

## Data for erhvervenes energiefteerspørgsel i EMMA

### Resumé:

*Papiret diskuterer aggregeringen fra energimatricernes energiarter op til EMMA's 7 energiarter, og aggregeringen fra de syv energiarter op til de to energiaggregater, der anvendes i estimationerne af erhvervenes energiefteerspørgsel. Endvidere præsenteres udviklingen i mængder og priser for de syv energiarter og for de to aggregater fordelt på erhverv.*

---

mow20n98.wp

Nøgleord: Aggregering, Kædeindeks, erhvervenes energiforbrug

*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. Data til erhvervenes energiefterspørgsel

I beskrivelsen af erhvervenes energiefterspørgsel i EMMA tages der udgangspunkt i erhvervenes forbrug af 40 energityper målt i terajoule. Kilden er Danmarks Statistiks energimatricer, der opgør forbruget af og udgiften til hver af de 40 energityper i nationalregnskabet 130 erhverv. Udfra energimatricerne kan prisen pr. terajoule i mio. kr. for hvert erhverv og hver energitype bestemmes som forholdet mellem udgiften og forbruget.

I EMMA aggregeres de 40 energiarter op til syv energiarter, disse energiarter betragtes fremover som mikrodata i EMMA. I forbindelse med estimationen af erhvervenes energiefterspørgsel aggregeres fem af de syv energiarter til hjælpeaggregatet øvrig energi. Endvidere anvendes et aggregat af samtlige energityper som et udtryk for erhvervenes samlede energiefterspørgsel. Denne serie kan betragtes som den energiefterspørgsel, der er bestemt i ADAMs faktorblok. I dette papir gives et bud på, hvordan energiaggregaterne dannes dels i mikrodata og dels i de nævnte hjælpeaggregater. Endvidere kan papiret generelt betragtes som en præsentation af de data, der anvendes i estimationerne.

## 2. Lidt generelt om aggregering

Det simpleste tilfælde opstår når mængderne kan aggregeres over deres fysiske enhed, dvs. terajoule. Ønskes det at danne et aggregat for forbruget af energiarterne  $E_1$  og  $E_2$ , der for begges vedkommende er opgivet i terajoule, findes det samlede forbrug blot som  $E=E_1+E_2$ . Kendes endvidere udgiften forbundet med forbruget af de to typer energi, kan prisen på energiaggregatet findes som et gennemsnit af prisen på de to energityper vægtet med forbruget af energityperne. Ulempen ved at foretage mængdeaggregeringen i fysiske enheder er, at denne aggregering ikke tager højde for, at en terajoule af de to energityper ikke nødvendigvis har samme økonomiske værdi. Dette kan eksempelvis skyldes, at den ene energitype er sværere at udnytte, eller sværere at opbevare end den anden energitype.

Der kan tages højde for forskelligheder i energiarters økonomiske effektivitet ved at anvende et mængdeindeks i aggregeringen af de to energiarter. En introduktion til aggregering af produktionsfaktorer findes i Appendiks A.2.1 i EMMA-bogen. Her beskrives situationen, hvor det ønskes at aggregere to energiarter. Grundideen i aggregeringen er, at de relative priser er et udtryk for det marginale substitutionsforhold i produktionsprocessen, givet producenten profitmaksimerer, og markederne for de to energivarer er i ligevægt.

I nævnte appendiks vises det, at i en situation, hvor der i to perioder anvendes samme mængde af energiaggregatet, men hvor der i periode  $t$  anvendes mere  $E_2$  end i periode  $t-1$  som følge af en ændring i de relative priser, vil et Laspeyres mængdeindeks overvurdere ændringen i anvendelsen af aggregatet. Et Paaschemængdeindeks vil i samme situation undervurdere udviklingen i

mængden af aggregatet. Dette skyldes grundlæggende, at Laspeyres indekset antager, at priserne og dermed det marginale substitutionsforhold i periode  $t-1$  gælder i begge perioder. Mens Paascheindekset antager, at de relative priser og dermed det marginale substitutions forhold i periode  $t$  gælder i begge perioder. Dette leder til, at det ønskes at anvende en sammenvejning, der ligger mellem Laspeyres- og Paasche indekset. To eksempler på sådanne indeks er Fischer- og Tørnqvistmængdeindekset.

Størrelsen af den begåede fejl afhænger af, hvor meget de relative priser er ændret mellem perioderne. I tilfældet, hvor det ønskes at aggregere over flere end to perioder, opstår der lettere store forskelle i de relative priser mellem det betragtede år og basisåret. Dette problem kan mindskes ved at skifte basis løbende i sammenvejningen. Dvs. ved at anvende et kædeindeks.

Anvendelsen af kædeindeks vil betyde en forbedring i forhold til anvendelsen af indeks med fastbasis, hvis der i den betragtede periode opleves en (tæt på) entydig bevægelse i den anvendte mængde. Svinger mængderne omkring en konstant, vil fastbasisindeks give en bedre sammenvejning, idet kædeindeksene vil kumulere udsvingene. Dvs. kædeindeksene vil repræsentere en forbedring i forhold til fastbasisindeks, hvis der er en trend i forbruget af de enkelte energiarter.

Endelig bemærkes det, at kædeindeksene ikke summer op, dvs. hvis der anvendes et kædeindeks til at aggregere energiarterne, vil summen af aggregaterne ikke give aggregatet energi i alt. Denne egenskab får betydning i systemestimationer, idet der med kædeindeksene vil kunne estimeres med en ikke-singulær kovariansmatrix.

Ovenstående diskussion fører til, at der i aggregeringen af energiarterne kan forsøges med 1) simpel aggregering i terajoule 2) aggregering med Fischerkædeindeks og 3) aggregering med Tørnqvistkædeindeks.

Den simple aggregering svarer til blot at summere forbruget af de relevante energiarter i terajoule som anført ovenfor.

