

KLEM-funktioner 1968-2013 - et nærmere kig på qz- og nz-erhverv

Resumé:

Inspireret af et upubliceret papir af Thomas Thomsen om produktionsfunktioner på Adam-tal til energistyrelsen bliver der her kigget nærmere på substitutionen mellem materialer og andre produktionsfaktorer i Adams qz- og nz-erhverv, som står for henholdsvis private tjenester og fremstilling. I Adam bestemmes materialekøbet alene ud fra produktionen, svarende til at materialer er en Leontief-faktor uden påvirkning fra relative priser og uden samspil med de andre produktionsfaktorer.

Papirets analyse tyder på, at det forsat er en passende antagelse for qz-erhvervet, men det kunne overvejes at give materialeinputtet en substitutionselasticitet i nz-erhvervets produktionsfunktion. Nærmere bestemt viser analysen, at det er nemmest at forklare beskæftigelsesudviklingen i nz-erhvervet med en produktionsfunktion, der inddrager materialeinputtet i produktionsfunktionens substitution. For qz-erhvervet er det nemmest at forklare beskæftigelsen med en produktionsfunktion, der ikke har materialeinput i produktionsfunktionens substitution.

NMH26315

Nøgleord: Produktion og faktorefterspørgsel

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

1. Indledning

Med udgangspunkt i Thomas Thomsens arbejde med produktionsfunktioner til energistyrelsen er der blevet kigget på faktorsubstitutionen i to vigtige Adam-brancher, private tjenester og fremstilling (qz- og nz-erhvervet). Tilgangen er ikke at tjekke, om de relative faktormængder drives af de relative faktorpriser, men at tjekke, om sammenhængen mellem faktormængder og produktionsmængde passer med en produktionsfunktion med substitution. Til analysen bruges Adams historiske databank Hist0414, baseret på sidste udgave af det gamle nationalregnskab. I afsnit 2 præsenteres data for qz-erhvervet, i afsnit 3 estimeres der på data. Dernæst præsenteres data for nz-erhvervet i afsnit 4, og der estimeres i afsnit 5. Den anvendte metode gennemgås i forbindelse med omtalen af qz-erhvervet. Afsnit 6 konkluderer.

2. Præsentation af qz-erhvervet

I figur 1-4 præsenteres udviklingen i produktionsfaktorerne for qz-erhvervet. Basisåret er 1980, så det er let at sammenligne med Thomsen (1999).

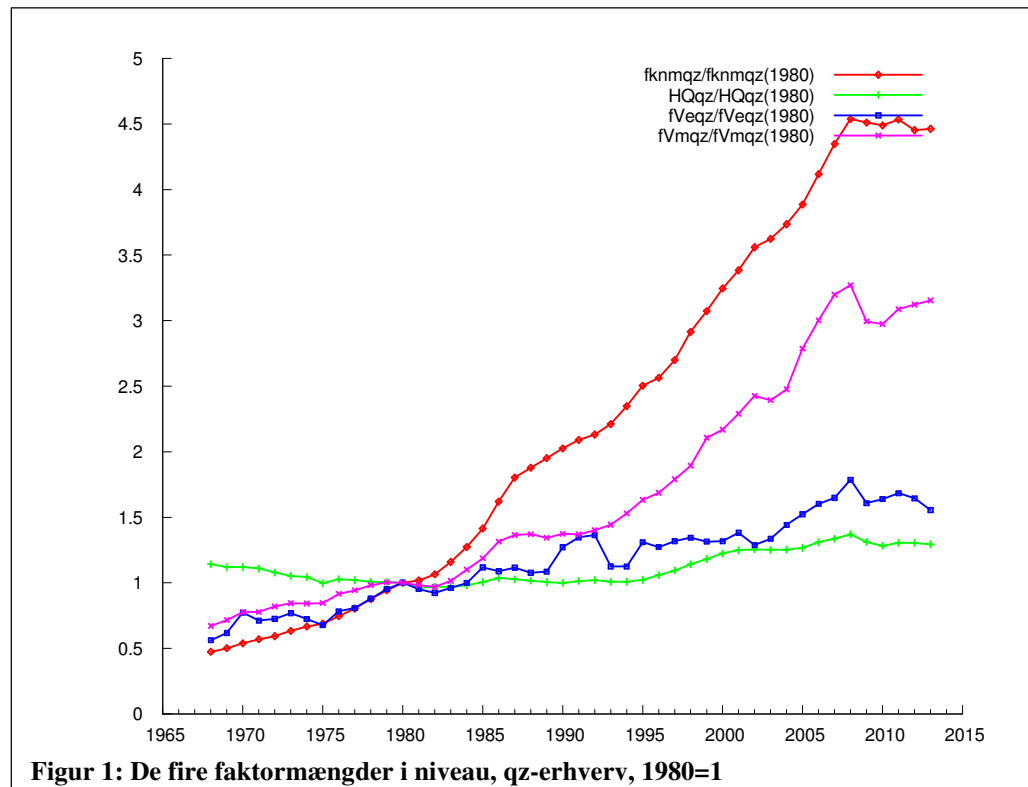
Notation for faktormængde og faktorpris, i er erhverv, dvs. qz i afsnit 2 og 3. Der er set bort fra bygningskapital, som nok er svagere relateret til produktionsprocessen:

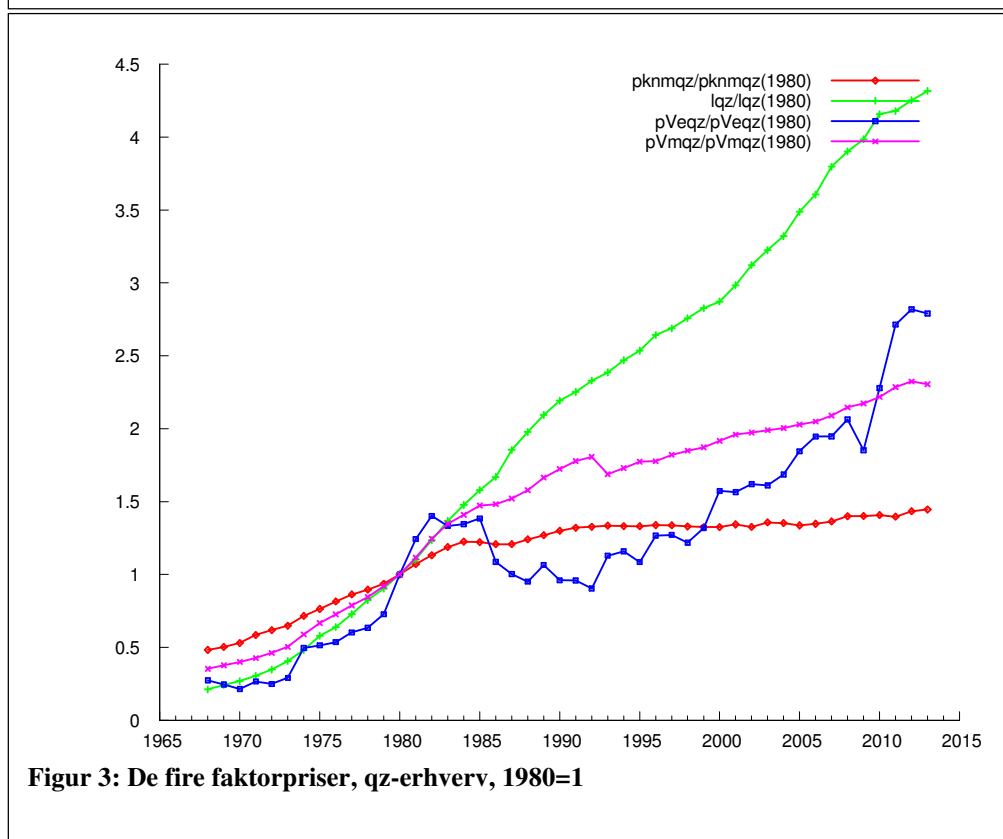
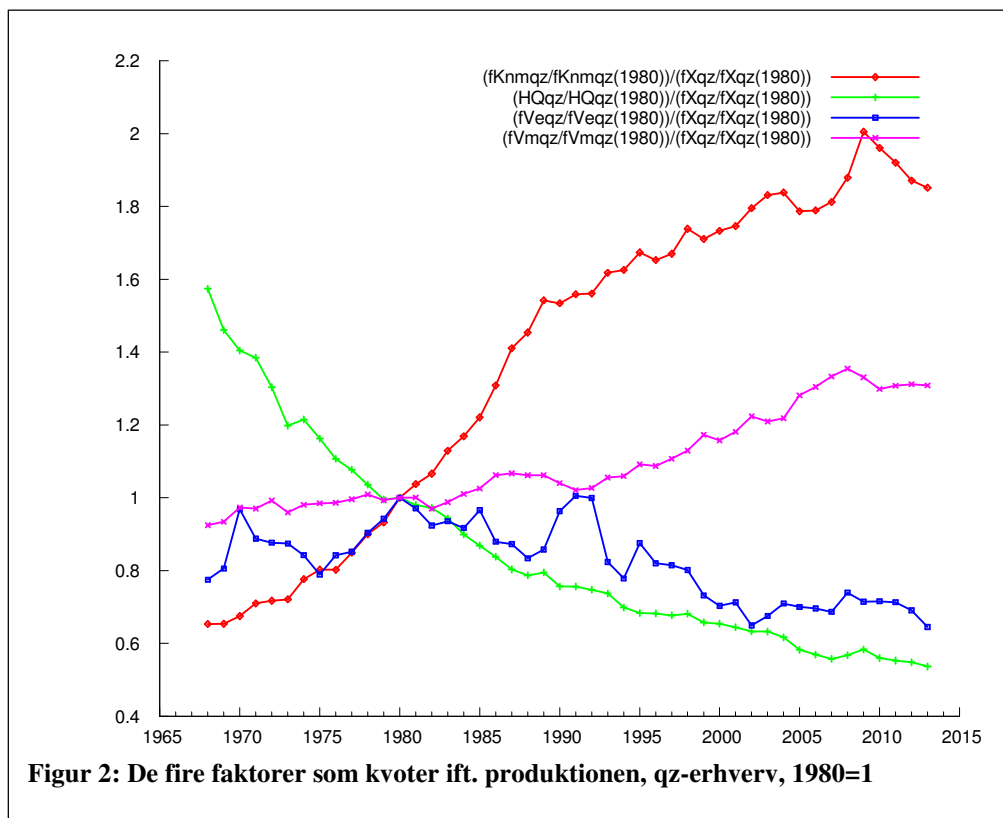
Rød = Maskinkapital ($f_{knm}<i>$, $p_{knm}<i>$)

