

Indledende forsøg på modellering af energifeterspørgslen

Resumé:

Papiret indeholder nogle meget foreløbige estimationer af energiligningen for de enkelte erhverv. Udgangspunktet er, at energiligningerne skal overholde en restriktion om prishomogenitet og en langsigtet produktionselasticitet på 1. Herudover skal erhvervenes energiforbrug reagere på den relative energipris; det diskuteres kort, hvilken relativ pris og hvilket produktionsmål, der skal anvendes. Endelig kan tillades fx trender, effekter fra vejret el.lign.

For de fleste erhverv er det tilsyneladende muligt at estimere energiligninger, der overholder de generelle krav og som indebærer en negativ egenpriselasticitet. En række erhverv giver dog anledning til forkert fortegn, men effekten er da altid insignifikant.

Valget af estimationsligning mv. er ikke oplagt på grundlag af dette papir. Der kan være grund til at bemærke, at nogle af problemerhvervene (hvor der estimeres insignifikante og/eller positive priselasticiteter) evt. kan reddes ved at undlade en fejlkorrigerings-specifikation (med en eksplicit niveausammenhæng) og i stedet anvende en ren ændrings-specifikation. Ændringsligninger må generelt formodes at være mindre påvirket af, at det energiprisfald, der er sket i 1980'erne, ikke har afspejlet sig i en stigning i energikvoten. Alternativer, der måske kan overleve dette tilsyneladende paradoks, kan være (fleksible) trender, dummykonstruktioner eller specifikationer, der eksplicit tager højde for risikoen/volatiliteten i energiprisudviklingen; disse alternativer er endnu ikke undersøgt nærmere i praksis.

Der forestår yderligere meget arbejde. Håbet med dette papir er at få lagt op til diskussion og evt. få afstukket nogle linier for det videre arbejde.

energi.wp

Nøgleord: energi faktorefterspørgsel udbud

Indledning

Som led i arbejdet med faktorefterspørgslen skal der estimeres ligninger for energiforbruget i ADAMs erhverv, og dette papir bringer de første foreløbige estimationer i denne forbindelse.¹

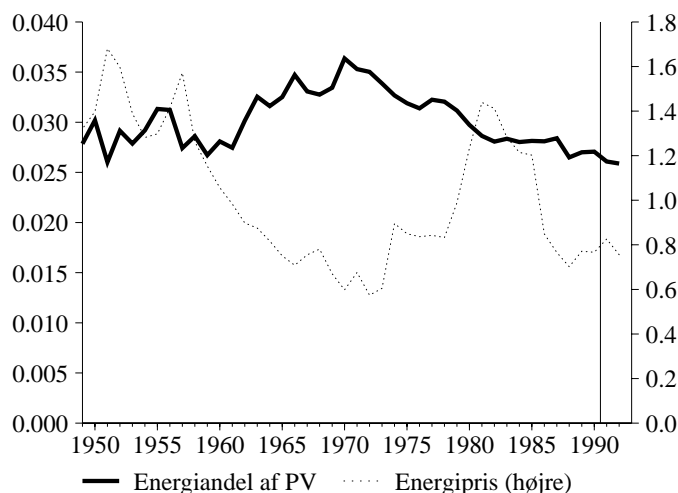
I *afsnit 1* af dette papir beskrives de foreliggende data ved grafer og tabeller. *Afsnit 2* handler om, hvordan man kan estimere energiefterspørgslen på grundlag af disse data. Der opstilles nogle ret generelle estimationsligninger, der kunne tænkes anvendt. I *afsnit 3* vises nogle foreløbige estimationer.

1. Beskrivelse af data for energiefterspørgslen

1.1. Den historiske udvikling

Figur 1 viser udviklingen i det samlede energiforbrug som andel af produktionsværdien; det samlede energiforbrug udgøres af forbruget i de 16 ikke-energiproducerende ADAM-erhverv.² Figuren viser også udviklingen i den relative energipris, dvs. den vægtede energipris deflateret med produktionsværdideflatoren.

Figur 1. Udviklingen i det samlede energiforbrug i forhold til produktionsværdien og den relative energipris



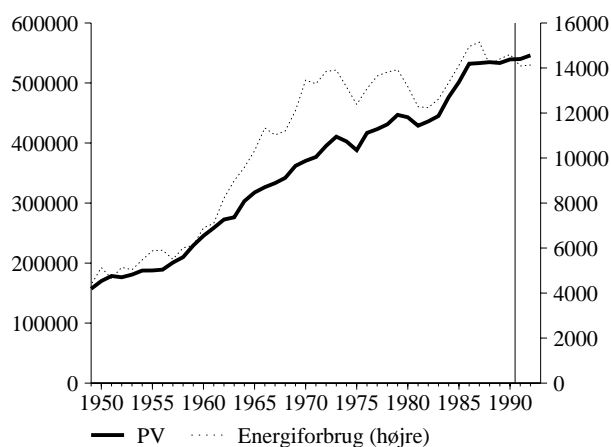
¹ Tidligere papirer, som beskriver modelleringen af faktorefterspørgslen, og som dokumenterer data for energi, er bl.a. *Om faktorefterspørgslen i den kommende version af ADAM* John Smidt, Karsten Theil Hansen, 7. februar 1994 og *Data for energi- og materialeforbrug til ADAM* John Smidt, 26. april 1994.

² De tre energi-erhverv er *e* (Brunkul, råolie og naturgas), *ng* (Olieraffinaderier) og *ne* (El, gas og fjernvarme).

Energiens andel af produktionsværdien har i perioden været ret stabil med en svagt stigende trend indtil ca. 1970, hvorefter andelen er faldet svagt. Dette kan sammenholdes med udviklingen i den relative energipris, der har været yderst volatil. Det ses, at energikvoten er størst i den periode, hvor energiprisen er lavest, nemlig i slutningen af 1960'erne og begyndelse af 1970'erne. Sammenhængen er imidlertid ikke meget tydelig, og man ser bl.a. at energikvoten falder før oliekrisen i 1973. Det er værd at lægge mærke til, at den relative energipris i perioder i 1950'erne var højere end under oliekrisen i 1978 og i ganske volatil. Endvidere er det bemærkelsesværdigt, at energiprisfaldet i midten af 1980'erne tilsyneladende *ikke* har foranlediget en vækst i energiandelen. Noget kunne tyde på, at det skulle være muligt fx for perioden 1950-1980 at estimere en tilfredsstillende, negativ sammenhæng mellem energipris og -mængde, mens man må frygte, at udviklingen i 1980'erne kan "ødelægge" denne sammenhæng.

I nedenstående figur 2 ses, hvordan udviklingen i absolutte værdier af produktionsværdi og energiforbrug har været. Det ses, at energiforbruget steg voldsomt op gennem 1960'erne, mens der ikke har været nogen væsentlig trend siden 1970. Det har altså tilsyneladende været muligt at producere mere med det samme energiforbrug.

Figur 2. Udviklingen i energiforbrug og produktionsværdi



Omstående tabel 1.1 viser de enkelte erhvervs andel af det samlede energiforbrug samt erhvervenes energikvote.

Tabel 1.1. Erhvervenes energiforbrug

Erhverv	ADAM	Andel af samlet energiforbrug ¹		Energikvote (andel af produktionsværdi)
		Gennemsnit 1949–1990	Gennemsnit 1980–1990	Gennemsnit 1949-1992
Anden transport mv.	<i>qt</i>	0.19	0.25	0.073
Landbrug mv.	<i>a</i>	0.17	0.11	0.050
Handel	<i>qh</i>	0.12	0.11	0.028
Andre tjenesteydende erh.	<i>qq</i>	0.10	0.09	0.025
Næringsmiddelindustri	<i>nf</i>	0.09	0.10	0.019
Leverandør til byggeri	<i>nb</i>	0.09	0.08	0.089
Jern- og metalindustri	<i>nm</i>	0.06	0.07	0.022
Anden fremstilling	<i>nq</i>	0.05	0.05	0.020
Bygge- og anlæg	<i>b</i>	0.05	0.05	0.012
Kemisk industri	<i>nk</i>	0.05	0.05	0.045
Finansiell virksomhed	<i>qf</i>	0.01	0.02	0.014
Nydelsesmiddelindustri	<i>nn</i>	0.02	0.01	0.037
Transportmiddelindustri	<i>nt</i>	0.01	0.01	0.013
Ialt	"xx"	1.00	1.00	
Søtransport	<i>qs</i>	0.03	0.02	0.024
Offentlige ydelser	<i>ov</i>	0.14	0.17	0.021
Boligbenyttelse	<i>h</i>	0.00	0.00	0.002

Anm. De nederste tre erhverv *qs*, *ov*, og *h* indgår ikke i "i alt".

¹ Ved det samlede energiforbrug forstås energiforbruget i de 13 førstnævnte erhverv. Disse 13 erhverv er i tidligere blevet kaldt "xx-erhvervet".

De to første kolonner viser hvert erhvervs gennemsnitlige andel af det samlede energiforbrug dels i perioden 1949–1990, dels i perioden 1980-1990; erhvervene er ordnet efter størrelsen af den førstnævnte andel. I den sidste kolonne er de enkelte erhvervs energikvoter vist; energikvoten er opgjort som erhvervets energiforbrug i forhold til dets produktionsværdi.

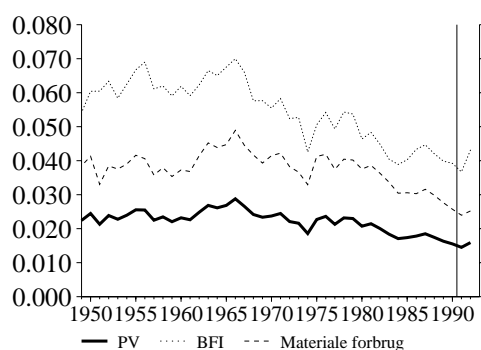
Tabellen viser hvilke erhverv, der vil være betydningsfulde, når energieferspørgslen skal modelleres. Erhverv, der forbruger en stor del af energien, vil være vigtige, hvad enten det skyldes en høj energikvote eller et "stort" erhverv med moderat energikvote. Det ses, at transporterhvervet, *qt*, har øget sin andel af energiforbruget, og at erhvervet i 1980'erne har stået for ikke mindre end 1/4 af det samlede energiforbrug. Landbruget, *a*, er det næstmest energiforbrugende erhverv, men erhvervet er energimæssigt blevet relativt mindre interessant. De øvrige erhverv har ikke ændret deres relative betydning mærkbart.

1.2. Hvilken energikvote ?

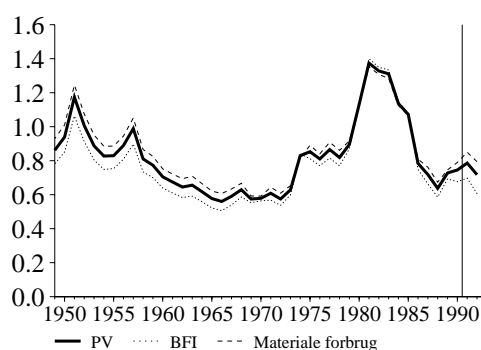
I tabel 1.1 blev energikvoten defineret som energiens andel af produktionsværdien, ligesom den relative energipris i figur 1 blev defineret ud fra produktionsværdideflatoren. Som det skal diskuteres nærmere i næste afsnit, er det ikke nødvendigvis oplagt at bruge produktionsværdien som udgangspunkt. Man kunne fx vælge at sætte energien i forhold til erhvervets BFI (og anvende BFI-deflatoren i den relative pris) eller definere energikvoten som en andel af det samlede råstofforbrug.

I de nedenstående figurer er for to mere eller mindre tilfældigt udvalgte erhverv vist udviklingen i energikvoten og den relative energipris, idet produktionsværdi, BFI hhv. samlet råstofforbrug anvendes som udgangspunkt. Tilsvarende figurer for alle 13 erhverv i "xx-erhvervet" er vist i bilag 1.