Et Fischerkædeindeks er givet som det geometriske gennemsnit af et kædet Laspeyres- og et kædet Paaschemængdeindeks. Laspeyres- og Paascheindekset er, når det ønskes at bestemme mængdeudviklingen for  $n$  energiarter mellem perioderne  $t-1$ ,  $t$ , givet ved

$$E_{La}^{t:t-1} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i^{t-1} E_i^t}{\sum_{i=1}^n p_i^{t-1} E_i^{t-1}} \quad \text{og} \quad E_{Pa}^{t:t-1} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i^t E_i^t}{\sum_{i=1}^n p_i^t E_i^{t-1}}$$

Værdien af det kædede indeks i periode  $t$  når indekset startes i periode 0, fås ved at skifte prisvægtene i hvert år, således at Laspeyres- henholdsvis Paaschekæden kan skrives

$$E_{KLa}^{t:0} = E_{La}^{1:0} \cdot E_{La}^{2:1} \cdot \dots \cdot E_{La}^{t:t-1} \quad \text{og} \quad E_{KPa}^{t:0} = E_{Pa}^{1:0} \cdot E_{Pa}^{2:1} \cdot \dots \cdot E_{Pa}^{t:t-1}$$

Øg værdien af Fischerkædeindekset i periode  $t$  når indekset startes til tid 0, kan så skrives som

$$E_{KFi}^{t:0} = (E_{KLa}^{t:0} E_{KPa}^{t:0})^{0.5}$$

Det kan vises, at Fischerindekset er det teoretisk korrekte indeks, hvis den underliggende produktionsfunktion for energiaggregatet er kvadratisk, dvs.  $E = (X'AX)^{0.5}$ , hvor  $A$  er en matrix af parametre i produktionsfunktionen, og  $X$  er en vektor af energiarter.

Tørnqvistindekset kan, når der betragtes  $n$  energiarter i perioderne  $t-1$ ,  $t$ , skrives

$$E_{Torn}^t = \frac{C^t}{C^{t-1}} \prod_{i=1}^n (p_i^{t-1} / p_i^t)^{(s_i^{t-1} + s_i^t)/2}$$

hvor  $C^t$  er de samlede omkostninger i periode  $t$  og  $s_i^t$  er omkostningsandelen for energiart  $i$  i periode  $t$ . En værdi for det kædede indeks i periode  $t$  når der startes i periode 0, er givet ved

$$E_{KTorn}^{t:0} = E_{Torn}^{1:0} \cdot E_{Torn}^{2:1} \cdot \dots \cdot E_{Torn}^{t:t-1}$$

Tørnqvistindekset er det teoretisk rigtige indeks, hvis efterspørgslen efter energiarterne bestemmes i en translogomkostningsfunktion.

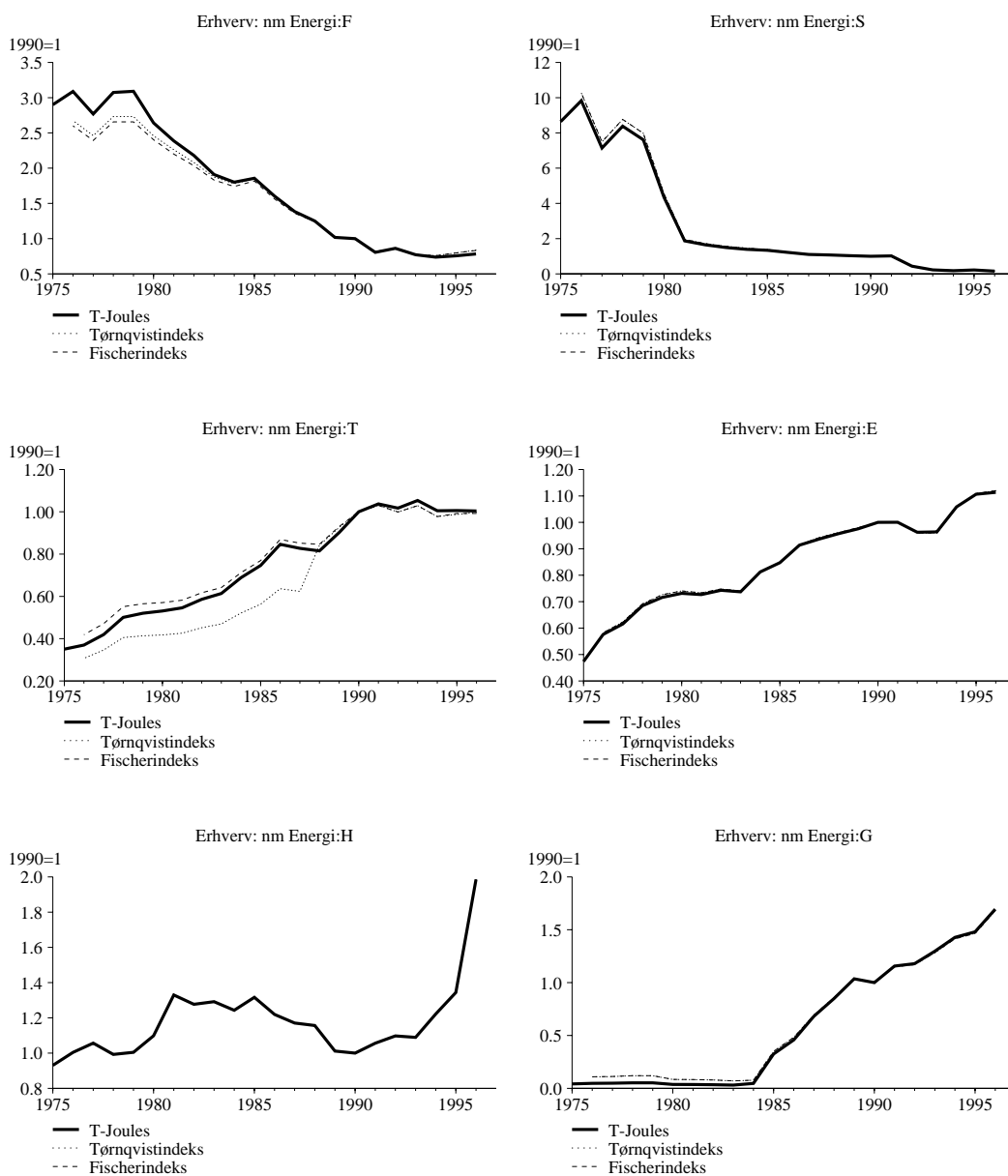
I EMMA baseres erhvervenes efterspørgsel efter de forskellige energiarter på GL-omkostningsfunktionen. Idet den kvadratiske produktionsfunktion og translogomkostningsfunktionen ligesom GL-omkostningsfunktionen er fleksible funktionsformer, dvs. giver faktorefterspørgsler, der kan approksimere faktorefterspørgslerne for en vilkårlig produktionsfunktion, betragtes både Fischer- og Tørnqvistindekset som gode tilnærmelser til det teoretisk korrekte mængdeindeks knyttet til GL-omkostningsfunktionen.

