

## Modellering af faktorefterspørgslen på baggrund af translog-omkostningsfunktioner: Estimation af langsigtssammenhænge

### Resumé:

*Translogomkostningsfunktionen anvendes til estimation af faktorefterspørgselsfunktioner for maskinkapital, arbejdskraft, energi og øvrige forarbejdede produktionsfaktorer.*

*Der estimeres alene langsigtssammenhænge (kointegrationssammenhænge) mens kortsigtdynamikken ikke er specificeret endnu.*

*Det interessante er naturligvis omfanget af faktorsubstitution, samt om relationerne kan forklare hovedtendenserne i den gennemsnitlige produktivitetsudvikling gennem perioden. For aggregerede sektorer er der klar faktorsubstitution mellem kapital og arbejdskraft, og mellem kapital og energi. Derimod er der som forventet ikke så stor substitutionen overfor materialer. Både aggregeret og på sektorniveau ser det ud til, at det er muligt at forklare en del af produktivitetsudviklingen. En del forklares vha. Hicks-neutrale tekniske fremskridt; men der er også plads til andre typer af tekniske fremskridt, ligesom faktorsubstitution spiller en afgørende rolle. Der er dog meget store variationer mellem sektorerne.*

*Der er lagt vægt på at undersøge teoretiske restriktioner, som en minimumomkostningsfunktion skal opfylde. Herudover er der undersøgt følsomheden overfor en række forsimplende antagelser vedr. produktionsteknologien, som ville reducere det betydelige antal af frie parametre. Det drejer sig om skalaafkastet og typer af tekniske fremskridt. Resultaterne tyder på, at der ikke er voldsomme problemer med at opfylde de teoretiske egenskaber.*

---

c:\tekst\tl-est1.wp

Nøgleord: faktorefterspørgsel, omkostningsfunktioner, fleksible funktioner, translog, produktivitet.

## I. Indledning

Translogomkostningsfunktionen er gennemgået detaljeret andet sted<sup>1</sup> og skal blot opstilles her for at lette referencen til egenskaber og parametre.

Lad  $C$  betegne de samlede omkostninger,  $y$  produktionen,  $p$  en vektor af faktorpriser, og  $t$  en tidsvariabel, der skal fange forskellige typer af tekniske fremskridt.

Translogomkostningsfunktionen bliver da, forudsat rækkeudviklingen foretages

i punktet:  $(p^*, y^*, t^*) = (1, 1, 0)$  :

$$\begin{aligned} \ln C(y, p, t) = & a_0 + \sum_i a_i \ln p_i + a_y \ln y + a_t t + \frac{1}{2} \sum_j \sum_i b_{ij} \ln p_i \ln p_j \\ & + \sum_i b_{yi} \ln y \ln p_i + \frac{1}{2} a_{yy} (\ln y)^2 + \sum_i b_{ti} t \ln p_i \\ & + b_{ty} t \ln y + \frac{1}{2} a_{tt} t^2 \end{aligned} \quad (1)$$

Ved differentiation af logaritmen til omkostningsfunktionen mht. logaritmen til faktorpriserne fås ved anvendelse af Shephards lemma de tilsvarende omkostningsandele  $s_i$ :

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln p_i} = \frac{\partial C}{\partial p_i} \frac{p_i}{C} = \frac{x_i p_i}{C} \doteq s_i = a_i + \sum_j b_{ij} \ln p_j + b_{yi} \ln y + b_{ti} t \quad (2)$$

Det behagelige ved (2) er, at de optimale faktorandele er givet som funktioner af priser, produktion og trend, der er lineære i parametrene. (2) bør i princippet estimeres direkte i en sammenhæng, hvor der gives mulighed for eventuel træghed i tilpasningen til de optimale faktorandele. Det kunne fx. gøres i en fejlkorrektionsmodel, hvor (2) repræsenterer kointegrationsammenhængen. Her vil (2) blive estimeret direkte og uden hensyntagen til kortsigtsdynamikken. Estimationsresultaterne kan altså betragtes som første trin i Engle-Granger 2-trins proceduren.

---

<sup>1</sup>Per Bremer Rasmussen. "Translog-omkostningsfunktioner: teoretiske egenskaber og opstilling af estimationsligninger". *Arbejdsrapport fra Modelgruppen*, 26. april 1992.

Rent teknisk estimeres de enkelte omkostningsandelsfunktioner<sup>2</sup> (2) sammen med den samlede omkostningsfunktion (1), (vha. GLS), for at få estimeret samtlige parametre, hvilket er nødvendigt, når man ikke alene er interesseret i substitutionsforhold; men også direkte i faktorefterspørgselsfunktionerne og produktivitetsudviklingen.

Som gennemgået detaljeret i ovennævnte notat, kan funktionen pålægges en lang række restriktioner, hvoraf nogle er nødvendige, hvis (1) skal have de egenskaber en minimumomkostningsfunktion har, mens andre er behagelige forsimplende antagelser om den bagvedliggende produktionsteknologi, der reducerer antallet af frie parametre.

De teoretiske restriktioner er; at omkostningsfunktionen skal være:

- (1) positiv real, defineret og endelig for alle  $y > 0$
- (2) ikke aftagende i  $y$ , kontinuert mod venstre og:  

$$C(y,p,t) \rightarrow \infty \text{ for } y \rightarrow \infty$$
- (3) ikke aftagende i  $p$
- (4) lineær homogen (dvs. homogen af 1. grad) i  $p$  for givet  $y$
- (5) konkav i  $p$  for  $y > 0$

(4) svarer, givet symmetri i  $b_{ij}$ -matricen, til at sumrestriktionen skal opretholdes: de enkelte omkostningsandele skal summe til 1. I det følgende henfører homogenitet i priserne til global homogenitet. Det har ikke været muligt at estimere med konkavitetsrestriktionen; men der er foretaget dekomponeringer, så det er let at se, om konkavitetskravet opfyldes i fri estimation. Det konkavitetskrav der analyseres er lokal konkavitet.

Herudover er der forsøgt med en række andre antagelser om skalaafkast og typen af tekniske fremskridt. Det er undersøgt, om man kan fjerne dels de faktorforbrugende/-besparende tekniske fremskridt (biased), dels de neutrale.

---

<sup>2</sup>Som beskrevet i ovennævnte notat, er systemet af omkostningsandelsfunktioner singulært. Det er derfor valgt at udelade relationen for råstoffers omkostningsandel, og residualberegne parametrene i denne.

## 2. Fremstilling af hovedresultaterne.

Der er foretaget et meget stort antal estimationsforsøg. Der er estimeret for aggregater og samtlige sektorer bortset fra O, E og H. Disse estimationer er udført for samtlige niveauer af restriktioner og disse estimationer er igen gennemført for 2 forskellige valg af lønbegreber og for (3) forskellige vægte til inflationsforventningsvariablen i user-cost-udtrykket. Sidstnævnte følsomhedsanalyser af valg af forklarende variabler bliver gennemgået i afsnit 3 nedenfor.

Her vises af hensyn til overskueligheden alene detaljerede resultater for aggregaterne "samlet fremstillingsvirksomhed" og "samlet servicevirksomhed". Dette er selvfølgelig i mange tilfælde problematisk; men det vil blive forsøgt at give en fornemmelse for, i hvilket omfang de aggregerede resultater holder på sektorniveau. De detaljerede resultater er vist i appendiks 1.

Estimationsresultaterne vises i første omgang med de teoretiske restriktioner pålagt. Dvs. der er forudsat homogenitet i faktorpriserne samt symmetri. Det har hidtil ikke været muligt at få estimationsproceduren til at fungere med konkavitsrestriktionen pålagt; men til gengæld er der i samtlige tabeller vist en choleski-dekomponering af den matrice, der skal være negativ semidefinit. Herudover er der anvendt sektorfordelte timelønssatser og user-cost med fuldt gennemslag af inflationsforventninger, dvs. user-cost-udtrykket svarer til det, der pt. anvendes i ADAM's investeringsfunktioner.

Estimationsresultaterne er vist i tabel 1 og 2 nedenfor. Af hensyn til de mange gentagelser og for at det ikke skal blive for knudret, anvendes indimellem følgende forkortelser:

- K = maskinkapital
- L = arbejdskraft
- E = energiinput
- M = materialer, dvs forarbejdede råvarer excl. energi

Resultaterne for samlet fremstillingsvirksomhed bliver gennemgået forholdsvis grundigt. Til gengæld trækker gennemgangen i det følgende hårdt herpå.

### 2.1 Faktorsubstitution

#### 2.1.1 Samlet fremstillingsvirksomhed (NX).

Tabel 1 viser bla. de såkaldte Allen-substitutioneelasticiteter. Dette begreb svarer helt til det almindelige (Hicks-) substitutionselasticitetsbegreb, når der er tale om 2 produktionsfaktorer, og er gennemgået detaljeret i ovennævnte notat. Det er en af dyderne ved TL-funktionen, at den ikke forudsætter konstante substitutionselasticiteter, eller at disse bevæger sig entydigt op eller ned.

De viste substitutionselasticiteter er derfor beregnet på baggrund af 1989-værdier.

**Tabel 1. Samlet fremstillingsvirksomhed, symmetri og homogenitet.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yi}$	Trend $b_{ti}$	Konkavitet $d_i$	$R^2$	$a_y = 0,95$ $a_{yy} = -0,21$	$a_x = -0,008$ $a_{xx} = 0,002$
Bevælgelse	0,282	-1,28				0,084	-0,006	-0,098	0,87	0,52	-1,6
Maskiner	0,050	2,51	-2,68			0,017	-0,001	0,003	0,86	0,63	-2,2
Energi	0,027	1,49	1,40	-14,72		0,002	-0,000	-0,021	0,97	0,74	-2,0
Øvr. materialer	0,640	0,27	-0,88	-0,10	-0,04	-0,102	0,007	0,000	0,90		-1,7

**Tabel 2. Samlet servicevirksomhed, symmetri og homogenitet.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yi}$	Trend $b_{ti}$	Konkavitet $d_i$	$R^2$	$a_y = 1,04$ $a_{yy} = -0,31$	$a_x = -0,007$ $a_{xx} = 0,000$
Bevælgelse	0,476	-0,53				-0,000	-0,006	-0,122	0,96	1,41	-4,5
Maskiner	0,084	0,20	-3,81			0,148	-0,003	-0,026	0,50	0,57	-2,5
Energi	0,041	0,47	2,37	-6,20		0,015	-0,000	-0,007	0,97	0,97	-3,1
Øvr. materialer	0,399	0,56	0,42	-0,51	-0,74	-0,163	0,009	0,000	0,91		-3,6

Det fremgår af tabel 1, at alle egenelasticiteterne har det forventede negative fortegn. De centrale substitutionselasticiteter er positive; men for materialer er der et par fortegnspølemer.

Substitutionselasticiteten mellem kapital og arbejdskraft er betydelig og væsentlig større end 1, svarende til en Cobb-Douglas-teknologi.

Substitutionselasticiteterne for L-E og for K-E er næsten lige store og også betydelige. På forhånd ville man vel forvente, at der var størst substitution mellem kapital og energi; men det, at de to elasticiteter er lige store, har konsekvenser for seperabilitetsegenskaberne, der, under visse forudsætninger jf. nedenfor, gør resultatet mere plausibelt.

Man ville umiddelbart vente, at substitutionen mellem øvrige materialer og de øvrige produktionsfaktorer ville være beskeden, og det er med lidt god vilje, hvad man ser. Det er i hvert fald en interessant hypotese, om disse substitutionselasticiteter kunne tænkes at være ens og meget små (lig 0). Ens substitutionselasticitet ville betyde seperabilitet mellem materialer og de øvrige produktionsfaktorer, således at det optimale forhold mellem K, L og E uden hensyn til materialeprisen, og omvendt er materiale inputtet uafhængigt af de relative priser på K, L og E. Hvis substitutionselasticiteterne er 0 vil vi kunne beskrive råvareinputtet helt uafhængigt af samtlige faktorpriser og dermed anvende I-O-systemet stort set uændret. Mere præcist ville det betyde, at vi kunne samle M og et aggregat af K, L og E i en ydre leontief-produktionsfunktion, hvor forholdet mellem K, L og E fastlægges afhængigt af faktorpriser oa. i overensstemmelse med TL-omkostningsfunktionen for disse 3 produktionsfaktorer.

