. **Konklusion**

Vi har i dette papir forsøgt at opstille en faktorblok og en sektorpris for *ne*-erhvervet, som hænger bedre sammen end de tilsvarende ligninger i ADAM, apr00. Ligningerne er teoretisk velbegrundede, og multiplikatorerne er fortolkelige, dog er sektorprisen en smule træg. Desværre halter det med empirien, for ligningerne lider af meget dårlige historiske forklaringsevner, og de estimerede substitutionselasticiteter er i skitse 1 og 2 urealistisk høje.

Det kan på den baggrund ikke anbefales at lægge de her i papiret estimerede ligninger ind i ADAM.

Anbefalingen er derfor at arbejde videre med projektet.