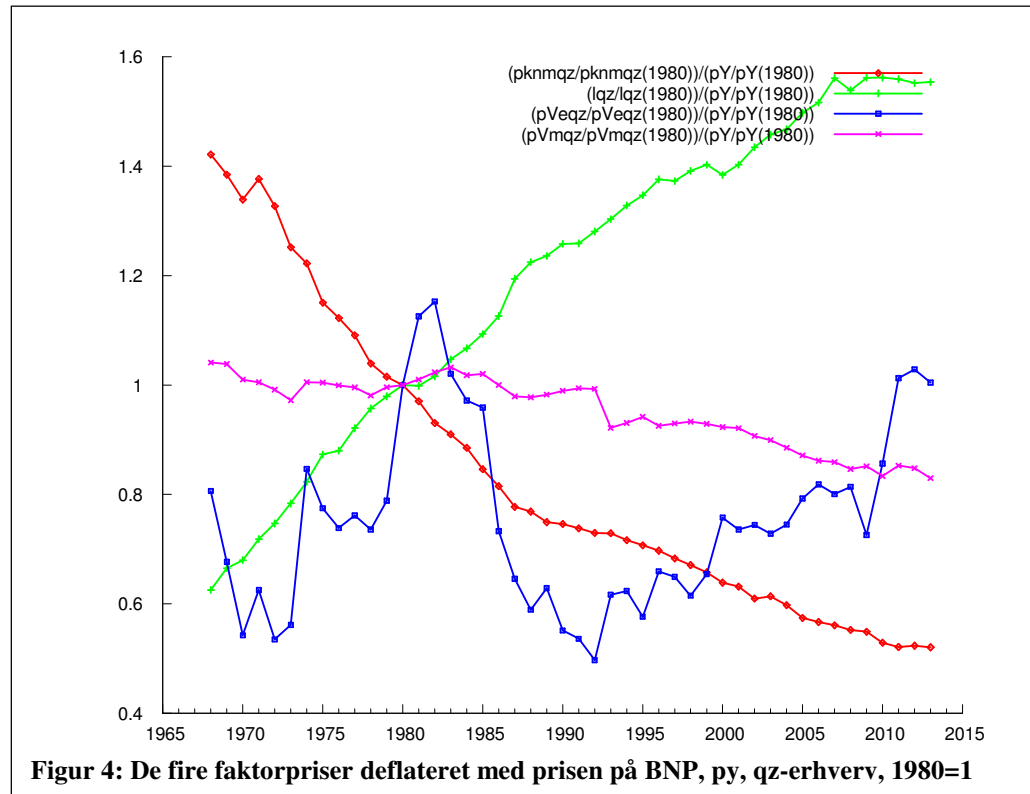
Grøn = Arbejdskraft ($HQ<i>$, $l<i>$)

Blå = Energi ($f_{Ve}<i>$, $p_{Ve}<i>$)

Pink = materialer ($f_{Vm}<i>$, $p_{Vm}<i>$)



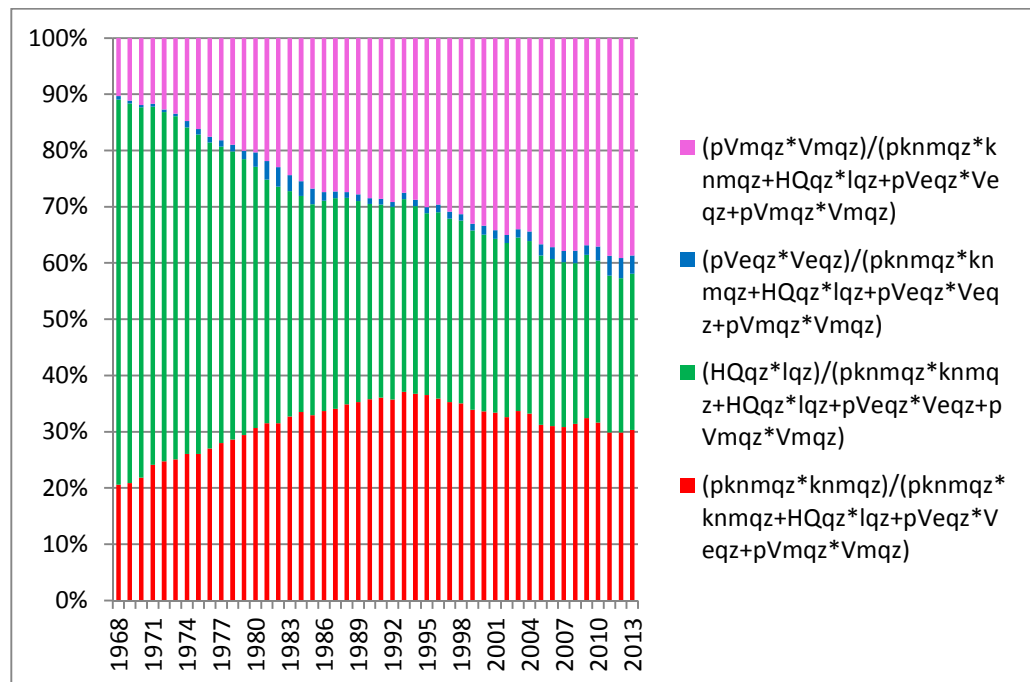




Historisk har omkostningsdelene udviklet sig som vist i figur 5. Omkostningsdele beregnes således:

$$\left(\frac{P_i * F_i}{\sum_{i=1}^4 P_i * F_i} \right)$$

Hvor P_i er faktorens pris, og F_i er mængden.