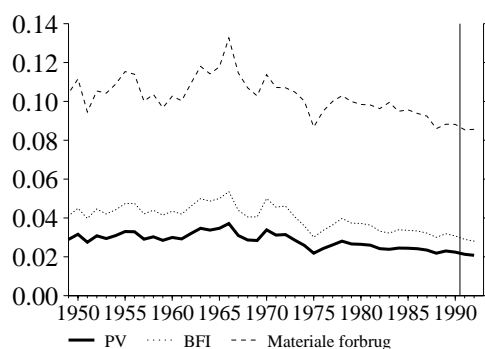
Figur 3. Jern- og metalindustrien, nm
Energikvoter



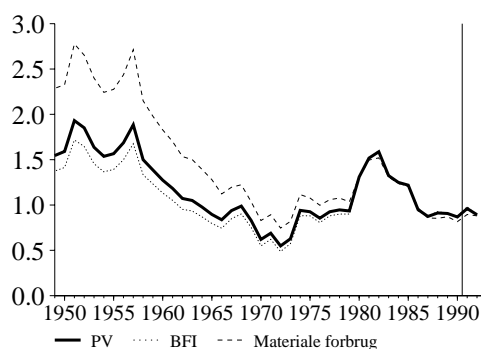
Relativ energipris



Figur 4. Handelserhvervet, qh
Energikvoter



Relativ energipris



Det fremgår af figurerne, at energikvoternes *udvikling* er nogenlunde ens uanset, hvilken størrelse man sætter energiforbruget i forhold til. Derimod er det ret afgørende for energikvotens *niveau*, hvilken størrelse der anvendes. Det er således karakteristisk, at energikvoten i industrierhvervet, *nm*, (figur 3) er højere, når man sætter energiforbruget i forhold til BFI, end når det sættes i

forhold til materialeforbruget. For tjenesteerhvervene, fx qh (figur 4), forholder det sig omvendt. Baggrunden er naturligvis, at BFI typisk er meget større end materialeforbruget i tjenesteerhvervene, mens det forholder sig omvendt for industrien. Det gælder (naturligvis) for alle erhverv, at energikvoten målt i forhold til produktionsværdien har det mindste niveau. For nogle erhverv kan der være forskel på, hvilken trend der er i energikvoten; af bilag 1 ses dette fx for erhverv som nf , b , og qt . Dette er typisk en konsekvens af en ændring i BFI-kvoten (BFI's andel af produktionsværdien) i de pågældende erhverv.

For prisernes vedkommende ser man, at det ikke er særlig afgørende, hvad man deflaterer med. Baggrunden er naturligvis, at de karakteristiske bevægelser i den relative energipris stammer fra selve energiprisen – og ikke fra det, den bliver sat i forhold til. Det bemærkes dog, at der i nogle erhverv er forskellig trend i de forskellige udtryk for den relative energipris, fx qh -erhvervet (figur 4). Ved sammenligning af de relative energipriser mellem erhvervene (se evt. bilag 1) bemærkes, at selv om de karakteristiske bevægelser i den relative energipris er de samme, så kan der være stor forskel på, hvordan den trendmæssige prisudvikling gennem perioden har været. For et erhverv som qt er den relative energipris faldet fra ca. 2 til ca 0.5, mens den for et erhverv som nm kun er faldet fra ca. 0.9 til ca. 0.7.³

Ligesom ved det aggregerede billede (figur 1) ser man ikke nogen tydelig sammenhæng mellem ændrede energipriser og ændringer i energikvoterne i de enkelte erhverv. Man bør også bemærke, at selvom udsvingene i energikvoterne kan synes små, er der dog alligevel i flere tilfælde tale om relativt store ændringer, idet energikvoterne som udgangspunkt er ganske små. Lader man øjnene løbe over bilag 1, synes de erhverv, der sandsynligvis vil give store problemer med modelleringen, at være nf , nn , nk , b , og qt . Specielt qt -erhvervet er uheldigt, idet det tegner sig for en stor del af energiefterspørgslen.

På baggrund af figurene synes der ikke at være helt åbenlyse grunde til at vælge mellem de 3 udtryk for energikvoter og relative energipriser. Se evt. bilag 2 for en sammenligning af estimationer med de tre udtryk.

2. Estimation

I dette afsnit præsenteres forskellige estimationsligninger, og det diskuteres, hvilke egenskaber ligningerne bør have. Til slut diskuteres kort, hvad der taler for og imod at bruge henholdsvis produktionsværdi, BFI eller materialeforbruget til at sætte i forhold til energiforbruget.

³Det bemærkes, at selve energiprisen er erhvervsspecifik (som følge af forskellig sammensætning af energien på energitype samt som følge af "pris-diskrimination"). Typisk vil den forskellige trend mellem erhvervene dog primært kunne henregnes til forskellig trend i prisudviklingen i de enkelte erhverv (fx BFI-deflatoren).

2.1. Lidt baggrund

Udgangspunktet for arbejdet med energiefterspørgslen er det tidligere nævnte modelgruppepapir *Om faktorefterspørgslen i den kommende version af ADAM*.

I dette papir foreslås, at energiefterspørgslen estimeres som et *selvstændigt* led i en faktorefterpørgselsmodel, hvor der foruden energi indgår kapital, arbejdskraft og materialeforbrug. Det foreslås, at energiforbruget – eller mere præcist energikvoten – bestemmes som en funktion af den relative energipris, mens kapital og arbejdskraft bestemmes med udgangspunkt i en ren BFI-funktion; herved vil forholdet mellem kapital og arbejdskraft udelukkende blive bestemt af forholdet mellem prisen på disse to produktionsfaktorer. Materialeforbruget kan hensigtsmæssigt (ind til videre) bestemmes som i dag, dvs. rent i-o mæssigt.

Med forslaget i papiret vil der blive tilladt substitution mellem energi og BFI (=dvs. kapital og arbejdskraft). Fx vil en øget energipris (via energiligningen) give anledning til et faldende energiforbrug. For given produktionsværdi og materialeforbrug vil dette medføre en højere BFI-kvotestørrelse og dermed en større indsats af kapital og arbejdskraft; bruttofaktorindkomsten vil altså – fordi råstofkvoten ligger fast – blive spejlbilledet af energiforbruget. Energiprisen vil, som nævnt, ikke påvirke forholdet kapital og arbejdskraft, men kun forholdet mellem kapital/arbejdskraft (dvs. BFI) på den ene side og energiforbrug på den anden.

Den foreslåede modelleringsstrategi svarer til en $\{(K,L),E\}$ -nestning af en produktionsværdifunktion. De væsentligste forenklinger i forhold til en direkte modellering af en sådan produktionsværdifunktion (jf. tidligere arbejde på området) er: 1) Materialerne antages i-o bestemt (de separeres helt ud, svarende til en substitutionselasticitet på 0). 2) Det ikke-observerbare CES-prisindeks på KLE-aggregatet approksimeres med BFI-deflatoren⁴.

2.2. Det skitse-mæssige udgangspunkt

I papiret lægges rent skitse-mæssigt op til en energiligning af formen (1):

⁴Se evt. det refererede modelgruppepapir *Om faktorefterspørgslen i den kommende version af ADAM*. I en nestet CES-produktionsværdifunktion vil den langsigtede energiefterspørgsel (under antagelse om, at materialernes substitutionselasticitet er nul) være:

$$E^* = \left(\frac{Y}{k} \right) \left(\frac{(1-\delta_2) P_{KLE}^{\sigma_2}}{P_E} \right)$$

hvor P_{KLE} er et (CES)-prisindeks der er en funktion af prisen på kapital, arbejdskraft (og energi).

$$fVE = f\left(\frac{pve}{pyf}, \frac{fVe_{-1}}{fX_{-1}}\right) \cdot fX \quad (1)$$

hvor fVe er energiforbruget i det betragtede erhverv (faste priser), pve er energiprisen, fX er produktionsværdi og pyf er BFI-deflatoren.

Divideres (1) igennem med produktionsværdien fås, at energikvoten, fVe/fX , er en funktion af den laggede energikvotient samt af den relative energipris. Som ligningen står, overholder den to centrale egenskaber, som vi uden for diskussion ønsker opfyldt – i hvert fald på langt sigt – nemlig:

- Prishomogenitet
- Produktionselasticitet på 1

Med skitsen (1) er der ikke taget stilling til den konkrete funktionsform, men en log-lineær specifikation kunne dog være tiltrækkende, ikke mindst for at tolke de estimerede parametre som elasticiteter. I forhold til skitsen (1) er det oplagt at tillade en mere fleksibel formulering på forskellige områder:

- a) Det er ikke givet, at antagelsen om en produktionselasticitet på 1 ønskes pålagt på kort sigt. Fx kunne man tillade en særskilt, kortsigtet effekt fra *ændringen* i produktionen.
- b) Dynamikken kan være mere generel end Koyck-lagget i energikvoten tillader. Fx kunne der tillades særskilte kortsigtede pris-effekter.
- c) Der kan være en deterministisk (eller stokastisk) trend i energikvoten. En deterministisk trend ville kunne fanges ved et tids-polynomium, mens en stokastisk trend ville kunne give anledning til estimation i ændringer. Man kunne også forestille sig behov for dummy'er.
- d) Der kan være plads til flere forklarende variabler. Fx kunne vejrets indflydelse på energiforbruget inddrages i form af ADAM-variablen *fros*.
- e) Endelig kan valget af mængde- og prisbegreb diskuteres, jf. nedenfor.

Det kan nævnes, at det sandsynligvis *ikke* vil være hensigtsmæssigt at inddrage de to faktorpriser fra BFI-funktionen – altså løn hhv. usercost. Dette kunne ellers umiddelbart være tiltalende i et forsøg på at tillade en speciel sammenhæng mellem energi og kapitalapparat. Imidlertid ville dette give anledning til problemer i det samlede faktorsystem, idet den valgte modelstruktur, der som nævnt svarer til en $\{(K,L),E\},M\}$ -nestning, lægger begrænsninger på, hvor frit krydsprisindeffekterne kan estimeres. Hvis der tillades specielle usercost- eller kapitalapparat-effekter på energien bliver strukturen mindre gennemskuelig.

Hvilken energikvote – produktionsværdi, BFI eller materialeforbrug ?

Valget af pris- og mængdebegreb, jf. punkt e) ovenfor, kan diskuteres.

I skitsen (1) er *mængdebegrebet* produktionsværdien, hvilket indebærer, at energiforbruget som udgangspunkt følger produktionen. Et oplagt alternativ kunne være, at det er værditilvæksten (dvs. forarbejdningen), der kræver energi, hvorfor energiforbruget som udgangspunkt skulle følge BFI. Et knap så oplagt alternativ kunne være, at det er materialeforbruget, der driver energiforbruget; argumentet kunne være, at hvis der er en overordnet (arbejdsdelings-?) trend i det samlede materialeforbrug, der er fælles for energi og øvrige materialer, ville den blive elimineret ved at betragte forholdet mellem disse størrelser. Imidlertid ville ligningen let blive tolket således, at der var substitutionsmuligheder mellem energi på den ene side og materialer på den anden.

Umiddelbart står valget af mængdebegreb således mellem produktionsværdi og BFI. Forskellen kan illustreres ved et eksempel: Anvendes produktionsværdien vil en omlægning af produktionsprocessen i en virksomhed fra selv at forarbejde råvarer (under anvendelse af energi) til at købe allerede bearbejdede halvfabrikata udefra ikke påvirke energiforbruget (da produktionsværdien antages uændret). Hvis energiforbruget i stedet antages at følge værditilvæksten, vil energiforbruget derimod reduceres (fordi BFI vil falde). I praksis kan valget mellem BFI og produktionsværdi ikke antages at være af væsentlig betydning, hverken estimationsmæssigt (idet en forskellig udvikling i de to begrebet sandsynligvis vil blive korrigeret i kraft af ændrede trendestimer) eller egenskabsmæssigt (idet antagelsen om given råstofkvote vil føre til helt parallel udvikling i BFI og produktionsværdi).

Hvad angår valg af *prisbegreb* er der nok mindre tvivl. Tankegangen bag den foreslåede modelleringen af faktorefterspørgslen i en selvstændig energiligning og en BFI-funktion til fastlæggelse af arbejdskraft og kapital leder frem til, at BFI-deflatoren må være at foretrække frem for produktionsværdi-deflatoren. Tages udgangspunkt i en produktionsværdi $\{(K,L),E\}$ -nestet CES-funktion er den relevante pris i energiligningen nemlig den relative pris mellem energi og et CES-pris-aggregat af K , L (og E) (se evt. fodnote 4 på side 7). Det turde være oplagt, at BFI-deflatoren indholdsmæssigt kan fungere som approksimation til et sådant aggregat. I øvrigt er valget af prisbegreb næppe af væsentlig praktisk betydning. For det første er det energiprisen selv (og ikke det den sættes i forhold til), der er afgørende for de karakteristiske bevægelser i den relative energipris. For det andet vil de to deflaterer (ligesom mængderne) udvikle sig nogenlunde parallelt som følge af antagelse om råstofkvoten.

