

## Ny ligning for elprisen

### Resumé:

*I papiret foreslås en ny ligning til estimation af outputprisen i ne-erhvervet. Det bør således betragtes som et supplement til papiret om pristilpasningen i ADAM, jf. ebj16n99, og er et forsøg på at forbedre forklaringssevnen af ne-erhvervets prisligning. Her tages der udgangspunkt i, at brændsel og kapital er de vigtigste inputfaktorer til produktionen af elektricitet, og at disse faktorer til en vis grad kan substituere hinanden, hvilket viser sig at give en forholdsvis god beskrivelse af data.*

---

**Filnavn:** aji07d99.msg

**Nøgleord:** Elpris, fejlkorrektion

*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 dette papir ønskes det undersøgt, hvorledes  $pxne$  i ADAM kan estimeres under hensyntagen til nogle af de særlige forhold, der gør sig gældende i  $ne$ -erhvervet. Som beskrevet i mmp01897 er  $pxne$  hidtil bestemt ud fra en antagelse om, at denne på kort sigt følger prisen på de ønskede variable enhedsomkostninger, dvs. omkostningerne til løn, brændsler og maskiner, mens den på lang sigt er bundet til de ønskede enhedsomkostninger via vækstraten. En 1% stigning i omkostningerne på lang sigt medfører således en tilsvarende stigning i elprisen  $pxne$ .<sup>1</sup>

I EMMA er elpris-bestemmelsen derimod foretaget ud fra relation A, jf. non-papir 24.09.1996 af DGR og Energi- og emissionsmodeller til ADAM

$$elpris = \alpha_1 \cdot bah + \alpha_2 \cdot index \quad (A)$$

hvor  $elpris$  er de gennemsnitlige produktionsomkostninger i øre/kWh,  $bah$  er et udtryk for omkostningsbidrag fra brændsel, afskrivninger og henlæggelser bestemt i modellen, og  $index$  er et indeks over øvrige omkostninger. Her foreslås det i stedet, at elprisen bestemmes ud fra en fejlkorrektionsmodel, der bl.a. tager udgangspunkt i en antagelse om, at brændsel og kapital er de eneste vigtige inputfaktorer til produktionen af elektricitet. Først redegøres for model og antagelser, konstruktionen af data forklares, og endelig præsenteres og fortolkes estimationsresultaterne.

## 2 Model og antagelser

De helt overordnede antagelser om elprisfastsættelsen er:

- 1) at elværkerne minimerer omkostningerne og
- 2) at outputprisen følger disse omkostninger.

Begge antagelser kan i princippet begrundes ud fra de gældende regler på området, dvs. indtil vedtagelsen af elreformen den 3. marts 1999. Elprisudvalget førte tilsyn med de danske elselskabers priser og omkostninger, hvilket skulle sikre, at kommunerne ikke udnyttede elforsyningsvirksomhedernes monopolstilling, og at elprisen fulgte "hvile i sig selv"-princippet. Alligevel må antagelserne betragtes med et vist forbehold, idet elselskabernes omkostningsminimerende adfærd i praksis kan være svækket noget af den faktiske monopolstatus.

---

<sup>1</sup>Faktisk dækker  $ne$ -erhvervet over el-, gas- og fjernvarmeforsyningen, men her tænker vi på outputprisen  $pxne$  som prisen på el.

Antages det yderligere, at produktionen af el sker på baggrund af de to inputfaktorer, brændsel og kapital, med tilhørende faktorpriser,  $w_b$  og  $w_k$ , og at produktionsteknologien kan beskrives af en Cobb-Douglas funktion, fås f.eks. følgende fejlkorrektionsmodel B for elprisen<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} d \log(p_{el}) &= b_1 + b_2 d \log(w_b) + b_3 d \log(w_k) \\ &\quad - \beta_4 [\log(p_{el-1}) - \beta_5 \log(w_{b-1}) - \beta_6 \log(w_{k-1}) \\ &\quad - \beta_7 t - \beta_8 t^2] + \varepsilon \end{aligned} \quad (\text{B})$$