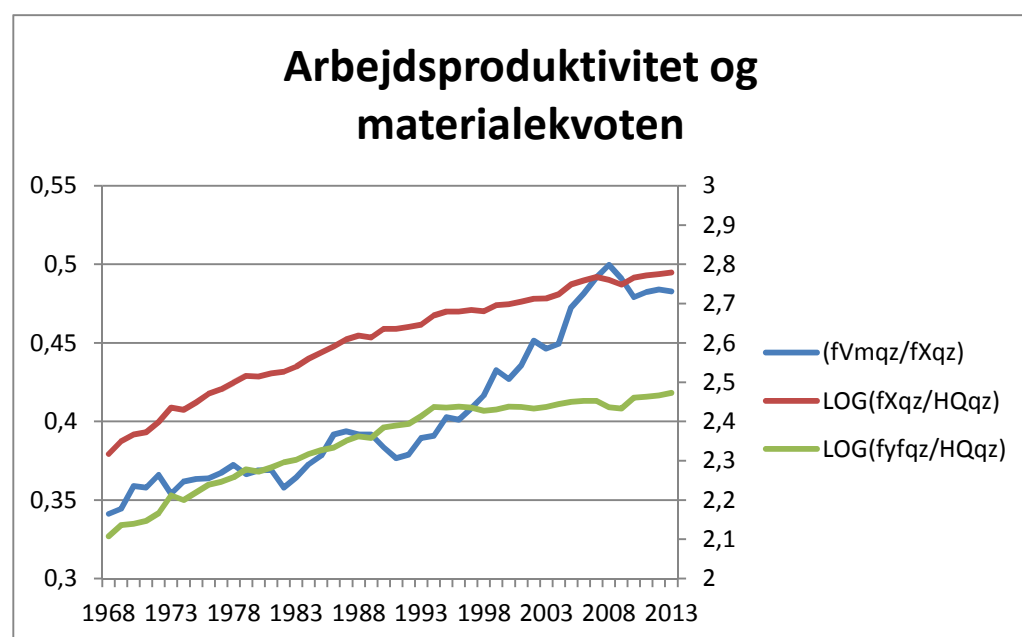


Set over hele perioden, har kapital og materialer fortrængt arbejdskraft. Kapitalmængden og -kvoten vokser gennem hele perioden indtil 2009, hvor kapitalmængden begynder at gå sidelæns, jf. figur 1, mens kapitalkvoten falder, jf. figur 2. Kapitalens omkostningsandel topper omkring 1990, hvorefter den er svagt faldende.

Materialernes omkostningsandel vokser gennem hele perioden. Ved finanskrisen i 2009 får materialemængden et lille knæk (figur 1), men til forskel fra kapitalmængden, begynder materialemængden at stige igen, så materialekvoten opretholdes (figur 2) og omkostningsandelen vokser. Forøgelsen af materialeinputtet i forhold til kapitalen sker på trods af, at prisen på materialer stiger mere end prisen på kapital, jf. figur 3 og 4.

Arbejdskraftindsatsen i timer ændrer sig kun lidt - fra at være svagt faldende indtil start 80'erne til at være svagt stigende, men kvoten ($HQqz/fXqz$) er faldende, samtidig med at den tilsvarende kvote stiger for både kapital og materialer (figur 2), og det øgede input af kapital og materialer dæmper arbejdskraftens omkostningsandel.

Der er dog ikke tale om, at den forstærkede opgang i materialekvoten ab starten af 90'erne øger faldet i arbejdstimer pr. produceret enhed, jf. figur 2. Samspillet - eller manglen på samspil - mellem materialer og arbejdskraft er også belyst i figur 6 nedenfor.



Figur 6: Arbejdsproduktivitet målt ud fra samlet produktion og BVT samt materialekvoten. $LOG(fXqz/HQqz)$ og $LOG(fyfzqz/HQqz)$ aflæses på den højre 2. akse.

Figur 6 sammenholder materialekvoten ($fVmzqz/fXqz$), der som sagt er steget siden starten af 90'erne, med arbejdsproduktiviteten målt på to måder. Det fremgår, at væksten i arbejdsproduktiviteten med BVT i tælleren ($fyfzqz/HQqz$) svækkes tydeligt fra midt 90'erne. Det bemærkes, at også væksten i

arbejdsproduktiviteten med samlet produktion i tælleren ($fXqz/HQqz$) afsvækkes lidt efter midten af 90'erne, jf. figur 6. Figur 6 synes dermed at afspejle, at materialeinputtet har fået større betydning for produktionsprocessen i qz, uden at det løfter arbejdskraftens produktivitet.

3. Estimation – qz-erhverv

Der er i estimationen set bort fra energiinput, som kun fylder lidt i produktionsprocessen. Der vil i stedet blive set nærmere på materialerne. I Adam bestemmes ændringen i materialer som ændringen i produktionen:

$$\Delta \log(fVmz) = \Delta \log(fXqz)$$

Dermed er materialer en Leontief-faktor, som ikke påvirkes af relative priser. Der kigges nu på, om materialer burde indgå i substitutionsprocessen. Tilgangen er at undersøge, om samspillet mellem arbejdskraft og de to andre faktorer, kapital og materialer, kan beskrives med en beskæftigelsesrelation, der gør beskæftigelsesændringen til en funktion af den laggede afvigelse i en simpel CD-funktion i de tre produktionsfaktorer:

$$\begin{aligned} \Delta \log(HQqz) &= \beta_0 + \beta_1 \Delta \log(fXqz) \\ &+ \gamma \left(\alpha_1 \log \left(\frac{fXqz_{-1}}{HQqz_{-1}} \right) + \alpha_2 \log \left(\frac{fXqz_{-1}}{fKnmqz_{-1}} \right) \right. \\ &\left. + \alpha_3 \log \left(\frac{fXqz_{-1}}{fVmz_{-1}} \right) \right) + trend \end{aligned}$$

Hvor alfa er faktorens outputelasticitet og dermed også dens omkostningsandel, så de tre alfaer summerer til 1. Eksempelvis er α_2 givet ved:

$$\alpha_2 = \frac{pknmqz * Knmqz}{pknmqz * Knmqz + lqz * HQqz + pvmz * Vmz}$$

For nemheds skyld indføres $X3$ som et udtryk for afvigelsen fra produktionsfunktionen:

$$X3 = \alpha_1 \log \left(\frac{fXqz}{HQqz} \right) + \alpha_2 \log \left(\frac{fXqz}{fKnmqz} \right) + \alpha_3 \log \left(\frac{fXqz}{fVmz} \right)$$

Det vælges at bestemme alfaerne som et periodegennemsnit, da en CD-funktion har konstante outputelasticiteter. Jf. vækstregnskabet tilgang kan man godt beskrive faktorernes bidrag til produktionsvæksten ved at veje faktorernes stigning med de løbende omkostningsandele, men fejlkorrigeringsparameteren γ får et utolkeligt negativt fortegn, hvis man vejer faktorproduktiviteterne ved brug af løbende alfaer. Manglen på fejlkorrektion kan afspejle, at man med løbende omkostningsandele som vægte mere får et udtryk, der tracker beskæftigelsen end et udtryk for den ønskede beskæftigelse.

I den netop viste ligning med materialer bliver γ signifikant negativ ved brug af løbende omkostningsandele. I modellen uden materialer, som er vist nedenfor, bliver γ insignifikant negativ, hvis man bruger løbende

omkostningsandele. Det er derfor valgt at bruge konstante alfaer, som svarer til samplets tre gennemsnitlige omkostningsandele.