Alt i alt kan det nok sammenfattes, at det nok ikke betyder alverden hvilken pris og hvilket mængdebegreb, der vælges; dette bekræftes i øvrigt af de foreløbige empiriske resultatet i bilag 2. Når der i det følgende vises eksempler med produktionsværdi både som mængde- og prisbegreb skal dette ikke tages som argument for denne kombination; tvært imod er det, som nævnt, nok rimeligst i hvert fald at anvende BFI-deflatoren i prisbegrebet.

2.3. Mulige specifikationer af estimationsligningen

I det følgende vises et antal mulige estimationsligninger, der opfylder de nævnte egenskaber. Ligningerne opstilles med udgangspunkt i energikvoten defineret ud fra produktionsværdien, men kunne alternativt estimeres med enten BFI eller samlet materialeforbrug. Valget af produktionsværdi skal, som nævnt, ikke tages til indtægt for denne størrelse.

Som udgangspunkt for de foreløbige estimationer kan betragtes følgende generelle fejlkorrektionsmodel:

Model 1 Logaritmisk fejlkorrektionsmodel

$$\begin{aligned} D\log\left(\frac{fVe_j}{fX_j}\right) &= \alpha_0 + \alpha_1 D\log\left(\frac{fVe_j}{fX_j}\right)_{-1} + \alpha_2 D\log\left(\frac{pve_j}{px_j}\right) + \alpha_3 D\log\left(\frac{pve_j}{px_j}\right)_{-1} \\ &+ \alpha_4 D\log(fX_j) + \alpha_5 D\log(fX_j)_{-1} + \alpha_6 D(fros) \\ &- \gamma \left[\log\left(\frac{fVe_j}{fX_j}\right)_{-1} - \beta_1 \left(\log\left(\frac{pve_j}{px_j}\right) \right)_{-1} - \beta_2 tid \right. \\ &\left. - \beta_3 tid^2 - \beta_4 fros_{-1} \right] \end{aligned}$$

Model 1 opfylder restriktionen om langsigtet prishomogenitet og om, at den langsigtede produktionselasticitet er 1. Prishomogenitetsrestriktionen er i øvrigt også opfyldt på kort sigt, men der tillades forskel i priselastisitetens størrelse på kort hhv. langt sigt. Produktionselasticiteten tillades endvidere at afvige fra 1 på kort sigt (jf. koefficienterne α_4 og α_5 (hvis sum må forventes at ligge mellem 0 og -1)). I henhold til relationen tillades endvidere effekter fra antallet af frostdøgn (*fros*), samt et tidspolynomium i tiden (af anden grad) for at fange udviklingen i effektiviteten i energien (eller en anden form for uvidenhed)⁵. Rent estimationsteknisk kan *model 1* estimeres i ét eller to trin. Langsigts-sammenhængen fremgår af den kantede parentes, og β_1 er således den langsigtede priselastisitet.

Som alternativ til den logaritmiske specifikation kunne man vælge at undlade logaritmerne. Fx:

⁵Det kan diskuteres om et tidspolynomium er velegnet til at fange udviklingen i energiens effektivitet. Hvis den "sande" effektivitetsudvikling er sket "i spring" kan dummy-konstruktioner komme på tale (eller stykvis-lineære trender) i stedet for 2. grads polynomiet. Der er ingen tvivl om, at udviklingen i energikvoten (sammenholdt med prisudviklingen) i 1980'erne må give anledning til overvejelser om "trendens" udseende (herunder muligheden for irreversibilitet af de tekniske, energibesparende fremskridt samt overvejelser ang. forventninger til den fremtidige energipris- (og energiafgift-) udvikling (og volatilitet)). Under alle omstændigheder skal der tages stilling til den *fremtidige* udvikling i "trenden". I de kommende energiligninger vil der blive mulighed for brugeren til at indlægge antagelser om effektivitetsudviklingen.

Model 2 Fejlkorrktionsmodel, ej logaritmer

$$\begin{aligned}
D\left(\frac{fVe_j}{fX_j}\right) &= \alpha_0 + \alpha_1 D\left(\frac{fVe_j}{fX_j}\right)_{-1} + \alpha_2 D\left(\frac{pve_j}{px_j}\right) + \alpha_3 D\left(\frac{pve_j}{px_j}\right)_{-1} \\
&+ \alpha_4 D(fX_j) + \alpha_5 D(fX_j)_{-1} + \alpha_6 D(fros) \\
&- \gamma \left[\left(\frac{fVe_j}{fX_j}\right)_{-1} - \beta_1 \left(\frac{pve_j}{px_j}\right)_{-1} - \beta_2 tid \right. \\
&\quad \left. - \beta_3 tid^2 - \beta_4 fros_{-1} \right]
\end{aligned}$$

De indgående variabler i *model 2* svarer helt til *model 1* bortset fra, at der ikke er taget logaritmer. Som følge heraf kan koefficienterne ikke tolkes som elasticiteter, og elasticiteterne vil afhænge af de indgående variabelers værdi. I de nedenstående estimationer estimeres *model 2* kun i ét trin.

Et potentielt problem ved *model 1* og *2* er, at energikvotens *niveau* antages at kunne beskrives ved modellerne – dvs. konkret som en funktion af den relative energipris, et tidspolynomium samt antallet af frostdøgn. Dette kan hævdes at være ganske ambitiøst. Fx har den hidtidige (ukontroversielle(!)) beskrivelse af råstofkvoten i ADAM været en random walk, altså en modellering uden noget veldefineret (langsigtet) niveau. Hvorvidt, de indgående variabler er tilstrækkelig til at beskrive udviklingen i energikvotens niveau, er ikke oplagt, og man kunne derfor vælge den mindre ambitiøse tilgang udelukkende at estimere i ændringer. Hermed opgives det at sige noget om selve niveauet for energikvoten, mens de partielle afledede – fx priselasticitet eller produktionselasticitet – fortsat estimeres. For konstante værdier af de eksogene variabler vil energikvoten niveau antages at være lig med den senest observerede værdi. Følgende ændringsrelation kan fx betragtes:

Model 3 Logaritmisk ændringsmodel

$$\begin{aligned}
D\log(fVe_j) &= \alpha_0 + \alpha_1 D\log(fVe_j)_{-1} + \alpha_2 D\log(fX_j) \\
&\quad + \alpha_3 D\log(fX_j)_{-1} + \alpha_4 D\log(fX_j)_{-2} + \\
&\quad + \alpha_5 D\log\left(\frac{pve_j}{px_j}\right) + \alpha_6 D\log\left(\frac{pve_j}{px_j}\right)_{-1} + \\
&\quad + \alpha_7 D(fros) + \alpha_8 tid
\end{aligned}$$

Parameterrestriktion:

$$1 - \alpha_1 = \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4$$

Ændringsmodellen, *model 3*, overholder på linie med *model 1* og *2* restriktionen om prishomogenitet og (som følge af den pålagte parameterrestriktion) langsigtet produktionselasticitet = 1. Den kortsigtede produktionselasticitet ($=\alpha_2$) tillades at være forskellig fra 1. Den bagvedliggende niveausammenhæng vil som følge af ændringsspecifikationen indeholde en stokastisk trend (akkumuleringen af restleddet) samt en deterministisk trend svarende til et anden grads polynomium i tiden (akkumuleringen af konstantleddet og tiden); antagelsen om den deterministiske del svarer således til antagelserne bag *model 1* og *2*.

Endelig kan præsenteres den nuværende (implicitte) model for energiefterspørgslen i ADAM:

Model 4 Som ADAM nu (konstant *i-o* koefficient)

$$fVe_j = fVe_{j-1} \cdot \frac{fX_j}{fX_{j-1}}$$

Det bemærkes, at *alle* modellerne opfylder kravet om en langsigtet produktionselasticitet på 1 og om prishomogenitet. For alle modellernes vedkommende gælder endvidere, at man – jf. også tidligere – kunne vælge at anvende et andet mængdebegreb end produktionsværdien (og anvende en anden pris i den relative energipris).

3. Foreløbige estimationer af de 4 modeller på 4 erhverv

I det følgende estimeres de 4 modeller for 4 udvalgte erhverv. For at øge sammenligneligheden mellem modellerne præsenteres estimationsresultaterne i bearbejdet form, idet de økonomiske egenskaberne forsøges opsummeret i den kort- hhv. langsigtede priselasticitet samt i den kortsigtede produktionselasticitet.⁶ De statistiske egenskaber søges opsummeret i den beregnede spredning, Durbin-Watson teststatistikken samt 3-perioders forudsigelsesfejlen (for 1991-93); denne sidste er Chi²-fordelt med 3 frihedsgrader ($X^2(3)_{.05} = 7.8$). Den beregnede spredning kan for alle modellerne opfattes som spredningen på den procentvise fejl på energiforbruget, idet der *ikke* er korrigeret for antal estimerede parametre. Estimationerne er foretaget på perioden 1949(50)-90.

De fire modeller er for hvert erhverv vist dels i "generel form", dvs. med alle koefficienter estimeret som de fremstår i afsnit 2, dels i "specifik form", dvs. hvor de insignifikante koefficienter successivt er udeladt; i alle tilfælde er de helt centrale parametre (fx den langsigtede priselasticitet) dog bibeholdt uanset evt. insignifikans.

⁶Den kortsigtede priselasticitet er beregnet på baggrund af 1. (samt evt. 2.) års effekten af en ændring i energiprisen. Den kortsigtede produktionselasticitet er beregnet på baggrund af 1. års effekten af en ændring i produktionen.

Der er estimeret på erhvervene a , qt , qh og nm , idet produktionsværdien er anvendt både som pris- og mængdebegreb (frem for BFI eller materialeforbrug) i alle tilfælde. Til sammenligning kan estimationerne i bilag 2 betragtes, hvor modellerne 1 (estimeret i et og to trin), 3 og 4 er vist for de 13 centrale erhverv (i "xx"-erhvervet). I bilaget er estimeret med de nævnte tre mængdebegreber (produktionsværdi, bruttofaktoringkomst og samlet materialeforbrug). Ved at betragte bilaget kan man se, hvorledes estimationsresultaterne varierer med det valgte pris- og mængdebegreb. (På baggrund af disse estimationer, synes empirien ikke at hjælpe i valget mellem de 3 begreber.)

3.1. Estimation af landbrug, a

Estimationsresultaterne for landbruget af de skitserede modeller er vist i omstående tabel 3.1.

Tabel 3.1. Estimation af energiefterspørgslen for landbruget

		Model 1 1 trin	Model 1 2 trin	Model 2	Model 3	Model 4
		Log fejlkorrek.		Abs. fejlkorrek. ¹	Log-ændring	ADAM, nu
Langsigt priselast.	<i>Generel</i>	-0.74	-0.34	-1.20	-0.28	0
	<i>Specifik</i>	-0.72	-0.34	-1.24	-0.28	
Kortsigt priselast.	<i>Generel</i>	-0.12	-0.12	-0.27	-0.27	0
	<i>Specifik</i>	-0.15	-0.10	-0.28	-0.29	
Kortsigt prod.elast.	<i>Generel</i>	0.37	0.34	-0.61	0.47	0
	<i>Specifik</i>	0.32	0.47	-0.51	0.35	
Spredning på bereg. residualer	<i>Generel</i>	0.046	0.057	0.047	0.063	0.085
	<i>Specifik</i>	0.049	0.057	0.048	0.066	
DW	<i>Generel</i>	2.29	2.02	2.06	2.13	2.09
	<i>Specifik</i>	2.52	1.76	2.42	2.10	
Chi(3)	<i>Generel</i>	5.19	4.63	2.34	3.48	2.105
	<i>Specifik</i>	7.39	4.69	3.63	3.16	

Anm. Antallet af estimerede koefficienter er: *Model 1, et trin*: Generel 12, specifik 7, *Model 1, to trin*: Gen. 12, Spec. 8. *Model 2 (1 trin)*: Gen. 11, spec. 7. *Model 3*: Gen. 8, spec. 4. *Model 4*: 0.