Hvis vi kan separere materialer ud, betyder det, at de ens substitutionselasticiteter K-E og L-E implicerer, at energi kan separeres ud, svarende til at vi kan neste produktionsfunktion på følgende måde:

$$y = f\{[(K,L),E],M\}$$

Det svarer til , at forholdet mellem K og L fastlægges alene på baggrund af løn og user-costs.

### 2.1.2 Samlet servicevirksomhed (QX).

Af tabel 2 fremgår, at alle egenelasticiteter er negative mens substitutionselasticiteterne med en enkelt undtagelse er positive.

Resultaterne adskiller sig en del fra resultaterne for samlet fremstillingsvirksomhed. Substitutionselasticiteten mellem K og L er beskeden, mens der

derimod er en betydelig substitution mellem K og E i forhold til mellem L og E. De to sidstnævnte var ens for den samlede fremstillingsvirksomhed.

Resultaterne for substitution mellem materialer og de øvrige produktionsfaktorer går imidlertid igen. Det vil formodentlig også her være rimeligt at næste materialer i en ydre leontief-funktion.

Substitutionselasticiteterne K-L og L-E er beskedne og ret tæt på hinanden. Det kunne tyde på, at man kunne separere K og E i en indre nest (hvor det ovenfor var K og L), og vi kunne repræsentere produktionsteknologien på følgende måde:

$$y = f\{[(K,E),L],M\}$$

hvor resultaterne ovenfor tyder på, at der er beskeden substitution mellem K-E-aggregatet og L.

At det ser ud til, at nestningen er forskellig for de to aggregater, er ikke enestående; men genfindes i mange udenlandske undersøgelser. Det diskuteres mange steder, om man først finder den optimale "energiteknologi" dvs. det optimale K-E-forhold, og givet dette finder det optimale forhold mellem K-E-aggregatet og L, eller om man først finder den optimale "arbejdskraftteknologi" dvs. det optimale forhold mellem K og L, og derefter fastsætter forholdet mellem K-L-aggregatet og E.

### 2.1.3 Substitutions- og egenelasticiteter på sektorniveau.

De aggregerede resultater dækker over en ikke uvæsentlig variation på sektorniveau, og giver måske derfor et for rosenrødt billede af problemernes omfang. Til illustration er vist de sektorfordelte substitutions- og egenelasticiteter i nedenstående tabeller. Disse må dog omvendt bedømmes med det in mente, at der ikke er foretaget nogen form for speciel behandling af de enkelte sektorer. De er alle skåret over samme læst, og som sådan overdriver de nok problemernes omfang.

Der er en del variation i *substitutionselasticiteterne* mellem de enkelte sektorer, og der er også adskillige problemer med fortegnene.

Generelt er der også på sektorniveau beskeden substitution mellem M og de øvrige produktionsfaktorer, og det er derfor naturligt, at det er her der er de fleste fortegnproblemer. Der er dog også et par generende problemer for de øvrige 3 elasticiteter. For de store sektorer: NK og NF er de forkerte fortegn ikke robuste overfor de pålagte restriktioner; men nok over for specifikationen af de forklarende variabler.



For egenelasticiteterne, er der overraskende få problemer med fortegnene. Der hvor de er størst er for mindre sektorer. Den positive egenelasticitet for L i NE er ikke et robust resultat. Det er til gengæld den meget store positive elasticitet for K. Den kan reduceres betydeligt; men forbliver positiv i samtlige undersøgte specifikationer.

Tabel 3. Substitutionselasticiteter, sektorfordelt. Homogenitet og symmetri						
Sektor	L-K	L-E	K-E	L-M	K-M	E-M
Samlet fremstilling	2,51	1,49	1,40	0,27	-0,88	-0,10
NE	-2,15	0,57	-0,88	-1,31	-7,57	0,84
NF	6,64	-2,16	1,24	0,20	-0,51	0,74
NN	0,09	-3,33	2,15	0,29	0,74	2,71
NB	1,41	0,76	1,32	0,82	-1,13	-9,07
NM	1,64	1,13	6,02	0,40	-1,35	-1,00
NT	-0,20	1,19	4,50	-0,07	1,19	-0,33
NK	1,53	-1,17	-2,95	0,34	-0,43	1,25
NQ	0,84	1,53	3,40	0,45	-0,57	-0,66
Samlet service	0,20	0,47	2,37	0,56	0,42	-0,51
QH	1,08	-0,25	2,83	0,14	-0,60	0,51
QS	0,66	1,45	0,50	0,16	-0,19	-0,12
QT	0,84	0,61	0,22	0,67	-0,53	0,32
QF	-0,12	0,71	7,25	0,23	1,12	-1,22
QQ	1,09	0,77	2,18	0,61	-0,49	-0,79
A	4,37	4,80	-0,67	0,81	0,11	0,16
B	2,85	-0,61	4,28	0,58	-1,67	0,40

Tabel 4. Egenelasticiteter, sektorfordelt. Homogenitet og symmetri.				
Sektor	L	K	E	M
Samlet fremstilling	-1,28	-2,68	-14,72	-0,04
NE	0,93	52,67	-0,52	0,73
NF	-2,68	-13,40	-20,70	-0,03
NN	-0,26	-7,18	-20,39	-0,39
NB	-1,93	0,20	-3,00	-0,32
NM	-0,93	0,21	-10,57	-0,08
NT	0,05	-95,86	-18,83	0,05
NK	-0,96	-0,96	-6,26	-0,19
NQ	-0,97	-0,52	-13,58	-0,19
Samlet service	-0,53	-3,81	-6,20	-0,74
QH	-0,17	-9,08	-5,30	-0,20
QS	-1,79	0,02	-15,91	0,03
QT	-0,97	-1,66	-4,44	-0,65
QF	-0,12	-10,66	-23,21	-0,56
QQ	-0,77	-4,40	-8,52	-0,54
A	-16,44	-2,52	-7,51	-0,17
B	-1,26	-2,75	-14,40	-0,24

En del af elasticiteterne virker umiddelbart noget voldsomme. Det er fx. et generelt billede, at E overalt har en numerisk meget stor egenelasticitet. Det er muligt, at dette dækker over en lille og usikkert bestemt parameter i TL-funktionen, som så forstærkes af, at energi har en meget lav omkostningsandel<sup>3</sup>. Det er muligt, at elasticiteten vil ændres, når der formelt bliver testet forskellige former for seperabilitet, og dermed indført de tilsvarende nestninger, jf. ovenfor, hvor nogle mulige strukturer tegner sig - i hvert fald på aggregeret niveau.

<sup>3</sup>En Allen-egenelasticitet på fx. -15, som den ca. er for energi for samlet fremstillingsvirksomhed, svarer således til, at energiinputtet reduceres med ca. 0.40 pct. ved en energiprisstigning på 1 pct., da energi har en omkostningsandel på ca 2.7 pct.

## 2.2 Øvrige økonomiske resultater.

### 2.2.1 Samlet fremstillingsvirksomhed.

Parameteren  $b_i$  er koefficienten til trenden i omkostningsandelsfunktionerne, og måler dermed det centrale element i de faktorforbrugende/faktorbesparende (biased) tekniske fremskridt. Det ses, at der er en forholdsvis stor negativ trend i lønomkostningsandelen på 0.6 pct.-point, en noget mindre negativ trend i kapitalomkostningsandelen, stort set ingen trend for energi, og endelig en modsvarende relativ stor positiv trend i materialeomkostningsandelen. Resultatet er formodentlig udtryk for, at der sker en vis stigning i arbejdskraftens produktivitet (som ikke fuldt modsvarer af stigende aflønning); men måske i højere grad resultatet af en stigende arbejdsdeling mellem sektorerne<sup>4</sup>.

Parameteren  $a_i$  måler den resiprokke homogenitetsgrad i produktionen. Det betyder, at der ved fri estimation af denne er tale om en beskedent grad af stigende skalaafkast. Det giver ikke de store problemer at pålægge konstant skalaafkast.

Endelig viser parametrene  $d_i$  elementerne i den diagonalmatrice, der skal være negativ semidefinit, hvis omkostningsfunktionen skal være konkav. Samtlige elementer skal naturligvis være negative eller 0. Der ses at være problemer med et af elementerne, der dog er forholdsvis lille.

---

<sup>4</sup>Det er interessant, at man, hvis man foretager de standardtests for seperabilitet, som CES-baserede undersøgelser ofte indledes med, får en meget kraftig substitution mellem materialer og arbejdskraft. (Real)lønnen er simpelt hen steget jævnt samtidig med, at materialeinputtet er steget. I vores mere generelle setup, hvor man altså bla. kan analysere seperabilitet, får vi ikke dette resultat. Trenden fjerner den bias, som den øgede arbejdsdeling ellers ville forårsage.

### **2.2.2 Samlet servicevirksomhed.**

Forholdene vedr. de biased teknologiske fremskridt, der blev gennemgået ovenfor, genfindes fuldstændig her. Produktivitetsstigninger for både arbejdskraft og kapital er faktorbesparende, neutrale for energi og faktorforbrugende for materialer. Igen er forklaringen nok i høj grad arbejdsdelingen mellem sektorerne.

Homogenitetsgraden er lidt mindre end 1. Der er altså faldende skalaafkast; men igen er det ikke noget problem at pålægge konstant skalaafkast.

Endelig ses der ikke at være problemer med konkaviteten.

## **2.3 Statistiske egenskaber.**

### **2.3.1 Samlet fremstillingsvirksomhed.**

Da der er tale om niveauestimationer med trendede variabler af mulige kointegrationsammenhænge, er almindelig statistisk inferens ikke meningsfyldt.

Både DW og DF-teststørrelserne kan anvendes til at sige noget om, hvorvidt der er tale om kointegration. DF-teststørrelserne, der er de mest robuste overfor specifikationsændringer, er ikke signifikante. Det betyder, at vi ikke kan afvise en hypotese om, at der ikke er kointegration. Det betyder selvfølgelig ikke, at vi nødvendigvis skal acceptere at variablerne ikke kointegrerer, og teststørrelserne er vel ikke specielt skræmmende.

For så vidt angår forklaringsgraden er det mest iøjnefaldende måske, at den er så høj for energi, givet at vi taler om langsigtsammenhænge.

### **2.3.2 Samlet servicevirksomhed**

DF-teststørrelserne er noget pænere end for samlet fremstillingsvirksomhed. Det er vel kun for kapitalens omkostningsandel, at det kniber lidt.

Forklaringsgraderne svinger noget mere, og specielt forklaringsgraden for kapital er uhyre følsom overfor små specifikationsændringer. Igen er forklaringsgraden for energi overraskende høj, og det samme gælder her også for arbejdskraft.

## 2.4 Kan produktivitsudviklingen forklares?

Nedenfor vises figurer for den gennemsnitlige (reciproke) arbejdskraftproduktivitet L-Y- forhold samt kapitalkvoten, dels i niveau, dels i procentvise årlige ændringer.