Dette giver følgende estimationsresultat:

<i>Regressionsstatistik</i>		
Multipel R	0,706	
R-kvadreret	0,498	
Justeret R-kvadreret	0,461	
Standardfejl	0,007	
Observationer	45	
	<i>Koefficienter</i>	<i>Standardfejl</i>
Skæring	-0,584	0,164
$\log(fXqz/fXqz(-1))$	0,465	0,084
X3(-1)	-0,030	0,066
Trend	0,000	0,000

Den insignifikante og negative fejlkorrigeringsparameter viser, at trefaktormodellen er dårlig til at forklare beskæftigelsen, så vi estimerer en lignende ligning uden materialer. Uden materialerne i produktionsfunktionen kan ændringen i beskæftigelsen bestemmes ud fra BVT og X2:

$$\Delta \log(HQqz) = \beta_0 + \beta_1 \Delta \log(fyf qz) + \gamma \cdot X2_{-1} + trend$$

Hvor X2 beskriver en linearkombination af arbejdskraftens og kapitalens produktivitet og kan tolkes som afvigelsen i en produktionsfunktion arbejdskraft og kapital:

$$X2 = \alpha_1 \log\left(\frac{fyf qz}{HQqz}\right) + \alpha_2 \log\left(\frac{fyf qz}{fKnmqz}\right)$$

Hvor alfa er outputelasticiteten. De to alfaer summerer til 1, Eksempelvis er α_2 periodegennemsnittet af kapitalens omkostningsandel:

$$\alpha_2 = \frac{pknmqz * Knmqz}{pknmqz * Knmqz + lqz * HQqz}$$

Dette giver følgende estimationsresultat:

<i>Regressionsstatistik</i>		
Multipel R	0,717	
R-kvadreret	0,514	
Justeret R-kvadreret	0,479	
Standardfejl	0,007	
Observationer	45	
	<i>Koefficienter</i>	<i>Standardfejl</i>
Skæring	-2,284	0,440
log(fyfzqz/fyfzqz(-1))	0,389	0,089
X2(-1)	0,341	0,081
Trend	0,001	0,000

Nu bliver fejlkorrktionsparameteren signifikant positiv, og har med 0,341 en fortolkelig størrelsesorden til at beskrive arbejdskraftens tilpasning til produktionsfunktionen. Dermed er formuleringen uden materialer klart at foretrække. Et muligt problem ved den estimerede beskæftigelsesligning uden materialer er, at trenden er svagt positiv, hvilket svarer til, at produktiviteten falder lidt i qz-erhvervet. Det er dog ikke uhørt, at produktiviteten falder i en servicesektor.

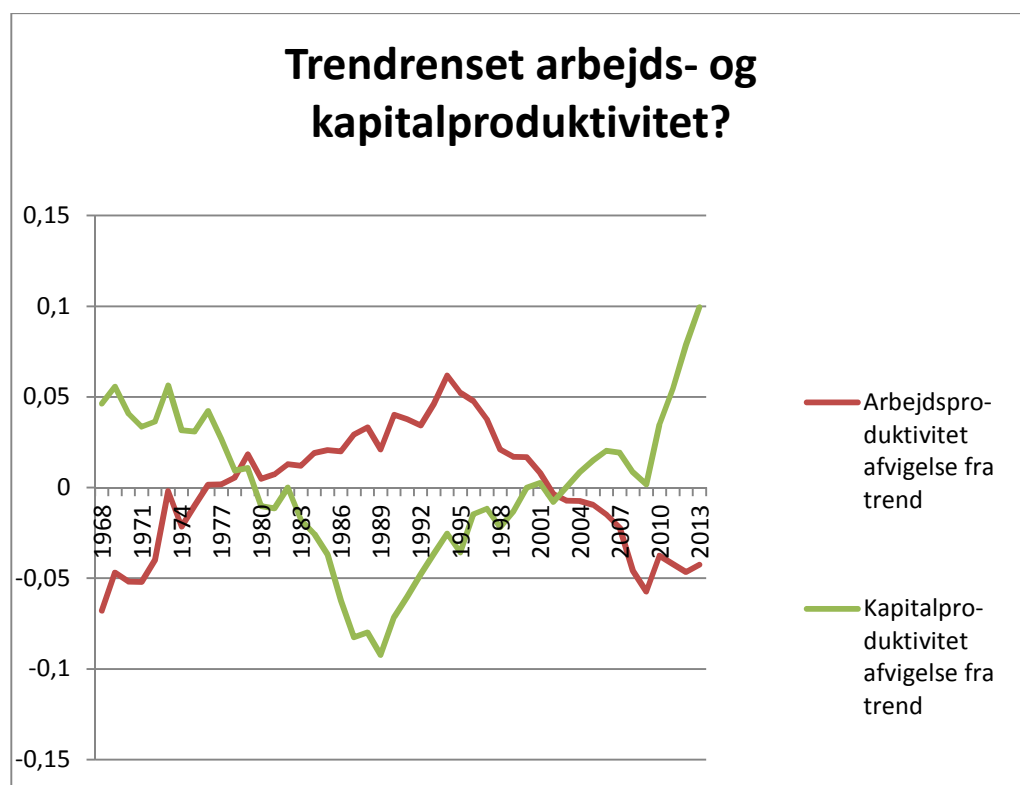
I beskæftigelsesligningen i Okt14 er den sammenlignelige parameter for førsteårseffekten, β_1 , 0,509 og fejlkorrktionsparameteren, γ , 0,400. Dvs. tilpasningen ser ud til at gå en smule langsommere, men man skal være forsigtig med denne observation, da ligningen her er estimeret ud fra en CD-funktion, og ligningen i Okt14 er estimeret ud fra en CES-funktion.

3.1 Produktivitetsafvigelse fra trend

Der kigges her på samspillet mellem kapitalens og arbejdskraftens produktivitet renset for trend. Afvigelsen fra trend beregnes som residualen fra en regression af logaritmen til produktiviteten på en konstant og en trend:

$$\log\left(\frac{fyfzqz}{F_i qz}\right) = \beta_0 + \beta_1 \cdot trend + u_i$$

Hvor trend er lig årstallet, F_i er henholdsvis Hq og $fKnm$, og u_i er det tilhørende residual. Resultatet kan ses i figur 7.



Figur 7: Produktiviteters afvigelse fra trend.

Umiddelbart og på kort sigt ville man forvente en positiv korrelation mellem de to faktorproduktiviteter, da de har samme tæller. Substitutionseffekten kan imidlertid skabe en negativ samvariation i det lange sigt, hvis et øget kapital/output forhold øger arbejdsproduktiviteten, output/arbejdskraft. Figur 7 tyder på en sådan negativ samvariation mellem kapital- og arbejdsproduktivitet vurderet ud fra de to variables længerevarende udsving, men der må tages forbehold for, at der er tale om I(1) variable med forholdsvis få store sving, hvor variabelen kun krydser sin middelværdi få gange i den viste periode. Så den negative samvariation kan være mere eller mindre tilfældig.

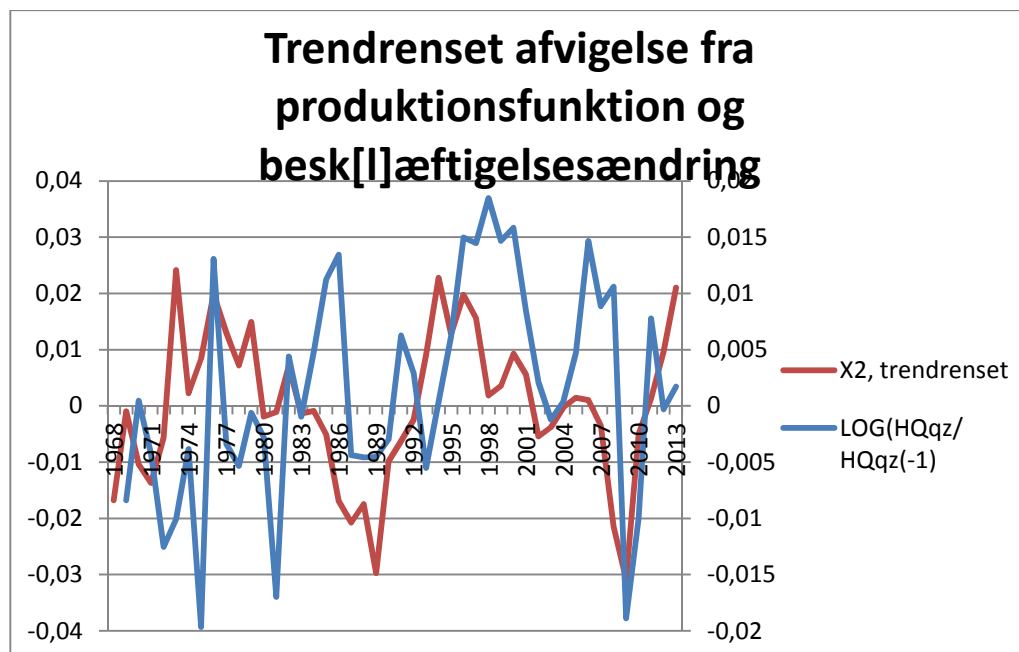
Vi vil også illustrere, at den trendrensete faktorproduktivitet, der svarer til afvigelsen fra produktionsfunktion inkl. trend, kan forklare ændringen i arbejdskraften:

$$\log\left(\frac{HQqz}{HQqz_{-1}}\right)$$

Den trendrensete totale faktorproduktivitet beregnes:

$$X2^{trendrenset} = \alpha_1 * u_{HQ} + \alpha_2 * u_{fKnm}$$

Hvor u_{HQ} og u_{fKnm} er de ovenfor fundne residualer, der angiver produktivitetsafvigelsen fra trend for henholdsvis arbejdskraften og kapitalen.