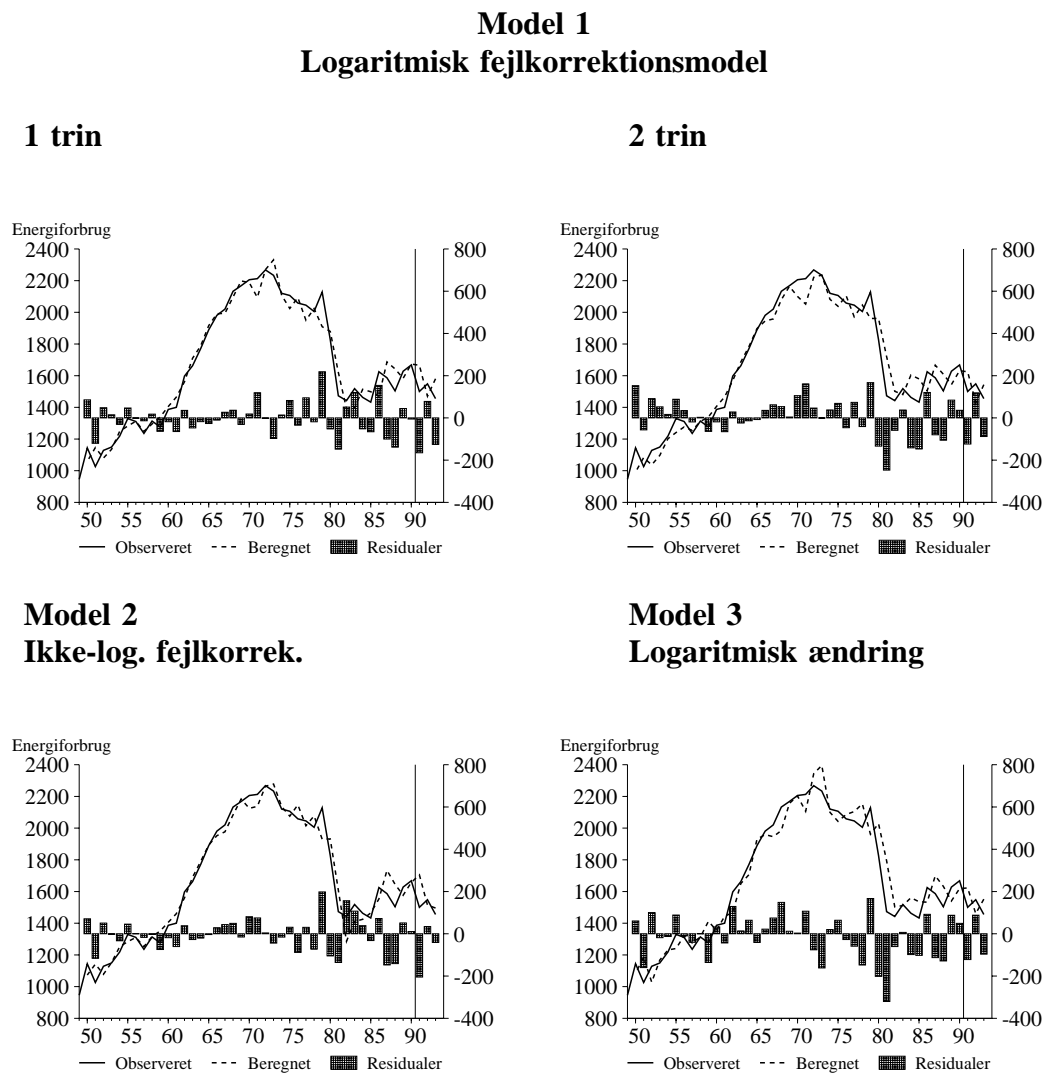
¹ Elasticiteterne er afhængige af værdien af de indgående variable; elasticiteterne er beregnet med udgangspunkt i databankværdierne i 1990.

Det fremgår, at der tilsyneladende kan estimeres både kort- og langsigtede priselasticiteter med udgangspunkt i de betragtede modeller; størrelsesordenen varierer dog væsentligt fra model til model. Det fremgår, at *model 2*, dvs. den ikke logaritmiske fejlkorrektionsmodel adskiller sig fra de øvrige egentlige modeller, bl.a. ved at have en *negativ* kortsigtet produktionselasticitet; dette skal dog ses i sammenhæng med, at elasticiteterne i denne model afhænger af

værdien af de indgående variabler det betragtede år (1990) – betragtes fx 1980 fås en positiv kortsigtet produktionselasticitet. For alle modellerne bemærkes, at de forklarer energikvoten bedre end den nuværende ADAM specifikation, *model 4*; ved denne sammenligning bør det dog retfærdigvis erindres, at spredningsmålet ikke er korrigeret for antal estimerede parametre.

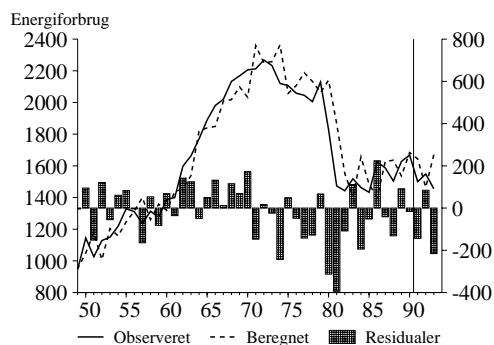
Nedenstående grafer viser modellernes evne til at forklare den historiske udvikling i energiforbruget. For alle modellernes vedkommende er den beregnede værdi normeret, således at den vises som energiforbruget, uanset at det fx er ændringen i logaritmen til energikvoten, der er den estimationsmæssige venstresidevariabel.

**Figur 5. Historisk forklaringssevne.
Landbrugets energiforbrug, forskellige modeller**



**Figur 5. Historisk forklaringsevne.
Landbrugets energiforbrug (forts.)**

**Model 4
Nuværende specifikation**



3.2. Estimation af transport, qt

Estimeringsresultaterne for transporterhvervet, qt , fremgår af nedenstående tabel. Det erindres, at qt står for ikke mindre end 25% af den samlede energiforbrug i "xx"-erhvervet.

Tabel 3.2. Estimation af energiforspørgslen for transporterhvervet

		Model 1 1 trin	Model 1 2 trin	Model 2 Abs. fejlkorrek. ¹	Model 3 Log-ændring	Model 4 ADAM, nu
Langsigt priselast.	<i>Generel</i>	0.15	0.02	0.12	-0.05	0
	<i>Specifik</i>	0.05	-0.02	0.13	-0.09	
Kortsigt priselast.	<i>Generel</i>	-0.23	-0.08	-0.07	-0.07	0
	<i>Specifik</i>	-0.10	-0.09	-0.05	-0.12	
Kortsigt prod.elast.	<i>Generel</i>	-0.44	0.08	-0.44	0.30	0
	<i>Specifik</i>	-0.01	0.23	-0.11	0.32	
Spredning på bereg. residualer	<i>Generel</i>	0.045	0.050	0.049	0.052	0.064
	<i>Specifik</i>	0.048	0.054	0.051	0.053	
DW	<i>Generel</i>	2.11	1.89	2.02	1.96	2.45
	<i>Specifik</i>	2.21	1.96	2.18	1.88	
Chi(3)	<i>Generel</i>	2.12	16.95	0.79	1.88	3.90
	<i>Specifik</i>	6.68	19.76	1.09	2.72	

Anm. Antallet af estimerede koefficienter er: *Model 1, et trin*: Generel 12, specifik 8, *Model 1, to trin*: Gen. 12, Spec. 8. *Model 2 (1 trin)*: Gen. 11, spec. 7. *Model 3*: Gen. 8, spec. 4. *Model 4*: 0

¹ Elasticiteterne er afhængige af værdien af de indgående variable; elasticiteterne er beregnet med udgangspunkt i databankværdierne i 1990.

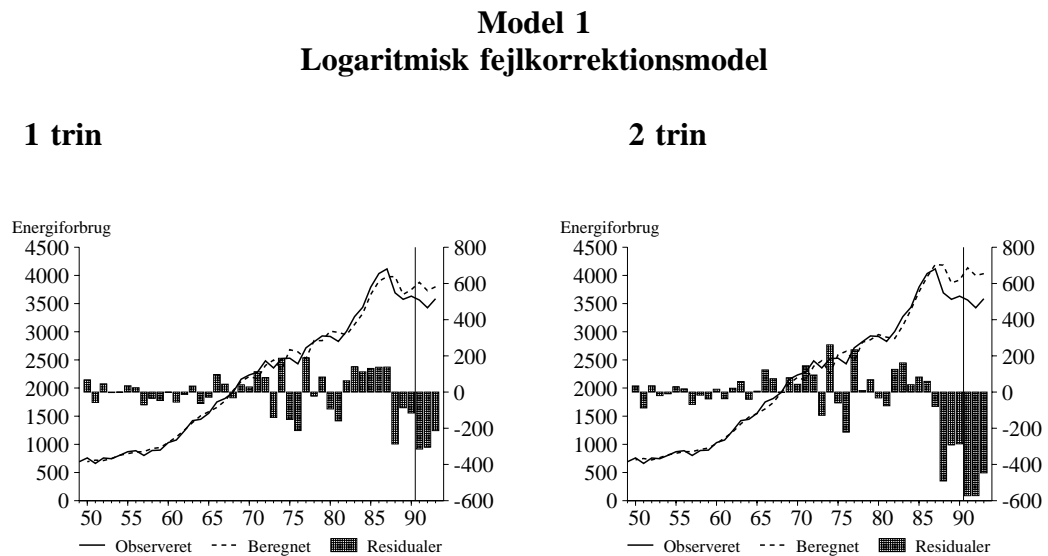
Beklageligvis er det med de betragtede specifikationer ikke muligt at estimere

en langsigtet priselasticitet med korrekt fortegn: Undtagelsen er *model 3*, hvor ændringsspecifikationen lader de kortsigtede effekter (der lige præcis har rigtig fortegn) få langsigtet effekt. Betragtes graferne i bilag 1, fremgår det, at energikvoten i erhvervet har været svagt stigende frem til midten af 1980'erne, hvorefter den er faldet ret brat. Specielt udviklingen i 80'erne kan klart ikke forklares af energiprisen. Dette bekræftes, hvis estimationsperioden begrænses til 1980; herved fås for alle modellerne en (signifikant) langsigtet priselasticitet på ca. -0.20 . Præcis hvad denne observation kan udmønte sig i er ikke klart, men det vil være oplagt at kigge på trenden og undersøge, hvorvidt dummykonstruktioner kan (begrundes og) "løse" problemet.

I øvrigt bemærkes ligesom for landbruget, at det forkerte fortegn for den kortsigtede produktionselasticitet for *model 2* skal ses på baggrund af det betragtede år (igen fås en positiv elasticitet, hvis denne beregnes i 1980). Endelig bemærkes, at de store forudsigelsesfejl for *model 1* estimeret ved to-trins-metoden, jf. CHI(3), primært skyldes et nærmest totalt sammenbrud i niveauligningen (1. trin).

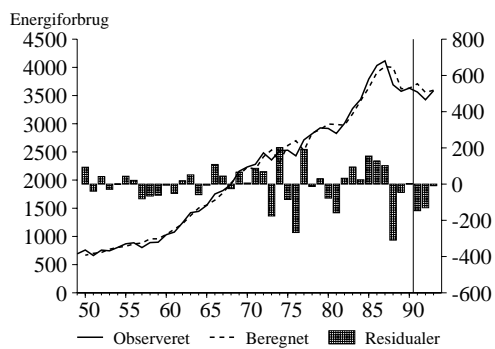
Nedenstående grafer viser modellernes evne til at forklare den historiske udvikling i energiforbruget i *qt*-erhvervet.

**Figur 6. Historisk forklaringssevne.
Transporterhvervets energiforbrug, forskellige modeller**

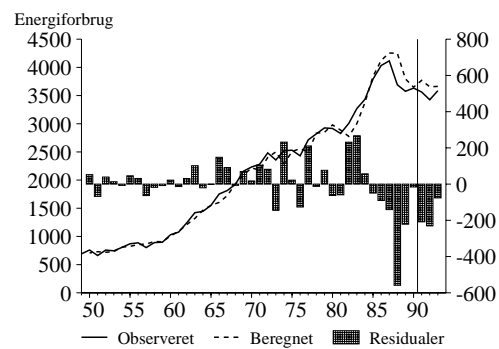


**Figur 6. Historisk forklaringsevne.
Transporterhvervets energiforbrug (forts.)**

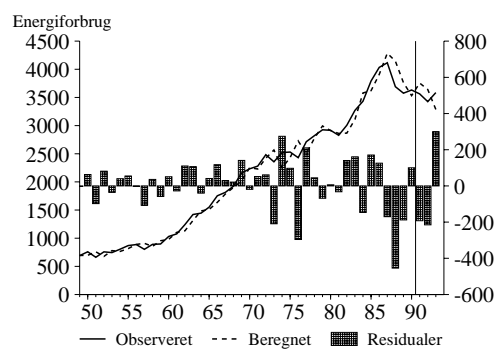
**Model 2
Ikke-log. fejlkorrek.**



**Model 3
Logaritmisk ændring**



**Model 4
Nuværende specifikation**



3.3. Estimation af handel, qh

Estimationsresultaterne for handelserhvervet, qh , fremgår af omstående tabel.