Den log-lineære model er tilføjet en lineær tidstrend,  $\beta_7 t$ , og en kvadratisk tidstrend,  $\beta_8 t^2$ , der begge normeres.<sup>3</sup> Herved undgås det, at løbende teknologiske fremskridt i perioden slører det overordnede billede af sammenhængen mellem faktorpriser og omkostninger til produktionen af elektricitet. Under en sådan hypotese om at elværkerne efterhånden bliver mere effektive, forventer vi at:  $\beta_7 + 2 \cdot \beta_8 t < 0$ , hvilket altid er opfyldt for negative værdier af trendparametrene. Dette svarer til, at elprisen - eller faktisk omkostningerne - er aftagende i tiden,  $t$ .

Det ses, at for  $\beta_4$  numerisk mindre end 1 vil den dynamiske ligning være stabil over tid, og jo nærmere værdien er på 1, jo større vil tilpasningshastigheden mod langsigtsniveauet være. Parametrene  $b_2$  og  $b_3$  kan fortolkes som kortsigtseffekter på elprisen ved en stigning i henholdsvis  $w_b$  og  $w_k$ . På lang sigt vil det derimod være  $\beta_5$  og  $\beta_6$ , der er afgørende for, hvordan ændringer i faktorpriserne påvirker elprisen. Ud fra økonomisk teori kan det tænkes, at kapitalapparatet tilpasser sig trægt i forhold til brændselsforbruget, der typisk hurtigere kan justeres. Dette betyder, at kortsigtseffekten,  $b_3$ , må forventes at være mindre end langsigteffekten,  $\beta_6$ , på elprisen, hvis prisen på kapital ændres. For brændselsprisen forventes det omvendt, at  $b_2$  er større end  $\beta_5$ , idet de omkostningsminimerende producenter på lang sigt delvist vil kunne substituere bort fra brændsel ved at investere i "nye og bedre" elværker.

Den egentlige estimationsligning med trendene,  $\beta_7 t$  og  $\beta_8 t^2$ , er givet ved

$$\begin{aligned} d \log(p_{el}) &= b_1 + b_2 d \log(w_b) + b_3 d \log(w_k) \\ &\quad + \tilde{\beta}_4 \log(p_{el-1}) + \tilde{\beta}_5 \log(w_{b-1}) + \tilde{\beta}_6 \log(w_{k-1}) + \tilde{\beta}_7 t + \tilde{\beta}_8 t^2 + \varepsilon \end{aligned}$$

hvor  $\tilde{\beta}_4 = -\beta_4$ ,  $\tilde{\beta}_5 = \beta_4 \beta_5$ ,  $\tilde{\beta}_6 = \beta_4 \beta_6$ ,  $\tilde{\beta}_7 = \beta_4 \beta_7$  og  $\tilde{\beta}_8 = \beta_4 \beta_8$ . Vi forventer derfor, at  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $\tilde{\beta}_5$  og  $\tilde{\beta}_6$  er positive, at  $\tilde{\beta}_4$  er negativ, og at  $\tilde{\beta}_7 + 2 \cdot \tilde{\beta}_8 t < 0$ .

<sup>2</sup>Omkostningerne til brændsel og kapital udgør omkring 75% af de samlede omkostninger ved produktionen af el, svarende til at  $\beta_5 + \beta_6 = 0.75$ .

<sup>3</sup>Konkret bestemmes den lineære trend som:  $t = \frac{tid-1966}{29}$  og den kvadratiske trend som:  $t^2 = \left(\frac{tid-1966}{29}\right)^2$ , hvor  $tid$  er årstallet i perioden 1966 til 1995.

Dermed vil en 1% stigning i brændselsprisen medføre, at elprisen umiddelbart øges med  $b_2\%$  og herefter gradvist tilnærmes den endelige effekt på  $\beta_5\%$ . Tilsvarende vil en 1% stigning i prisen på kapital føre til, at elprisen umiddelbart stiger med  $b_3\%$  og derefter gradvist tilnærmer sig langsigteffekten på  $\beta_5\%$ .

