

## Estimationer af energieftefterspørgslen

### Resumé:

*Dette papir indeholder estimationer af energieftefterspørgslen, i seks af de mest energiforbrugende erhverv. Der præsenteres resultater for en fejlkorrigeringsmodel og en ændringsrelation, for alle seks erhverv.*

*For fejlkorrigeringsmodellens vedkommende gælder det, at der i flere tilfælde er brug for trender, og i et enkelt tilfælde sågar en dummy. Tillades disse 'nødløsninger' kan der imidlertid estimeres fornuftige priselasticiteter og generelt ganske pæne resultater.*

*Ændringsrelationen klarer sig imidlertid uden nogen former for trender og dummys, og også her kan der opnås fornuftige estimater.*

*Generelt forklarer fejlkorrigeringsmodellen udviklingen i energiforbruget lidt bedre end ændringsrelationen – om denne bedre forklaringskraft imidlertid opvejer brugen af dummys og trender er dog et åbent spørgsmål.*

*Håbet med dette papir er, at der kan tages en beslutning om, hvilken model der skal sættes på, når de sidste 13 erhverv skal estimeres.*

---

energiIII.wp

Nøgleord: energi faktorefterspørgsel

## Indledning

Der skal i forbindelse med modelleringen af faktorefterspørgslen, estimeres ligninger for energiefterspørgslen i ADAMs erhverv. Der har i to tidligere modelgruppepapirer været arbejdet med energiefterspørgslen. Det er papirerne *Indledende forsøg på modellering af energiefterspørgslen* Finn Knudsen, John Smidt, 7. Juni 1994 og *Foreløbige estimationer af energiefterspørgslen i 4 erhverv* Finn Knudsen, 27. Juli 1994 (Herefter vil der ved referencer til disse modelgruppepapirer blot blive angivet dato). Disse papirer har bl.a. beskæftiget sig med hvilket prisindeks og produktionsbegreb, der skulle benyttes i formuleringen af de endelige ligninger, og det er på baggrund af disse papirer valgt at bruge BFI som mængdebegreb og BFI-prisindekset som prisindeks. Dette papir beskriver estimationer for erhvervene  $qt$ ,  $a$ ,  $qh$ ,  $qq$ ,  $nb$ ,  $nm$ , som i perioden 1980 til 1990, stod for op imod 75 % af energiforbruget i Danmark. Estimationsresultaterne er vist i kapitel 2, mens der er en sammenfatning af resultaterne i kapitel 3.

## 2. Estimationsresultater

De to modeller der estimeres, er henholdsvis en fejlkorrektionsmodel og en ændringsrelation. Fejlkorrektionsmodellen estimeres desuden i både 1 og 2 trin. Der er ved arbejdet med ligningerne lagt vægt på, at parametrene er stabile i estimationsperioden; specielt bør den langsigtede priselasticitet være nogenlunde stabil, da den er afgørende for ligningernes egenskaber ved en fremskrivning. Desuden er det tilstræbt, at ligningerne i øvrigt har fornuftige økonomiske egenskaber, hvilket typisk handler om justering af kortsigtdynamikken. Alle estimationer er foretaget på perioden 1950 til 1990, men hvis det under arbejdet har vist sig, at ligningens egenskaber påvirkes af estimationsperioden, vil det blive nævnt.<sup>1</sup> Specielt kan variabelen  $fros$ , antallet af frostdøgn, være et problem, da den tilsyneladende i flere tilfælde bliver insignifikant, når data før 1966 ikke medtages i estimationen. Der bør derfor nok tages stilling apriori, om  $fros$  bør inddrages i modellen. Baggrunden for at  $fros$  kan være et problem, er at data for energiforbruget i de enkelte erhverv, ikke fandtes før 1966. Disse blev derfor dannet ud fra det samlede danske energiforbrug, hvilket betyder at svingninger i det samlede danske energiforbrug pga. frostdøgns indflydelse, vil give sig udslag i tilsvarende svingninger i de enkelte erhvervs energiforbrug.

En meget vigtigere beslutning er imidlertid, hvilken model der skal bruges. Håbet er, at resultaterne for fejlkorrektionsmodellen i et trin vil være så gode for de fleste erhverv, at energiefterspørgslen kan beskrives ved denne model. Alternativt kan man forestille sig, at fejlkorrektionsmodellen estimeres i to trin, eller at man helt opgiver at beskrive energiforbrugets niveau, og benytter ændringsrelationen. Hvorom alting er, bør det nok tilstræbes, at samme model

---

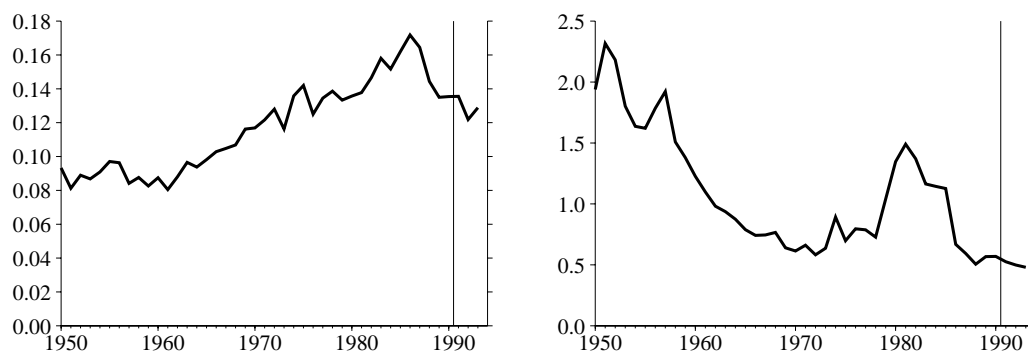
<sup>1</sup>For fejlkorrektionsmodellen estimeret i to trin gælder det, at første trin er estimeret fra 1949 til 1990 og andet trin fra 1950 til 1990.

vælges for alle erhvervene.

For nogle erhverv er der problemer med niveaurelationen, og det har derfor været nødvendigt med nogle nødløsninger i form af dummy-konstruktioner. Det er specielt i forbindelse med prisfaldet på energi i 80'erne, at niveaurelationerne bryder sammen. Det skyldes, at dette prisfald ikke medførte en stigende energikvote, men at energikvoten for visse erhverv snarere var uændret eller direkte faldt. I forrige papir blev det nævnt, at dette måske kunne skyldes irreversible investeringer i mere energieffektive produktionsmetoder, som fx. isolering af bygninger. Det lader imidlertid også til, at det for nogle erhverv er aggregeringsproblemer, som skaber problemerne i 80'erne. Man bør derfor være forsigtig med at fortolke dummyer, og de bør kun ses som nødløsninger. Tilsvarende gør sig måske også gældende for trenderne, som formentlig primært fanger, at der inden for det enkelte ADAM-erhverv, er sket forskydninger mellem de underliggende NR-erhverv. I øvrigt forklarer de estimerede trender en meget stor del af den langsigtede udvikling i energikvoten, og derfor vil det have stor betydning ved fremskrivninger, hvordan det vælges at fremskrive disse trender.