I appendiks 2 er vist centrale figurer for de største sektorer indenfor fremstillings- og servicevirksomhed, dvs. NM, NK, NQ, NF, QH og QQ. Disse figurer er vist for, hvad der kaldes alternativ 1-6, hvilket udtrykker de 6 mulige kombinationer af lønudtryk og vægt til inflationsforventninger:

alternativ	1: sektorfordelt løn	fuld vægt til inflation
	2: lnak	-"-
	3: sektorfordelt løn	Halv vægt

Hvert af de 3 alternativer er kørt igennem med 4 forskellige sæt af restriktioner:

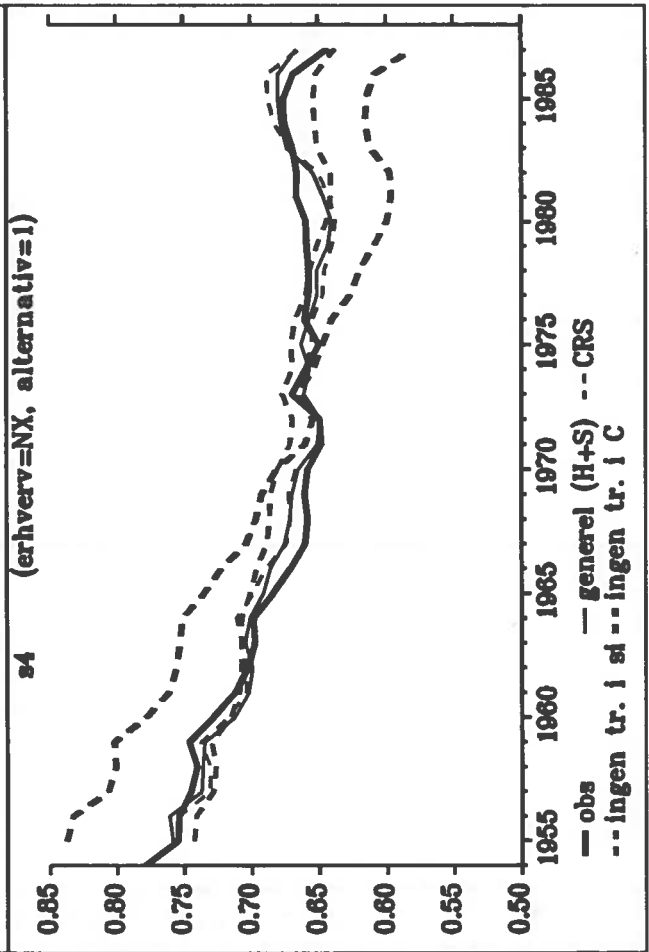
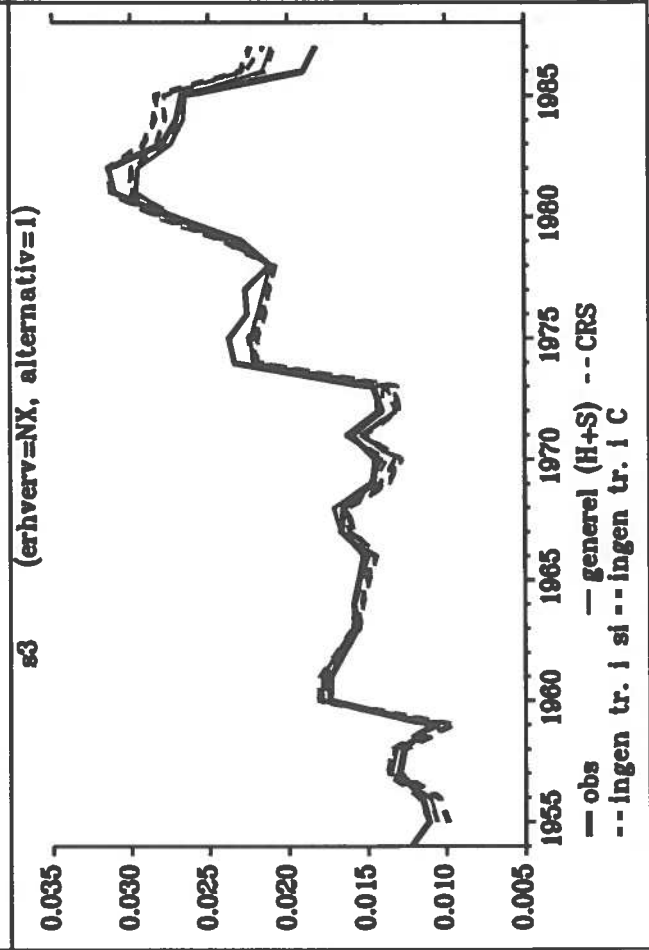
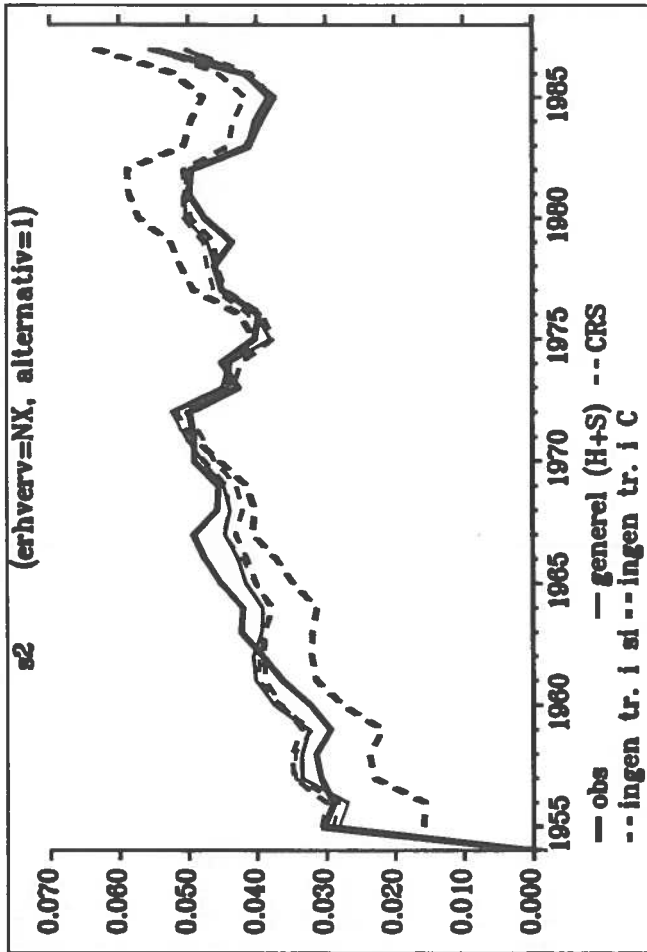
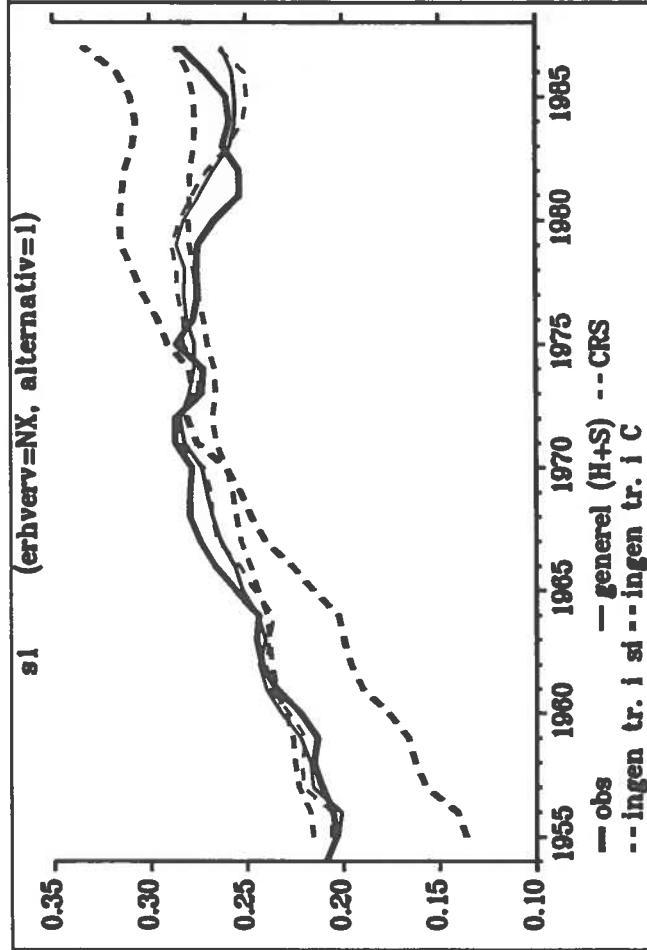
- 1: Homogenitet og symmetri
- 2: 1 + konstant skalaafkast
- 3: 2 + antagelse om alene Hicks-neutrale tekniske fremskridt, dvs. ingen trend i omkostningsandelsfunktionerne
- 4: 3 + antagelse om ingen neutrale tekniske fremskridt, dvs. ingen trend i selve omkostningsfunktionen.

disse 4 sæt af restriktioner er vist i hver enkelt figur sammen med den faktiske udvikling.

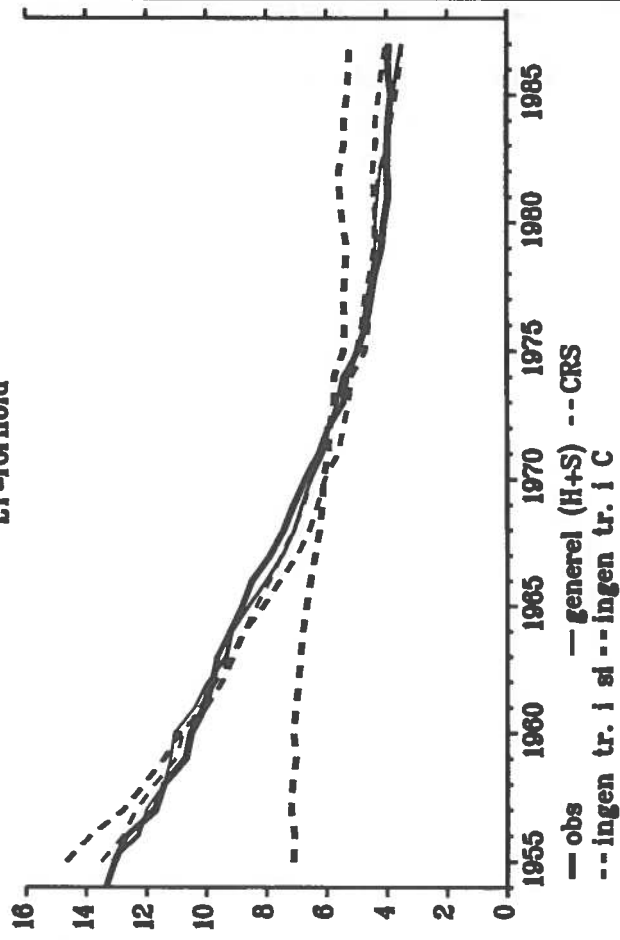
Både aggregeret, og for de udvalgte sektorer gælder generelt, at der har været tale om en stigende produktivitet, med 2 delperioder præget af forskellige vækstrater, en periode frem til først eller midten af 70'erne med relativ høj vækstrate, og en efterfølgende periode med noget lavere produktivitetsvækst. Der er samtidig en overvejende tendens til svagt stigende kapitalkvote.

Generelt fanges tendensen i produktivitsudviklingen meget pænt, og der er ikke nogen væsentlig forskel på, hvilke af de 6 alternativer vi betragter. Der er heller ikke den store effekt af at pålægge de teoretiske restriktioner og konstant skalaafkast. Det er herefter et spørgsmål om, i hvilket omfang den forklarede produktivitsudvikling forklares af "eksogene" tekniske fremskridt, såvel biased som neutrale, eller om den er et resultat af faktorsubstitution.

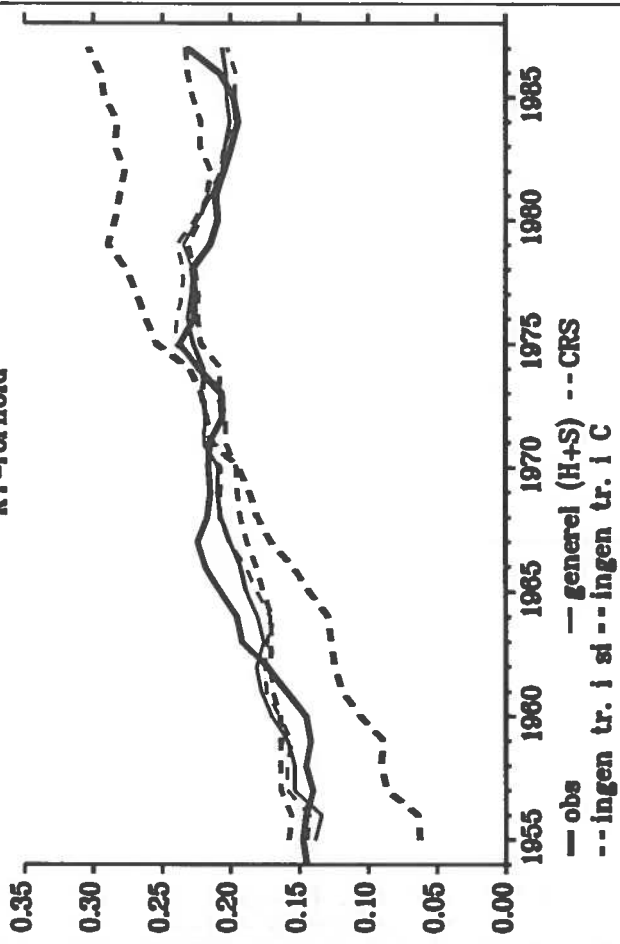
Det fremgår tydeligt, at relationerne generelt fanger hovedparten af produktivitsudviklingen, selv om der ikke tillades biased tekniske fremskridt. Faktisk yder disse kun et beskedent forklaringsbidrag til produktivitsudviklingen.