Tabel 3.3. Estimation af energifeterspørgslen for handelserhvervet

		Model 1 1 trin	Model 1 2 trin	Model 2	Model 3	Model 4
		Log fejlkorrek.		Abs. fejlkorrek. ¹	Log-ændring	ADAM, nu
Langsigt priselast.	<i>Generel</i>	-0.13	-0.15	-0.22	-0.30	0
	<i>Specifik</i>	-0.20	-0.13	-0.22	-0.23	
Kortsigt priselast.	<i>Generel</i>	-0.30	-0.29	-0.27	-0.30	0
	<i>Specifik</i>	-0.20	-0.21	-0.25	-0.23	
Kortsigt prod.elast.	<i>Generel</i>	0.62	0.661	-0.08	0.63	0
	<i>Specifik</i>	0.77	0.78	-0.05	0.75	
Spredning på bereg. residualer	<i>Generel</i>	0.049	0.051	0.052	0.061	0.081
	<i>Specifik</i>	0.052	0.056	0.053	0.064	
DW	<i>Generel</i>	2.05	2.08	1.98	2.18	2.34
	<i>Specifik</i>	1.92	1.75	1.82	2.16	
Chi(3)	<i>Generel</i>	21.5	21.3	12.2	16.6	11.2
	<i>Specifik</i>	21.9	24.6	15.7	17.4	

Anm. Antallet af estimerede koefficienter er: *Model 1, et trin*: Generel 12, specifik 7, *Model 1, to trin*: Gen. 12, Spec. 9. *Model 2 (1 trin)*: Gen. 11, spec. 7. *Model 3*: Gen. 8, spec. 3. *Model 4*: 0.

¹ Elasticiteterne er afhængige af værdien af de indgående variable; elasticiteterne er beregnet med udgangspunkt i databankværdierne i 1990.

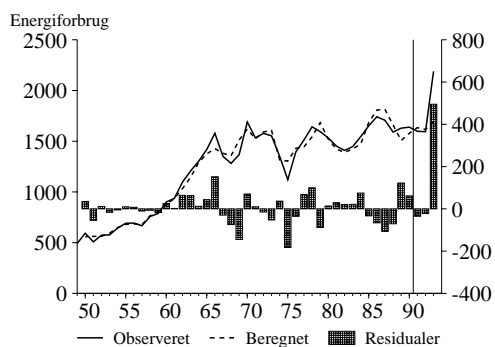
Tilsyneladende kan her estimeres tilfredsstillende priselasticiteter på både kort og langt sigt, idet der synes at være rimelig overensstemmelse om størrelsesordenen mellem de forskellige modeller. De meget store forudsigelsesfejl, jf. CHI(3), skyldes udelukkende et gigantisk fejlskud i 1993. Hvis vi skal tro de foreløbige energital (der bl.a. er baseret på RAS-afstemte io-koefficienter, der igen er baseret på foreløbige nationalregnskabstal) er energiforbruget i *qh*-erhvervet steget med omkring 30% i 1993 (se evt. omstående figurer). Der er begrundet forventning om, at denne abnorme udvikling i energiforbruget ikke vil være at finde i den næste databank.

Omstående grafer viser modellernes evne til at forklare den historiske udvikling i energiforbruget.

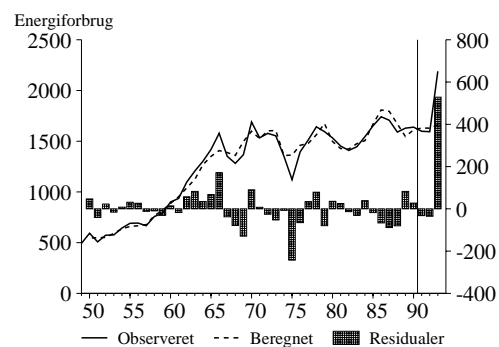
**Figur 7. Historisk forklaringssevne.
Handelserhvervets energiforbrug, forskellige modeller**

**Model 1
Logaritmisk fejlkorrektionsmodel**

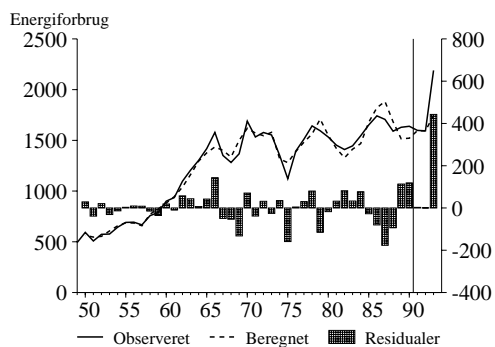
1 trin



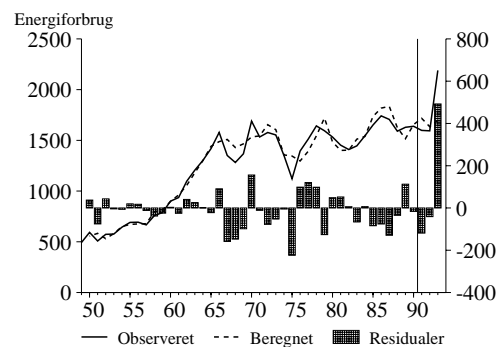
2 trin



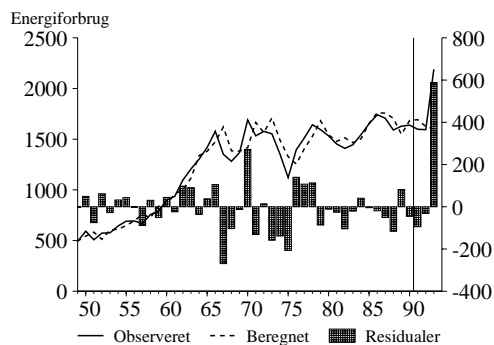
**Model 2
Ikke-log. fejlkorrek.**



**Model 3
Logaritmisk ændring**



**Model 4
Nuværende specifikation**



3.4. Estimation af jern og metal, *nm*

Estimationsresultaterne for jern- og metalindustrien, *nm*, fremgår af nedenstående tabel.

Tabel 3.4. Estimation af energiefterspørgslen for jern og metal

		Model 1 1 trin	Model 1 2 trin	Model 2	Model 3	Model 4
		Log fejlkorrek.		Abs. fejlkorrek. ¹	Log-ændring	ADAM, nu
Langsigt priselast.	<i>Generel</i>	-0.11	-0.08	-0.13	-0.20	0
	<i>Specifik</i>	-0.22	-0.08	-0.31	-0.16	
Kortsigt priselast.	<i>Generel</i>	-0.11	-0.09	-0.24	-0.24	0
	<i>Specifik</i>	-0.15	-0.10	-0.23	-0.16	
Kortsigt prod.elast.	<i>Generel</i>	0.49	0.56	-0.38	0.41	0
	<i>Specifik</i>	0.47	0.69	-0.51	0.41	
Spredning på bereg. residualer	<i>Generel</i>	0.050	0.053	0.055	0.056	0.078
	<i>Specifik</i>	0.055	0.053	0.060	0.058	
DW	<i>Generel</i>	1.88	1.84	2.11	1.98	2.47
	<i>Specifik</i>	1.96	1.68	2.13	2.11	
Chi(3)	<i>Generel</i>	9.59	9.59	8.16	14.0	1.37
	<i>Specifik</i>	8.68	7.59	12.2	11.1	

Anm. Antallet af estimerede koefficienter er: *Model 1, et trin*: Generel 12, specifik 7, *Model 1, to trin*: Gen. 12, Spec. 9. *Model 2 (1 trin)*: Gen. 11, spec. 7. *Model 3*: Gen. 8, spec. 3. *Model 4*: 0.

¹ Elasticiteterne er afhængige af værdien af de indgående variable; elasticiteterne er beregnet med udgangspunkt i databankværdierne i 1990.

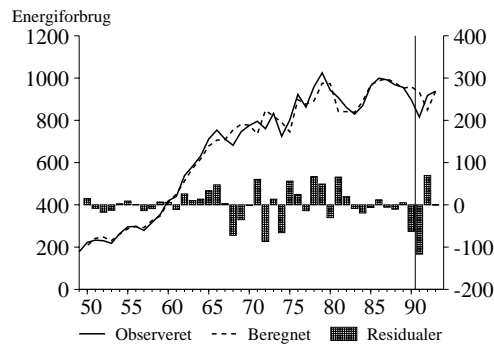
Tilsyneladende kan her estimeres tilfredsstillende priselasticiteter på både kort og langt sigt, idet der synes at være rimelig overensstemmelse om størrelsesordenen mellem de forskellige modeller. Det bemærkes, at alle modellerne (bortset fra *model 4*) har lidt problemer med forudsigelsesegenskaberne (hvilket specielt skyldes en stor residual i 1991, se evt. omstående figurer).

Omstående grafer viser modellernes evne til at forklare den historiske udvikling i energiforbruget.

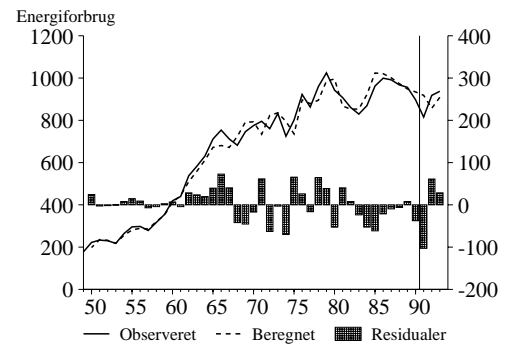
**Figur 8. Historisk forklaringssevne.
Jern- og metalindustriens energiforbrug, forskellige modeller**

**Model 1
Logaritmsk fejlkorrektionsmodel**

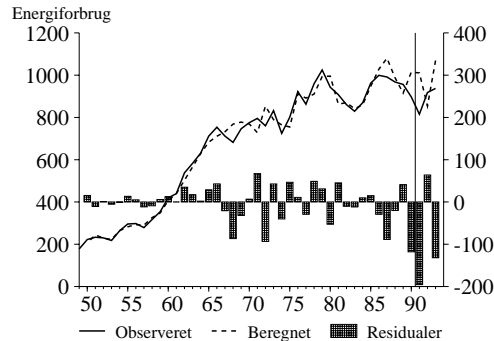
1 trin



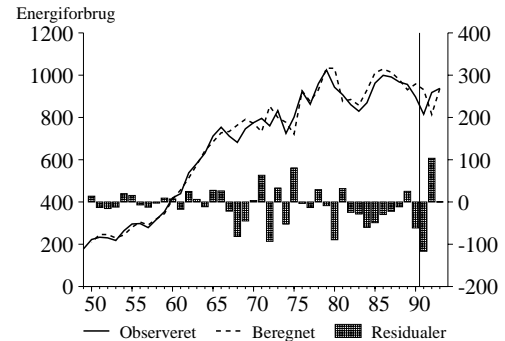
2 trin



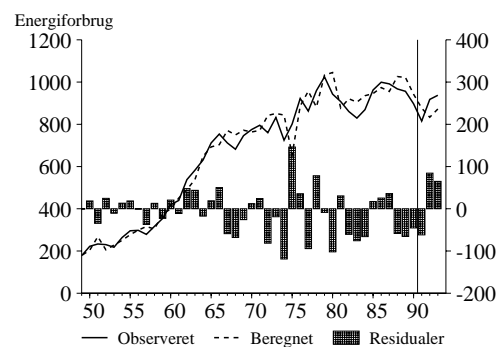
**Model 2
Ikke-log. fejlkorrek.**



**Model 3
Logaritmsk ændring**



**Model 4
Nuværende relation**



3.5. Foreløbig sammenfatning

Da der kun er foretaget meget foreløbige estimationer af fire erhverv, kan det være vanskeligt at sige noget generelt om det billede, der tegner sig. Generelt synes de logaritmiske formuleringer, både fejlkorrigeringsmodellen, model 1 og ændringsmodellen, model 3, dog at give håb (med resultatet for *qt*-erhvervet opfattet som undtagelsen).

Det vil uden tvivl være behov for at kigge nærmere på de enkelte erhverv for at se om der er specielle forhold, der gør sig gældende, ligesom der helt sikker er behov for at se nærmere på trend-konstruktionen. Udviklingen i 1980'erne med faldende energikvote og faldende (og lave) energipriser er også et emne for videre arbejde. Om dette sidste tilsyneladende paradoks skal "løses" ved dummy-konstruktioner, ved overvejelser om forventninger, risiko og volatilitet i (den fremtidige) energipris, eller overvejelser om irreversibilitet i de tekniske fremskridt vil vise sig.

