

Kommentar

Udviklingen i fremstillingssektorens elforbrug

Af det samlede bruttoenergiforbrug går ca. 20% til fremstillingsvirksomhed (industri og håndværk). Sektorens samlede energiforbrug har været nogenlunde konstant over tiden, men opdelt på energiarter viser der sig et relativt kraftigt stigende elforbrug – således er elforbruget næsten tredoblet i perioden 1966-1989.

Ændringen i elforbruget for fremstillingssektoren vil blive analyseret ud fra udviklingen i samlet produktion («produktionseffekt»), fordelingen på brancher («struktureffekt») og udviklingen i energiintensiteter («intensitets-effekt»). Den samlede forbrugsstigning dekomponeres i disse tre elementer, hvorefter det bliver muligt at vurdere, om stigningen i elforbruget udelukkende skyldes øget produktion, eller om der fx også har været tale om stigende energiintensiteter (dvs. »el-intensitet») i produktionen.

1. Dekomponeringsmetode

Den fremgangsmåde, som vil blive anvendt i det følgende, er at tage udgangspunkt i en dekomponering af Divisia-typen, Liu (1992), hvor der eksplicit tages hensyn til vægtningsproblemet omkring indeksanvendelse. Idet E angiver det samlede elforbrug i fremstillingsvirksomhed fås, at ændringen over en given periode kan opdeles som:

$$\Delta E_{0,T} = \int_0^T E_t (\delta P_t / P_t) \delta_t + \int_0^T \left\{ \sum_i E_{i,t} (\delta S_{i,t} / S_{i,t}) \right\} \delta_t + \int_0^T \left\{ \sum_i E_{i,t} (\delta e_{i,t} / e_{i,t}) \right\} \delta_t \quad (1)$$

I (1) sker opdelingen af ændringen i elforbruget ud fra ændringsraterne for produktion (P), struktur (S) og intensiteter (e). For produktionen vil i det følgende blive anvendt data for BFI, struktur defineres som branchens BFI-

andel og el-intensitet som elforbrug/BFI. Overgangen fra kontinuert tid til diskret tid (data foreligger normalt kun som sådanne) foretages derefter med følgende approksimation – kun vist for sidste led i (1):

$$\Delta E_T = \sum_i \left(\frac{E_{i,T} + E_{i,0}}{2} \right) (\ln e_{i,T} - \ln e_{i,0}) \quad (2)$$

Dette indeks bærer normalt betegnelsen Törnquist-Theil Divisia indeks, hvor vægtgrundlaget er et simpelt gennemsnit af udgangs- og slutværdier.

En videreudvikling af dekomponeringsmetoden findes imidlertid i Liu (1992), som opstiller et parametrisk skøn for sammenvejningen af vægtgrundlaget, i stedet for simpel vægtning med 1/2 som i (2). Højresidens opdeling i tre komponenter kan skrives på følgende form:

$$\Delta E_P = (E_0 + \alpha(E_T - E_0)) \ln(P_T / P_0) \quad (3)$$

$$\Delta E_S = \sum_i (E_{i,0} + \beta_i(E_{i,T} - E_{i,0})) \ln(S_{i,T} / S_{i,0}) \quad (4)$$

$$\Delta E = \sum_i (E_{i,0} + \gamma_i(E_{i,T} - E_{i,0})) \ln(e_{i,T} / e_{i,0}) \quad (5)$$

Værdierne for α , β_i , γ_i vil ligge mellem 0 og 1, hvor der henvises til Liu (1992) mht. beregning af disse.