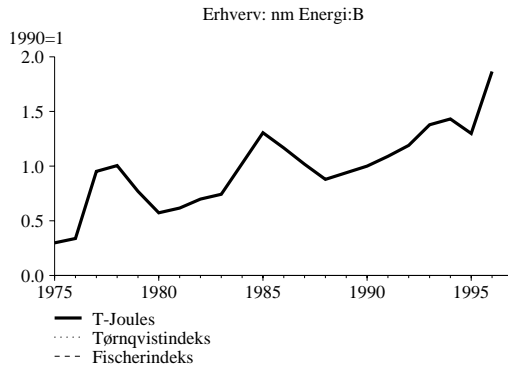
### 3. Mikrodata

I EMMA ønskes det fremover at betragte de 7 energiarter flydende brændsler,  $f$ , faste brændsler,  $s$ , transportenergi,  $t$ , el,  $e$ , fjernvarme,  $h$ , gas,  $g$ , og bioenergi,  $b$ , som modellens mikrodata. De syv energiarter er aggregater af energimatricernes 40 energiarter. Umiddelbart vil den letteste fortolkning af mikrodata opnås, hvis der aggregeres i terajoule. Dette vil ligeledes betyde, at der ikke bruges observationer på de laggede værdier i indeksformlerne i

aggregeringen fra de 40 til de 7 energiarter. Det har dog været forsøgt, at aggregere både i terajoule og vha. kædeindeks.

Betragtes nm-erhvervet fås følgende udvikling i mængderne for de 7 energiarter:





Der er ingen afvigelser mellem de forskellige aggregeringer for energivarene el og fjernvarme, hvilket skyldes, at der kun aggregeres over en energiart. Ligeledes bør det bemærkes, at der ikke er beregnet indeks for forbruget af biobrændsel, hvilket skyldes, at omkostningen ved anvendelse af biobrændsel i energimatricerne er sat til nul<sup>1</sup>. For de øvrige energiarter  $f$ ,  $s$ ,  $t$  og  $g$  er der aggregeret over 11, 3, 7 og 5 energiarter. Når der ses bort fra transportenergi,  $t$ , ses det, at der stort set er sammenfald mellem mængdeudviklingen i de kædede indeks og aggregeringen i terajoule. Dette kan skyldes, at en af de energiarter, der aggregeres over, udgør en stor del af aggregatet relativt til de øvrige energiarter, der indgår i aggregatet. Eller det kan skyldes, at prisudviklingen på arterne indenfor aggregatet har været stort set ens.

Betragtes figuren for  $nm$ -erhvervets forbrug af transportenergi ses det, at der i 1987 forekommer et kraftigt spring i Tørnqvistindekset. I dette tilfælde skyldes det introduktionen af blyfri benzin, men grafen afslører et grundlæggende problem, der opstår når nye energiarter introduceres. Problemet skyldes tilstedeværelsen af laggede priser i indeksformlen<sup>2</sup>. De laggede priser fører til, at en energiart, der tages i anvendelse i periode  $t$ , først får indflydelse på Tørnqvistindekset i periode  $t+1$ . Et lignende problem opstår i Laspeyresindekset, hvor de laggede priser anvendes som vægte.

Det bemærkes at ovenstående altid er et problem, når en energiart ikke indgår i aggregatet med positiv værdi i hele perioden. Dette ses kun umiddelbart i transportenergien, idet anvendelsen af blyfri benzin er særdeles stor i første periode, den anvendes. Dette betyder blandt andet, at de samlede omkostninger til transportenergi undervurderes i den første periode, hvor der anvendes blyfri benzin.

<sup>1</sup>Dette skyldes, at det, der anvendes som biobrændsel, opfattes som et restprodukt i produktionen. Der enten kan anvendes som brændsel eller smides væk. Erhvervene vil være rationeret i anvendelsen af denne type biobrændsel.

<sup>2</sup>For en energiart  $j$ , der tages i anvendelse i periode  $t$ , er  $E_{j,t-1}=0$  og  $p_{j,t-1}=0$ . I beregningerne af Tørnqvistindekset sættes  $p_{jt}/p_{j,t-1}=1$  og omkostningerne til energiart  $j$  udelades i  $C_t$ . Dvs. i periode  $t$  indekseres der kun over de energiarter, der var i anvendelse i periode  $t-1$ .

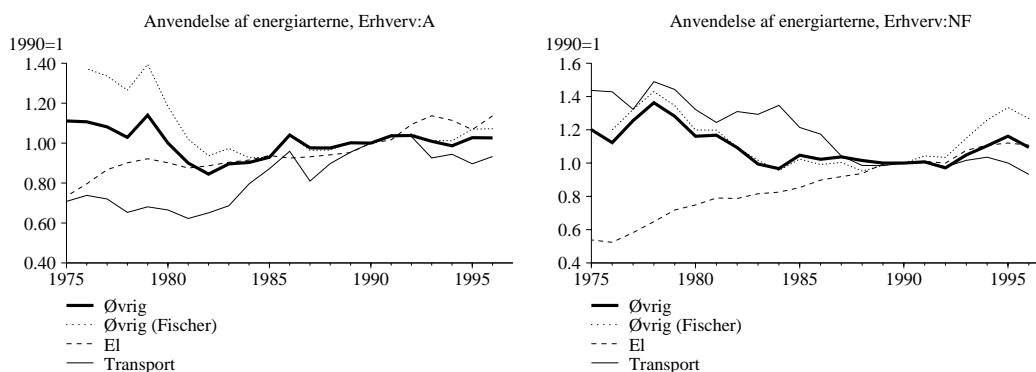
Generelt fås samme billede, når der kigges på de tilsvarende grafer for de øvrige 12 erhverv. Der synes ikke at være problemer i at aggregere fra de 40 energiarter til de 7 energiarter i fysiskeenheder. Denne aggregering betyder ligeledes, at der ikke opstår problemer i aggregeringen som følge af, at nogle energiarter kun indgår i aggregaterne med positiv pris og mængde i en del af perioden.