## 2.1. Estimationer for transporterhvervet, $qt$

Transport erhvervet har tidligere været omtalt, men det nye i dette papir er, at der præsenteres de endelige ligninger for energieferspørgslen i  $qt$ -erhvervet. Derfor præsenteres bl.a. de estimerede parametre, og hvordan trenderne påvirker erhvervet. Transport-erhvervet er det erhverv, som forbruger mest energi, og det er derfor vigtigt, at der netop for dette erhverv kan estimeres en god ligning. Imidlertid rammes netop  $qt$ -erhvervet hårdt af 80'er problemet, der består i, at tilsyneladende *både* energikvote og energipris er faldende i slutningen af 80'erne. Det har tidligere været nævnt, at investeringer i kunne forklare noget af udviklingen i 80'erne. Investeringer i mere energieffektive produktionsmetoder kan imidlertid ikke *alene* forklare denne udvikling; de kan kun forklare, at energikvoten ikke stiger, men ikke at den ligefrem falder. Under arbejdet med  $qt$ -erhvervet er det blevet klart, at den uforklarlige udvikling i energikvoten i firserne til dels skyldes aggregeringen af de underliggende nationalregnskabsgrupperinger. I figur 1 ses hvordan energikvoten og energiprisen i  $qt$ -erhvervet har udviklet sig gennem tiden, og det fremgår tydeligt, hvori 80'er problemet består.

**Figur 1. Udviklingen i energikvote og energipris i *qt*-erhvervet**

Nedenfor præsenteres estimationsresultater for både fejlkorrktionsmodellen og ændringsrelationen, og en gennemgang af relationernes fremskrivnings-egenskaber.

### 2.1.1. Fejlkorrktionsmodellen

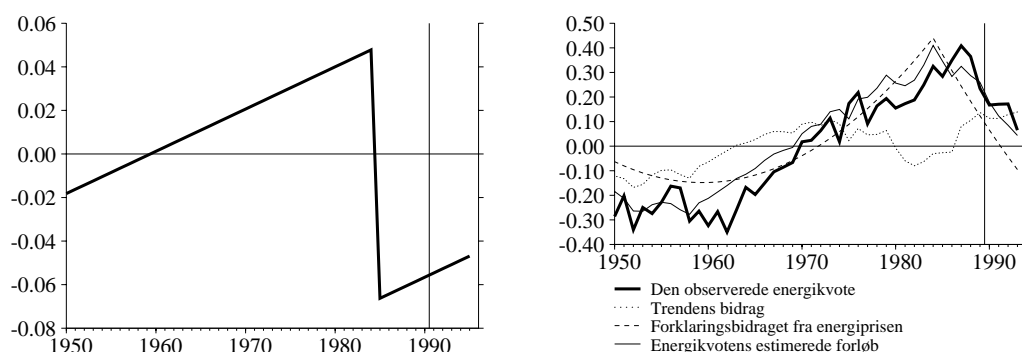
Som nævnt optræder der en kombination af fald i både energipris og energikvote i *qt*-erhvervet. For fejlkorrktionsmodellen medfører dette desværre, at der på perioden 1950-1990 estimeres en langsigtet priselasticitet, der er positiv – mens der på perioden 1950-1984 kan estimeres en signifikant negativ priselasticitet. Som det blev vist i modelgruppepapiret af 27. juli, kan der imidlertid findes en nødløsning på dette problem. Det drejer sig om en trend, der er 1 i 1985, 2 i 1986, osv, og indføres denne trend fås en stabil langsigtet priselasticitet(ikke vist, se evt. papir af 27 juli).

Der er desuden et mindre problem med den kortsigtede produktionselasticitet. Den estimeres til 0, mens tilpasningshastigheden for niveaurelationen er 0.73.<sup>2</sup> Det betyder at en stigning i BFI på 1 %, vil give en stigning i energiforbruget første år på 0 %, andet år 0.73 % og tredje år 0.93 %. Dette virker ikke særlig troværdigt, og derfor bindes produktionselasticiteten til at være 0.35 ( $\alpha_4 = -0.65$ ). Dette er statistisk tilladeligt, og ved en stigning i BFI fås nu en stigning i energiforbruget første år på 0.35 %, andet år 0.81 % og tredje år 0.95 %.<sup>3</sup>

De følgende resultater er alle fremkommet efter de to nævnte korrektioner til modellen. Trendens forløb og dens betydning for niveaurelationen er vist i figur 2.

<sup>2</sup>Parameteren til  $Dlog(fYf)$  estimeres til -1, men da venstresiden er formuleret som energikvote, svarer dette til en produktionselasticitet på 0, se evt. estimationsligningen (1) på side 5.

<sup>3</sup>Som en detalje kan det nævnes, at problemet formentlig opstår pga. nogle enkelte observationer i 1961 og 1974. Hvis disse to observationer fjernes, estimeres nemlig første års produktionselasticitet større end 0.

**Figur 2. Trendens betydning for *qt*-erhvervet****Vækst i trenden****Forklaringsbidrag i niveaurelationen**

Anm. På grafen til højre, viser hvor meget de enkelte variable i niveaurelationen forklarer af udviklingen i energikvoten. Da de er skrevet op, direkte som de indgår i niveaurelationen (men alle normeret med deres gennemsnit i perioden), er den observerede energikvote altså logaritmen til den observerede energikvote.

Grafen til venstre viser den årlige procentvise tilvækst i energikvoten, som kommer fra trenden. Når energikvoten og forklaringsbidraget fra trenden er stigende gennem 60'erne og 70'erne, skyldes det formentlig, at *qt*-erhvervet er et aggregat af forskellige transporterhverv. Blandt disse er luftfart, som har en ganske høj energikvote. Da flytrafikken har været i kraftig vækst op gennem 60'erne og 70'erne, er det årsagen til, at *qt*-erhvervets samlede energikvote har været voksende i denne periode. Et specielt problem er imidlertid, at energikvoten falder i slutningen af 80'erne. Det skyldes at BFI vokser kraftigt i NR-grupperingen, postvæsen og telekommunikation, som også er indeholdt i *qt*-erhvervet. Da energiforbruget imidlertid er lavt i denne branche, medfører det, at den aggregerede energikvote i *qt*-erhvervet falder, et fald som dummy konstruktionen fra 1985 så må fange. Man skal altså ikke tage denne dummy-konstruktion som udtryk for andet end en nødløsning, der kan redde relationen fra et sammenbrud forårsaget af en problematisk aggregering. Den anden graf viser, hvordan niveaurelationen beskriver udviklingen i energiforbruget. Alle graferne har middelværdi 0, så det fremgår derfor umiddelbart, hvor meget trendens, henholdsvis prisudviklingens, forklaringsbidrag er i niveaurelationen. Tilsyneladende er det trenden, som forklarer det meste af den langsigtede udvikling i energikvoten; det er derfor afgørende, at der ved fremskrivninger tages stilling til trendens videre forløb. I formel 1 ses hvordan den endelige relation ser ud, og i tabel 1 er der vist en opsummering af relationens statistiske egenskaber og de estimerede koefficienter.

$$\begin{aligned}
 D\log\left(\frac{fVe_j}{fYf_j}\right) &= \alpha_0 + \alpha_2 D\log\left(\frac{pve_j}{pyf_j}\right) + \alpha_4 D\log(fYf_j) + \alpha_6 D(fros) \\
 &\quad - \gamma \left[ \log\left(\frac{fVe_j}{fYf_j}\right)_{-1} - \beta_1 \left( \log\left(\frac{pve_j}{pyf_j}\right) \right)_{-1} - trend \right]
 \end{aligned} \tag{1}$$