Med anvendelsen af en Cobb-Douglas produktionsfunktion har vi implicit antaget en substitutionselasticitet på 1.<sup>4</sup> Denne antagelse kan testes ved at estimere det optimale faktorforhold,  $z_b^*/z_k^*$ , som funktion af de relative faktorpriser,  $w_b/w_k$ . For en CES produktionsfunktion med to inputfaktorer brændsel og kapital,  $z_b$  og  $z_k$ , dvs.<sup>5</sup>

$$f(z) = A \cdot \left( \sum_{i=b,k} \delta_i \cdot (z_i)^{-\rho} \right)^{-\frac{1}{\rho}}$$

hvor  $A$  er en positiv konstant,  $\rho \neq 0$ ,  $\sum_{i=b,k} \delta_i = 1$  og  $0 \leq \delta_i \leq 1 \forall i$ , er forholdet  $z_b^*/z_k^*$  givet ved

$$\frac{z_b^*}{z_k^*} = \left( \frac{\delta_b}{\delta_k} \right)^{\frac{1}{1+\rho}} \left( \frac{w_k}{w_b} \right)^{\frac{1}{1+\rho}}$$

hvor  $w_b$  og  $w_k$  er de til  $z_b$  og  $z_k$  hørende faktorpriser. Udtrykket kan skrives som

$$\log \left( \frac{z_b^*}{z_k^*} \right) = \bar{c}_1 + \bar{c}_2 \log \left( \frac{w_b}{w_k} \right)$$

hvor  $\bar{c}_1 = \frac{1}{1+\rho} \log \left( \frac{\delta_b}{\delta_k} \right)$  og  $\bar{c}_2 = -\frac{1}{1+\rho}$ . Dvs. den estimerede værdi af  $\bar{c}_2$  kan fortolkes som substitutionselasticiteten, idet  $\sigma_{ces} = -\bar{c}_2 = \frac{1}{1+\rho}$ . På dynamisk form fås fejlkorrektionsmodellen C, der er tilføjet en lineær tidstrend

$$\begin{aligned} d \log \left( \frac{z_b^*}{z_k^*} \right) &= c_1 + c_2 d \log \left( \frac{w_b}{w_k} \right) \\ &\quad - c_3 \left[ \log \left( \frac{z_{b-1}^*}{z_{k-1}^*} \right) - c_4 \log \left( \frac{w_{b-1}}{w_{k-1}} \right) - c_5 t \right] + \varepsilon \quad (C) \end{aligned}$$

Den faktiske estimationsligning bliver således

$$\begin{aligned} d \log \left( \frac{z_b^*}{z_k^*} \right) &= c_1 + c_2 d \log \left( \frac{w_b}{w_k} \right) \\ &\quad + \tilde{c}_3 \log \left( \frac{z_{b-1}^*}{z_{k-1}^*} \right) + \tilde{c}_4 \log \left( \frac{w_{b-1}}{w_{k-1}} \right) + \tilde{c}_5 t + \varepsilon \end{aligned}$$

<sup>4</sup>Med en Cobb-Douglas produktionsfunktion skulle vi i model B have haft  $\beta_5 + \beta_6 = 1$ , idet f.eks.  $\beta_5$  er omkostningsandelen for brændsel.

<sup>5</sup>Når der ses bort fra trender.

med  $\tilde{c}_3 = -c_3$ ,  $\tilde{c}_4 = c_3c_4$  og  $\tilde{c}_5 = c_3c_5$ . Helt analogt med overvejelserne omkring model B forventes  $c_2$ ,  $\tilde{c}_3$ ,  $\tilde{c}_4$  og  $\tilde{c}_5$  at være negative, og det ses, at substitutionselasticiteten på kort sigt er givet ved  $-c_2$ , mens den på lang sigt er givet ved  $-c_4$ .