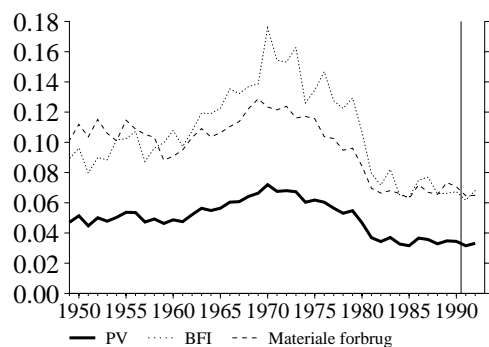
Der turde, som nævnt, dog være begrundet håb om, at det vil være muligt at estimere energiligninger (baseret på modeller som de præsenterede) med acceptable egenskaber (læs: negativ priselasticitet). Det synes generelt muligt at reducere spredningen på residualerne, ved at bruge andre modeller end den nuværende (hvilket dog bør sammenholdes med, at man har øget antallet af parametre i modellen). I de fleste tilfælde kan man få forklaringskraften op på et niveau, der svarer til at energiforbruget kan bestemmes med en usikkerhed på i størrelsesordenen ± 5 procent.

Der henvises i øvrigt til bilag 2 for en hurtigt overblik over de øvrige erhverv.

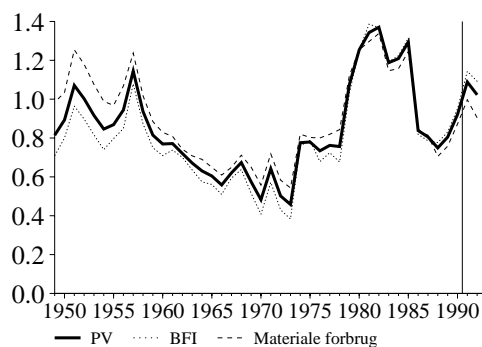
Bilag 1. Grafer for energikvoter og relative priser