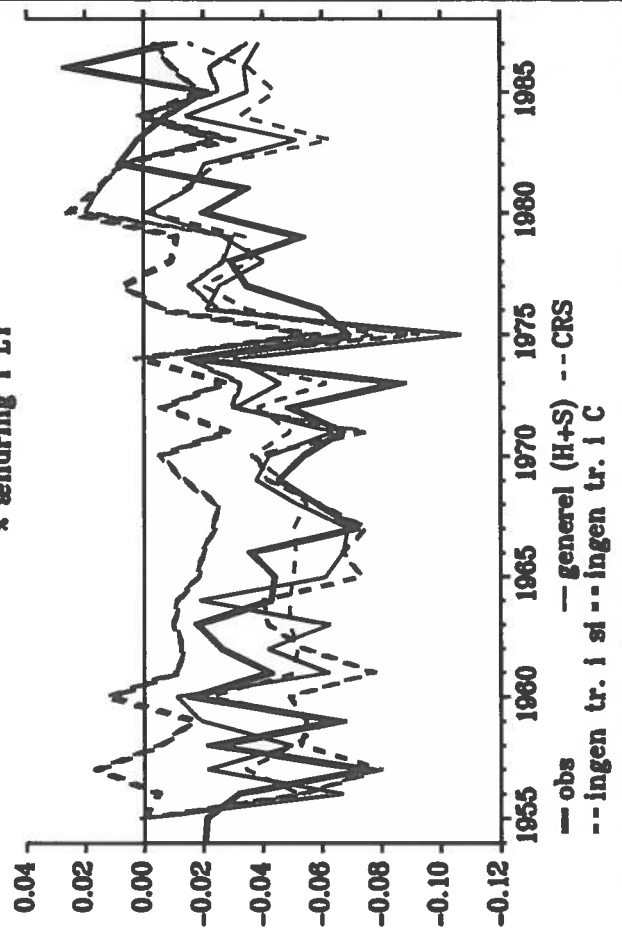
LY-forhold



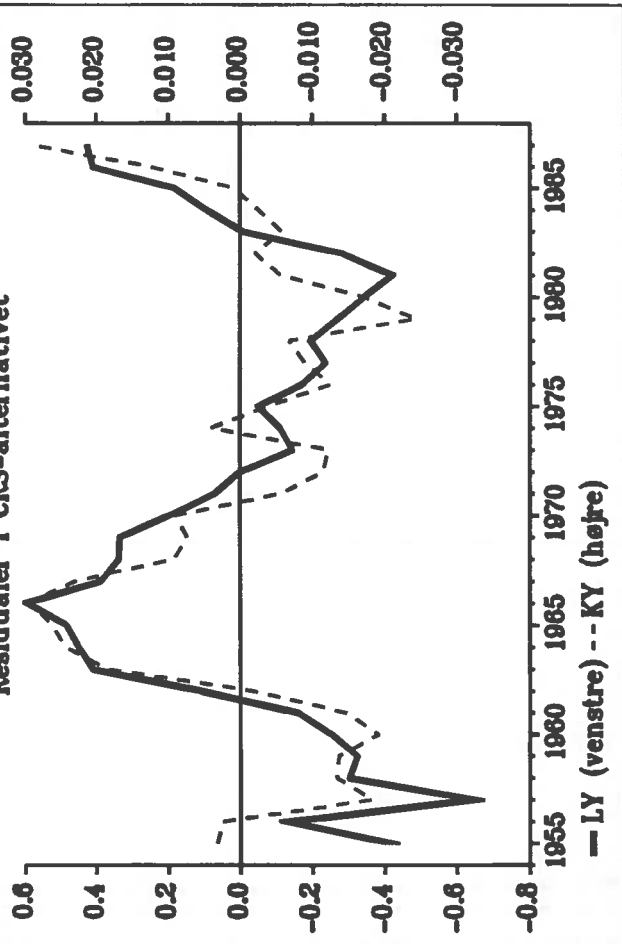
KY-forhold



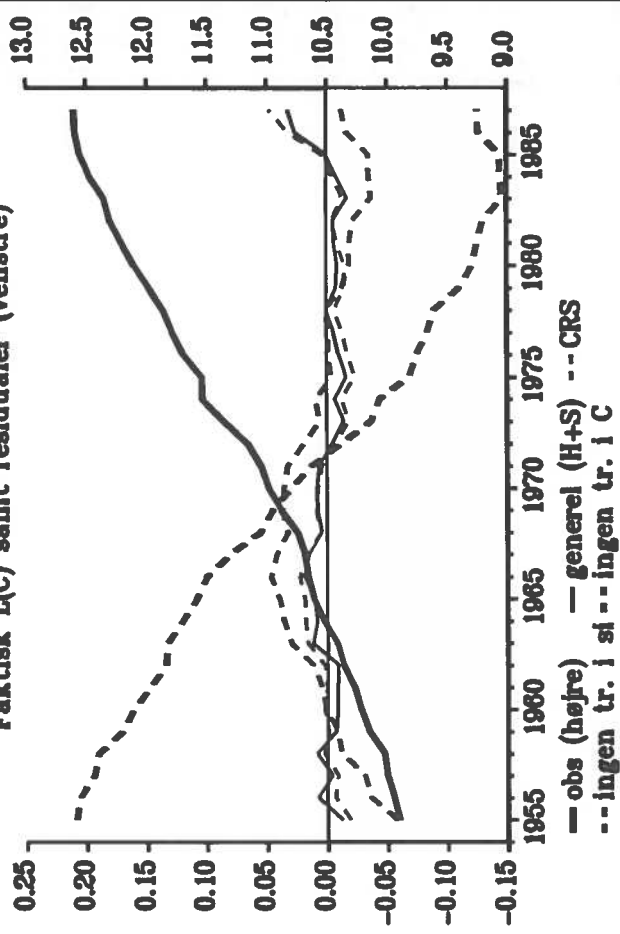
x ændring i LY



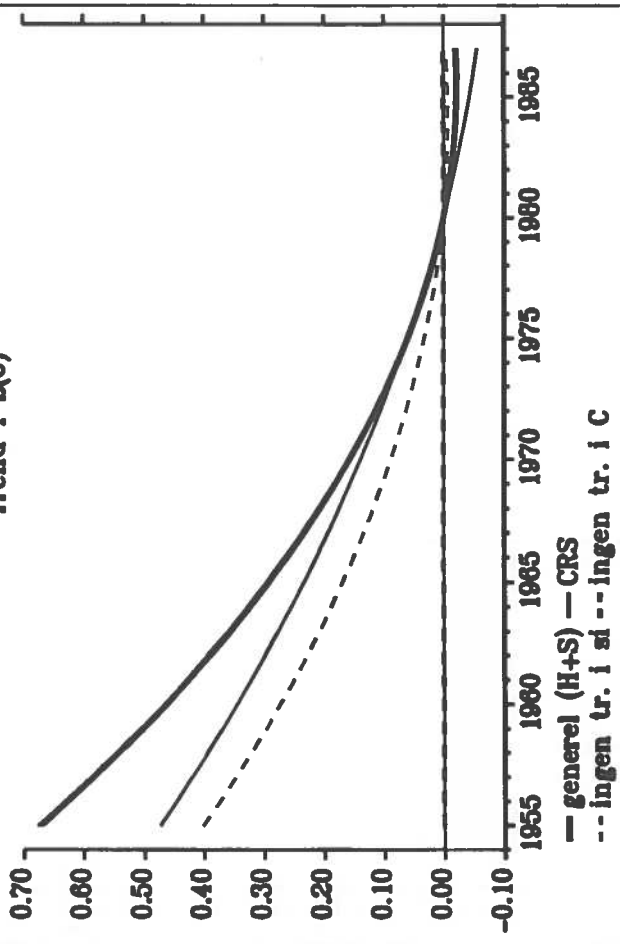
Residualer i CRS-alternativet



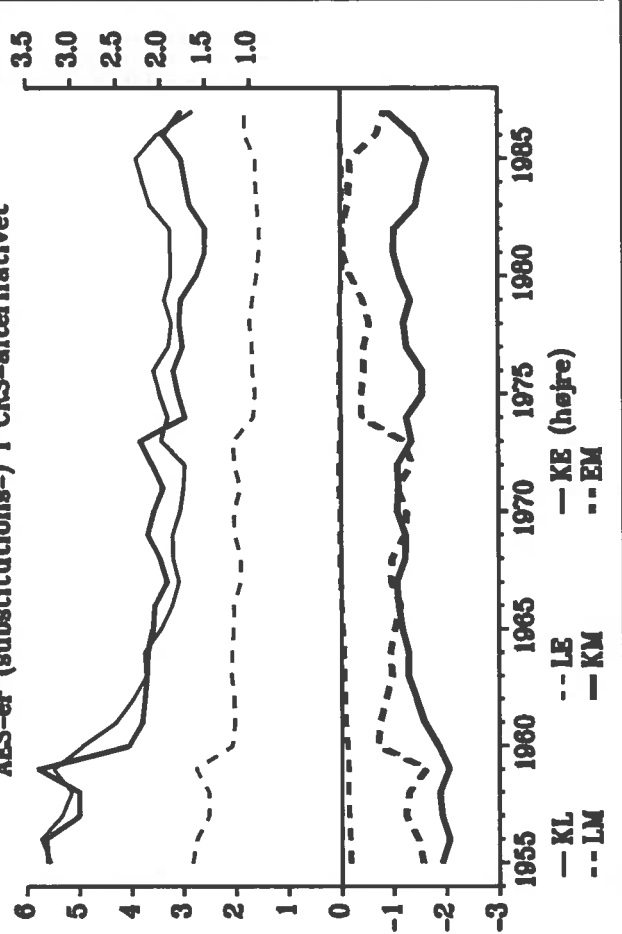
Faktisk L(C) samt residualer (venstre)



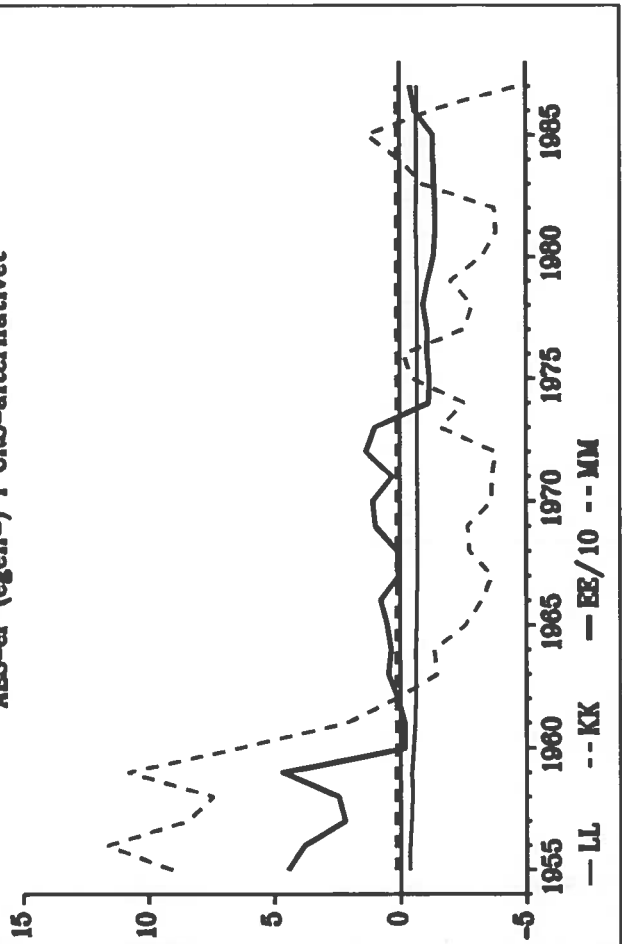
Trend i L(C)