**Tabel 1. Estimation af energiforbruget i  $qt$ -erhvervet**

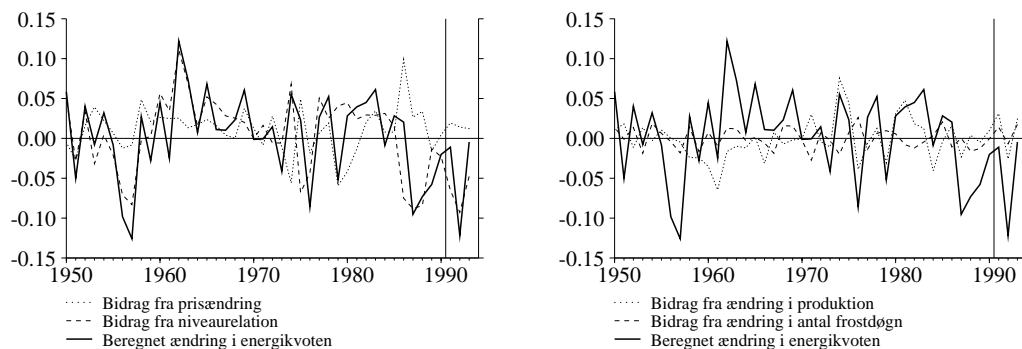
Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ændring i energikvote	$D\log(fVeqt/fYfqt)$		
Ændring i den relative energipris, $\alpha_2$	$D\log(pveqt/pyfqt)$	-0.18	0.052
Ændring i BFI, $\alpha_4$	$D\log(fYfqt)$	-0.65	-
Ændring i antal frostdøgn, $\alpha_6$	$D(fros)$	0.00058	0.00033
Konstant, $\alpha_0$		-1.53	0.27
Fejlkorrrektionsled, $\gamma$		0.70	0.12
Relative energipris, $\beta_1$	$\log(pveqt/pyfqt)$	-0.20	0.06
Tid	$(tid-1947)$	-0.024	0.01
Tid <sup>2</sup>	$(tid-1947)^2$	0.00096	0.00022
Dummy	$d8593 \cdot (tid-1984)$	-0.116	0.021

Anm.  $n = 1950-1990$      $s = 0.045$      $R^2 = 0.68$      $DW = 2.34$

**Det er værd at bemærke:**

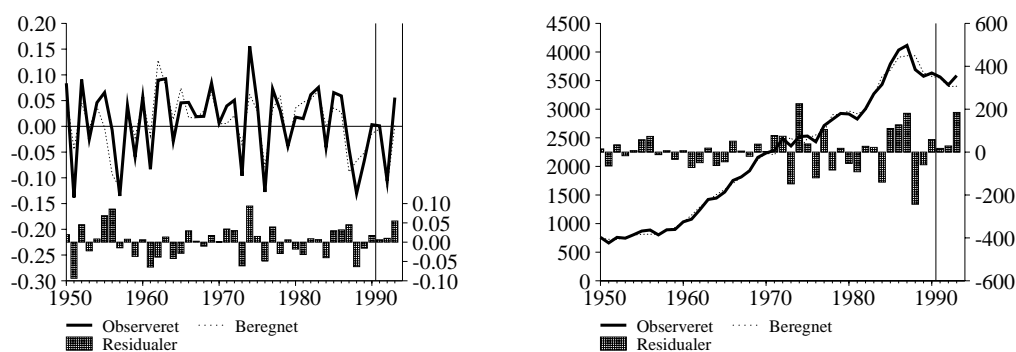
- Slutresultatet bliver altså en helt almindelig fejlkorrrektionsmodel. Selvom der i starten var en væsentlig friere kortsigtdynamik, består kortsigtdynamikken *kun* af den kortsigtede priselastisitet og den kortsigtede produktionselastisitet. Derfor kan der ikke optræde ubehageligheder som cyklisk tilpasning.
- Multiplikator eksperimenter med pris og produktion ser derfor pæne ud.
- Variablen *fros* er kun signifikant hvis data før 1966 tages med i estimationen - i bilag 1 ses i øvrigt også, hvordan parameteren til  $D(fros)$ , er faldende gennem perioden.

I figur 3 er vist forklaringsbidraget for de enkelte variable på kort sigt. Middelværdien for graferne er 0, så det umiddelbart fremgår hvilke variable der forklarer mest i relationen. Tilsyneladende forklarer niveaurelationen en stor del af ændringen i energikvoten, mens frostdøgn betyder ganske lidt.

**Figur 3. Forklaringsbidrag i  $qt$ -relationen, kort sigt**  
**Niveaurelation og  $d\log(pveqt/pyfqt)$        $D\log(pyfqt)$  og  $Dfros$** 

I figur 4 ses relationens historiske forklaringssevne. Til venstre er vist, hvordan relationen fanger ændringer i energikvoten, mens grafen til højre viser, hvordan relationen forudsiger energiforbruget.

**Figur 4. Relationens historiske forklaringssevne**  
**Ændring i energikvoten** **Energiforbrug**



Hvis fejlkorrigeringsmodellen i stedet estimeres i to trin, fås næsten de samme resultater, som hvis den estimeres i et trin. Det er stadig nødvendigt med en dummy, og at binde den kortsigtede produktionselasticitet. De statistiske egenskaber og parameterestimaterne er næsten ens, dog bliver den langsigtede priselasticitet en smule lavere, når der estimeres i to trin ( $-0.18$ ); alt i alt vil det altså ikke gøre nævneværdig forskel, om der estimeres i et eller to trin.

### 2.1.2. Ændringsrelationen for *qt*-erhvervet

Ændringsrelationen i *qt*-erhvervet har den fordel, at den ikke beskriver energiforbrugets niveau. Derfor påvirkes den ikke af 80'ers problemet i samme grad som fejlkorrigeringsmodellen. Ligesom for fejlkorrigeringsmodellen er der dog et mindre problem, idet den kortsigtede produktionselasticitet bliver ret lav. En stigning på 1 % i produktionen medfører kun en stigning på 0.21 % i energiforbruget første år, men hele 0.79 % andet år.<sup>4</sup> Produktionselasticiteterne kan i stedet bindes, så førsteårs effekten bliver 0.4 % og andet års effekten 0.6 %, uden at det påvirker relationens statistiske egenskaber.

Rekursive estimationer (ikke vist) fortæller, at modellen er rimelig stabil, men den bryder dog sammen i bl.a. 1974. Som en detalje kan det nævnes, at observationen i 1974 har temmelig stor betydning for de estimerede parametres værdi; uden denne observation, kan der nemlig estimeres fornuftigere produktionselasticiteter, og priselasticiteten stiger fra  $-0.12$  til  $-0.17$ .

Når produktionselasticiteterne i ændringsrelationen er bundet til fornuftige

<sup>4</sup>Det erindres, at ændringsrelationen er pålagt en restriktion, således at produktionselasticiteterne summer til 1.

værdier, fås en relation som vist i formel 2.

$$D\log(fVe_j^2) = \alpha_2 D\log(fYf_j) + \alpha_3 D\log(fYf_j)_{-1} + \alpha_5 D\log\left(\frac{pve_j}{pyf_j}\right) + \alpha_7 D(fros) \quad (2)$$

**Tabel 2. Ændringsrelationen for qt-erhvervet**

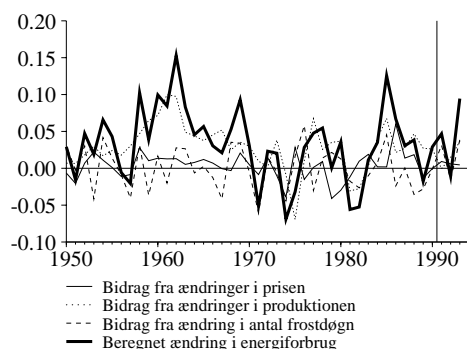
Variabel	ADAM-navn	
Ændring i energiforbrug	Dlog(fVeqt)	
Kortsigtet priselasticitet	Dlog(pveqt/pyfqt)	-0.12 (0.06)
Produktionselasticitet	Dlog(fYfqt)	0.40 (-)
Produktionselasticitet lagget	Dlog(fYfqt.1)	0.60 (-)
Ændring i antal frostdøgn	D(fros)	.0011 (0.00042)
n = 1950-90 s = 0.061 R <sup>2</sup> = 0.22 DW = 2.32		