Med udgangspunkt i CES funktionen kan den ønskede elpris,  $p_{el}^\phi$ , bestemmes som

$$\begin{aligned} p_{el}^\phi &= \frac{1}{A} \left[ \sum_{i=b,k} (\delta_i (w_i)^\rho)^{\frac{1}{1+\rho}} \right]^{\frac{1+\rho}{\rho}} \\ &= \left[ (\kappa_b)^{\frac{1}{1+\rho}} (w_b)^{\frac{\rho}{1+\rho}} + (\kappa_k)^{\frac{1}{1+\rho}} (w_k)^{\frac{\rho}{1+\rho}} \right]^{\frac{1+\rho}{\rho}} \end{aligned}$$

hvor  $\kappa_b = \left(\frac{1}{A}\right)^\rho (\delta_b)$  og  $\kappa_k = \left(\frac{1}{A}\right)^\rho (\delta_k)$  er konstanter. Med en estimeret værdi for  $\sigma_{ces}$  kan konstanterne  $\kappa_b$  og  $\kappa_k$  efterfølgende beregnes ud fra

$$\kappa_i = \left( \frac{w_i}{p_{el}^\phi} \right) \left( \frac{z_i}{z_{el}} \right)^{\frac{1}{\sigma_{ces}}} \quad (\text{D}^*)$$

hvor vi for  $z_{el}$ , dvs. den producerede mængde el, konkret anvender produktionsværdien i *ne*-erhvervet.<sup>6</sup> Helt specifikt bestemmes  $\kappa_b$  og  $\kappa_k$  som et gennemsnit over perioden 1966-1995. Antages en dynamisk tilpasning af den faktiske elpris,  $p_{el}$ , mod den ønskede,  $p_{el}^\phi$ , fås den endelige prisrelation D

$$\begin{aligned} d \log(p_{el}) &= c_1 + c_2 d \log(p_{el}^\phi) \\ &\quad - c_3 \left[ \log \left( \frac{p_{el-1}}{p_{el-1}^\phi} \right) - c_4 t - c_5 t^2 \right] + \varepsilon \end{aligned} \quad (\text{D})$$

som er en fejlkorrektionsmodel, hvor det implicit antages, at  $p_{el} = p_{el}^\phi$  på lang sigt. Parameteren  $c_2$  angiver førstearseffekten på  $p_{el}$  ved en ændring i  $p_{el}^\phi$ , og  $c_3$  beskriver tilpasningshastigheden. Ligningen er igen tilføjet trendparametre for at afdæmpe påvirkningen af teknologiske fremskridt mv. i løbet af perioden.

Helt overordnet kan antagelsen om perfekt substitution mellem brændsel og kapital umiddelbart virke lidt besynderlig, idet elproduktionen naturligvis kræver en vis mængde af både brændsel og kapital. Vi kan dog retfærdiggøre antagelsen ud fra det overordnede valg mellem på den ene side at fastholde den gamle bestand af brændselstunge elværker og på den anden side at investere i nye og mindre brændselstunge værker.

<sup>6</sup>En præcis redegørelse for metoden findes eksempelvis i DREAM-dokumentationen om CES-funktioner.

Hverken Cobb-Douglas eller CES tilgangen giver dog en helt god beskrivelse af data, idet omkostningerne til produktionen af el selvfølgelig ikke kun er bestemt ud fra priser på brændsel og kapital, men også ud fra f.eks. prisen på arbejdskraft. Desuden vil brændselsprisen i virkeligheden dække over priser på så forskellige inputs som kul, fuelolie, gasolie, naturgas, kernebrændsel, halm, træflis og affald, hvilket betyder, at ændringer i en specifik pris ikke nødvendigvis slår ud i den aggregerede brændselspris. Endelig kan det også tænkes, at elproduktionen gennemsnitligt set er dyrere i højbelastningsperioderne, hvor selv de mindst effektive elværker tages i brug.

### 3 Data

Datagrundlaget for estimationen er ADAM-databanken. Der er benyttet observationer for 30 år, fra 1966 til 1995, hvor der foreligger endelige tal.