AES-er (substitutions-) i CRS-alternativet

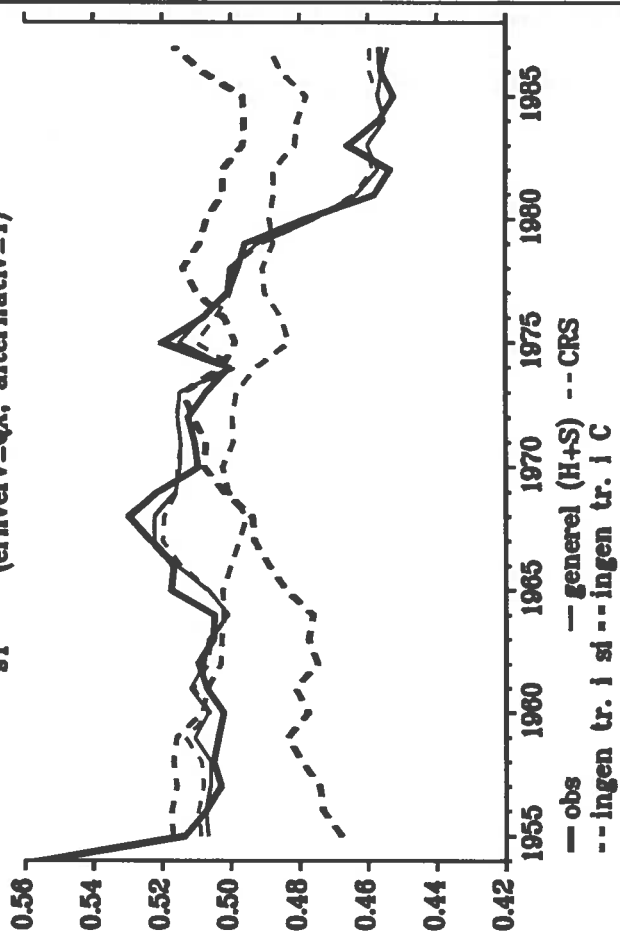


AES-er (egen-) i CRS-alternativet

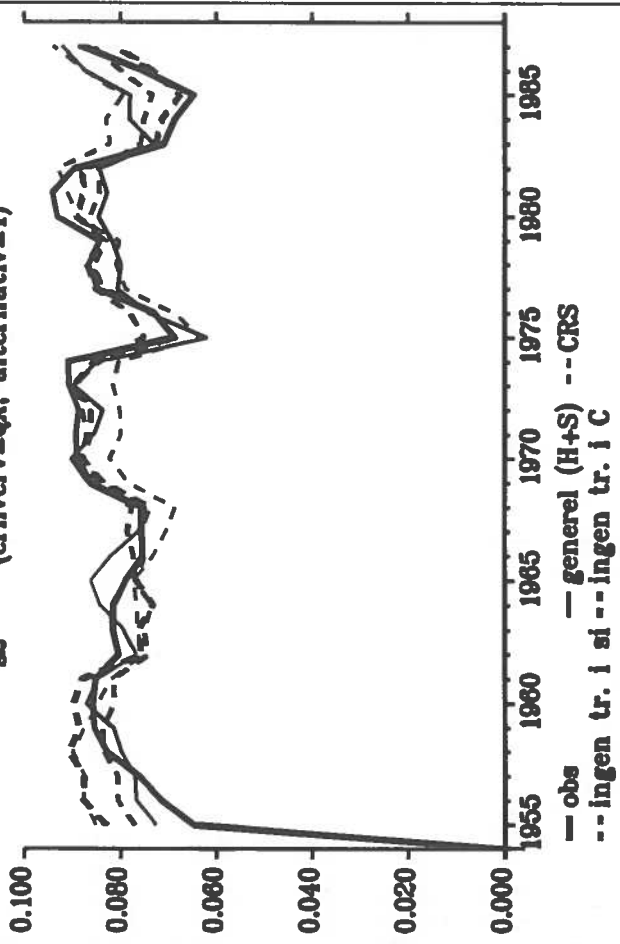




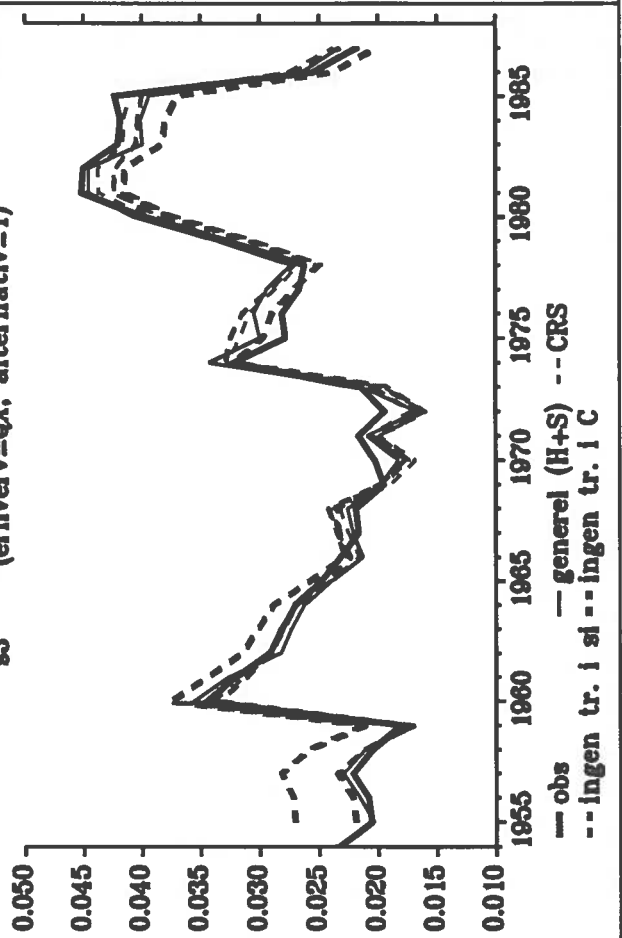
s1 (erhverv=QX, alternativ=1)



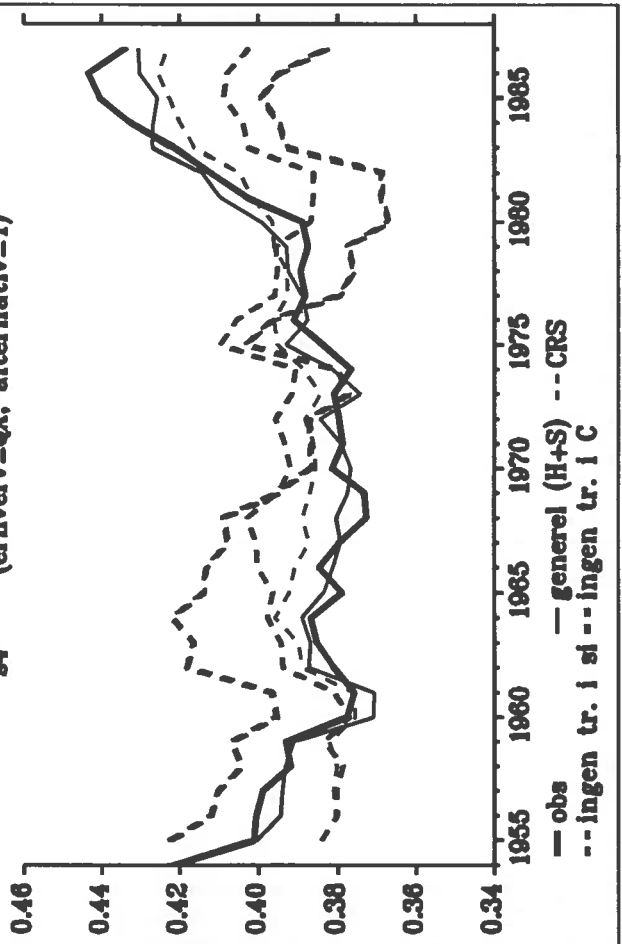
s2 (erhverv=QX, alternativ=1)



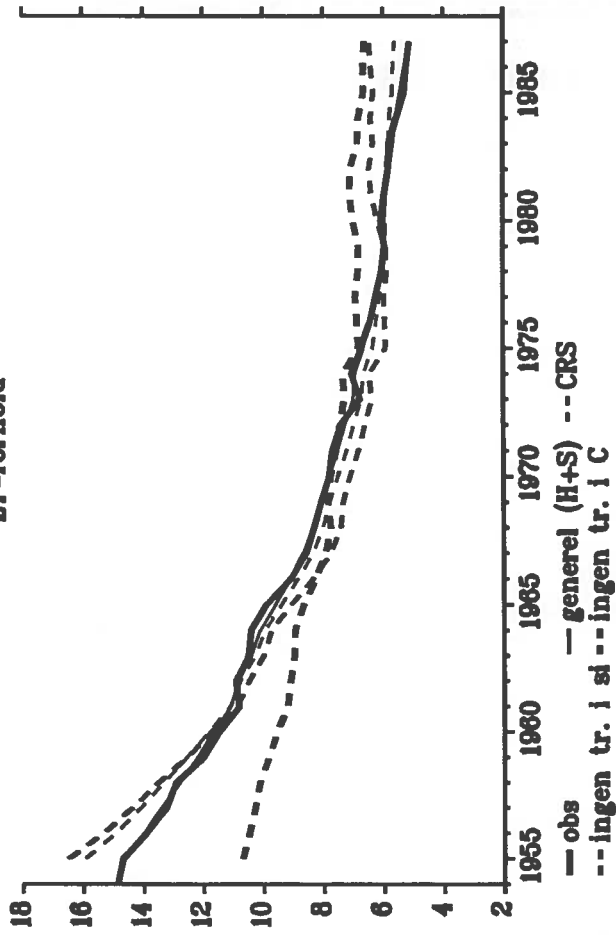
s3 (erhverv=QX, alternativ=1)



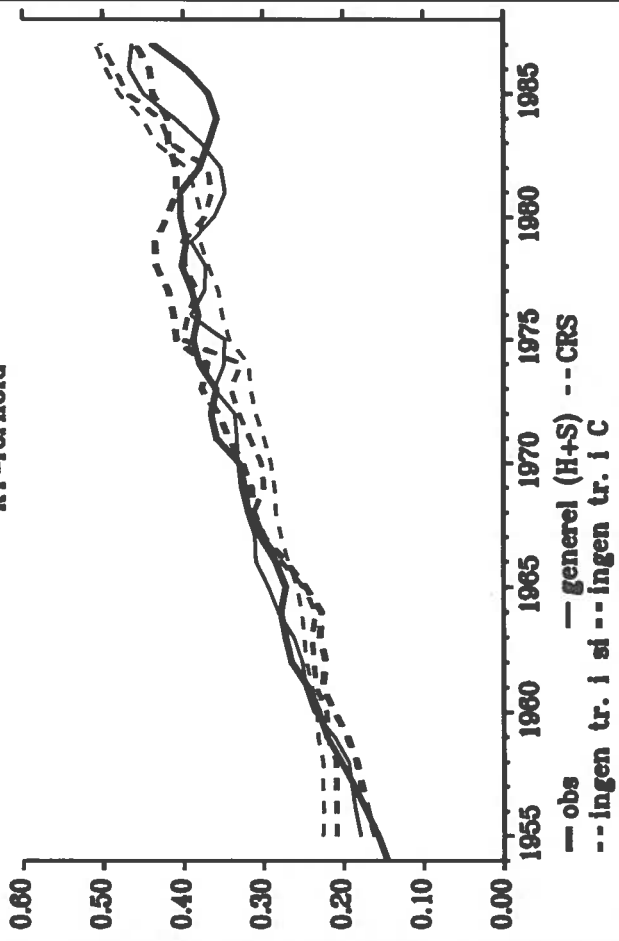
s4 (erhverv=QX, alternativ=1)