2. Data

Det datamæssige grundlag for dekomponering efter (3)-(5) er følgende. *Elforsyningens tiårsoversigt* (div. årg.) fra Danske Elværkers Forening indeholder elforbruget i fremstillingsvirksomhed, opgjort på 9 brancher (ISIC 31-39), med data tilbage til 1976. Som alternativ til denne kilde findes Kristensen & Oksbjerg (1992), som indeholder et data-appendix med elforbruget opgjort på de samme brancher, men for en betydelig længere periode, nemlig 1966-1989, og denne kilde anvendes derfor i det følgende (variabel E). Elforbrugs

Kommentar

Udviklingen i fremstillingssektorens elforbrug

Af det samlede bruttoenergiforbrug går ca. 20% til fremstillingsvirksomhed (industri og håndværk). Sektorens samlede energiforbrug har været nogenlunde konstant over tiden, men opdelt på energiarter viser der sig et relativt kraftigt stigende elforbrug – således er elforbruget næsten tredoblet i perioden 1966-1989.

Ændringen i elforbruget for fremstillingssektoren vil blive analyseret ud fra udviklingen i samlet produktion («produktionseffekt»), fordelingen på brancher («struktureffekt») og udviklingen i energiintensiteter («intensitets-effekt»). Den samlede forbrugsstigning dekomponeres i disse tre elementer, hvorefter det bliver muligt at vurdere, om stigningen i elforbruget udelukkende skyldes øget produktion, eller om der fx også har været tale om stigende energiintensiteter (dvs. »el-intensitet») i produktionen.

1. Dekomponeringsmetode

Den fremgangsmåde, som vil blive anvendt i det følgende, er at tage udgangspunkt i en dekomponering af Divisia-typen, Liu (1992), hvor der eksplicit tages hensyn til vægtningsproblemet omkring indeksanvendelse. Idet E angiver det samlede elforbrug i fremstillingsvirksomhed fås, at ændringen over en given periode kan opdeles som:

$$\begin{aligned} \Delta E_{0,T} = & \int_0^T E_t (\delta P_t / P_t) \delta_t + \\ & \int_0^T \left\{ \sum_i E_{i,t} (\delta S_{i,t} / S_{i,t}) \right\} \delta_t + \\ & \int_0^T \left\{ \sum_i E_{i,t} (\delta e_{i,t} / e_{i,t}) \right\} \delta_t \end{aligned} \quad (1)$$

I (1) sker opdelingen af ændringen i elforbruget ud fra ændringsraterne for produktion (P), struktur (S) og intensiteter (e). For produktionen vil i det følgende blive anvendt data for BFI, struktur defineres som branchens BFI-

andel og el-intensitet som elforbrug/BFI. Overgangen fra kontinuert tid til diskret tid (data foreligger normalt kun som sådanne) foretages derefter med følgende approksimation – kun vist for sidste led i (1):

$$\Delta E_T = \sum_i \left(\frac{E_{i,T} + E_{i,0}}{2} \right) (\ln e_{i,T} - \ln e_{i,0}) \quad (2)$$

Dette indeks bærer normalt betegnelsen Törnquist-Theil Divisia indeks, hvor vægtgrundlaget er et simpelt gennemsnit af udgangs- og slutværdier.

En videreudvikling af dekomponeringsmetoden findes imidlertid i Liu (1992), som opstiller et parametrisk skøn for sammenvejningen af vægtgrundlaget, i stedet for simpel vægtning med 1/2 som i (2). Højresidens opdeling i tre komponenter kan skrives på følgende form:

$$\Delta E_P = (E_0 + \alpha(E_T - E_0)) \ln(P_T / P_0) \quad (3)$$

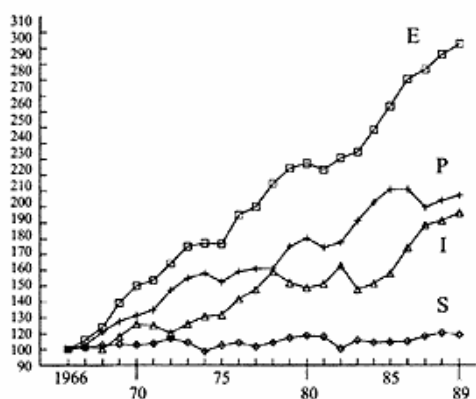
$$\Delta E_S = \sum_i (E_{i,0} + \beta_i(E_{i,T} - E_{i,0})) \ln(S_{i,T} / S_{i,0}) \quad (4)$$

$$\Delta E = \sum_i (E_{i,0} + \gamma_i(E_{i,T} - E_{i,0})) \ln(e_{i,T} / e_{i,0}) \quad (5)$$