**Værd at bemærke:**

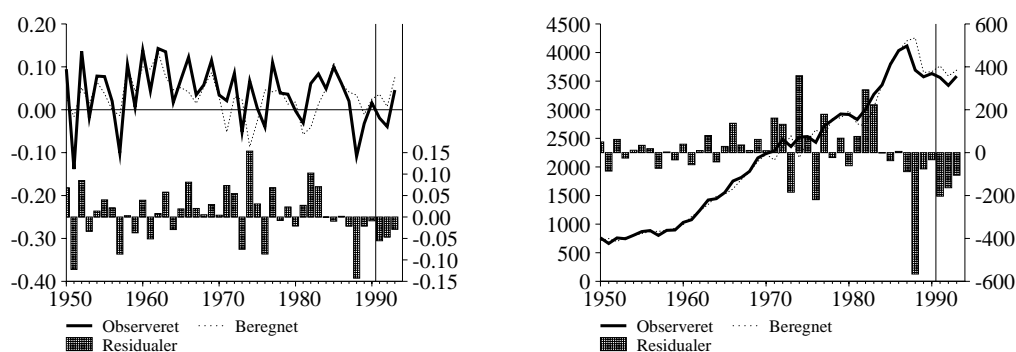
- Der er tale om en meget simpel relation, idet der hverken er trender eller særlig mange laggede variabler med. Specielt er den laggede ændring i energiforbruget ikke med, hvilket gør at multiplikatorer får et meget enkelt forløb, uden risiko for bl.a. cyklisk tilpasning.
- Som det har gjort sig gældende i fejlkorrektionsmodellen, er *fros* kun signifikant, når data fra før 1966 er med.

I figur 5 ses de forskellige variabelers forklaringsbidrag i relationen.



**Figur 5. De forskellige variabelers forklaringsbidrag**

I figur 6 ses relationens historiske forklaringssevne, dels når man ser på dens direkte forklaringssevne, dvs. dens evne til at forudsige ændringerne i energikvoten; dels dens evne til at beskrive det faktiske energiforbrug.

**Figur 6. Relationens statistiske egenskaber og historiske forklaringssevne**  
**Relationens historiske forklaringssevne      Forudsagt energiforbrug**

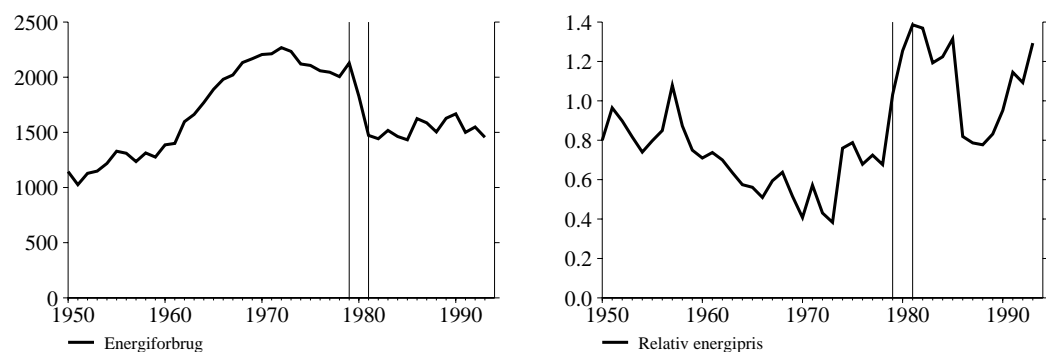
### 2.1.3. Sammenfatning for *qt*-erhvervet

Der er et væsentligt problem i *qt*-erhvervet, nemlig at energikvoten falder i slutningen af firserne. En væsentlig årsag til at dette problem opstår er, at *qt*-erhvervet er aggregeret af erhverv med meget forskellige energikvoter, som fx. lufttransport og telekommunikation. Da der sker en stor stigning i BFI i telekommunikation og postvæsen i 80'erne, betyder det, at den aggregerede energikvote nødvendigvis falder, og der må lægges en dummy ind for at redde relationen fra et sammenbrud. En sådan nødløsning kan dog undgås, hvis man i stedet kun estimerer en ændringsrelation; denne bliver nemlig ikke påvirket i samme grad af aggregeringsproblemet. Om fejlkorrigeringsmodellen bør opgives, vil dog også afhænge af estimationsresultaterne for de andre erhverv.

## 2.2. Estimationer for landbrugserhvervet

I landbrugserhvervet er der også et „80’er problem”, selvom det ikke ser så alvorligt ud som for *qt*-erhvervet. I forbindelse med oliekrisen i 1979-1980 falder energiforbruget i landbruget med 25 %, som det fremgår i figur 7; men det store fald i energiprisen i 1984 medfører imidlertid ikke en tilsvarende stigning. Dette kan være et eksempel på, at der er foretaget investeringer i energibesparelser, som har medført et permanent lavere energiforbrug.

**Figur 7. Udviklingen i energiforbrug og energipris i landbruget**  
**Energiforbrug** **Den relative energipris**



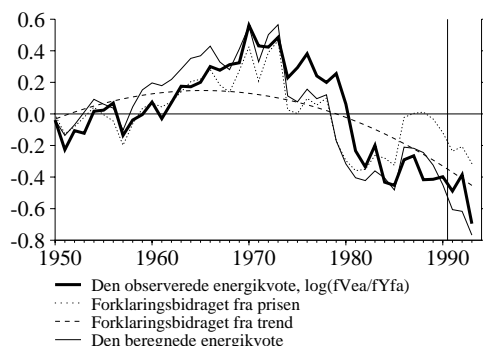
I det forrige papir blev det nævnt, at der var overvejelser fremme om at korrigere landbrugets produktion for høstudbyttet, og om hvorvidt dette ville være mest 'korrekt'. Denne problemstilling udskydes imidlertid til en anden gang, da foreløbige estimationer har vist, at det i praksis ikke vil betyde noget for de estimerede parametre eller relationens statistiske egenskaber. Nedenfor præsenteres de to modeller, men i øvrigt henvises til papiret af 27. Juli, for yderligere diskussion af modellernes udseende.

### 2.2.1. Fejlkorrktionsmodellen

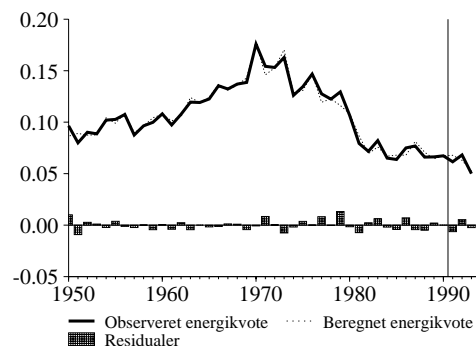
Det voldsomme fald i energiforbruget i 80'erne giver fejlkorrktionsmodellen nogle problemer. Dette er formentlig grunden til, at der estimeres en signifikant trend i landbrugserhvervet. I figur 8 ses forklaringsbidragende fra de forskellige variable i niveaurelationen, og hvordan hele relationens historiske forklaringssevne har været. Det bemærkes, at trenden betyder mest i 80'erne, hvilket formentlig skyldes, at den skal fange den ustabilitet der har været her.<sup>5</sup>

<sup>5</sup>Fordi trenden tilsyneladende betyder mest i 80'erne, har der været arbejdet med forskellige dummy konstruktioner, som kunne træde istedet for trenden. Det er muligt at indføre en 0,1 dummy i 80'erne, som gør trenden insignifikant. Da der imidlertid vil være flere forskellige specifikationer af denne dummy, med forskellige fortolkningsmuligheder, vil disse muligheder dog ikke blive benyttet.