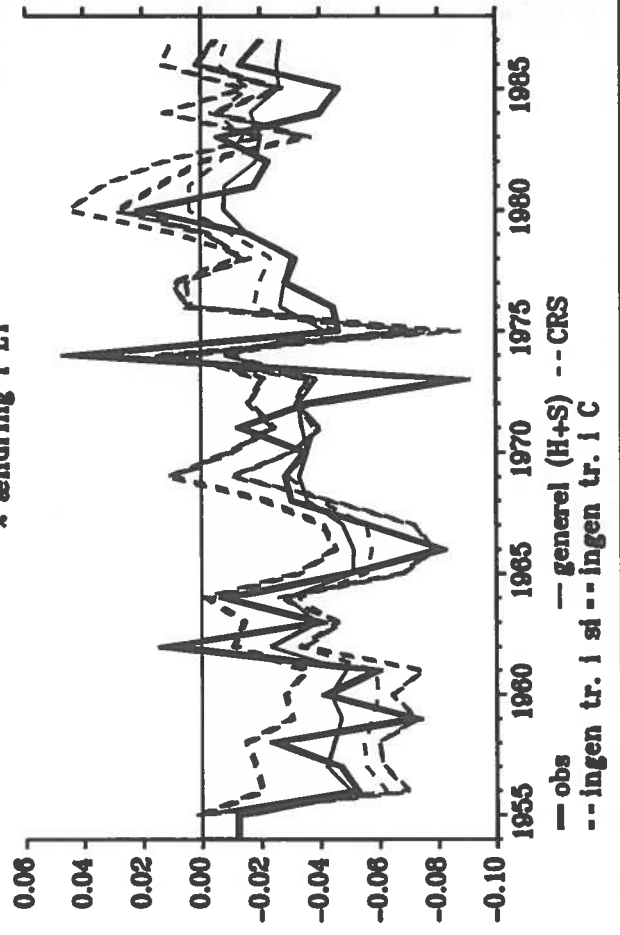
LY-forhold



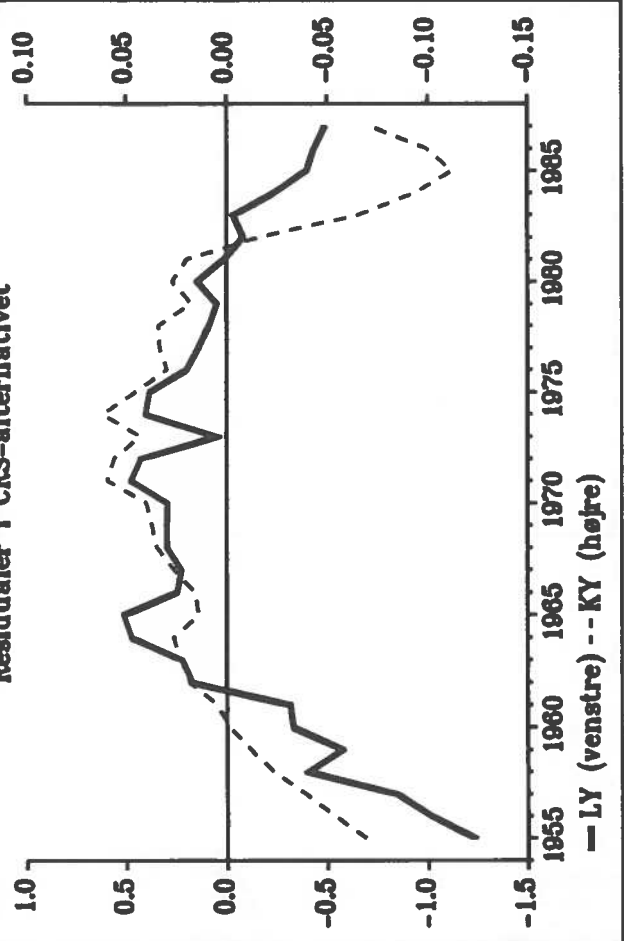
KY-forhold



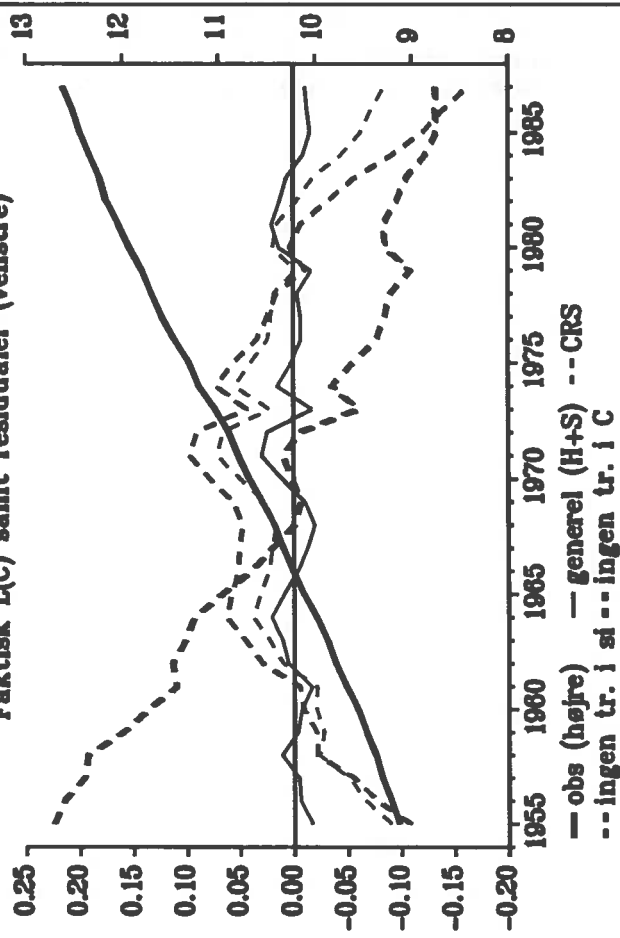
x ændring i LY



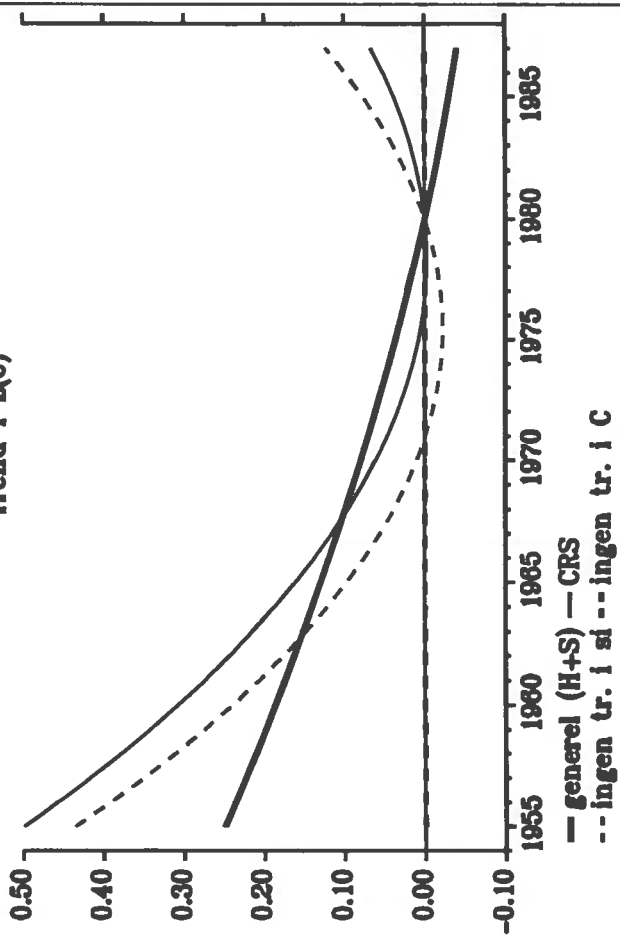
Residualer i CRS-alternativet



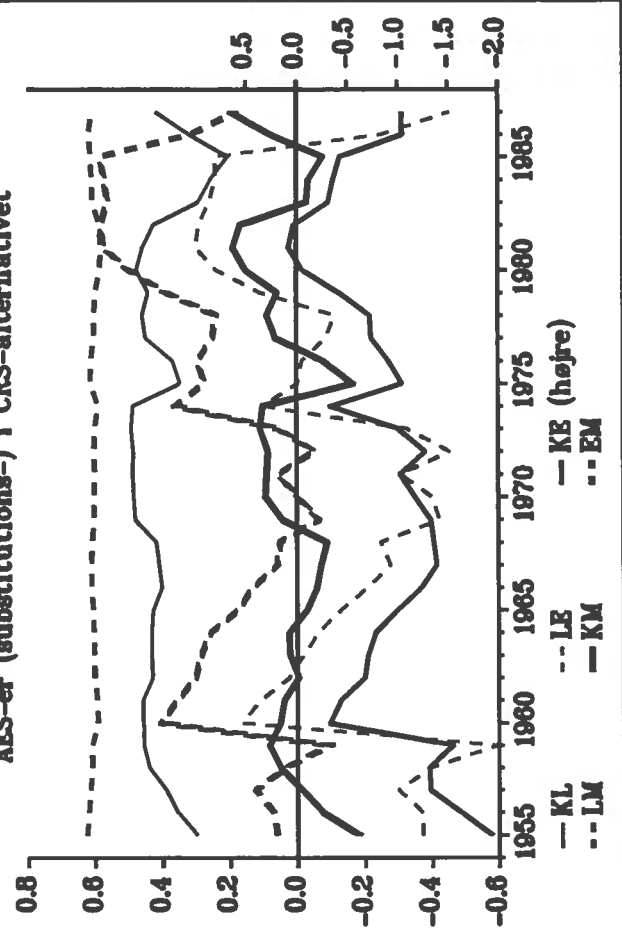
Faktisk L(C) samt residualer (venstre)



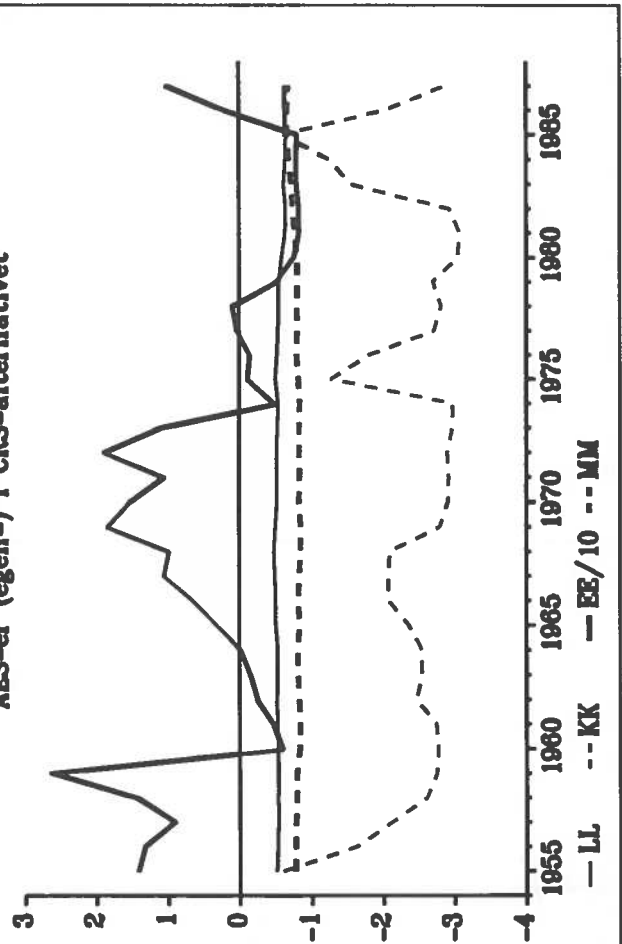
Trend i L(C)



AES-er (substitutions-) i CRS-alternativet



AES-er (egen-) i CRS-alternativet



Anderledes forholder det sig med de Hicks-neutrale tekniske fremskridt. Der er for de fleste sektorer en klar aftagende trend i de samlede omkostninger, som er tegnet op i de forskellige alternativer. Der sker altså tekniske fremskridt periode for periode, der sætter virksomhederne i stand til alt andet lige at reducere enhedsomkostningerne, uden at det ændrer de enkelte faktors andel af de samlede omkostninger. Fjernes denne trend ses tydeligt, at den forklarede andel af produktivitsudviklingen reduceres. Der er dog stadig en del tilbage til "endogen" forklaring af produktiviteten. Det ses nok tydeligt, af graferne for de relative produktivitsstigninger. For NQ og QF er de neutrale tekniske fremskridt helt dominerende determinanter for produktivitsudviklingen, mens de næsten ikke spiller nogen rolle for QQ-sektoren, her forklares næsten hele produktivitsudviklingen af relative faktorpriser.