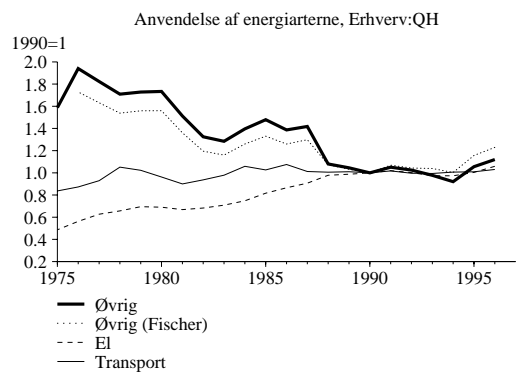
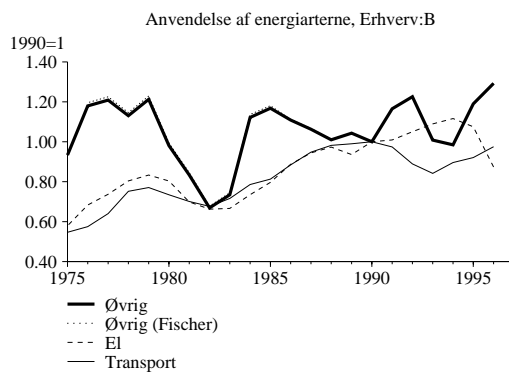
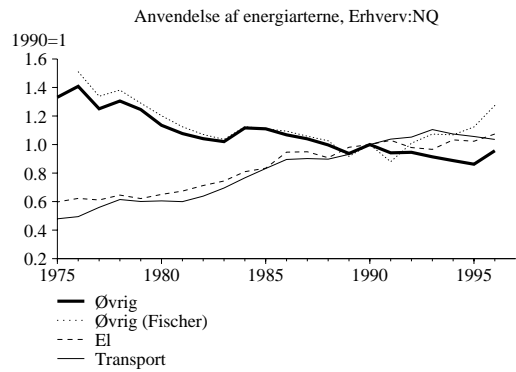
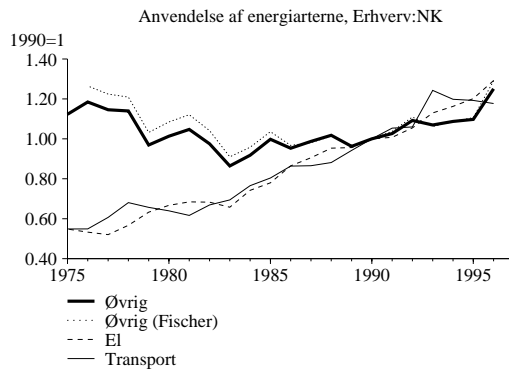
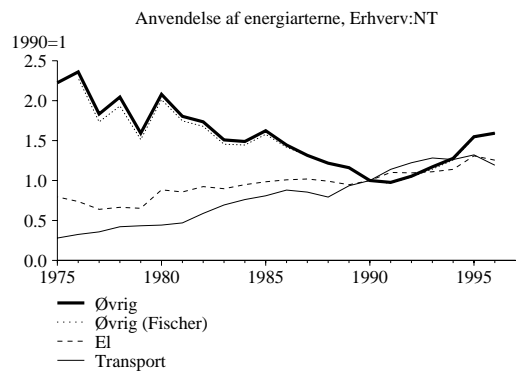
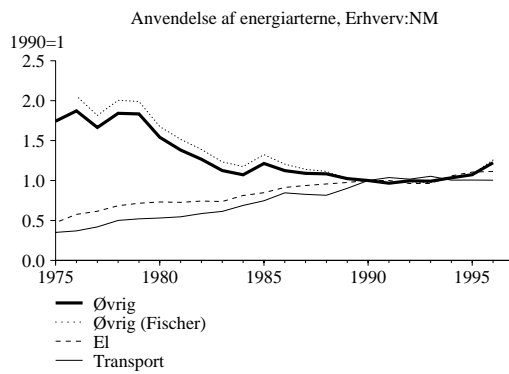
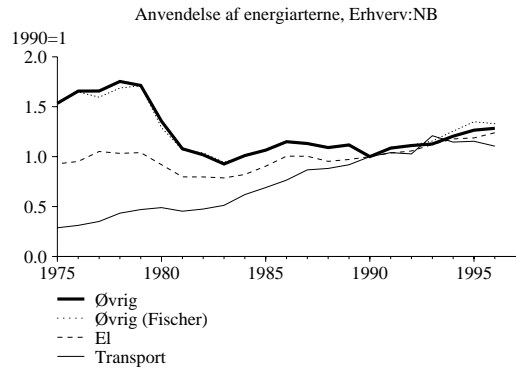
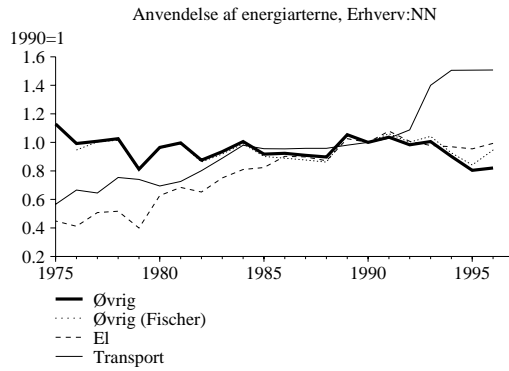
#### 4. Hjælpeaggregater

Erhvervenes energiefterspørgsel i EMMA skal ses i forhold til erhvervenes samlede efterspørgsel efter produktionsfaktorer. I ADAM bestemmes således erhvervenes efterspørgsel efter produktionsfaktorerne materialer, arbejdskraft, kapital og energi. En separabilitetsantagelse sikrer, at det samlede energiforbrug bestemmes først. I EMMA fordeles den samlede energiefterspørgsel ud på de tre energityper el, transportenergi og øvrig energi, hvor øvrig energi er et aggregat over energiarterne flydende brændsel, fast brændsel, fjernvarme, gas og bioenergi.