**Figur 8.**  
**Forklaringsbidrag i niveaurelationen**



**Historisk forklaringsevne**



Anm. Grafen til venstre viser de enkelte variabelers forklaringsbidrag i niveaurelationen. Grafen til højre viser hele relationens historiske forklaringsevne; dvs. hvor godt hele fejlkorrigeringsmodellen har forudsagt energikvoten i perioden. Det er værd at bemærke at energikvoten til venstre er i logaritmer (og har gennemsnit 0), mens dette ikke gør sig gældende i grafen til højre.

Nedenfor i tabel 3 ses relationens statistiske egenskaber, og værdierne af de estimerede parametre.

**Tabel 3. Estimation af energiforbruget i *a*-erhvervet**

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ændring i energikvote	$D\log(fVea/fYfa)$		
Ændring i den relative energipris, $\alpha_2$	$D\log(pvea/pyfa)$	-0.11	0.06
Ændring i BFI, $\alpha_4$	$D\log(fYfa)$	-0.82	0.13
Ændring i antal frostdøgn, $\alpha_6$	$D(fros)$	0.00095	0.00042
Konstant, $\alpha_0$		-0.87	0.24
Fejlkorrigeringsled, $\gamma$		0.34	0.07
Relative energipris, $\beta_1$	$\log(pvea/pyfa)$	-0.64	0.13
Tid	$(tid-1947)$	0.03	0.013
Tiden i anden	$(tid-1947)^2$	-0.00078	0.00028

Anm.  $n = 1950-1990$   $s = 0.054$   $R^2 = 0.85$   $DW = 2.48$

Hvis fejlkorrigeringsmodellen istedet estimeres i to trin fås nogenlunde de samme resultater, bortset fra nogle lavere priselastisiteter; den langsigtede priselastisitet bliver -0.38 istedet for -0.64, mens den kortsigtede priselastisitet falder fra -0.11 til -0.07.

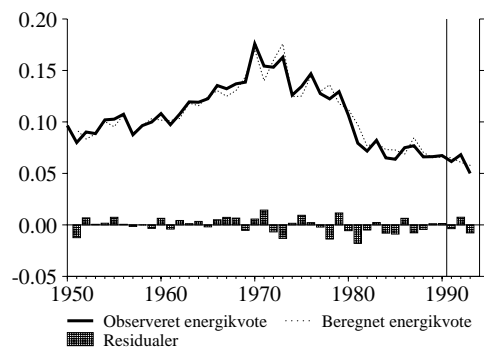
### 2.2.2. Ændringsrelation for landbrugserhvervet

Som et alternativ til fejlkorrigeringsmodellen kan man nøjes med at estimere en ændringsrelation. Denne relation kan estimeres uden trender, formentlig fordi den ikke skal forklare en langsigtet sammenhæng mellem energipris og energiforbrug. I tabel 4 ses relationens statistiske egenskaber, og i figur 9 ses relationens historiske forklaringsevne.

**Tabel 4. Ændringsrelationen for landbrugserhvervet**

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ændring i energiforbrug	$D\log(fVea)$		
Kortsigtet priselasticitet	$D\log(pvea/pyfa)$	-0.18	0.069
Kortsigtet priselasticitet, lagget	$D\log(pvea.l/pyfa.l)$	-0.23	0.064
Produktionselasticitet	$D\log(fYfa)$	0.47	0.11
Produktionselasticitet, lagget	$D\log(fYfa.l)$	0.53	0.11
Ændring i antal frostdøgn	$D(fros)$	0.00074	0.00062

$n = 1950-90$      $s = 0.074$      $R^2 = 0.68$      $DW = 1.94$

**Figur 9 Ændringsrelationens historiske forklaringssevne**

Stabiliteten af parametrene gennem perioden er nogenlunde. Der er dog en klar tendens til, at førsteårs-effekten fra stigninger i produktionen er blevet mindre gennem tiden, og at koefficienten til frostdøgn har været faldende. Relationen er nem at fremskrive, idet der hverken er dummyer eller trender med.

### 2.2.3. Sammenfatning for landbrugserhvervet

Hvis fejlkorrektionsmodellen bruges i landbrugserhvervet, estimeres en signifikant trend, mens der ikke er behov for en trend i ændringsrelationen. Det skyldes formentlig, at fejlkorrektionsmodellen ikke kan fange udviklingen i 80'erne. Ellers bemærkes især den høje langsigtede priselasticitet i landbruget. Graferne 8 og 9 giver mulighed for at sammenligne de to modeller indbyrdes. For begge modeller er vist, hvordan de har forudsagt energikvotens niveau i den historiske periode. Fejlkorrektionsmodellen har tilsyneladende ramt noget bedre end ændringsrelationen, men er jo også estimeret med en trend.

### 2.3. Estimationsresultater for $qh$ -erhvervet

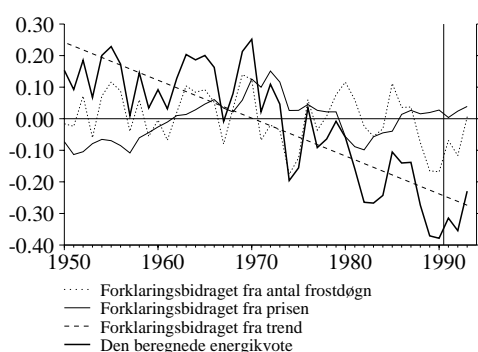
Det næste erhverv, der er estimeret på, er  $qh$ -erhvervet. I forrige papir viste  $qh$ -erhvervet sig at være nogenlunde problemfrit, så der vil ikke blive præsenteret så mange resultater her.

#### 2.3.1. Fejlkorrektionsmodellen

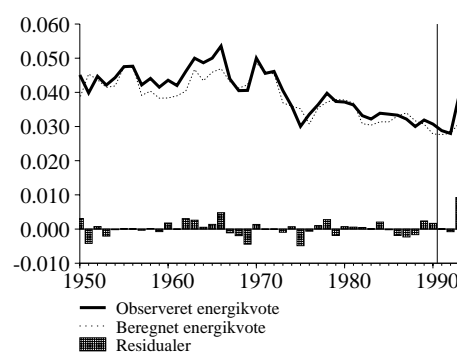
Selvom energiprisen i  $qh$ -erhvervet også falder i 1984 og energikvoten tilsyneladende ikke vokser (ikke vist), har der ikke været behov for en dummy fra 1984. Der er altså tilsyneladende ikke det samme 80'er problem i  $qh$ -erhvervet, som der har været for andre erhverv, hvilket jo kun er glædeligt. I figur 10 er vist forklaringsbidragene i niveaurelationen og hvordan hele fejlkorrektionsmodellens historiske forklaringssevne har været.

**Figur 10.**

**Forklaringsbidrag i niveaurelationen**



**Relationens forklaringskraft**



Dette er i øvrigt et godt eksempel på, hvor meget trenden betyder for niveaurelationen; den afspejler et approksimativt fald i energikvoten på 50 % fra 1950 til 1990. Som det bemærkes på grafen, forklarer variabelen *fros* i niveaurelationen faktisk en væsentlig del af energikvoten. I tabel 5 er vist estimationsresultatet for relationen.