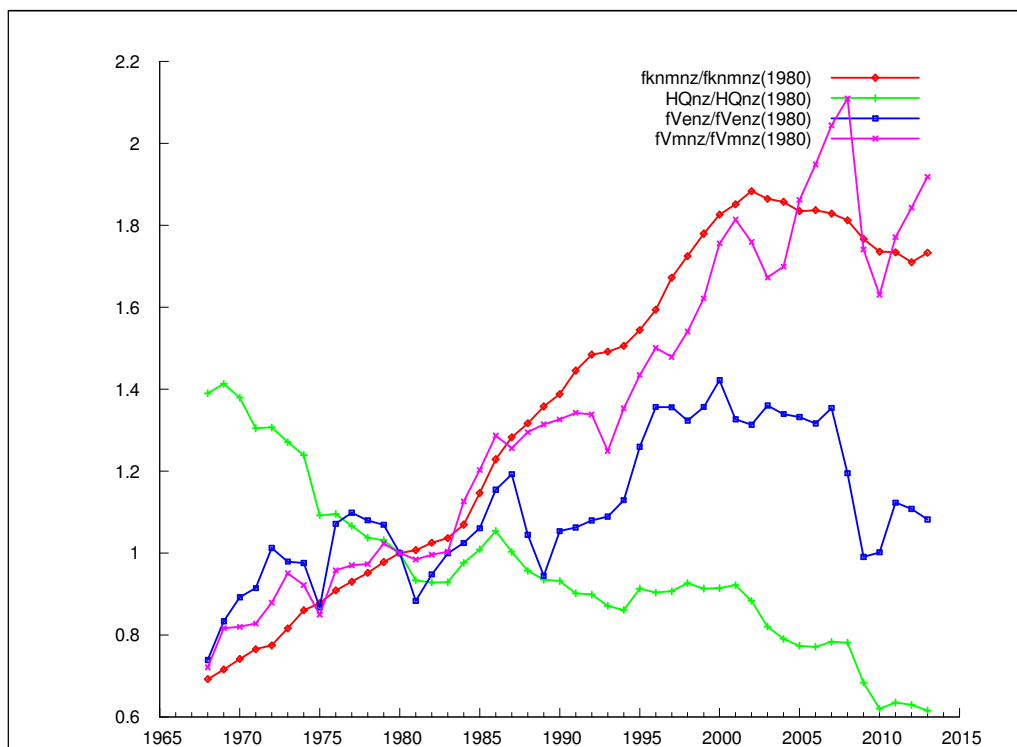


Figur 8: Ændring beskæftigelsen aflæses på den højre 2. akse.

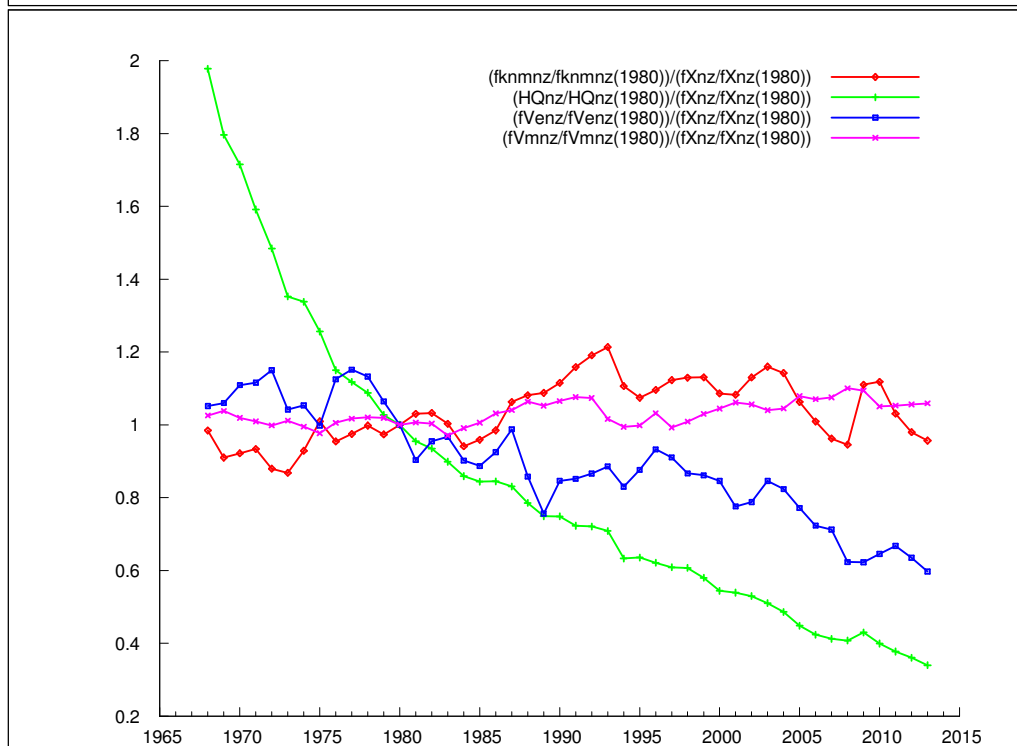
Man ser den forventede tendens til, at produktionsfunktionens residual X2 driver beskæftigelsen, der øges, når output er stort i forhold til indsatsen af kapital og arbejdskraft. Det bekræfter, at produktionsfunktionen uden materialer er at foretrække til beskrivelse af qz-erhvervet.