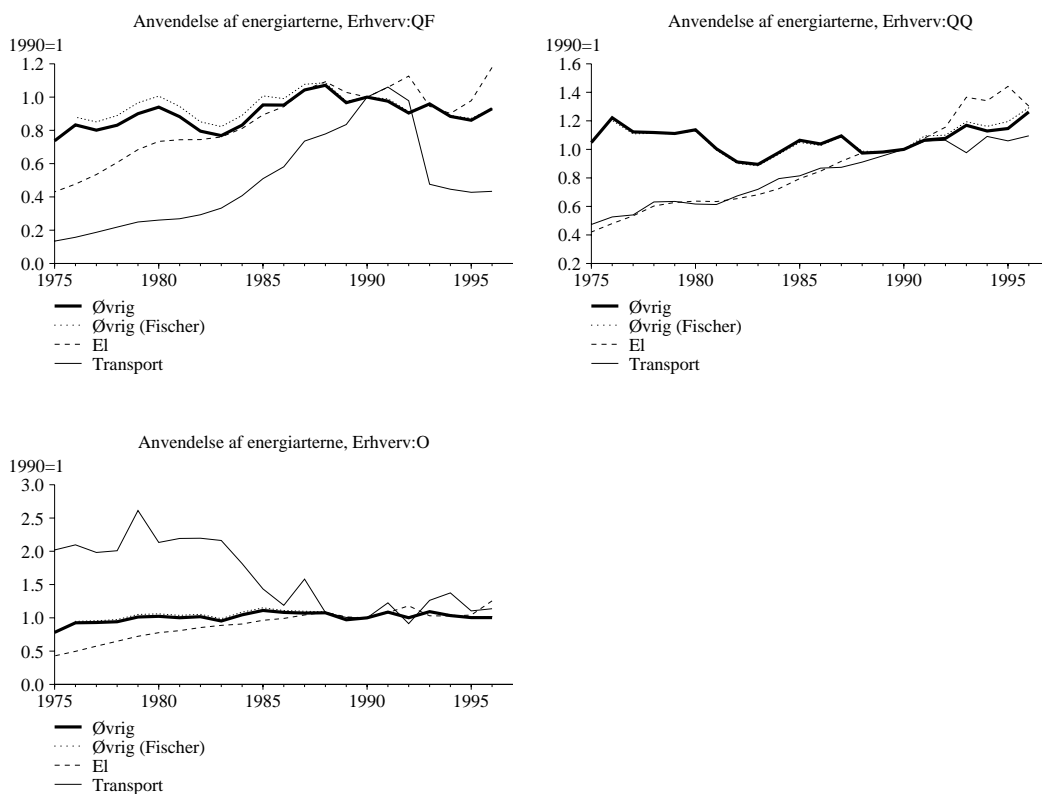
Der skal således anvendes to aggregater i estimationerne: Dels et udtryk for det samlede energiforbrug i hvert erhverv og dels et udtryk for anvendelsen af øvrig energi. I aggregeringen udgør bioenergi et særligt problem, idet anvendelsen af bioenergi betragtes som omkostningsfri. Bioenergien udgør dog en så lille andel, at medtagelsen af denne næppe får nævneværdig indflydelse på aggregaterne. Det er igen forsøgt at aggregere i terajoule og med de to kædeindeks Fischer og Tørnqvist. Det viser sig, at Fischer- og Tørnqvistindekset er stort set identiske.

Nedenfor er vist erhvervenes forbrug af el, transportenergi og øvrig energi, for øvrig energi er indekset for forbruget vist i fysiskeenheder og som et Fischerindeks. Det til øvrig energi hørende Tørnqvistindeks er sammenfaldende med det viste Fischerindeks.



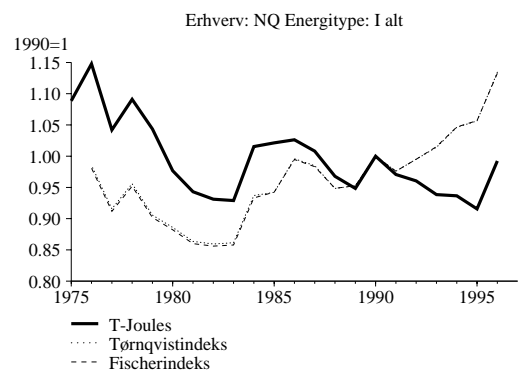
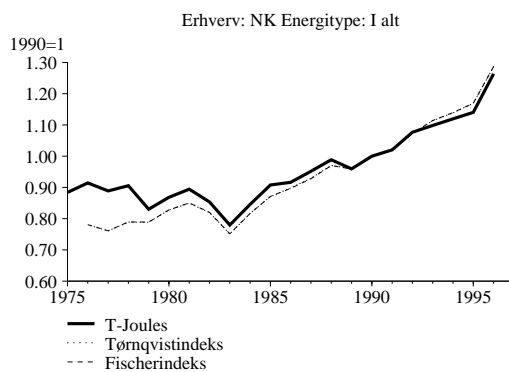
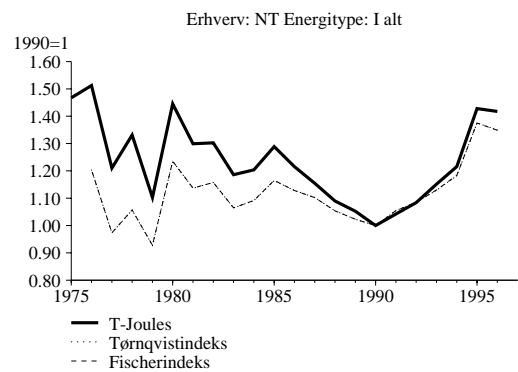
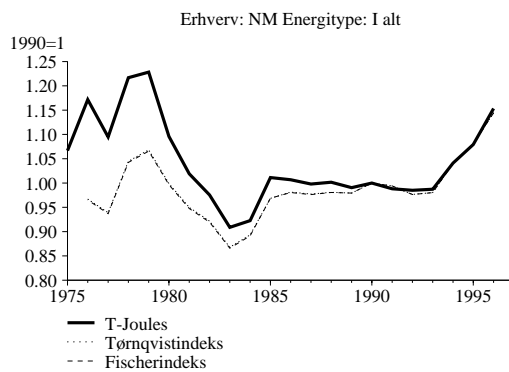
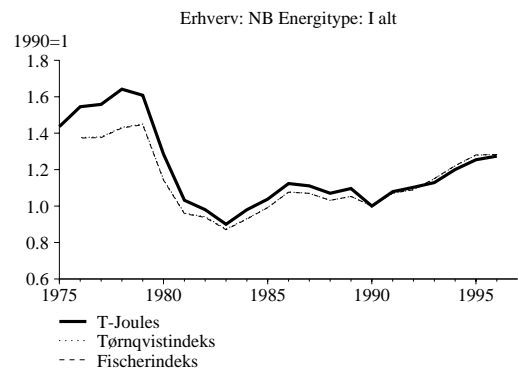
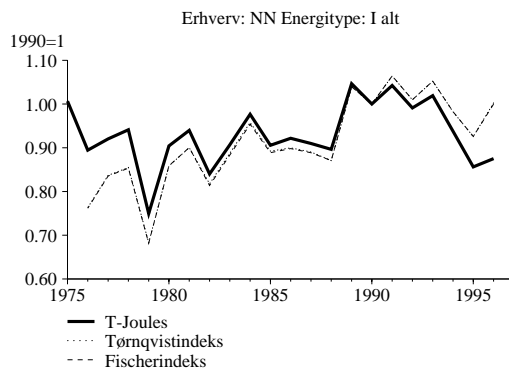
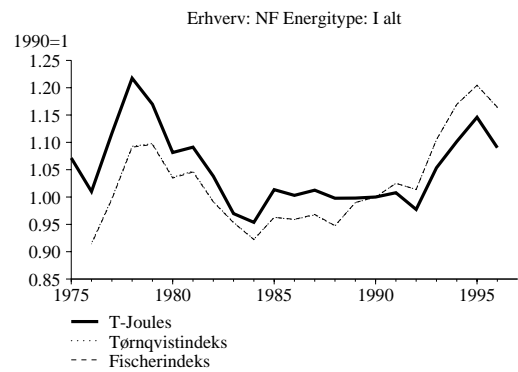
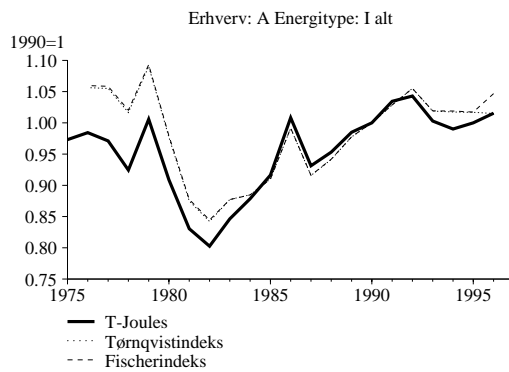