**Tabel 5. Estimation af energiforbruget i  $qh$ -erhvervet**

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ændring i energikvote	$D\log(fVeqh/fYfqh)$		
Ændring i den relative energipris, $\alpha_2$	$D\log(pveqh/pyfqh)$	-0.24	0.07
Ændring i BFI, $\alpha_4$	$D\log(fYfqh)$	-0.36	0.24
Ændring i antal frostdøgn, $\alpha_6$	$D(fros)$	0.0018	0.00053
Konstant, $\alpha_0$		-1.8	0.42
Fejlkorrektionsled, $\gamma$		0.55	0.13
Relative energipris, $\beta_1$	$\log(pveqh/pyfqh)$	-0.21	0.06
Tid	$(tid-1947)$	-0.024	0.0016
Antal frostdøgn, lagget	$fros.l$	0.0042	0.0011

Anm.  $n = 1950-1990$        $s = 0.057$        $R^2 = 0.65$        $DW = 1.88$

Ved estimationen bliver den laggede prisændring næsten signifikant. Imidlertid skyldes det alene observationen i 1975, jvf. papir af 27 juli, og den er derfor udeladt af relationen.

#### Værd at bemærke:

- I dette erhverv er der ingen tvivl om, at  $fros$  og  $D(fros)$  bør medtages i relationen. Begge parametre bliver klart signifikante, og de har begge været forholdsvis stabile i perioden.
- Parametrene er alle forholdsvis stabile, når der laves rekursiv estimation.

Hvis fejlkorrigeringsmodellen estimeres i to trin, fås i øvrigt næsten de samme resultater, som vist ovenfor.

### 2.3.2. Ændringsrelationen for $qh$ -erhvervet

Der er ikke de store problemer med ændringsrelationen i  $qh$ -erhvervet. Derfor præsenteres kun estimationsresultaterne i tabel 6. Iøvrigt har parametrene alle været rimeligt stabile gennem perioden.

**Tabel 6. Estimationsresultater for ændringsrelationen i  $qh$ -erhvervet**

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ændring i energiforbrug	$D\log(fVeqh)$		
Kortsigtet priselasticitet	$D\log(pveqh/pyfqh)$	-0.26	0.076
Produktionselasticitet	$D\log(fYfqh)$	0.49	0.19
Produktionselasticitet, lagget	$D\log(fYfqh.1)$	0.51	0.19
Ændring i antal frostdøgn	$D(fros)$	0.0015	0.00047

$n = 1950-90$        $s = 0.067$        $R^2 = 0.54$        $DW = 2.08$

### 2.3.3. Sammenfatning for $qh$ -erhvervet

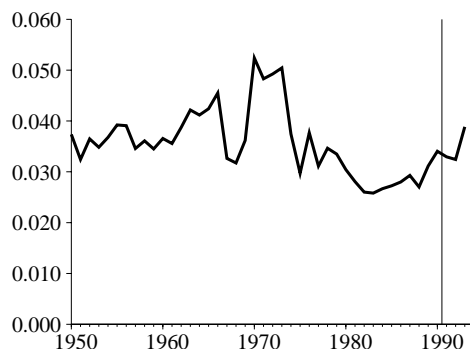
Der har ikke været de store problemer med at estimere relationer for  $qh$ -erhvervet. Som et af de få erhverv, der har været estimeret på indtil videre, er antal frostdøgn en klart signifikant variabel. I fejlkorrigeringsmodellen kommer  $fros$  ind i både niveau og ændringer, og bør derfor nok bibeholdes.

## 2.4. Estimationsresultater for *qq*-erhvervet

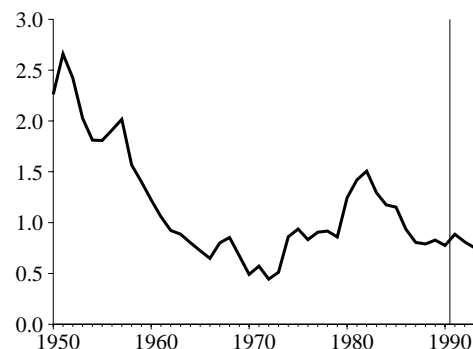
Dette erhverv har ikke været præsenteret i tidligere papirer, og står for ca. 10 % af de samlede energiforbrug. I figur 11 er vist, hvordan udviklingen i energikvoten og energiprisen har været i *qq*-erhvervet.

**Figur 11.**

**Udviklingen i energikvoten**



**Udviklingen i energiprisen**



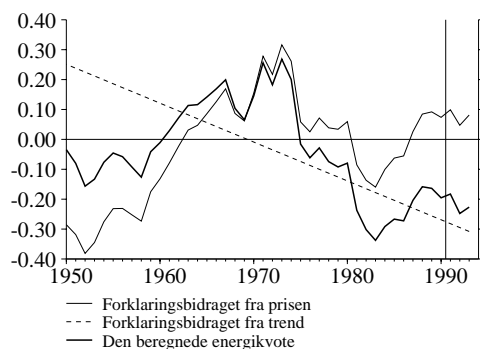
Som det fremgår af figuren, har *qq*-erhvervets udviklingen i energikvoten, et noget 'sygt' forløb, specielt i slutningen af 60'erne. Det giver sig udtryk i en høj spredning på relationen, hvilket også vil fremgå af nedenstående estimationsresultater.

### 2.4.1. Fejlkorrektionsmodellen for *qq*-erhvervet

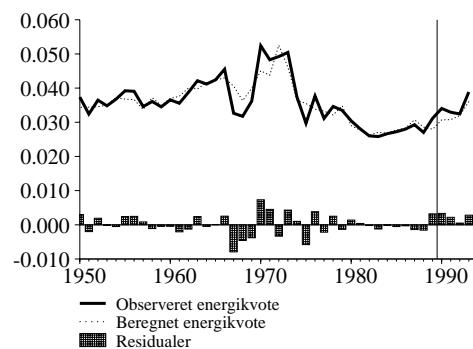
Fejlkorrektionsmodellen er ikke særlig god til at forklare energiforbruget i *qq*-erhvervet, hvilket giver sig udslag i, at relationen får en spredning på 0.084. Det er også nødvendigt at binde den kortsigtede produktionselasticitet, for at kortsigtsdynamikken har et fornuftigt udseende. I figur 12 er vist forklaringsbidragene fra de forskellige parametre i niveaurelationen, og fejlkorrektionsmodellens historiske forklaringssevne. Tabel 7 viser estimationsresultaterne for *qq*-erhvervet.

**Figur 12.**

**Forklaringsbidrag i niveaurelationen**



**Historisk forklaringssevne**



**Tabel 7. Estimation af energiforbruget i *qq*-erhvervet**

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ændring i energikvote	$D\log(fVenb/fYfnb)$		
Ændring i den relative energipris, $\alpha_2$	$D\log(pvenb/pyfnb)$	-0.41	0.09
Ændring i BFI, $\alpha_4$	$D\log(fYfnb)$	-0.7	(-)
Ændring i antal frostdøgn, $\alpha_6$	$D(fros)$	0.0012	0.00071
Konstant, $\alpha_0$		-1.4	0.6
Fejlkorrrektionsled, $\gamma$		0.46	0.2
Relative energipris, $\beta_1$	$\log(pvenb/pyfnb)$	-0.39	0.08
Tid	$(tid-1947)$	-0.013	0.0028

Anm.  $n = 1950-1990$      $s = 0.084$      $R^2 = 0.64$      $DW = 1.98$

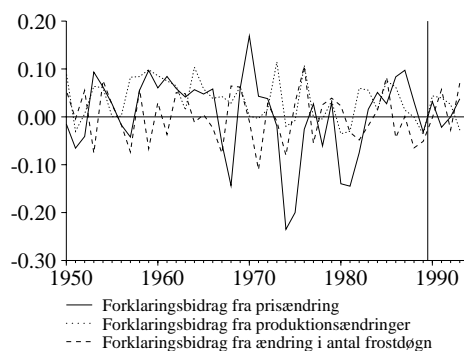
Parametrene er generelt rimeligt stabile, bortset fra perioden omkring 1967 til 1969. Estimeres relationen i stedet i to trin, fås næsten samme resultater som når der estimeres i et trin. Her behøver man dog ikke at binde  $\alpha_4$  (koefficienten til  $D\log(fYfqq)$ , se evt. formel 1 side 5), idet den estimeres til  $-0.62\ominus$ .