Værdierne for α , β_i , γ_i vil ligge mellem 0 og 1, hvor der henvises til Liu (1992) mht. beregning af disse.

2. Data

Det datamæssige grundlag for dekomponering efter (3)-(5) er følgende. *Elforsyningens tiårsoversigt* (div. årg.) fra Danske Elværkers Forening indeholder elforbruget i fremstillingsvirksomhed, opgjort på 9 brancher (ISIC 31-39), med data tilbage til 1976. Som alternativ til denne kilde findes Kristensen & Oksbjerg (1992), som indeholder et data-appendix med elforbruget opgjort på de samme brancher, men for en betydelig længere periode, nemlig 1966-1989, og denne kilde anvendes derfor i det følgende (variabel E). Elforbrugs



Figur 1. Dekomponering af stigningen i elforbruget

Ann.: E: Samlet elforbrug. P, S, I: som angivet ved (3), (4) og (5).

data er her opstillet ud fra oplysninger fra Danmarks Statistik og Elsam, hvor sidstnævnte har korrigeret el-statistikken vedrørende visse mangler. I disse data er fratrukket elforbruget i delsektor 35.2, olieraffinaderier, på grund af usikkerhed omkring data.

For variabel *P* vælges bruttofaktoriindkomst (faste priser), og kilden er igen Kristensen & Oksbjerg (1992), hvorved data for begge variable korresponderer med hensyn til brancheafgrænsning.

3. Produktions-, struktur- og intensitetseffekter

Stigningen i elforbruget 1966-1989 dekomponeres nu efter metoden angivet ved (3)-(5). Beregningerne er foretaget på årsbasis, dvs. for hvert år er ændringen i elforbruget opdelt i produktions-, struktur- og intensitetseffekter, som derefter er kædet sammen som vist i figur 1.

Resultatet bliver, at ændringen i elforbruget kan henføres til stigende produktion og stigende el-intensiteter. Førstnævnte effekt udgør den største del af stigningen, når vurderingsgrundlaget er hele perioden (1966-89). Struktureffekten, dvs. forskydninger mellem branchernes relative størrelser, ser derimod ikke ud til at have haft nogen særlig indflydelse på det stigende elforbrug. I denne forbindelse skal man stadig huske på, at der ikke hermed er af-

sløret noget om »årsager« til udviklingen i elforbruget, idet denne blot er dekomponeret i bestemte »effekter«.

Den fortsatte stigning i elforbruget i de senere år er næsten udelukkende et resultat af intensitetseffekter, hvilket også afspejler, at BFI (i faste priser) for fremstillingssektoren har været stagnerende siden midten af 1980'erne. Ses alene på intensitetsudviklingen (*I* i figur 1) kan en tidstrend estimeres til ca. 0.025, dvs. en årlig stigning på 2.5%, som sandsynligvis kan forklares ud fra faktorer som fx den teknologiske udvikling, hvor produktionsprocesserne i stigende grad er baseret på elektricitet. Prisudviklingen for el ser derimod ikke ud til at have haft større effekter på udviklingen, idet stagnationen i elforbruget omkring de to olieprishock følger afmatningen i produktionen (*P* i figur 1).

Konklusionen her svarer i store træk til resultaterne i Howarth m.fl. (1991) og Schipper m.fl. (1992), som også har undersøgt elforbruget i den danske fremstillingssektor. Ser man på resultaterne for de enkelte år, er der dog afvigelser til den tidligere viste Divisia-dekomponering i figur 1.