Som brændselspris,  $w_b$ , anvendes prisen på energiforbrug i *ne*-erhvervet,  $pvne$ . Prisen på kapital bestemmes ved at opstille et usercost-udtryk, der angiver elproducentens omkostninger ved at holde en enhed kapital i et år, dvs. som

$$uc = P_{inv}(i - P_{ifl}^e + d_{afr})$$

hvor  $P_{inv}$  er investeringsprisen,  $i$  er den nominelle rente,  $P_{ifl}^e$  er et mål for den forventede inflation i  $P_{inv}$ , og  $d_{afr}$  er den fysiske afskrivningsrate. Omkostningerne ved at holde kapital er altså givet ved summen af renteomkostningerne ( $P_{inv}i$ ) og den løbende forringelse af kapitalværdien pga. nedslidning ( $P_{inv}d_{afr}$ ) fratrukket det tab eller den gevinst, som skyldes ændringer i kapitalprisen ( $P_{inv}P_{ifl}^e$ ). Fortolkningen er, at en højere rente alt andet lige vil gøre det dyrere at låne til køb af kapital, mens stigende inflationsforventninger vil påvirke kapitalprisen negativt. Aftager den reelle værdi af investeringen hurtigt, svarende til en høj  $d_{afr}$ , bliver prisen på kapital relativt dyrere.

Med ADAM-variabelnavne kan den præcise beregning af usercost-udtrykket, dvs.  $w_k$ , foretages ud fra ligningen

$$w_k = 0.86 \cdot pibne \cdot (iwbz - 0.5 \cdot rpibnee + bfinbvne) + 0.14 \cdot pimne \cdot (iwbz - 0.5 \cdot rpimnee + bfinmvne)$$

hvor  $pibne$  og  $pimne$  er priser på investeringer i henholdsvis bygninger og anlæg og maskiner, transportmidler og inventar,  $iwbz$  er den effektive obligationsrente,  $rpibnee$  og  $rpimnee$  er den forventede stigning i henholdsvis  $pibne$  og  $pimne$ ,  $bfinbvne$  og  $bfinmvne$  er afskrivningsrater for kapitalværdien for henholdsvis bygninger og anlæg og maskiner, transportmidler og inventar. Endelig er 0.86 og 0.14 approximative vægte for kapitalmængde for henholdsvis bygninger og anlæg og maskiner, transportmidler og inventar.<sup>7</sup>

<sup>7</sup>Vægtene er bestemt som gennemsnit over den betragtede periode.

Baggrunden for at anvende usercost-begrebet i elsektoren er, at de forholdsvis store omkostninger ved opførelsen af et nyt elværk på denne måde glattes ud over flere år. Dette er i modstrid med modellen i Energi- og emissionsmodeller til ADAM, der forklarer elprisen dårligt især af denne grund.

For inputfaktorerne brændsel og kapital, dvs.  $z_b$  og  $z_k$ , er anvendt henholdsvis  $fvne$  og  $(fkmne + fkbne)$ . Den producerede mængde el  $z_{el}$  antages at følge produktionsværdien i  $ne$ -erhvervet, dvs. vi benytter  $fxne$ , og tilsvarende benyttes  $p_{xne}$  som elpris.

## 4 Resultater

Resultatet af estimationerne er vist i tabel 1, 2 og 3, hvor en \* angiver, at den estimerede parameter *ikke* er signifikant forskellig fra nul på et 5% niveau.