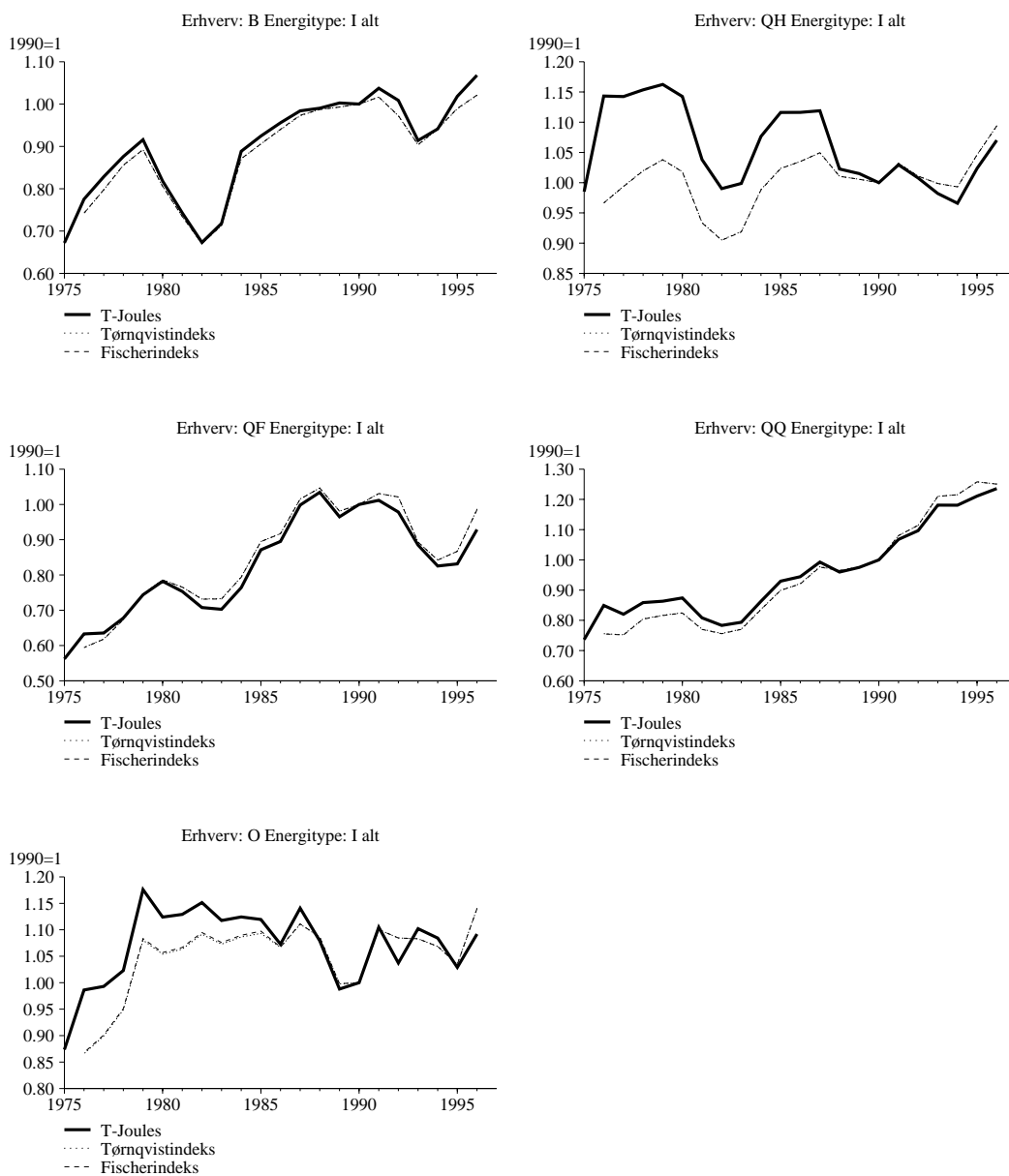




Ses der på udviklingen i anvendelsen af øvrig energi, bemærkes det først, at der for flere erhverv kun er særdeles lille forskel på Fischerindekset og forbruget målt i fysiske enheder. Årsagen til dette er typisk, at erhvervenes forbrug af øvrig energi domineres af forbrug af en af de energiarter, der indgår i aggregatet. For de erhverv, hvor der opstår nogen afvigelse mellem kædeindeksene og forbruget i fysiske enheder, skyldes afvigelsen oftest et aftagende forbrug af flydende brændsel gennem den første del eller hele den betragtede periode samtidig med, at der ses et voksende forbrug af gas fra starten af 1980'erne. De øvrige energiarter, der indgår i aggregatet anvendes oftest i et så lille omfang, at disse næppe påvirker indeksene i nævneværdigt omfang. I *nq*-erhvervet ses en forholdsvis stor afvigelse mellem kædeindeksene og serien i terajoule, hvilket stammer fra, at gas kommer til at udgøre en væsentlig del af forbruget af øvrig energi, mens forbruget af flydende brændsel falder tilsvarende. Forbruget af el har for alle erhverv haft en svagt opadgående trend gennem hele perioden. Udviklingen i forbruget af transportenergi varierer typisk mere over erhvervene.