#### 2.4.2. Ændringsrelationen i *qq*-erhvervet

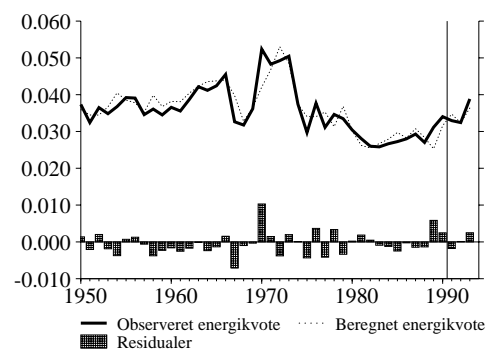
I *qq*-erhvervet viser det sig, at ændringsrelationen forudsiger energiforbruget næsten ligeså godt som fejlkorrrektionsmodellen. I figur 13 er vist forklaringsbidragene fra de enkelte variabler og relationens historiske forklaringssevne. Tabel 8 viser estimationsresultaterne for relationen.

**Figur 13.**

#### Forklaringsbidrag



#### Historisk forklaringssevne

**Tabel 8. Estimationsresultater for ændringsrelationen i *qq*-erhvervet**

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ændring i energiforbrug	$D\log(fVenb)$		
Kortsigtet priselasticitet	$D\log(pvenb/pyfnb)$	-0.37	0.088



Kortsigtet priselasticitet, lagget	$D\log(pvenb.1/pyfnb.1)$	-0.18	0.086
Produktions- elasticitet	$D\log(fYfnb)$	1	(-)
Ændring i antal frostdøgn	$D(fros)$	0.0023	0.00064

---

$n = 1950-90$      $s = 0.085$      $R^2 = 0.61$      $DW = 2.14$

Parametrene i ændringsrelationen er i øvrigt ret stabile gennem estimationsperioden.

### 2.4.3. Sammenfatning for *qq*-erhvervet

Der er i *qq*-erhvervet ingen grund til at foretrække den ene model frem for den anden, idet begge forklarer udviklingen i energiforbruget lige godt/dårligt. For begge modeller gælder det dog, at de estimerede parametre har fornuftige værdier, og derfor godt kan bruges i modellen.

## 2.5. Estimationsresultater for *nb*-erhvervet

Da *nb*-erhvervet er problemfrit præsenteres nedenfor kun estimationsresultaterne for de to modeller, med nogle enkelte kommentarer.

### 2.5.1. Fejlkorrektionsmodellen

I tabel 9 er vist estimationsresultaterne for *nb*-erhvervet.

**Tabel 9. Estimation af energiforbruget i *nb*-erhvervet**

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ændring i energikvote	$D\log(fVenb/fYfnb)$		
Ændring i den relative energi pris, $\alpha_2$	$D\log(pvenb/pyfnb)$	-0.07	0.06
Ændring i BFI, $\alpha_4$	$D\log(fYfnb)$	-0.54	0.16
Ændring i antal frostdøgn, $\alpha_6$	$D(fros)$	0.00095	0.0004
Konstant, $\alpha_0$		-0.48	0.12
Fejlkorrektionsled, $\gamma$		0.30	0.076
Relative energi pris, $\beta_1$	$\log(pvenb/pyfnb)$	-0.35	0.10

---

Anm.  $n = 1950-1990$      $s = 0.056$      $R^2 = 0.50$      $DW = 2.1$

Det bemærkes at den kortsigtede priselasticitet er ret lav, men den vil uden problemer kunne bindes til en større værdi, da den estimerede parameter har en stor spredning. Fejlkorrektionsmodellen i to trin giver nogenlunde samme

resultater, dog med en noget lavere langsigtet priselasticitet.

### 2.5.2. Ændringsrelationen for *nb*-erhvervet

Det er ikke så afgørende, om der i stedet for en fejlkorrektionsmodel vælges en ren ændringsrelation, hvilket fremgår af tabel 10.

**Tabel 10. Estimationsresultater for ændringsrelationen i *nb*-erhvervet**

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ændring i energiforbrug	$D\log(fVenb)$		
Kortsigtet priselasticitet	$D\log(pvenb/pyfnb)$	-0.10	0.065
Produktionselasticitet	$D\log(fYfnb)$	0.43	0.12
Produktionselasticitet, lagget	$D\log(fYfnb.1)$	0.57	0.12
Ændring i antal frostdøgn	$D(fros)$	0.00072	0.00042

$n = 1950-90$      $s = 0.058$      $R^2 = 0.53$      $DW = 2.34$

Selvom den estimerede kortsigtede priselasticitet er noget lav, kan den bindes til noget større uden problemer.  $D(fros)$  er kun signifikant, fordi data før 1966 er med.

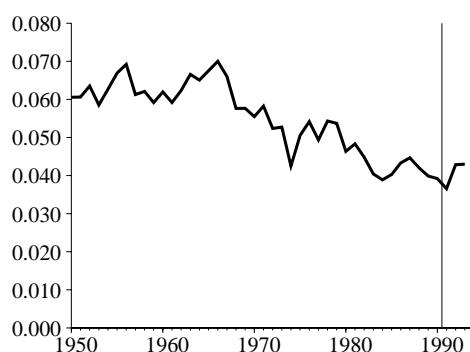
### 2.5.3. Sammenfatning for *nb*-erhvervet

Erhvervet *nb* har også vist sig at være et forholdsvis problemfrit erhverv. Priselasticiteten i ændringsrelationen er dog noget lav, men kan sagtens bindes til en større værdi. I øvrigt forklarer fejlkorrektionsmodellen og ændringsrelationen energiforbruget næsten lige godt, og det vil derfor være en smagssag, om den ene foretrækkes frem for den anden.

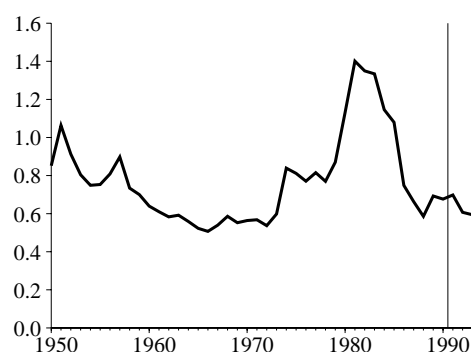
### 2.6.4. Estimationsresultater for *nm*-erhvervet

Erhvervet *nm* blev også præsenteret i forrige papir og vil derfor blive gennemgået hurtigt. I figur 14 ses udviklingen i henholdsvis energikvote og energipris i *nm*-erhvervet, og nedenfor præsenteres estimationsresultaterne for de to modeller.