Landbrug, *a*

Energikvoter

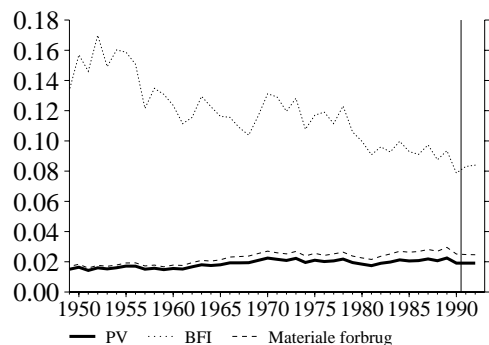


Relative priser

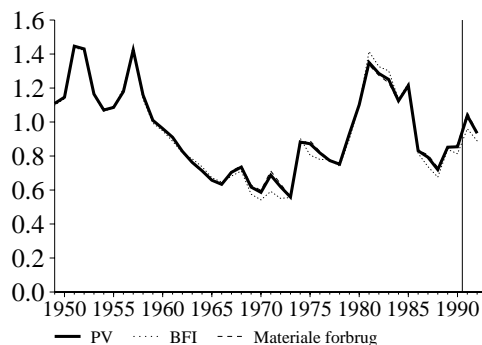


Næringsmiddelindustrien, *nf*

Energikvoter

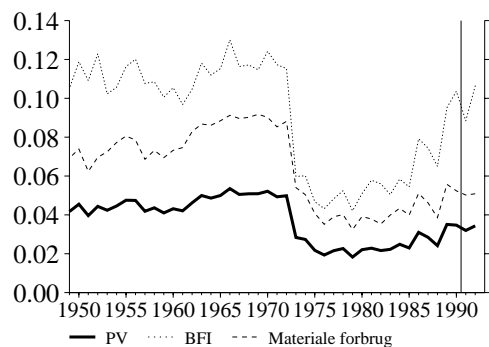


Relative priser

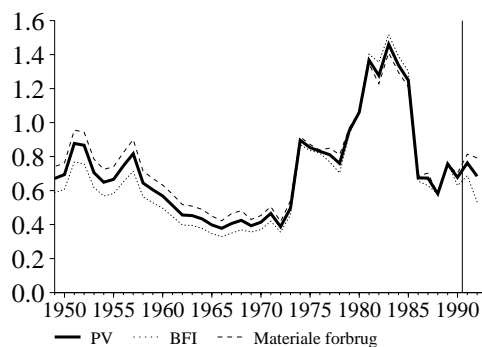


Nydelsesmiddelindustrien, *nn*

Energikvoter

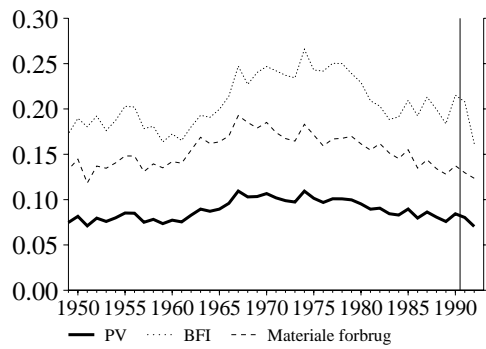


Relative priser

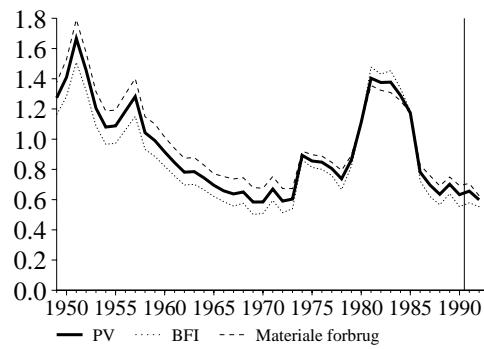


Leverandør til byggeri, *nb*

Energikvoter

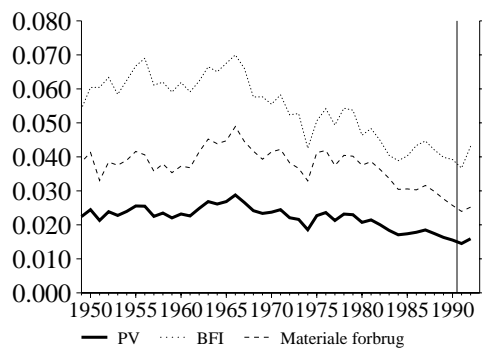


Relative priser

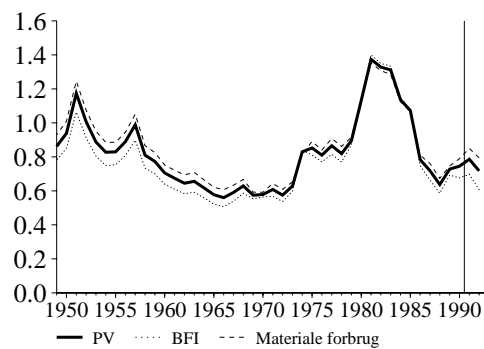


Jern- og metalindustri, *nm*

Energikvoter

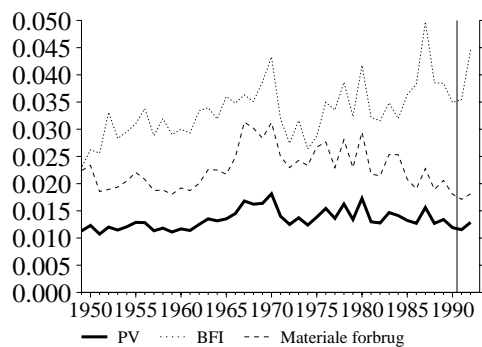


Relative priser

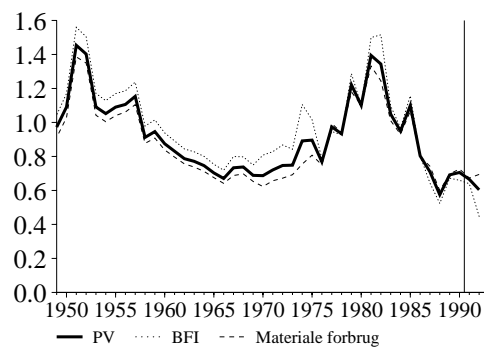


Transportmiddelindustri, *nt*

Energikvoter

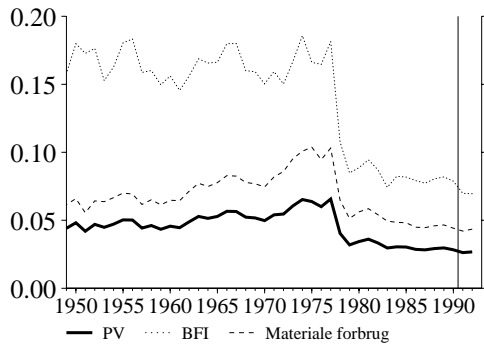


Relative priser

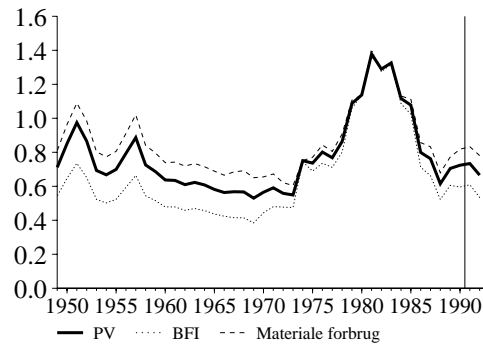


Kemisk industri, *nk*

Energikvoter

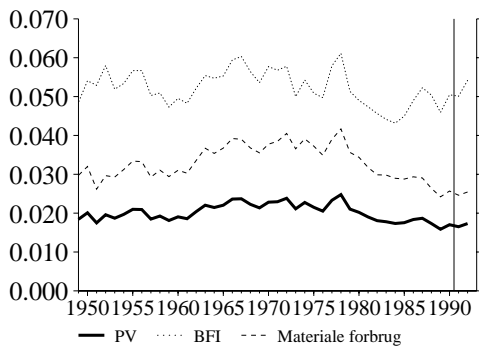


Relative priser

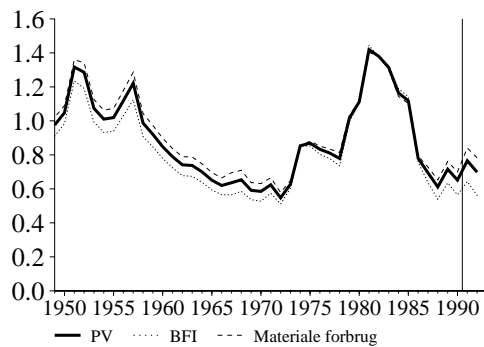


Øvrig fremstillingsvirksomhed, *nq*

Energikvoter

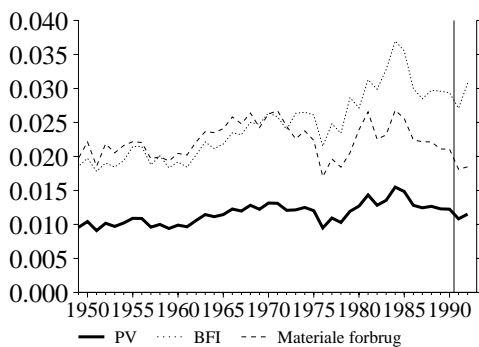


Relative priser

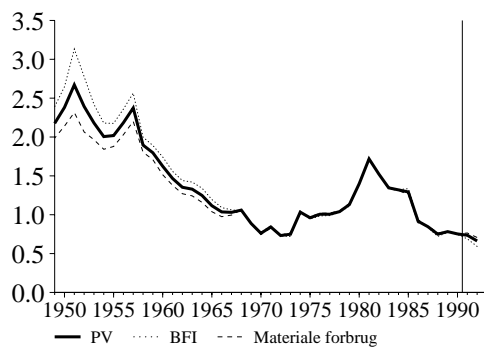


Bygge og anlæg, *b*

Energikvoter

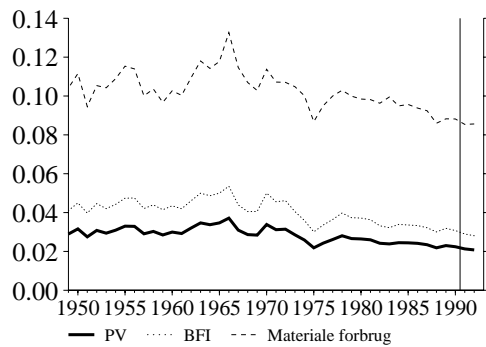


Relative priser

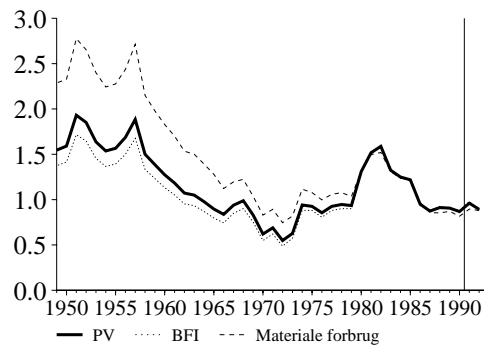


Handel, qh

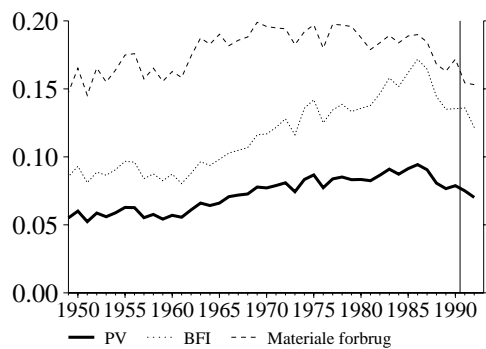
Energikvoter



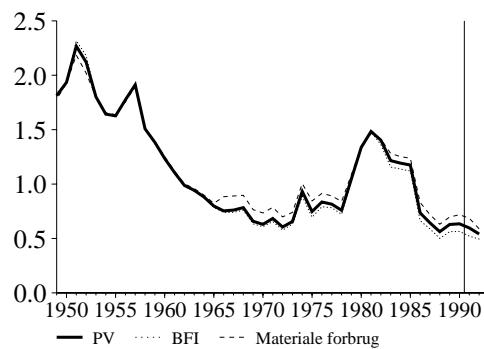
Relative priser

**Anden transport, qt**

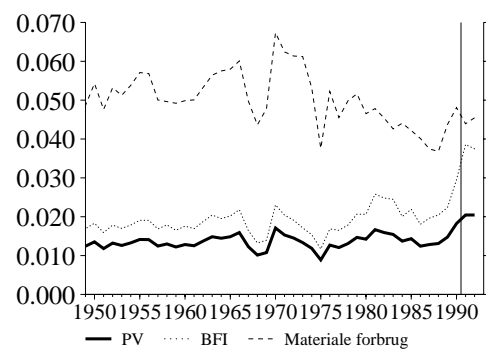
Energikvoter



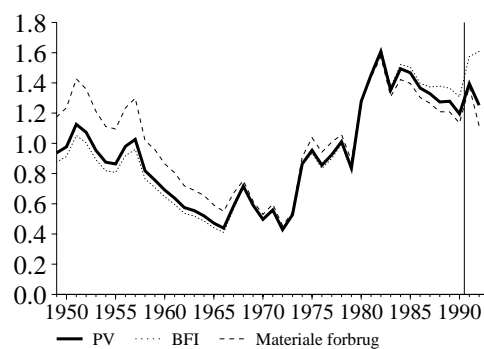
Relative priser

**Finansiell virksomhed, qf**

Energikvoter

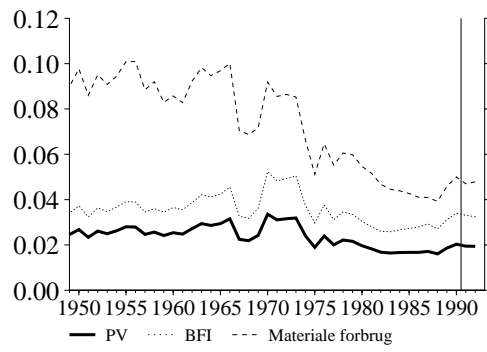


Relative priser

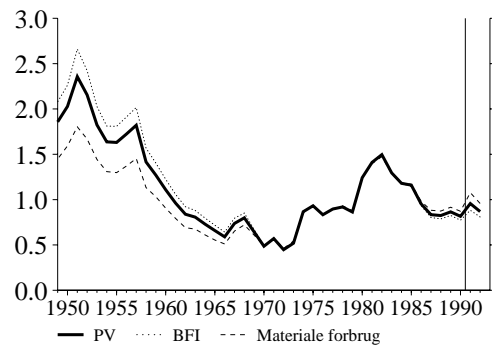


Andre tjenesteydende erhverv, *qq*

Energikvoter



Relative priser



Bilag 2

I dette bilag præsenteres estimationsresultater for de tretten erhverv i "xx-erhvervet". Der vises estimationer for modellerne 1, 3 og 4, idet model 1 er estimeret i både 1 og 2 trin. Alle erhverv og modeller er estimeret dels med produktionsværdi (og produktionsværdideflator) – *Tabel A* – dels med BFI (og BFI-deflator) – *Tabel B* – og dels med samlede materialeforbrug (og materialepris) – *Tabel C*. Den konkrete specifikation af modellerne 1 og 3 er vist nedenfor (idet produktionsværdien er anvendt som eksempel).

Model 1 Logaritmisk fejlkorrektionsmodel

$$\begin{aligned} d\log\left(\frac{fVe_j}{fX_j}\right) &= \alpha_0 + \alpha_2 d\log\left(\frac{pve_j}{px_j}\right) + \alpha_4 d\log(fX_j) + \alpha_6 \text{diff}(fros) \\ &\quad - \gamma \left[\log\left(\frac{fVe_j}{fX_j}\right)_{-1} - \beta_1 \left(\log\left(\frac{pve_j}{px_j}\right) \right)_{-1} \right] - \beta_2 \text{tid} \\ &\quad - \beta_3 \text{tid}^2 - \beta_4 \text{fros}_{-1} \end{aligned}$$

Model 3 Logaritmisk ændringsmodel

$$\begin{aligned} d\log(fVe_j) &= \alpha_0 + \alpha_1 d\log(fVe_j)_{-1} + \alpha_2 d\log(fX_j) \\ &\quad + \alpha_3 d\log(fX_j)_{-1} + \alpha_4 d\log(fX_j)_{-2} + \\ &\quad + \alpha_5 d\log\left(\frac{pve_j}{px_j}\right) + \alpha_7 \text{diff}(fros) + \alpha_8 \text{tid} \\ 1 - \alpha_1 &= \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 \end{aligned}$$

Den konkrete specifikation af *model 1* indebærer, at 3 parametre er "sparet" i forhold til den generelle specifikation, jf afsnit 2 (α_1 , α_3 og α_5). I *model 3* er en enkelt koefficient reduceret væk (α_6). Disse reduktioner svarer i store træk til de restriktioner, der typisk kunne lægges på de 4 estimerede erhverv, jf. afsnit 3. Typisk vil der dog for flere erhverv være mulighed for yderligere at reducere modellerne, ligesom det kan være, at der skal inddrages specielle variable for enkelte erhverv. Estimationsperioden er 1949-1989 og resultaterne præsenteres stort set som i afsnit 3. Som følge af den konkrete specifikation samt den lidt anden estimationsperiode kan resultaterne fra *Tabel A*, (produktionsværdi), ikke genfindes 100% for de tilsvarende erhverv i afsnit 3.

Hvad ses – (meget foreløbigt) ?

- De tre nye modellers forklaringssevne er nogenlunde som forventet, idet *model 1* (logaritmiske fejlkorrektionsmodel) estimeret i 1 trin typisk giver den mindste spredning, mens den rene ændringsrelation, *model 3*, giver den største. I forhold til den nuværende specifikation, *model 4*, ses typisk en reduktion i (den ikke frihedsgradskorrigerede) spredning på i

størrelsesordenen 20-30%.

- De erhverv som ser ud til at give store problemer, er erhvervene b , nk , nn og qt . Disse blev også på forhånd anset for problematiske. nn og nk er oplagte "dummy"-kandidater (se evt. grafer i bilag 1).
- Valg af produktions- og prismål betyder tilsyneladende ikke så meget for estimerne af pris- og produktionselasticiteter.
- Valg af model (og estimationsmetode) betyder derimod en del. Generelt fås større langsigtede priselasticiteter, når fejlkorrigeringsmodellen estimeres i 1 trin i stedet for i 2. Til gengæld lader de kortsigtede pris- og produktionselasticiteter til at være nogenlunde ens, uanset estimationsmetode eller model.
- Generelt er der mange insignifikante priselasticiteter, uanset hvilken deflator, som bruges. Det er værd at bemærke, at hvor der er estimeret positive priselasticiteter, så er de insignifikante. Der er måske en tendens til pænere priselasticiteter, når materialeforbruget bruges som indeks, men nok også til flere insignifikante størrelser.
- Den kortsigtede produktionselasticitet er generelt mindre end 1 og signifikant, uanset hvilket indeks, som benyttes. Hvor den er større end 1, er afvigelsen fra 1 generelt insignifikant.

Tabel A. Estimationsresultater. Energikvote relativt til produktionsværdi (fX_t)

Erhverv	Model	Kortsigtet pris-elasticitet	Langsigtet pris-elasticitet	Kortsigtet produktionselasticitet	Spredning på residualer	DW	Chi(3)
a	logfejl	-0.17 [⊕]	-0.68	0.42	0.050	2.4	4.4
a	2 trins	-0.10	-0.33	0.40	0.059	1.84	3.4
a	logændring	-0.18	-0.17	0.57	0.066	2.13	2.64
a	model 4	0	0	0	0.084	2.08	0.85
b	logfejl	-0.07 [⊕]	-0.03 [⊕]	0.45	0.073	1.83	7.26
b	2 trins	-0.03 [⊕]	+0.00 [⊕]	0.52	0.081	1.67	10.4
b	logændring	+0.00 [⊕]	+0.00 [⊕]	0.34	0.076	2.02	9.77
b	model 4	0	0	0	0.088	2.45	3.06
nb	logfejl	-0.07 [⊕]	-0.20	0.51	0.050	1.99	3.89
nb	2 trins	+0.01 [⊕]	-0.05 [⊕]	0.65	0.055	1.70	4.64
nb	logændring	-0.08 [⊕]	-0.07	0.51	0.053	2.07	7.01
nb	model 4	0	0	0	0.072	2.61	5.36
nf	logfejl	-0.17	-0.36	0.49	0.054	2.18	21.1
nf	2 trins	-0.12	-0.23	0.38	0.050	2.16	13.3
nf	logændring	-0.18	-0.16	0.62	0.054	2.00	6.53
nf	model 4	0	0	0	0.071	2.6	7.9

<i>nk</i>	logfejl	-0.12 [⊗]	-0.44	0.80 [⊗]	0.092	1.93	0.85
<i>nk</i>	2 trins	-0.08 [⊗]	-0.18	0.94 [⊗]	0.099	1.7	0.62
<i>nk</i>	logændring	-0.18 [⊗]	-0.18 [⊗]	0.97	0.111	1.95	0.30
<i>nk</i>	model 4	0	0	0	0.121	2.0	0.26
<i>nm</i>	logfejl	-0.12	-0.16	0.51	0.050	1.99	9.23
<i>nm</i>	2 trins	-0.10 [⊗]	-0.08	0.58	0.054	1.70	9.34
<i>nm</i>	logændring	-0.15	-0.13	0.61	0.057	2.00	10.7
<i>nm</i>	model 4	0	0	0	0.078	2.47	1.37
<i>nn</i>	logfejl	-0.28	-0.61	1.63 [⊗]	0.126	2.19	0.44
<i>nn</i>	2 trins	-0.36	-0.60	1.42 [⊗]	0.132	1.93	1.36
<i>nn</i>	logændring	-0.26	-0.20	1.29	0.142	1.87	0.43
<i>nn</i>	model 4	0	0	0	0.159	2.20	0.66
<i>nq</i>	logfejl	-0.13	-0.16	0.41	0.049	1.82	3.42
<i>nq</i>	2 trins	-0.09 [⊗]	-0.11	0.47	0.051	1.52	1.79
<i>nq</i>	logændring	-0.21	-0.18	0.42	0.054	2.00	4.48
<i>nq</i>	model 4	0	0	0	0.071	2.39	1.21
<i>nt</i>	logfejl	-0.15 [⊗]	-0.12	0.65	0.078	2.22	2.87
<i>nt</i>	2 trins	-0.13 [⊗]	-0.13	0.71	0.081	2.15	3.90
<i>nt</i>	logændring	-0.13 [⊗]	-0.09	0.63	0.082	2.12	2.68
<i>nt</i>	model 4	0	0	0	0.124	3.01	1.46
<i>qf</i>	logfejl	-0.33	-0.27	0.49	0.089	2.22	6.05
<i>qf</i>	2 trins	-0.34	-0.16	0.48	0.098	2.11	5.31
<i>qf</i>	logændring	-0.37	-0.42	0.64	0.108	2.37	0.72
<i>qf</i>	model 4	0	0	0	0.133	2.30	5.51
<i>qh</i>	logfejl	-0.20	-0.18	0.79 [⊗]	0.049	1.98	1.85
<i>qh</i>	2 trins	-0.20	-0.14	0.82 [⊗]	0.054	1.74	0.37
<i>qh</i>	logændring	-0.23	-0.25	0.63	0.062	2.29	1.11
<i>qh</i>	model 4	0	0	0	0.079	2.33	0.40
<i>qq</i>	logfejl	-0.34	-0.49	0.60 [⊗]	0.072	2.01	3.91
<i>qq</i>	2 trins	-0.36	-0.78 [⊗]	0.66	0.080	1.92	9.68
<i>qq</i>	logændring	-0.42	-0.49	0.79	0.082	2.43	0.27
<i>qq</i>	model 4	0	0	0	0.125	2.27	0.40
<i>qt</i>	logfejl	-0.10	+0.02 [⊗]	-0.12	0.052	2.16	10.1
<i>qt</i>	2 trins	-0.09	+0.01 [⊗]	-0.05	0.064	1.85	25.6
<i>qt</i>	logændring	-0.11	-0.08	0.24 [⊗]	0.052	1.87	1.70
<i>qt</i>	model 4	0	0	0	0.065	2.42	2.07

Tabel B. Estimationsresultater. Energikvote relativt til BFI (fY_f).