For det samlede energiforbrug vises både udviklingen målt i terajoule og de to kædeindeks:





Umiddelbart synes aggregeringsmetoden ikke at have nogen stor indflydelse på udviklingen i det samlede energiforbrug. Det bemærkes dog, at for nogle erhverv vil energiarternes andel af det samlede energiforbrug variere en del afhængigt af, om det vælges at aggregere med et indeks eller i fysiske enheder. Endvidere bemærkes, at for  $a$ -erhvervet afviger Fischer- og Tørnqvistindekset væsentligt i det sidste år.

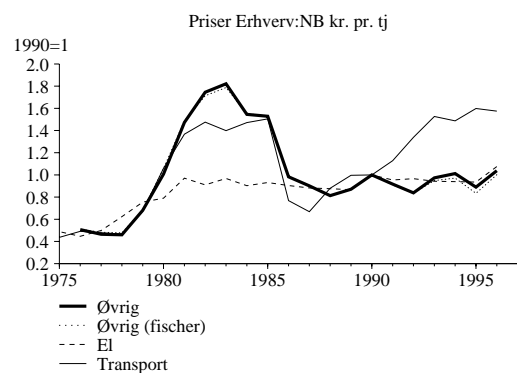
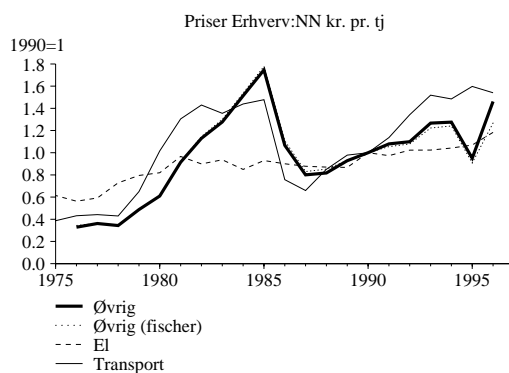
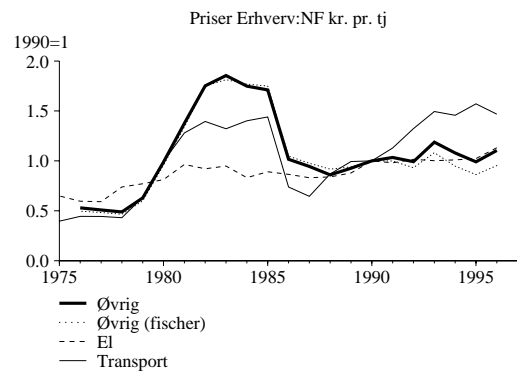
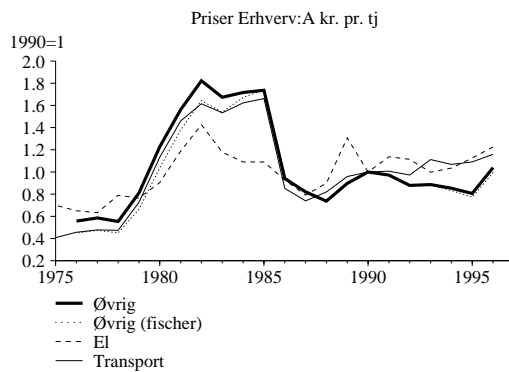
For praktiske formål er Fischer- og Tørnqvistindekset identiske. Det foreslås på den baggrund at anvende Fischerindekset, idet dette indeks blot er det geometriske gennemsnit af de to velkendte mængdeindeks Laspeyres og Paasche.