**Figur 14**  
**Energikvote**



**Energipris**



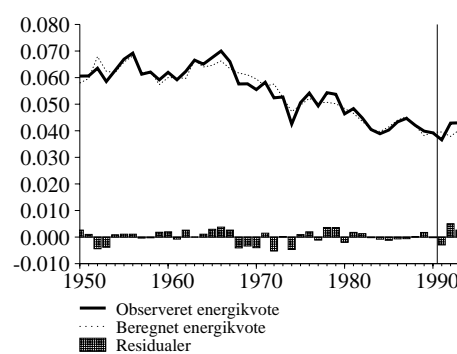
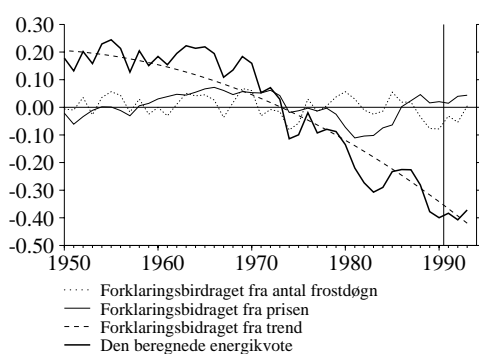
### 2.6.1. Fejlkorrektionsmodellen for *nm*-erhvervet

At dømme ud fra figur 14, kunne man godt forvente at der var et 80'ers problem i *nm*-erhvervet, idet der sker et kraftigt fald i energiprisen omkring 1986, uden at det betyder en tilsvarende stigning i energikvoten. Der estimeres også en signifikant kvadratisk trend, hvilket måske kan skyldes problemer i 80'erne. I figur 15 ses hvilket forklaringsbidrag de enkelte variable i niveaurelationen har, og hvordan hele relationen historisk har forudsagt energikvoten.

**Figur 15.**

**Forklaringsbidrag i niveaurelationen**

**Historisk forklaringskraft**



I tabel 11 ses estimationsresultaterne for fejlkorrektionsmodellen.

**Tabel 11 Estimation af energiforbruget i *nm*-erhvervet**

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ændring i energikvote	$D\log(fVenm/fYfnm)$		
Ændring i den relative energipris, $\alpha_2$	$D\log(pvenm/pyfnm)$	-0.15	0.06
Ændring i BFI, $\alpha_4$	$D\log(fYfnm)$	-0.55	0.14
Ændring i antal frostdøgn, $\alpha_6$	$D(fros)$	0.0017	0.00044
Konstant, $\alpha_0$		-1.9	0.40

Fejlkorrrektionsled, $\gamma$		0.64	0.13
Relative energipris, $\beta_1$	$\log(pvenm/pyfvm)$	-0.18	0.047
Tiden i anden	$(tid-1947)^2$	-0.00029	0.00011
Antal frostdøgn, lagget	$fros.l$	0.0019	0.005
Anm. n = 1950-1990		s = 0.048	R <sup>2</sup> = 0.70 DW = 1.76

Parametrene er generelt rimeligt stabile, undtagen i slutningen af 60'erne.

### 2.6.2. Ændringsrelationen for *nm*-erhvervet

Ændringsrelationen i *nm*-erhvervet er også ganske pæn. Det ses i tabel 12, hvor estimationsresultaterne er præsenteret.

**Tabel 12** Estimationsresultater for ændringsrelationen i *nm*-erhvervet

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ændring i energiforbrug	$D\log(fVnm)$		
Kortsigtet priselasticitet	$D\log(pvenm/pyfvm)$	-0.21	0.07
Produktionselasticitet	$D\log(fYfvm)$	0.49	0.12
Produktionselasticitet, lagget	$D\log(fYfvm.l)$	0.51	0.13
Ændring i antal frostdøgn	$D(fros)$	0.0016	0.0004
n = 1950-90		s = 0.056	R <sup>2</sup> = 0.60 DW = 2.16

Parametrene er i øvrigt alle rimeligt stabile efter 1969. Før 1969 er der en del ustabilitet, bl.a. tenderer den kortsigtede priselasticitet til at blive positiv.

### 2.6.3. Sammenfatning for *nm*-erhvervet

Der har heller ikke været de store problemer med *nm*-erhvervet. Dog estimeres en kvadratisk trend, hvilket kan synes lidt utroværdigt. Det har dog ikke været muligt at fjerne denne trend ved fx. at indføre en dummy. Alternativt kan ændringsrelationen benyttes da denne er uden nogen former for trend.

### 3. Hvilken model vil være bedst ?

I det foregående er der blevet præsenteret estimationer for 6 af de vigtigste erhverv, målt på deres andel af det samlede energiforbrug. Der er vist resultaterne af estimationer på to modeller nemlig en fejlkorrektionsmodel estimeret i et trin og en ren ændringsrelation, idet der skal tages stilling til, hvilken af de to modeller der skal bruges til at beskrive energiforbruget. For at give et indtryk af de to modellers egenskaber er der i tabel 13 angivet værdien af den langsigtede priselasticitet, spredningen på residualerne, og om der er trender eller dummyer i relationen.

**Tabel 13. Sammenligning af modellerne**

	Erhverv	Model 1, et trin	Model 1, to trin	Model 2
Langsigtet priselasticitet	<i>qt</i>	-0.20	-0.18	-0.12
	<i>a</i>	-0.64	-0.38	-0.41
	<i>qh</i>	-0.21	-0.21	-0.26
	<i>qq</i>	-0.39	-0.36	-0.37
	<i>nb</i>	-0.35	-0.17	-0.10
	<i>nm</i>	-0.18	-0.16	-0.21
Spredning	<i>qt</i>	0.046	0.046	0.061
	<i>a</i>	0.054	0.059	0.074
	<i>qh</i>	0.057	0.058	0.067
	<i>qq</i>	0.084	0.082	0.085
	<i>nb</i>	0.056	0.058	0.058
	<i>nm</i>	0.048	0.050	0.056
Dummy/ Trend	<i>qt</i>	ja/ja	ja/ja	nej/nej
	<i>a</i>	nej/ja	nej/ja	nej/nej
	<i>qh</i>	nej/ja	nej/ja	nej/nej
	<i>qq</i>	nej/ja	nej/ja	nej/nej
	<i>nb</i>	nej/nej	nej/nej	nej/nej
	<i>nm</i>	nej/ja	nej/ja	nej/nej

#### Værd at lægge mærke til:

- Generelt ser fejlkorrektionsmodellen i et trin ud til at have den laveste spredning og de største priselasticiteter. Billedet er dog ikke entydigt, g for flere erhverv er der ikke forskel på, om ændringsrelation eller fejlkorrektionsmodellen benyttes.
- Hverken dummyer eller trender er nødvendige i ændringsrelationen.

I tabel 14 ses en opsummering af fordele og ulemper ved de to modeller.

**Tabel 14 Fordele og ulemper ved de to modeller**

Model	Fordele	Ulemper
Fejlkorrktionsmodel	Tilpasning mod et langsigtet niveau	I nogle erhverv er det nødvendigt med dummyer og trender
Ændringsrelation	Meget enkel specifikation.  I ingen af de seks erhverv, har der været behov for dummyer eller trender	Der er ikke nogen tilpasning mod et langsigtet niveau

Hvorvidt der skal satses på en fejlkorrktionsmodel eller en ændringsrelation, er stadig et åbent spørgsmål. Håbet med dette papir har været, at der på baggrund resultaterne for de seks erhverv måske kan svares på dette spørgsmål – ellers må beslutningen udskydes til der foreligger estimationer for de resterende erhverv.

Uanset hvilken model der vælges, må det generelle billede af de seks relationer dog siges at være positivt. Der estimeres fornuftige pris- og produktions-elasticiteter i begge modeller; dog er det i fejlkorrktionsmodellen nødvendigt med nogle trender og en enkelt dummy. Ændringsrelationen klarer sig derimod uden dummyer og trender og vil måske derfor være at foretrække fremfor fejlkorrktionsmodellen.

**Bilag 1 Almindelige rekursive estimationer for  $qt$ -erhvervet**  
**Chow konstant**