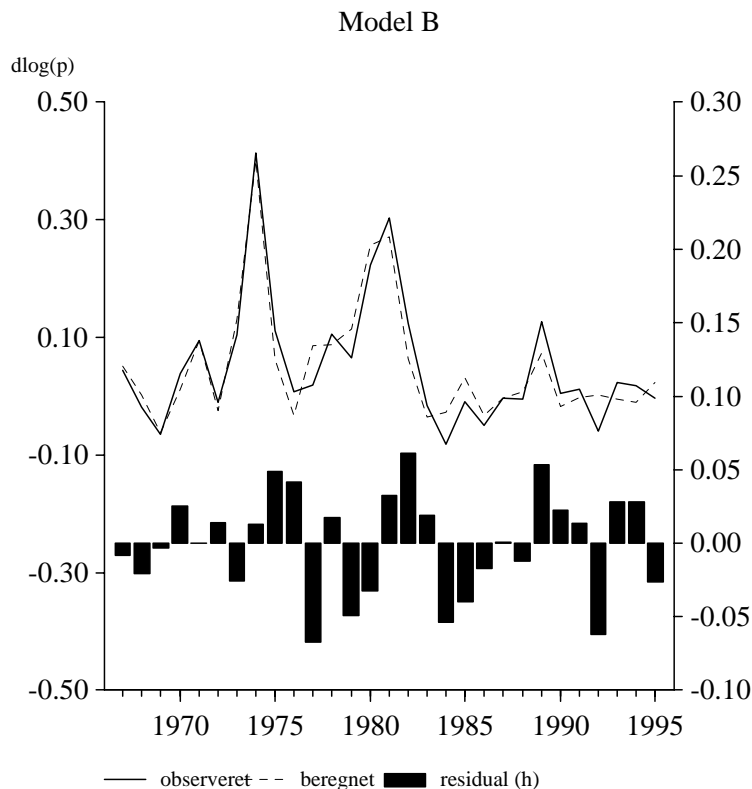
### 4.1 Cobb-Douglas produktionsfunktion

Tabel 1: Estimationsresultater for model B

variabel	estimat		std.afv.
<i>konst</i>	0.1500	*	0.3529
$d \log(w_b)$	0.4008		0.0518
$d \log(w_k)$	0.0810	*	0.0862
$\log(p_{el_{-1}})$	-0.9202		0.2003
$\log(w_{b_{-1}})$	0.3510		0.0909
$\log(w_{k_{-1}})$	0.2142		0.0965
$t$	-0.4896	*	0.3819
$t^2$	0.8785		0.2768

$R^2=0.8981$   
 $DW=1.9145$

Et grafisk indtryk af modellens forklaringssevne fås ved at betragte figur 1, der dels viser restleddene og dels viser de faktiske og forventede værdier af  $d \log(p_{el})$ . Vi bemærker, at summen af  $\beta_5$  og  $\beta_6$  (der kan betragtes som omkostningsandele) i model B estimeres til  $\frac{1}{0.9202} \cdot (0.3510 + 0.2142) = 0.614$ , dvs. under 1, hvilket passer dårligt med Cobb-Douglas modellen.



Figur 1

Ud fra afbildningen af residualerne forekommer det umiddelbart lidt tvivlsomt at skulle opretholde den helt overordnede antagelse om, at støjleddene er ukorrelerede. Men den beregnede Durbin-Watson-teststørrelse i tabellen er dog tæt nok på 2 til, at vi kan afvise en hypotese om positiv autokorrelation.

Det ses således, at de estimerede parametres fortegn er i nogenlunde overensstemmelse med de teoretiske betragtninger i de foregående afsnit. Dog bemærkes det, at den signifikante trendvækstrate  $\tilde{\beta}_8$  er positiv, hvilket umiddelbart skulle være udtryk for, at elproduktionen er blevet *mindre* effektiv i løbet af perioden. En forklaring på dette kan være, at tidstrenden også måler betydningen af, i hvilken grad udeladte variable, f.eks. lønomkostninger, påvirker elprisen, dvs. gennemsnitsomkostningerne, over tiden. Vi bør derfor ikke uden videre tolke  $\tilde{\beta}_8$  som indikator for en ”negativ teknologisk udvikling”.

Mens kortsigtseffekten på elprisen ved en stigning i prisen på kapital, dvs.  $b_3$ , er insignifikant, ses det, at langsigtseffekten,  $\tilde{\beta}_6$ , er signifikant, svarende til at en stigning på 1% i  $w_k$  vil øge elprisen med  $\beta_6 = \frac{\tilde{\beta}_6}{-\tilde{\beta}_4} = 0.23$  procent på lang sigt. Stiger brændselsprisen  $w_b$  med 1%, vil elprisen på kort sigt stige med 0.40%, jf.  $b_2$ , mens den på lang sigt vil være forøget med  $\beta_5 =$



$\frac{\tilde{\beta}_5}{-\tilde{\beta}_4} = 0.39$  procent. Der er altså ingen væsentlige forskelle mellem kortsigts- og langsigtseffekterne på elprisen ved en ændring i  $w_b$ .