4. Præsentation af nz-erhverv

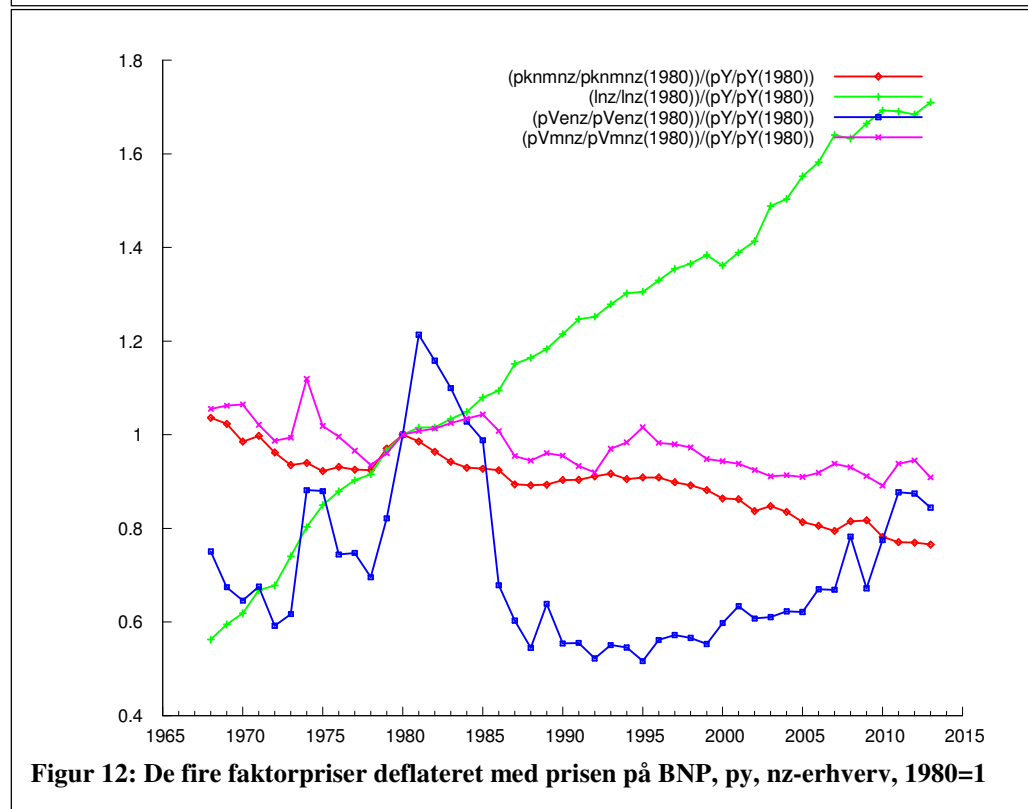
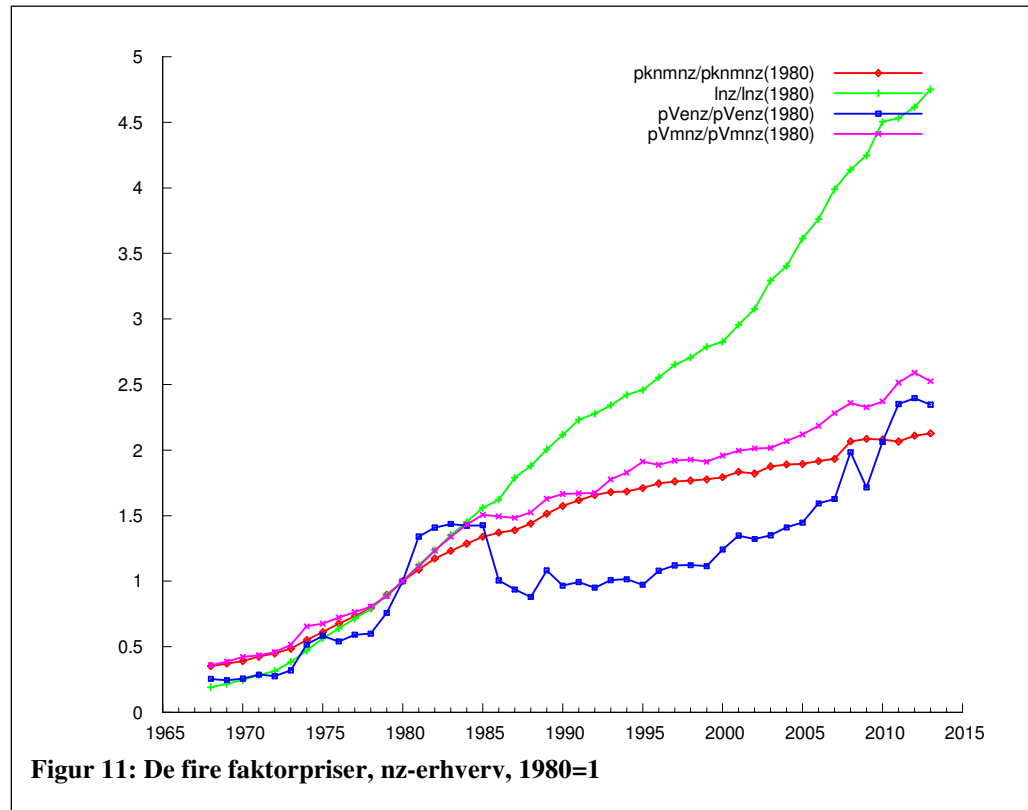
Data for nz-erhvervet præsenteres på samme måde som for qz-erhvervet, og der er igen set bort fra bygningskapital.

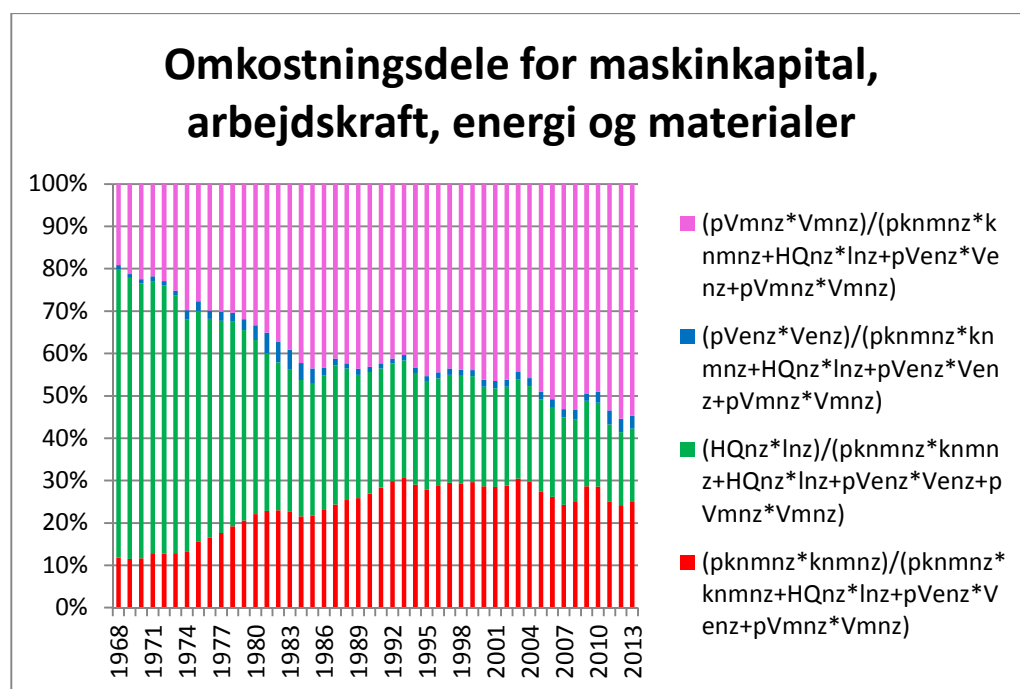


Figur 9: De fire faktormængder i niveau, nz-erhverv, 1980=1



Figur 10: De fire faktorer som kvoter ift. produktionen, nz-erhverv, 1980=1



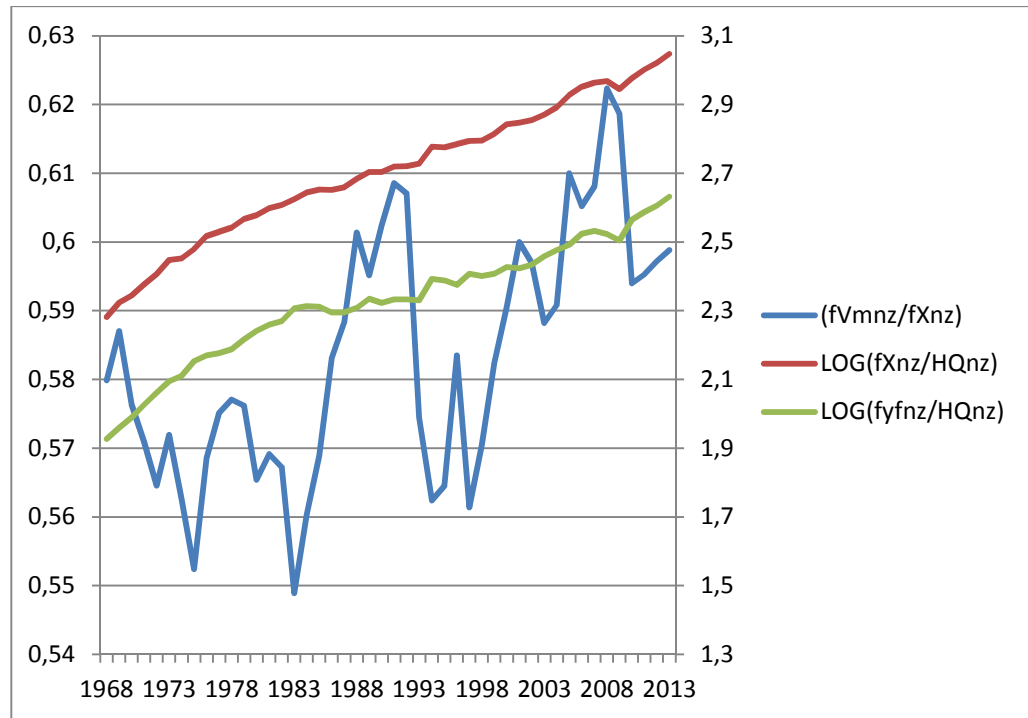


Figur 13: Omkostningsandele for nz-erhverv

Set over hele perioden, har kapital og materialer fortrængt arbejdskraft i omkostningsregnskabet i nz-erhvervet. Fra at fylde ca. 20 % i 1968, udgør materialer i 2013 over 50 % af omkostningerne. Kapitalmængden og -kvoten vokser gennem første del af perioden indtil omkring år 2000, hvor kapitalmængden begynder at falde, jf. figur 9, og kapitalkvoten får faldende tendens, jf. figur 10. Kapitalens omkostningsandel ligger stabilt i 90'erne, herefter er den svagt faldende. I 2008-9 stiger kapitalens omkostningsandel, samtidig med at materialernes omkostningsandel falder en smule. I 2010-13 falder kapitalens omkostningsandel, mens materialernes stiger.