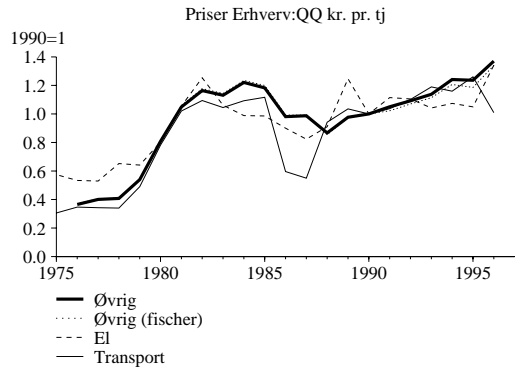
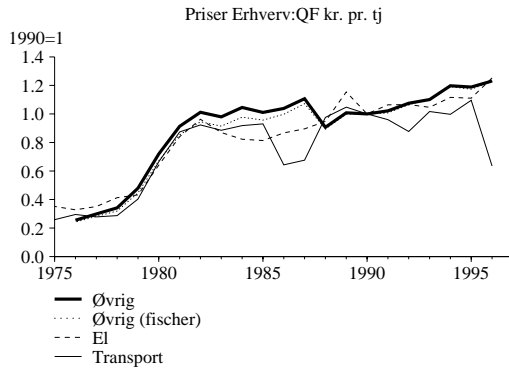
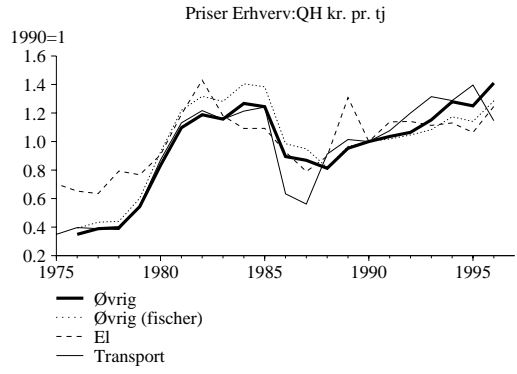
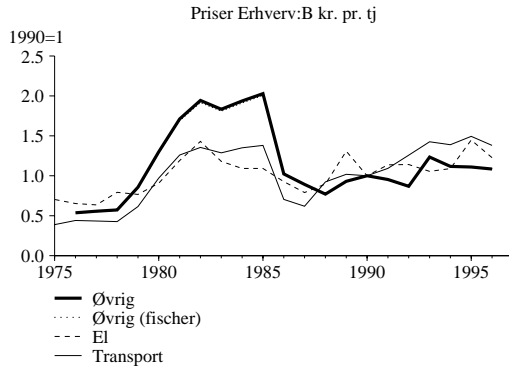
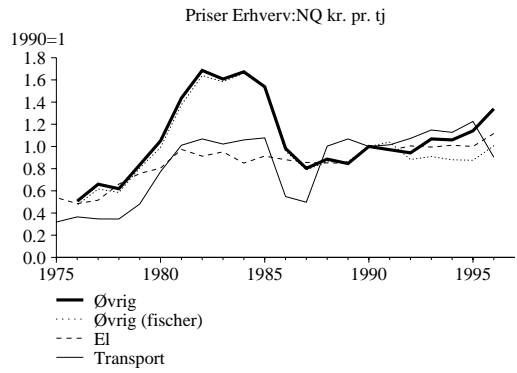
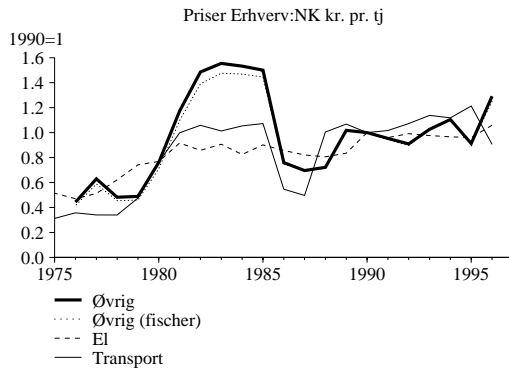
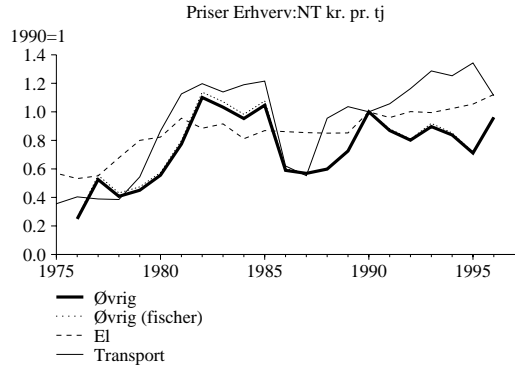
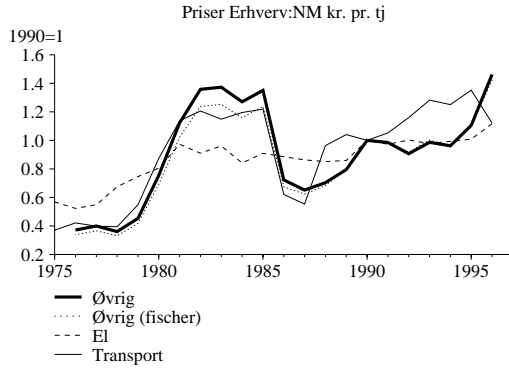
## 6. Priser

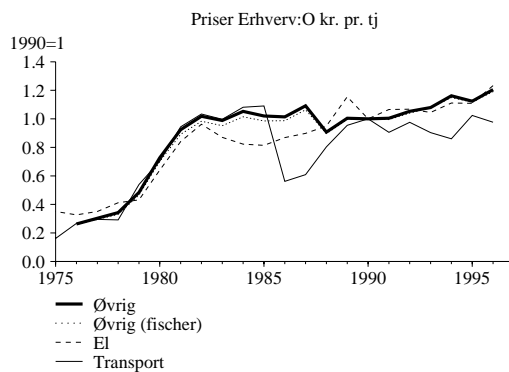
Det generelle krav til prisserierne for de tre måder at måle mængdeudviklingen er, at prisserien multipliceret med mængdeserien skal give udgiften til det betragtede energiaggregat. I tilfældet, hvor der aggregeres i terajoule kan en konsistent prisserie altså dannes ud fra priserne på de enkelte energivarer, der indgår i aggregatet, vægtet med mængden.

For kædeindekset gælder, at den korrekte prisserie er givet ved det til mængdeindekset knyttede duale prisindeks, idet det gælder, at et givet mængdeindeks multipliceret med sit duale prisindeks netop giver udgiften. Prisserierne kan findes som forholdet mellem udgiften og mængdeindekset, hvorved en eksplicit opskrivning af det duale prisindeks kan undgås.

Udviklingen i priserne bestemt som et vægtet gennemsnit af priserne og som det duale prisindeks til Fischerkædeindekset er vist nedenfor for energityperne el, transport energi og øvrig energi.







Ligesom det var tilfældet for mængdeudviklingen ses det, at priserne udvikler sig næsten identisk uanset om der aggregeres med kroner pr. terajoule eller det til Fischermængdeindekset duale prisindeks.

## 7. Afsluttende bemærkninger

Ovenstående giver ikke umiddelbart anledning til at forvente, at estimationsresultaterne afhænger væsentligt af, hvordan mængderne aggregeres. Et argument for at forsøge at estimere energiefteerspørgslen når der aggregeres ved hjælp af kædeindeks er, at forbruget af de tre energiarter, der anvendes i estimationerne ikke summer til forbruget i alt. Dette betyder at eventuelle problemer med at estimere GLO-systemet under adding-up antagelsen kan afsløres i estimationen på serier dannet ved kædeindeks. Det bemærkes dog, at der i estimationer foretaget på kædeindeks formentlig kan være sammenhænge i kovariansmatricen, der er "tæt på" lineære, idet der må forventes at være en forholdsvis tæt sammenhæng mellem anvendelsen af de tre energiarter og den samlede energi anvendelse.

Problemerne med at aggregere over energiarter, der kun anvendes en del af perioden får ikke indflydelse her, idet det vælges at aggregere fra de 40 energiarter til de 7 i tera joule. Det er dog af generel interesse at søge løsninger på dette problem i indeksteorien.