Det bemærkes endvidere, at den dynamiske model B har en hurtig tilpasning, idet tilpasningshastigheden er  $\beta_4 = -\tilde{\beta}_4 = 0.92$ .

## 4.2 CES produktionsfunktion

Cobb-Douglas funktionen bygger som nævnt på antagelsen om en substitutionselasticitet på 1. Det undersøges nu, om data stemmer overens med denne antagelse. I forhold til ADAM er estimationsresultaterne i tabel 1 heller ikke helt tilfredsstillende, idet den langsigtede elprisrelation ikke er homogen af 1. grad i faktorpriserne, dvs.  $\beta_5 + \beta_6 = 0.62$  er mindre end 1.

Tabel 2: Estimationsresultater for model C

variabel	estimat	std.afv.
<i>konst</i>	-1.2093	0.4016
$d \log(w_b/w_k)$	-0.2976	0.1004
$\log(z_{b-1}^*/z_{k-1}^*)$	-0.5407	0.1651
$\log(w_{b-1}/w_{k-1})$	-0.2049	0.0841
<i>t</i>	-0.1537 *	0.0801

$R^2=0.4393$   
 $DW=1.9923$

Det undersøges således, om en CES produktionsteknologi bedre kan beskrive produktionen af el. Ud fra tabel 2 ses det, at substitutionselasticiteten kan bestemmes til  $-c_2 = 0.30$  på kort sigt og  $-c_4 = \tilde{c}_4/c_3 = 0.38$  på lang sigt. Det betyder, at vi må afvise hypotesen om en substitutionselasticitet på 1, men kan opretholde en antagelse om delvis substitution mellem de to produktionsfaktorer, brændsel og kapital.<sup>8</sup> Vi forsøger derfor at beregne en ønsket elpris, som beskrevet på side 5, hvorefter den faktiske elpris estimeres på grundlag af model D.

## 4.3 Konkret elpris-relation

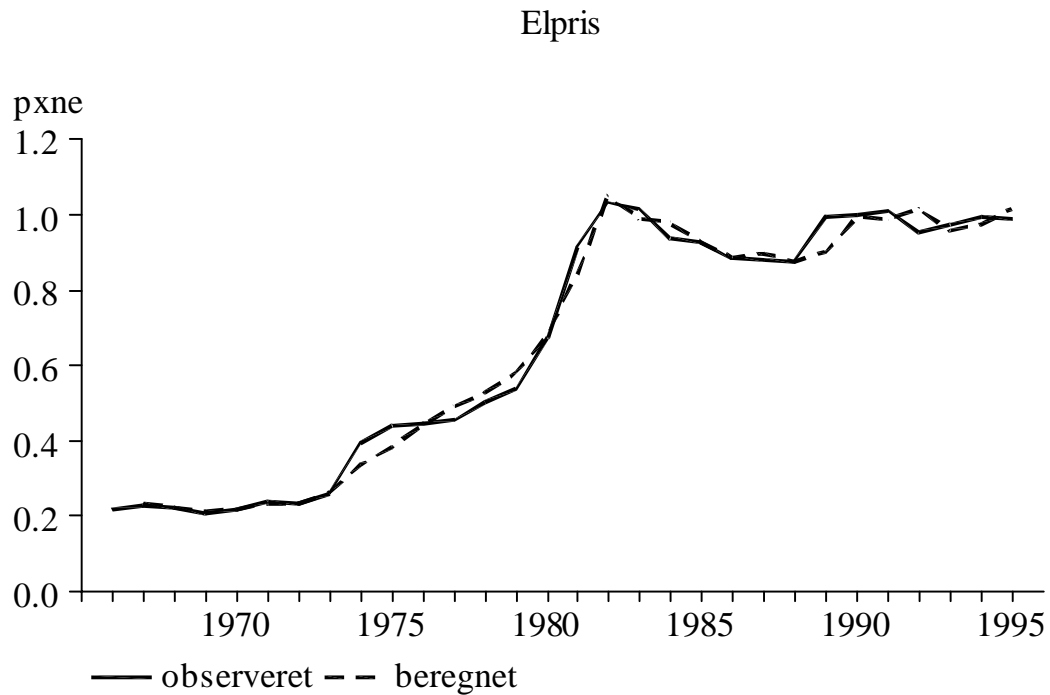
<sup>8</sup>Ved estimationen af D er konstanterne  $\kappa_b$  og  $\kappa_k$  beregnet ud fra relation D\* på baggrund af gennemsnitlige data.