Sammenfattende må det konkluderes:

- TL-omkostningsfunktionen er i stand til at fange de centrale langsigts-tendenser i den observerede produktivitsudvikling.
- De faktorforbrugende/-besparende tekniske fremskridt forklarer kun en beskedent del af udviklingen.
- En væsentlig del af forklaringskraften kommer fra neutrale tekniske fremskridt. For nogle sektorer forklares næsten hele skiftet fra højvækst i produktiviteten til lavvækst af disse fremskridt, for andre forklarer de næsten intet. For de store sektorer i fremstillingsvirksomhed er der vel tale om, at ca. 50 % af skiftet i produktivitsvæksten fanges af de neutrale fremskridt, mens den anden halvdel forklares af de relative faktorpriser.

Det er interessant ud fra en rent økonometrisk synsvinkel, at se, hvordan fjernelsen af trenden i omkostningsfunktionen har konsekvenser for forklaringsgraden i andelsfunktionerne. Andelsfunktionerne og den samlede omkostningsfunktion estimeres som nævnt samlet (stacket), og når den negative trend i de samlede omkostninger fjernes, betyder det, at de forklarede omkostninger umiddelbart tvinges til at vokse systematisk mere end de observerede. Dette betyder, at estimationsproceduren vil søge at kompensere for dette ved at øge betydningen af den faktor, hvis pris vokser hurtigst. Det er som bekendt lønnen, og det ses da også, at arbejdskraftens omkostningsandel presses til at vokse systematisk hurtigere end den observerede. Det sker hovedsagelig ved en negativ bias i egenpriselasticiteten for arbejdskraft.

### 3. Følsomhed overfor valg af centrale forklarende variabler.

#### 3.1 Betydning af vægt til inflationsforventningerne i usercost-udtrykket.

Det anvendte usercost-begreb er udledt (som fra 1.-ordensbetingelserne i et variationsregningsproblem, hvor virksomheden maksimerer forventet fremtidig profit) bla. i Biørn (1975)<sup>5</sup> og udtrykker efter-skat-omkostningerne ved at anvende en enhed realkapital i en periode.

$$\text{usercost} = 1 - t - z q [(1 - t)i - q^e + d]$$

I estimationerne er usercost divideret igennem med  $(1 - t)$ , således at der konstrueres en art *før skat begreb*, der er sammenligneligt med de øvrige faktorpriser (hvor udgifterne til anskaffelse jo er øjeblikkeligt fradragsberettigede)

$t$  er den marginale selskabsskattesats,  $z$  er den tilbagediskonterede værdi af forventede skattemæssige afskrivninger pr. enhed realkapital,  $q$  er prisen på realkapital,  $i$  er den nominelle rente og  $q^e$  er de forventede prisstigninger på det installerede kapitalapparat.

I anvendelsen her og i ADAM's investeringsligninger er der ikke data for sidstnævnte variabel. Der er grundlæggende 2 muligheder for at løse dette problem, udover at "se bort fra det". Den ene mulighed er at erstatte kapitalprisen med investeringsprisen, ud fra den betragtning, at på langt sigt bør disse være ens (Tobins  $q$  lig 1), og investeringsprisen kan derfor tænkes at være en god indikator for de mere langsigtede tendenser i kapitalprisen. Den anden mulighed er at anvende outputprisen ud fra den betragtning, at en højere pris på sektorens produkter må føre til en øget indtjening og dermed øget forrentning af den investerede kapital, hvilket i sidste instans må føre til stigning i prisen på kapitaludstyr. I ADAM's investeringsligninger er som bekendt anvendt sidstnævnte mulighed. Endelig kunne man hævde, at der er så store installationsomkostninger ved kapitaludstyr, at markedet for brugt kapitaludstyr er meget tyndt, usikkert og måske stort set ikke-eksisterende. Det vil betyde, at virksomhederne ikke tillægger forventede værdistigninger på deres kapitalapparat fuld vægt, når de investerer.

Der er gennemført estimationer for alle sektorer, samt aggregaterne og for forskelligt valg af lønomkostningsudtryk, der viser effekten af at variere den vægt, hvormed inflationsforventningerne indgår i user-cost-udtrykket. Mere præcist er der lavet estimationer med fuld vægt (-1.0), halv vægt (-0.5) og ingen inflationsforventninger. Her vises i tabellerne 6 til 11 resultaterne for aggregaterne samlet fremstillingsvirksomhed og samlet servicevirksomhed. For de øvrige sektorer henvises til de detaljerede tabeller samt graferne for de mest

---

<sup>5</sup>Erik Biørn, 1975. Avskrivningsregler og prisen på bruk af realkapital. Artikler fra Statistisk Sentralbyrå.

betydningsfulde sektorer. For graferne er dog af pladshensyn alene valgt at medtage eksemplerne med fuld og halv vægt til inflationsforventningerne. Estimationsresultaterne i de her viste tabeller er under forudsætning af dels de teoretiske restriktioner, homogenitet og symmetri, dels konstant skalaafkast. Konklusionerne er ikke særlig følsomme overfor hvilket sæt restriktioner der iøvrigt er pålagt.

For *samlet fremstillingsvirksomhed* flytter substitutionselasticiteterne sig overraskende lidt, og det samme gør sig gældende for de øvrige parametre. Denne aggregerede robusthed genfindes imidlertid ikke i samtlige fremstillingssektorer. I metalindustri fås således positiv egenelasticitet for kapitalapparatet, hvis vægten til usercost reduceres til 0, og der er en ikke uvæsentlig effekt i kemisk industri, hvor substitutionselasticiteten mellem kapital og arbejdskraft øges ved øget vægt. Generelt er der den kedelige egenskab, at effekterne af ændrede inflationsforventninger afhænger en del af, hvilke restriktioner, der er pålagt.

Der er ikke noget entydigt billede af, hvordan forklaringsgraden påvirkes. For samlet fremstillingsvirksomhed. Den øges for beskæftigelsen og sænkes for kapitalapparatet, når vægten øges. Denne effekt genfindes i de mest betydende delsektorer, som metalindustri, kemisk industri, fødevarerindustri og anden fremstillingsvirksomhed.

Mht. DF-teststørelsen er billedet mere speget. Aggregeret sker der ikke meget; men det dækker over lidt forskellige tendenser på sektorniveau.

For *samlet servicevirksomhed* gælder ligeledes, at der ikke sker den store påvirkning af hverken substitutionselasticiteter eller øvrige parametre; men i fx. handelssektoren er der vis reduktion i substitutionen mellem kapital og energi, når vægten øges.

Forklaringsgraden for kapitalens omkostningsandel øges noget på aggregeret niveau, når vægten reduceres; men der er nogle lidt besynderlige bevægelser i  $R^2$ , når der ændres i specifikationen i form af de forskellige typer af restriktioner. Billedet genfindes dog i mere moderat omfang på sektorniveau.

**Table 6. Samlet fremstillingsvirksomhed, -1,0, LNX, symmetri, homogenitet og CRS.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yi}$	Trend $b_k$	Konkavitet $d_i$	$a_0 = 12,1$		DF
									$a_y = 1,00$	$a_x = -0,011$	
Beskæftigelse	0,284	-0,67				0,000	-0,006	-0,056	0,83	0,29	-1,1
Maskiner	0,051	3,23	-3,28			0,000	-0,001	0,022	0,84	0,46	-1,7
Energi	0,028	1,58	1,59	-13,42		0,000	-0,000	-0,013	0,98	0,82	-2,2
Øvr. materialer	0,637	-0,03	-1,13	-0,20	0,10	0,000	0,007	0,000	0,88		-1,0

**Table 7. Samlet fremstillingsvirksomhed, -0,5, LNX, symmetri, homogenitet og CRS.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yi}$	Trend $b_k$	Konkavitet $d_i$	$a_0 = 12,1$		DF
									$a_y = 1,00$	$a_x = -0,010$	
Beskæftigelse	0,282	-0,72				0,000	-0,006	-0,058	0,78	0,23	-0,8
Maskiner	0,062	2,95	-3,94			0,000	-0,001	0,023	0,91	0,56	-2,0
Energi	0,027	1,66	1,42	-13,27		0,000	-0,000	-0,014	0,98	0,93	-2,6
Øvr. materialer	0,628	-0,05	-0,89	-0,25	0,11	0,000	0,007	0,000	0,86		-0,7

**Table 8. Samlet fremstillingsvirksomhed, 0, LNX, symmetri, homogenitet og CRS.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yi}$	Trend $b_k$	Konkavitet $d_i$	$a_0 = 12,1$		DF
									$a_y = 1,00$	$a_x = -0,010$	
Beskæftigelse	0,279	-0,84				0,000	-0,006	-0,066	0,73	0,19	-0,7
Maskiner	0,074	2,69	-2,62			0,000	-0,001	0,025	0,95	0,57	-2,0
Energi	0,027	1,74	1,40	-13,14		0,000	-0,000	-0,014	0,98	1,03	-2,9
Øvr. materialer	0,619	-0,03	-0,86	-0,32	0,12	0,000	0,007	0,000	0,86		-0,7

**Tabel 9. Samlet servicevirksomhed, -1,0 , LQX, symmetri, homogenitet og CRS.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yi}$	Trend $b_{ti}$	Konkavitit $d_i$	$R^2$	$a_y = 11,9$ $b_y = 0,00$	$a_y = 1,00$ $a_{yy} = 0,00$	$a_t = ,0031$ $a_{tt} = ,0018$
Beaktigelse	0,476	-0,59				0,000	-0,006	-0,134	0,95	1,19		-3,7
Maskiner	0,008	0,48	-3,05			0,000	0,002	-0,020	0,14	0,14		-2,4
Energi	0,039	0,24	-0,06	-7,60		0,000	-0,000	-0,011	0,96	0,77		-2,7
Øvr. materialer	0,396	0,58	0,15	0,50	-0,81	0,000	0,003	0,000	0,90			-1,7

**Tabel 10. Samlet servicevirksomhed, -0,5 , LQX, symmetri, homogenitet og CRS.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yi}$	Trend $b_{ti}$	Konkavitit $d_i$	$R^2$	$a_y = 11,9$ $b_y = 0,00$	$a_y = 1,00$ $a_{yy} = 0,00$	$a_t = ,0043$ $a_{tt} = ,0019$
Beaktigelse	0,464	-0,65				0,000	-0,006	-0,141	0,96	1,28		-3,9
Maskiner	0,113	0,54	-2,61			0,000	0,003	-0,027	0,21	0,13		-2,1
Energi	0,038	0,27	-0,35	-7,57		0,000	0,000	-0,011	0,96	0,82		-2,8
Øvr. materialer	0,386	0,60	0,20	0,55	-0,86	0,000	0,003	0,000	0,63			-1,7

**Tabel 11. Samlet servicevektor, 0 , LQX, symmetri, homogenitet og CRS.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yi}$	Trend $b_{ti}$	Konkavitit $d_i$	$R^2$	$a_y = 12,0$ $b_y = 0,00$	$a_y = 1,00$ $a_{yy} = 0,00$	$a_t = ,0073$ $a_{tt} = ,0021$
Beaktigelse	0,451	-0,71				0,000	-0,006	-0,144	0,96	1,34		-4,2
Maskiner	0,136	0,50	-1,94			0,000	0,003	-0,029	0,40	0,12		-2,0
Energi	0,037	0,33	-0,45	-7,55		0,000	0,000	-0,010	0,96	0,87		-2,8
Øvr. materialer	0,375	0,64	0,20	0,55	-0,92	0,000	0,002	0,000	0,55			-1,6



DF-teststørrelsen påvirkes ikke nævneværdigt, hverken aggregeret eller disaggregeret.