Metoden i Schipper (1992) er beregninger af Laspeyres-typen, hvilket ikke nødvendigvis giver større afvigelser fra fx Divisia indeksberegninger. Derimod vækker den anvendte brancheopdeling forundring, idet fremstillingssektoren er opdelt i 5 brancher plus en gruppe, der betegnes »andre«. (Opdelingen vedrører ISIC 36, 341, 351-2, 371 og 371 – resten er »andre«). De udvalgte 5 brancher udgør imidlertid kun ca. 16% af BFI i fremstillingssektoren, men dog ca. 33% af elforbruget, så de er åbenbart udvalgt på grundlag af deres relativt store elforbrug. Om man med denne »disaggregering« kan konkludere noget som helst, vedrørende hele fremstillingssektorens elforbrug, er ikke kommenteret i rapporten.¹ På denne baggrund må man formode, at resulta-

1. Samme brancheopdeling er anvendt i analysen af fremstillingssektorens energiforbrug i 8 OECD lande, Howarth (1991), som henviser til Boyd (1987) angående, at et sådant aggregeringsniveau skulle være tilstrækkeligt. Det er nu ikke helt nemt at genfinde disse argumenter i Boyd (p. 83, p. 92).

terne som tidligere præsenteret i figur 1 er mindst lige så pålidelige som de nævnte studier.

Jan Bentzen
Nationaløkonomisk Institut,
Handelshøjskolen i Århus

Litteratur

- Boyd, G.A. & J.F. McDonald, M. Ross, D.A. Hanson. 1987. Separating the Changing Composition of U.S. Manufacturing Production from Energy Efficiency Improvements: A Divisia Index Approach. *The Energy Journal* 8: 77-96.
- Elforsyningens tiårsoversigt*. Div. årgange. Danske Elværkers Forening, København.
- Howarth, R.B. & L. Schipper, P.A. Duerr, S. Strøm. 1991. Manufacturing energy use in eight OECD countries. *Energy Economics* 13: 135-142.
- Kristensen, K. & K. Oksbjerg. 1992. *Elforbrugets prisfølsomhed i industrien*. København.
- Liu, X.Q. & B.W. Ang, H.L. Ong. 1992. The Application of the Divisia Index to the Decomposition of Changes in Industrial Energy Consumption. *The Energy Journal* 13: 161-177.
- Schipper, L. & R.B. Howarth, B. Andersson. 1992. *Energy Use in Denmark: An international perspective*. International Energy Studies Group, Lawrence Berkeley Laboratory, California.

terne som tidligere præsenteret i figur 1 er mindst lige så pålidelige som de nævnte studier.

Jan Bentzen
Nationaløkonomisk Institut,
Handelshøjskolen i Århus

Litteratur

- Boyd, G.A. & J.F. McDonald, M. Ross, D.A. Hanson. 1987. Separating the Changing Composition of U.S. Manufacturing Production from Energy Efficiency Improvements: A Divisia Index Approach. *The Energy Journal* 8: 77-96.
- Elforsyningens tiårsoversigt*. Div. årgange. Danske Elværkers Forening, København.
- Howarth, R.B. & L. Schipper, P.A. Duerr, S. Strøm. 1991. Manufacturing energy use in eight OECD countries. *Energy Economics* 13: 135-142.
- Kristensen, K. & K. Oksbjerg. 1992. *Elforbrugets prisfølsomhed i industrien*. København.
- Liu, X.Q. & B.W. Ang, H.L. Ong. 1992. The Application of the Divisia Index to the Decomposition of Changes in Industrial Energy Consumption. *The Energy Journal* 13: 161-177.
- Schipper, L. & R.B. Howarth, B. Andersson. 1992. *Energy Use in Denmark: An international perspective*. International Energy Studies Group, Lawrence Berkeley Laboratory, California.