Tabel 3: Estimationsresultater for model D

variabel	estimat	std.afv.
<i>konst</i>	0.2014	0.0609
$d \log(p_{el}^\phi)$	0.6331	0.0995
$\log(p_{el-1}/p_{el-1}^\phi)$	-0.7327	0.1558
<i>t</i>	-1.536	0.3986
$t^2$	1.204	0.3259

$R^2=0.7575$   
 $DW=1.4155$

Af tabel 3 ses det, at en 1% stigning i den ønskede elpris medfører en umiddelbar stigning på 0.63% i den faktiske elpris, der herefter gradvis tilpasser sig langsigtseffekten på 1%. Tilpasningshastigheden er 0.73%, og fortolkningen af trendparametrene svarer til den for model B.



Figur 2

Endelig viser figur 2, hvorledes den forventede elpris varierer i forhold til den faktiske.<sup>9</sup> Det ses, at den forventede elpris - trods enkelte mindre afvigelser - i høj grad må siges at følge udviklingen i den faktiske elpris. Stigningen i elprisen 1989 til 1991 fanges mærkeligt nok kun af modellen med et års lag.

<sup>9</sup>Det skal bemærkes, at elprisen *pxne* er en indeksværdi med 1990=1.

## 5 Konklusion

Med rimelige antagelser kan elprisen således, jf. model B, estimeres som funktion af prisen på de to produktionsfaktorer: brændsel og kapital. Estimationen viste, at en stigning på 1% i brændselsprisen resulterer i, at elprisen umiddelbart og tillige på lang sigt forøges med ca. 0.4%. Derimod vil en ændring på 1% i prisen på kapital udelukkende påvirke elprisen på lang sigt med 0.23%. Ændringer i kapitalbeholdningen er altså træge i forhold til ændringer i brændselsmængden, hvilket virker troværdigt ud fra gængs teori.

På baggrund af estimationsresultaterne for model B og C vælger vi i stedet at tage udgangspunkt i en CES produktionsfunktion, hvor vi anvender den estimerede substitutionselasticitet på 0.38, der må betragtes som mere realistisk end Cobb-Douglas produktionsfunktionens på 1. Konstanterne  $\kappa_b$  og  $\kappa_k$  bestemmes, og det antages, at der sker en dynamisk tilpasning af den faktiske mod den ønskede elpris, hvilket resulterer i prisrelationen D.

I forhold til ligningen i EMMA skal det dog bemærkes, at denne til en vis grad tager højde for andre driftsomkostninger som eksempelvis lønomkostningerne, idet disse implicit indgår i variabelen *index*. Brændsels- og kapitalomkostninger udgør dog langt hovedparten af omkostningerne i *ne*-erhvervet, så en mere rudimentær behandling af lønomkostningerne må betragtes som rimelig.

Det væsentlige i papiret er påpegningen af substitution mellem brændsel og kapital. Til brug i ADAM vil det givetvis være mere hensigtsmæssigt specifikt at opstille faktorefterspørgsler efter brændsel og kapital på baggrund af CES funktionen og herefter at anvende prisrelation D som i papiret.