Generelt synes effekten af inflationsforventningerne at være beskeden, og på rent empirisk baggrund er det svært at argumentere for, hvordan inflationsforventningerne bør indgå. Der er måske en tendens til, at det ser bedst ud uden inflationsforventninger; men det er svært at danne et fuldt overblik over det. Teoretisk og dermed i lange multiplikatoreksperimenter og fremskrivninger kan det måske give problemer ikke at have et inflationsbegreb inde, når den *nomi-nelle* rente er det.

### 3.2 Betydningen af det valgte timelønbegreb.

Som det fremgår af dokumentationen af data til dette projekt<sup>6</sup>, er der 2 forskellige lønbegreber, der kunne anvendes. Dels et konstrueret sektorfordelt timelønbegreb, dels det aggregerede *lnak*. I sagens natur ligner *lnak* de sektorfordelte lønsatser i fremstillingsvirksomhed en hel del, idet den overvejende del af de beskæftigede der er arbejdere. Der er dog visse overraskende undtagelser (den sektorfordelte løn i anden fremstilling afveg således systematisk og meget fra *lnak*). Forskellen er derimod noget større for servicevirksomhed, og det er derfor i denne sektor man på forhånd måtte forvente den største betydning af valg af lønbegreb.

I *samlet fremstillingsvirksomhed* er der kun en meget beskednen effekt på substitutionselasticiteter og øvrige parametre, ligesom valget heller ikke spiller nogen rolle for hverken forklaringsgrad, DW- eller DF-teststørrelser. På sektorniveau er forskellene dog ikke helt uvæsentlige, og for NQ-sektoren er der en forskel, der ligner meget den der gælder generelt for servicevirksomhed, nemlig at egenelasticiteten reduceres betydeligt for kapital.

For *samlet servicevirksomhed* spiller lønbegrebet en betydelig rolle, specielt og umiddelbart overraskende er den største effekt på kapitalapparatets egenelasticitet, mens arbejdskraftens egenelasticitet og substitutionselasticitet overfor kapital påvirkes i mindre grad.

Forklaringsgraden er højere for arbejdskraft, når de sektorfordelte lønsatser anvendes; men lavere for kapitalapparatet. DF-teststørrelserne er også lidt pænere ved anvendelse af sektorfordelt løn.

For de enkelte servicesektorer gælder noget helt tilsvarende omend i mindre grad.

### 4. Betydningen af restriktioner på estimationsresultaterne.

Nedenstående tabeller giver et indicium for, hvorvidt det er rimeligt at pålægge restriktionerne:

Symmetri og homogenitet i priser, konstant skalaafkast, ingen biased tekniske fremskridt, ingen Hicks-neutrale tekniske fremskridt.

Det er allerede under afsnit 2.4 om produktivitetsudviklingen blevet vist, at disse restriktioner kun for sidstnævntes vedkommende har betydning for forklaringen af produktivitetsudviklingen. Her vises standardtabellerne med substitutionselasticiteter og øvrige estimationsresultater for samlet fremstillingsvirksomhed og samlet servicevirksomhed.

---

<sup>6</sup>Thomas Thomsen og Per Bremer Rasmussen, 1992. Data til modellering af udbudssiden i ADAM, II. Arbejdsrapport fra Modelgruppen.

**Tabel 12. Samlet fremstillingsvirksomhed, fri estimation.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_i$	Trend $b_i$	Konkavitet $d_i$
Beskæftigelse	0,271	-1,59	3,71	2,41	0,27	0,023	-0,000	
Maskiner	0,054	3,71	-4,29	1,00	0,66	0,068	-0,006	
Energi	0,029	2,41	1,00	-12,68	0,49	0,016	-0,002	
Øvr. materialer	0,646	0,27	0,66	0,49	-0,19	-0,106	0,008	
$a_0 = 12,12$ $a_7 = 1,18$ $a_8 = -0,013$ $b_7 = 0,035$ $a_{77} = -0,66$ $a_8 = 0,000$								
$R^2$ DW   DF								
0,95   0,80   -2,3 0,57   0,55   -1,3 0,98   1,12   -3,5 0,91   -1,6								

**Tabel 13. Samlet fremstillingsvirksomhed, Homogenitet og symmetri.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_i$	Trend $b_i$	Konkavitet $d_i$
Beskæftigelse	0,282	-1,28	2,51	1,49	0,27	0,084	-0,006	
Maskiner	0,050	2,51	-2,68	1,40	-0,88	0,017	-0,001	
Energi	0,027	1,49	1,40	-14,72	-0,10	0,002	-0,000	
Øvr. materialer	0,640	0,27	-0,88	-0,10	-0,04	-0,102	0,008	
$a_0 = 12,11$ $a_7 = 0,95$ $a_8 = -0,008$ $b_7 = -0,018$ $a_{77} = -0,21$ $a_8 = 0,002$								
$R^2$ DW   DF								
0,87   0,52   -1,6 0,86   0,63   -2,2 0,97   0,74   -2,0 0,90   -1,7								

**Tabel 14. Samlet fremstillingsvirksomhed, Homogenitet, symmetri og konstant skalaafkast.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_i$	Trend $b_i$	Konkavitet $d_i$
Beskæftigelse	0,284	-0,67	3,23	1,58	-0,03	0,000	-0,006	
Maskiner	0,051	3,23	-3,28	1,59	-1,13	0,000	-0,001	
Energi	0,028	1,58	1,59	-13,42	-0,20	0,000	-0,000	
Øvr. materialer	0,637	-0,03	-1,13	-0,20	0,10	0,000	0,007	
$a_0 = 12,12$ $a_7 = 1,00$ $a_8 = -0,011$ $b_7 = 0,000$ $a_{77} = 0,000$ $a_8 = 0,001$								
$R^2$ DW   DF								
0,83   0,29   -1,1 0,84   0,46   -1,7 0,98   0,82   -2,2 0,87   -1,0								

**Tabel 15. Samlet fremstillingsvirksomhed, Homogenitet, symmetri, konstant skalaafkast, ingen biased tekniske fremskridt**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yi}$	Trend $b_{ti}$	Konkavitet $d_i$	$R^2$	DW	DF
Beæftigelse	0,280	-2,15				0,000	0,000		0,68	0,17	-1,3
Maskiner	0,050	1,88	-3,99			0,000	0,000		0,79	0,31	-1,6
Energi	0,027	0,97	-3,31	-14,12		0,000	0,000		0,96	0,46	-1,0
Øvr. materialer	0,644	0,69	-0,46	0,21	-0,25	0,000	0,000		0,74		-1,1

**Tabel 16. Samlet fremstillingsvirksomhed, Homogenitet, symmetri, konstant skalaafkast, ingen tekniske fremskridt**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variable, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yi}$	Trend $b_{ti}$	Konkavitet $d_i$	$R^2$	DW	DF
Beæftigelse	0,315	-1,05				0,000	0,000		0,67	0,02	-1,1
Maskiner	0,057	2,89	-1,03			0,000	0,000		0,67	0,06	-1,5
Energi	0,028	1,00	1,97	-12,01		0,000	0,000		0,96	0,33	-0,4
Øvr. materialer	0,599	0,17	-1,17	-0,05	0,02	0,000	0,000		-1,26		-1,1

**Tabel 17. Samlet servicevirksomhed, fri estimation**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variabler, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yt}$	Trend $b_{it}$	Konkavitet $d_i$	$a_0 = 11,91$	$a_y = 0,95$	$a_e = -0,005$
									$b_y = -0,005$	$a_{yy} = 0,40$	$a_e = 0,001$
Beæftigelse	0,472	-0,55				0,045	-0,011		0,97	1,97	-5,6
Maskiner	0,090	1,59	-2,47			0,051	0,000		0,83	1,16	-3,7
Energi	0,040	0,08	1,83	-6,45		0,008	0,001		0,98	1,16	-3,4
Øvr. materialer	0,398	0,29	0,78	-0,53	-0,54	-0,104	0,010		0,93		-4,0

**Tabel 18. Samlet servicevirksomhed, Homogenitet og symmetri**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variabler, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yt}$	Trend $b_{it}$	Konkavitet $d_i$	$a_0 = 11,91$	$a_y = 1,04$	$a_e = -0,007$
									$b_y = 0,031$	$a_{yy} = -0,31$	$a_e = 0,000$
Beæftigelse	0,476	-0,53				-0,000	-0,006		0,96	1,41	-4,5
Maskiner	0,084	0,20	-3,81			0,148	-0,003		0,50	0,57	-2,5
Energi	0,041	0,47	2,37			0,015	-0,000		0,97	0,97	-3,1
Øvr. materialer	0,399	0,56	0,42	-0,51	-0,74	-0,163	0,009		0,91		-3,6

**Tabel 19. Samlet servicevirksomhed, Homogenitet, symmetri og konstant skalaafkast.**  
Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variabler, ultimo estimationsperioden.

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{yt}$	Trend $b_{it}$	Konkavitet $d_i$	$a_0 = 11,90$	$a_y = 1,00$	$a_e = 0,003$
									$b_y = 0,00$	$a_{yy} = 0,00$	$a_e = 0,002$
Beæftigelse	0,476	-0,58				0,000	-0,006		0,95	1,19	-3,7
Maskiner	0,088	0,48	-3,05			0,000	0,002		0,14	0,14	-2,4
Energi	0,039	0,24	-0,06	-7,60		0,000	0,000		0,96	0,77	-2,7
Øvr. materialer	0,396	0,58	0,15	0,50	-0,81	0,000	0,003		0,70		-1,7

**Table 20. Samlet servicevirksomhed, Homogenitet, symmetri, konstant skalaafkast, ingen biased tekniske fremskridt Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variabler, ultimo estimationsperioden.**

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{pi}$	Trend $b_{ti}$	Konkavitet $d_i$	$a_0 = 11,92$	$a_1 = 1,00$	$a_2 = 0,010$
Beaktøftigelse	0,489	-1,12				0,000	0,000		$b_{\gamma} = 0,00$	$a_{\gamma\gamma} = 0,00$	$a_{\gamma} = 0,002$
Maskiner	0,086	1,71	-5,22			0,000	0,000		$R^2$	DW	DF
Energi	0,039	0,47	-0,52	-8,40		0,000	0,000		0,33	0,28	-1,1
Øvr. materialer	0,387	0,91	-0,81	0,40	-0,97	0,000	0,000		0,62	0,67	-3,3
									0,96	0,73	-2,6
									0,09		-0,6

**Table 21. Samlet servicevirksomhed, Homogenitet, symmetri, konstant skalaafkast, ingen tekniske fremskridt Substitutionselasticiteter, samt øvr. forklarende variabler, ultimo estimationsperioden.**

Variabel	Konstant $a_i$	Løn	UCM	PE	PM	Produktion $b_{pi}$	Trend $b_{ti}$	Konkavitet $d_i$	$a_0 = 12,01$	$a_1 = 1,00$	$a_2 = 0,00$
Beaktøftigelse	0,507	-0,79				0,000	0,000		$b_{\gamma} = 0,00$	$a_{\gamma\gamma} = 0,00$	$a_{\gamma} = 0,00$
Maskiner	0,089	1,76	-2,34			0,000	0,000		$R^2$	DW	DF
Energi	0,037	0,21	0,96	-7,83		0,000	0,000		0,11	0,11	-0,5
Øvr. materialer	0,367	0,53	-1,70	0,31	-0,27	0,000	0,000		0,50	0,29	-3,3
									0,86	0,19	-2,1
									-0,86		-0,2