Erhverv	Model	Kortsigtet pris-elasticitet	Langsigtet pris-elasticitet	Kortsigtet produktions-elasticitet	Spredning på residualer	DW	Chi(3)
<i>a</i>	logfejl	-0.13	-0.67	0.16	0.052	2.35	5.60
<i>a</i>	2 trins	-0.06 [⊖]	-0.38	0.16	0.059	1.84	4.33
<i>a</i>	logændring	-0.16	-0.20	0.35	0.074	2.29	3.23
<i>a</i>	model 4	0	0	0	0.129	2.40	0.43
<i>b</i>	logfejl	+0.03 [⊖]	+0.37 [⊖]	0.52	0.072	1.95	7.95
<i>b</i>	2 trins	-0.01 [⊖]	+0.06 [⊖]	0.59	0.077	1.89	11.8
<i>b</i>	logændring	+0.04 [⊖]	+0.04 [⊖]	0.54	0.078	2.00	8.37
<i>b</i>	model 4	0	0	0	0.087	2.47	4.60
<i>nb</i>	logfejl	-0.09 [⊖]	-0.23	0.38	0.053	2.07	5.53
<i>nb</i>	2 trins	-0.02 [⊖]	-0.05 [⊖]	0.54	0.061	1.70	8.44
<i>nb</i>	logændring	-0.10 [⊖]	-0.09	0.45	0.058	2.16	8.98
<i>nb</i>	model 4	0	0	0	0.083	2.43	15.4
<i>nf</i>	logfejl	-0.09 [⊖]	-0.20	0.10	0.050	2.35	13.8
<i>nf</i>	2 trins	-0.07 [⊖]	-0.09 [⊖]	0.06	0.049	2.38	10.2
<i>nf</i>	logændring	-0.14	-0.18	0.34	0.060	2.38	5.47
<i>nf</i>	model 4	0	0	0	0.096	2.58	1.78
<i>nk</i>	logfejl	-0.07 [⊖]	-0.35	0.35	0.094	1.85	0.72
<i>nk</i>	2 trins	-0.02 [⊖]	-0.17	0.51	0.105	1.56	0.60
<i>nk</i>	logændring	-0.10 [⊖]	-0.10 [⊖]	0.49	0.124	1.86	0.35
<i>nk</i>	model 4	0	0	0	0.134	2.10	0.36
<i>nm</i>	logfejl	-0.14	-0.20	0.44	0.049	1.87	9.30
<i>nm</i>	2 trins	-0.14	-0.14	0.55	0.052	1.54	8.47
<i>nm</i>	logændring	-0.20	-0.18	0.43	0.057	2.13	12.2
<i>nm</i>	model 4	0	0	0	0.083	2.39	2.93
<i>nn</i>	logfejl	-0.33	-0.60	0.24 [⊖]	0.139	2.31	0.37
<i>nn</i>	2 trins	-0.41	-0.58	0.12	0.143	2.09	0.51
<i>nn</i>	logændring	-0.33	-0.26	0.39	0.162	1.79	0.29
<i>nn</i>	model 4	0	0	0	0.191	2.28	3.68
<i>nq</i>	logfejl	-0.14	-0.16	0.19	0.045	1.99	10.8
<i>nq</i>	2 trins	-0.11	-0.14	0.36	0.046	1.46	3.40
<i>nq</i>	logændring	-0.20	-0.17	0.26	0.051	1.96	6.01
<i>nq</i>	model 4	0	0	0	0.073	2.21	2.77
<i>nt</i>	logfejl	-0.25	-0.22	0.74	0.067	2.39	1.17
<i>nt</i>	2 trins	-0.27	-0.24	0.81 [⊖]	0.068	2.16	2.26

<i>nt</i>	logændring	-0.14 \oplus	-0.10	0.65	0.090	2.20	4.26
<i>nt</i>	model 4	0	0	0	0.144	2.87	4.04
<i>qf</i>	logfejl	-0.37	-0.29 \oplus	0.39	0.092	2.33	7.33
<i>qf</i>	2 trins	-0.38	-0.14 \oplus	0.36	0.103	2.23	6.68
<i>qf</i>	logændring	-0.40	-0.34	0.49	0.112	2.37	0.65
<i>qf</i>	model 4	0	0	0	0.150	2.33	18.9
<i>qh</i>	logfejl	-0.23	-0.20	0.61 \oplus	0.051	2.00	2.38
<i>qh</i>	2 trins	-0.25	-0.16	0.62 \oplus	0.056	1.73	0.38
<i>qh</i>	logændring	-0.26	-0.30	0.50	0.064	2.32	1.13
<i>qh</i>	model 4	0	0	0	0.086	2.28	0.44
<i>qq</i>	logfejl	-0.37	-0.55	0.51 \oplus	0.071	2.05	2.35
<i>qq</i>	2 trins	-0.38	-0.39	0.12 \oplus	0.078	1.95	6.11
<i>qq</i>	logændring	-0.47	-0.55	0.22 \oplus	0.080	2.34	0.38
<i>qq</i>	model 4	0	0	0	0.129	2.25	0.42
<i>qt</i>	logfejl	-0.10	+0.05 \oplus	-0.14	0.055	2.30	15.8
<i>qt</i>	2 trins	-0.09	+0.03 \oplus	-0.13	0.068	1.99	33.8
<i>qt</i>	logændring	-0.11	-0.09	0.18 \oplus	0.056	1.86	2.77
<i>qt</i>	model 4	0	0	0	0.072	2.19	2.78

Tabel C. Estimationsresultater. Energikvotere relativt til samlet materialeforbrug ($fXmx_i$).

Erhverv	Model	Kortsigtet pris-elasticitet	Langsigtet pris-elasticitet	Kortsigtet produktions-elasticitet	spredning på residualer	DW	Chi(3)
<i>a</i>	logfejl	-0.15	-0.71	0.29	0.052	2.46	4.27
<i>a</i>	2 trins	-0.09 [⊖]	-0.25	0.37	0.060	1.73	2.41
<i>a</i>	logændring	-0.15	-0.15	0.48	0.067	1.91	2.41
<i>a</i>	model 4	0	0	0	0.078	2.11	0.87
<i>b</i>	logfejl	-0.19 [⊖]	-0.12 [⊖]	0.18	0.076	1.63	6.80
<i>b</i>	2 trins	-0.14 [⊖]	-0.06 [⊖]	0.33	0.087	1.52	12.0
<i>b</i>	logændring	-0.07 [⊖]	-0.07 [⊖]	0.18 [⊖]	0.077	2.04	10.2
<i>b</i>	model 4	0	0	0	0.099	2.44	2.37
<i>nb</i>	logfejl	-0.06 [⊖]	-0.16	0.56	0.048	1.85	1.71
<i>nb</i>	2 trins	+0.01 [⊖]	-0.05 [⊖]	0.69	0.052	1.63	2.08
<i>nb</i>	logændring	-0.01 [⊖]	-0.07	0.53	0.053	2.06	4.31
<i>nb</i>	model 4	0	0	0	0.073	2.69	1.66
<i>nf</i>	logfejl	-0.16	-0.41	0.37	0.053	2.28	17.6
<i>nf</i>	2 trins	-0.14	-0.26	0.40	0.050	2.19	13.3
<i>nf</i>	logændring	-0.19	-0.12	0.66	0.056	1.95	7.28
<i>nf</i>	model 4	0	0	0	0.070	2.40	9.78
<i>nk</i>	logfejl	-0.19 [⊖]	-0.56	0.82 [⊖]	0.090	1.92	0.80
<i>nk</i>	2 trins	-0.13 [⊖]	-0.22	0.91 [⊖]	0.096	1.70	0.75
<i>nk</i>	logændring	-0.28	-0.28	0.99	0.106	1.93	0.48
<i>nk</i>	model 4	0	0	0	0.119	1.99	0.22
<i>nm</i>	logfejl	-0.09 [⊖]	-0.15 [⊖]	0.46	0.055	1.98	9.98
<i>nm</i>	2 trins	-0.06 [⊖]	-0.021 [⊖]	0.52	0.058	1.76	11.4
<i>nm</i>	logændring	-0.11 [⊖]	-0.11 [⊖]	0.58	0.060	1.89	9.54
<i>nm</i>	model 4	0	0	0	0.084	2.47	0.90
<i>nn</i>	logfejl	-0.34	-0.65	1.32 [⊖]	0.119	2.02	0.08
<i>nn</i>	2 trins	-0.37	-0.62	1.32 [⊖]	0.112	1.89	1.05
<i>nn</i>	logændring	-0.26	-0.21	1.24	0.127	1.94	0.07
<i>nn</i>	model 4	0	0	0	0.145	2.09	0.30
<i>nq</i>	logfejl	-0.14 [⊖]	-0.17 [⊖]	0.45	0.051	1.88	3.36
<i>nq</i>	2 trins	-0.10 [⊖]	-0.09	0.49	0.054	1.60	1.50
<i>nq</i>	logændring	-0.23	-0.21	0.49	0.057	2.01	3.87
<i>nq</i>	model 4	0	0	0	0.075	2.37	0.76
<i>nt</i>	logfejl	-0.15 [⊖]	-0.08 [⊖]	0.48	0.088	2.49	2.14
<i>nt</i>	2 trins	-0.11 [⊖]	-0.09 [⊖]	0.52	0.093	2.28	3.11

<i>nt</i>	logændring	-0.13 [⊖]	-0.11	0.55	0.095	1.98	1.33
<i>nt</i>	model 4	0	0	0	0.133	2.77	0.85
<i>qf</i>	logfejl	-0.20 [⊖]	-0.33	0.96 [⊖]	0.082	1.86	3.60
<i>qf</i>	2 trins	-0.18 [⊖]	-0.24	1.05 [⊖]	0.087	1.82	4.96
<i>qf</i>	logændring	-0.29	-0.26	1.09	0.100	2.22	0.78
<i>qf</i>	model 4	0	0	0	0.120	2.37	1.14
<i>qh</i>	logfejl	-0.17	-0.12 [⊖]	0.75 [⊖]	0.047	1.90	1.45
<i>qh</i>	2 trins	-0.17	-0.09	0.83 [⊖]	0.049	1.80	0.21
<i>qh</i>	logændring	-0.21	-0.24	0.72	0.056	2.18	0.30
<i>qh</i>	model 4	0	0	0	0.068	2.53	0.20
<i>qq</i>	logfejl	-0.34	-0.39	0.40 [⊖]	0.077	2.00	10.4
<i>qq</i>	2 trins	-0.33	-0.26	0.41 [⊖]	0.085	1.92	18.9
<i>qq</i>	logændring	-0.36	-0.41	0.84	9.984	2.29	0.72
<i>qq</i>	model 4	0	0	0	0.120	2.28	0.39
<i>qt</i>	logfejl	-0.05 [⊖]	-0.02 [⊖]	-0.44	0.044	1.94	6.59
<i>qt</i>	2 trins	-0.04 [⊖]	-0.03 [⊖]	-0.36	0.049	1.82	15.3
<i>qt</i>	logændring	-0.10 [⊖]	-0.07	0.77	0.047	2.05	3.87
<i>qt</i>	model 4	0	0	0	0.061	2.79	4.15