Materialernes omkostningsandel vokser kraftigt set over hele perioden. Ved finanskrisen i 2009 falder mængden markant (figur 9), men til forskel fra kapitalmængden, stiger materialeinputtet igen, hvilket også ses, ved at kvoten materialer/output opretholdes (figur 10), og materialernes omkostningsandel vokser. Den tilsyneladende substitution fra kapital mod materialer sker på trods af, at prisen på materialer stiger mere end prisen på kapital, jf. figur 11 og 12.

Set over hele perioden falder arbejdskraftmængden i både nz- og qz-erhvervet, og inputtet af materialer og kapital har voksende trend i begge erhverv i hvert fald frem til omkring 2000, hvor kapitalinputtet begynder at falde i nz-erhvervet, jf. figur 1 og 9.. Der er tydelig forskel på qz og nz mht. udviklingen i faktorkvoterne. I qz-erhvervet har både kapital og materialekvoten voksende trend i stort set hele perioden, mens materiale- og kapitalkvoten ser ud til at svinge omkring 1980-niveauet i nz-erhvervet, jf. figur 10.



Figur 14: Materialekvoten og arbejdskraftproduktiviteten. $LOG(fXnz/HQnz)$ og $LOG(fyfnz/HQnz)$ aflæses på den højre 2. akse.

Forskellen på de to erhverv slår også igennem, hvis vi sammenholder materialekvoten med arbejdsproduktiviteten, jf. figur 14. Figuren viser, at arbejdsproduktiviteten med BVT i tælleren ($fyfnz/HQnz$) naturligt nok stiger lidt svagere end arbejdsproduktiviteten med produktionen i tælleren ($fXnz/HQnz$), mens materialekvoten $fVmqz/fXqz$ stiger. Det fremgår imidlertid også, at BVT-arbejdsproduktiviteten accelererer lidt i første halvdel af nullerne, så det har været gunstigt at øge materialekvoten. Det kan afspejle, at materialernes outputelasticitet i forholdt til erhvervets produktion ($fXnz$) er større end deres omkostningsandel, så man tjener værditilvækst på at outsource. Der kan samtidig argumenteres for, at materialerne erstatter den billige del af arbejdskraften, der bidrager mindst til BVT. Hele billedet kan tyde på, at materialer har fået større betydning for produktionsprocessen, bl.a. ved at erstatte arbejdskraft.

5. Estimation – nz-erhverv

Som i qz-afsnittet ses bort fra energiinputtet i produktionsfunktionen, når det vurderes, om materialerne skal indgå i substitutionsprocessen:

$$\Delta \log(HQnz) = \beta_0 + \beta_1 \Delta \log(fXnz) + \gamma X3_{-1} + trend$$

Hvor $X3$ er residualen i en produktionsfunktion med de tre faktorer arbejdskraft, kapital og materialer. Igen bruges en CD-funktion med konstante outputelasticiteter (alfaer), og de tre alfaer sættes igen til de tre faktoreres gennemsnitlige omkostningsandele.

Dette giver følgende estimationsresultat:

<i>Regressionsstatistik</i>		
Multipel R	0,809	
R-kvadreret	0,654	
Justeret R-kvadreret	0,629	
Standardfejl	0,010	
Observationer	45	
	<i>Koefficienter</i>	<i>Standardfejl</i>
Skæring	2,158	1,108
$\log(fXnz/fXnz(-1))$	0,679	0,077
$X3$	0,203	0,090
Trend	-0,001	0,001

Fejlkorrektionsparameteren er som forventet positiv og signifikant. Samtidig er den estimerede trend negativ, hvilket svarer til at effektiviteten, som man ville vente, vokser i fremstillingserhvervet nz. Uden materialer i produktionsfunktionen kan beskæftigelsen bestemmes ud fra BVT og $X2$:

$$\Delta \log(HQnz) = \beta_0 + \beta_1 \Delta \log(fyfnz) + \gamma X2_{-1} + trend$$

Hvor $X2$ defineres som ved qz-erhvervet for nz-erhvervet.

Dette giver følgende estimationsresultat:

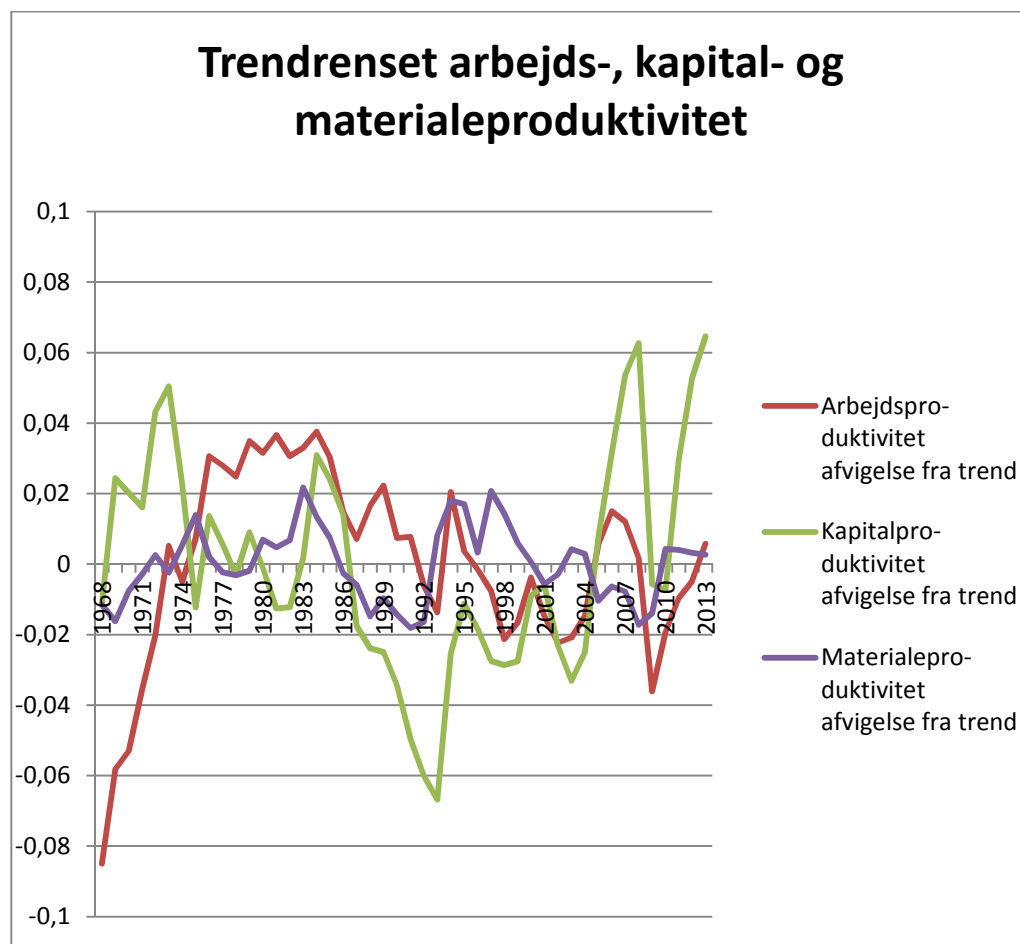
<i>Regressionsstatistik</i>		
Multipel R	0,582	
R-kvadreret	0,339	
Justeret R-kvadreret	0,291	
Standardfejl	0,014	
Observationer	45	
	<i>Koefficienter</i>	<i>Standardfejl</i>
Skæring	0,863	0,965
$\log(fyfnz/fyfnz(-1))$	0,436	0,103
$X2$	-0,030	0,025
Trend	0,000	0,000

Med to produktionsfaktorer er fejlkorrigeringsparameteren åbenbart negativ og insignifikant, samtidig med at trenden er positiv svarende til negative produktivetsfremskridt. Så hvad nz-erhvervet angår, er beskæftigelsesligningen med materialer klart at foretrække.

I beskæftigelsesligningen i Okt14 er den sammenlignelige parameter for førsteårseffekten, β_1 , 0,608, og fejlkorrigeringsparameteren, γ , 0,818. Dvs. førsteårseffekten ser ud til at være en smule større her, men forskellen mellem det ønskede og faktiske niveau fejlkorrigerer hurtigere væk i Okt14. Man skal være forsigtig med denne observation, da ligningen her er estimeret ud fra en CD-funktion, og ligningen i Okt14 er estimeret ud fra en CES-funktion.

5.1 Produktivetsafvigelse fra trend

De trendensede faktorproduktiviteter beregnes som ved qz-erhvervet som residualerne i en regression på konstant og trend.



Figur 15: Trendrenset arbejds-, kapital- og materialeproduktivitet

Figur 15 viser de 3 trendensede faktorproduktiviteter. Over hele perioden ses ingen korrelation mellem arbejdsproduktiviteten og kapitalproduktiviteten og en beskedent positiv korrelation mellem arbejdsproduktiviteten og materialeproduktiviteten. Se evt. tabel 1.

Det ser dog ud til, at der er et brud i midten af 90'erne. I perioden fra 98 og frem korrelerer arbejdsproduktiviteten klart positivt med kapitalproduktiviteten og beskedent negativt med materialeproduktiviteten. Se evt. tabel 2. Den førstnævnte positive korrelation indikerer, at substitutionseffekten er svag mellem kapital og arbejdskraft, så den fælles tæller (produktionen) i faktorerens produktivitet dominerer. Den negative korrelation mellem arbejds- og materialeproduktiviteten indikerer til gengæld, at der efter 98 er opstået en substitutionseffekt mellem arbejde og materialer, og at denne substitution er stærkere end den traditionelle substitution mellem arbejdskraft og kapital.

**Tabel 1: Korrelation
Korrelationsmatrice for
produktivitet**

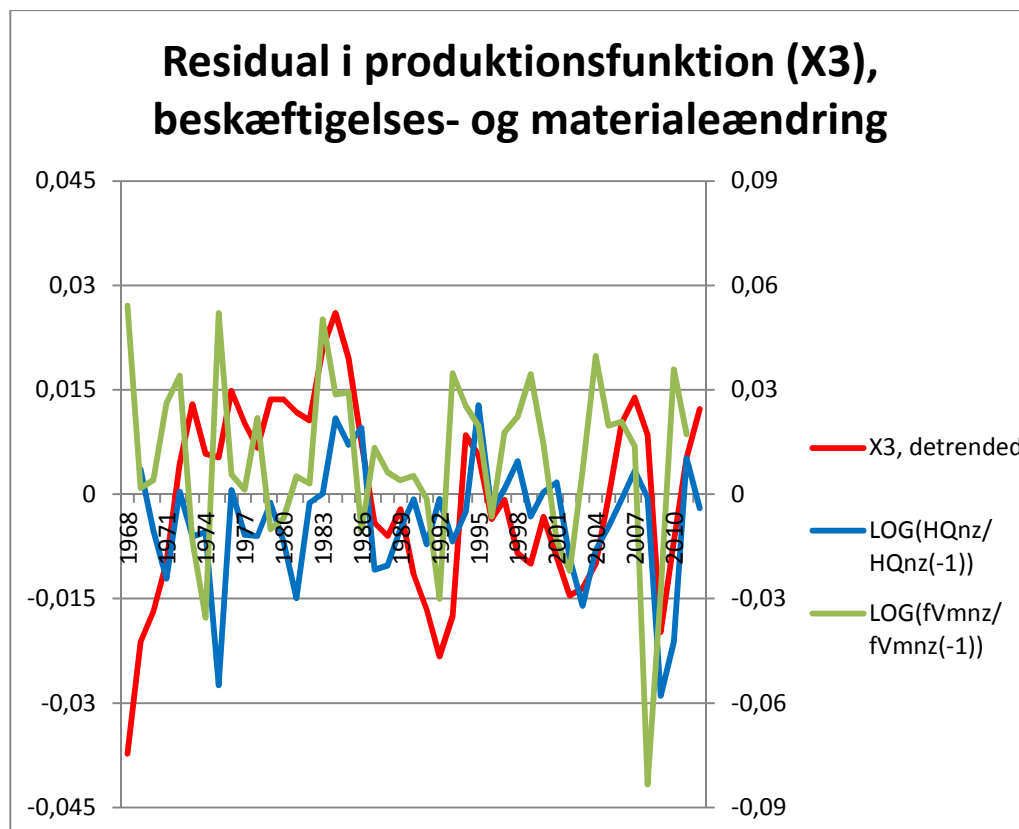
Alle år	<i>Arb. prod. afv. fra trend</i>
Arb. prod. afv. fra trend	1
Kap. prod. afv. fra trend	0,072
Mat. prod. afv. fra trend	0,284

**Tabel 2: Korrelation
Korrelationsmatrice for
produktivitet**

98 og frem	<i>Arb. prod. afv. fra trend</i>
Arb. prod. afv. fra trend	1
Kap. prod. afv. fra trend	0,725
Mat. prod. afv. fra trend	-0,271

Der kigges nu nærmere på produktionsfunktionens evne til at forklare ændringer i både beskæftigelse og materialeinput. Linearkombinationen X3 beregnes med de trendrensedede faktorproduktiviteter med samme fremgangsmåde som tidligere – dvs. med residualerne fra en regression af faktorproduktiviteterne på konstant og trend. Derved får man et X3, der angiver samlede faktorproduktivitet trendrenset svarende til produktionsfunktionens residual. Dette residual er sammenholdt med stigningstakten i både arbejdskraft og materialer i figur 16. Det fremgår, at produktionsfunktionens residual X3 ser ud til at drive beskæftigelsen, der typisk vokser, når produktionen er høj i forhold til faktorinputtet.

I forhold til materialer ser det mere ud til, at materialerne reagerer før produktionsfunktionens residual. Dette mønster kan udtrykke, at materialer reagerer før produktionen, som kræver materialer. Det giver mening, at arbejdskraften er mere træg. Fx påvirkes beskæftigelsen af labor hoarding. Virksomheder tøver med at fyre personale ved ordredgang og tøver med at ansætte ved ordreopgang.



Figur 16: Ændring i arbejdskraft og materialer aflæses på den højre 2. akse.

6. Konklusion

Estimationsresultaterne og figurerne tyder på, at materialer ikke indgår afgørende i substitutionsprocessen i qz-erhvervet. Til gengæld er estimationsresultaterne langt bedre for nz erhvervet, når materialer inkluderes i substitutionsprocessen. Det kunne tyde på, at materialer bør have en substitutionselasticitet i nz-erhvervets produktionsfunktion. Dette tyder derfor på, at et øget materialeinput reducerer nz-erhvervets behov for arbejdskraft.

7. Litteratur

Erik Bjørsted (2004): "*Reestimation af faktorblokken, April 2004*", ADAM-modelgruppepapir: <http://dst.dk/asp2xml/external/adam/adam-pdf/EBJ18604.pdf>

Thomas Thomsen (1995). "*Faktorefterspørgsel på kort og langt sigt*". Nationaløkonomisk Tidsskrift 133 (1)

Thomas Thomsen (1999): "*Efterspørgslen efter produktionsfaktorer i Danmark*", ADAM Working Paper 1999:1, www.dst.dk/upload/w1999_01.pdf

Thomas Thomsen (2000). "*Short cuts to dynamic factor demand modelling*", Journal of Econometrics 97 (2000), 1-23, Elsevier, North-Holland, www.t.t.dk/publications/2103.pdf

Thomas Thomsen (2006): "*Effektivitetsindeks revisited*", ADAM-modelgruppepapir: <http://www.dst.dk/asp2xml/external/adam/adam-pdf/TTH15106.pdf>.

Thomas Thomsen (2008): "*Analyse af substitutionselasticiteter på danske KLEM-tal 1967-2007*", T-T Analyse

Danmarks Nationalbank (2003): "*MONA – en kvartalsmodel af dansk økonomi*"