

## Baggrundsnotat: Virksomhedsberegninger til kapitel II, Produktivitet 2023

Baggrundsnotatet indeholder en beskrivelse af beregningerne med baggrund i registerdata på virksomhedsniveau, som indgår i kapitlet *Udviklingen i produktiviteten* i rapporten *Produktivitet, 2023*.

### 1 Dekomponering af produktivitetsvækst

Dekomponering af produktivitetsvækst er baseret på metoden foreslået af Foster mfl. (2001) og videreudviklet af Melitz og Polanec (2015) for ubalancerede data. På danske data har metoden tidligere været anvendt af Buus mfl. (2021) og i rapportererne *Produktivitet, 2022* samt *Økonomi og Miljø, 2022*. Grundlæggende dekomponeres den aggregerede TFP vækst i litteraturen i tre dele: intern vækst i de enkelte virksomheder, reallokering mellem virksomheder og nettoindtræden.

En væsentlig forskel på kapitlets analyse sammenlignet med de øvrige studier er, at produktiviteten er beregnet på produktniveau i stedet for virksomhedsniveau. Det betyder, at analysen tager udgangspunkt i hvert enkelt produkt  $j$  solgt af virksomhed  $i$  i branche  $k$  i en given periode  $t$ . Det muliggør en yderligere dekomponering af intern vækst i de enkelte virksomheder i bidrag fra de produkter, som er produceret i hvert år, og bidrag fra forskydning af markedsandele mellem disse produkter samt nettobidrag fra nye og udgåede produkter. Der findes andre studier, som dekomponerer produktivitetsvækst på produktniveau, dog ikke med baggrund i estimeringen af produktionsfunktioner og med fokus på andre komponenter af produktivitetsudviklingen, jf. Kuosmanen og Kuosmanen (2021).

$A$  er TFP beregnet på forskellige niveauer,  $t$  står for periode,  $j$  for produkt,  $i$  for virksomhed,  $k$  for branche,  $b$  er branchens andel i den samlede omsætning,  $v$  er virksomhedens andel i branchens omsætning,  $p$  er produktets andel i virksomhedens omsætning. Den aggregerede TFP beregnes som et vægtet gennemsnit:

$$A_t = \sum_k A_{kt} \cdot b_{kt} = \sum_k b_{kt} \left( \sum_i A_{kit} \cdot v_{kit} \right) = \sum_k b_{kt} \left( \sum_i v_{kit} \left( \sum_j A_{kijt} \cdot p_{kijt} \right) \right)$$

Dette indebærer, at virksomhedens TFP er et vægtet gennemsnit af produkternes TFP:

$$A_{kit} = \sum_j A_{kijt} \cdot p_{kijt}$$

Branchens TFP er et vægtet gennemsnit af virksomhedernes TFP:

$$A_{kt} = \sum_i A_{kit} \cdot v_{kit}$$

Mens samlet TFP er et vægtet gennemsnit af branchernes TFP:

$$A_t = \sum_k A_{kt} \cdot b_{kt}$$

Ændringen i den aggregerede TFP kan således dekomponeres for hvert par år:

$$\frac{\Delta A}{A_{t-1}} = \underbrace{\sum_k \bar{b}_k \cdot \frac{\Delta A_k}{A_{t-1}}}_{I_b} + \underbrace{\sum_k \frac{(\bar{A}_k - \bar{A})}{A_{t-1}} (b_{kt} - b_{kt-1})}_{R_b}$$

Hvor overstregen står for gennemsnittet mellem  $t$  og  $t - 1$ . Det vil sige:  $\bar{b}_k = \frac{b_{kt} + b_{kt-1}}{2}$ ,  $\bar{A}_k = \frac{A_{kt} + A_{kt-1}}{2}$  og  $\bar{A} = \frac{A_t + A_{t-1}}{2}$ .  $I_b$  står for branchernes interne vækst,  $R_b$  står for reallokering mellem brancher. Den samlede vækst over en længere periode er summen af vækstrater over alle par år med udgangspunkt i et fast basisår.

Der kan yderligere beregnes intern vækst på virksomhedsniveau:

$$I_v = \sum_k \bar{b}_k \cdot \left( \sum_i \bar{v}_{ki} \cdot \frac{\Delta A_{ki}}{A_{t-1}} \right)$$

Reallokering (inkl. nettoindtræden) mellem virksomheder er derfor:

$$R_v = I_b - I_v$$

Intern vækst på produktniveau bliver:

$$I_p = \sum_k \bar{b}_k \cdot \left( \sum_i \bar{v}_{ki} \cdot \left( \sum_j \bar{p}_{kij} \cdot \frac{\Delta A_{kij}}{A_{t-1}} \right) \right)$$

Reallokering (inkl. nye og ekskl. udgåede produkter) mellem produkter:

$$R_p = I_v - I_p$$

Dermed kan den samlede vækst skrives som:

$$\frac{\Delta A}{A_{t-1}} = I_b + R_b = \underbrace{I_v + R_v}_{I_b} + R_b = \underbrace{I_p + R_p}_{I_v} + R_v + R_b$$

## 2 Produktivitetseffekter af højere energipriser

Analysetilgangen er nærmere beskrevet i *Økonomi og Miljø, 2022*. For at undersøge, om virksomheder med højere energiforbrug reagerer på højere energipriser anderledes i forhold til virksomheder med lavere energiforbrug, estimeres en specifikation med interaktionen mellem energiprisen og energiforbruget. Derfor tilføjes endnu et instrument til ligningen:

$$\tilde{z}_{i,t} = \log(z_{i,t}) \cdot \log(E_{i,0})$$

Hvor  $\tilde{z}_{i,t}$  er interaktionen mellem det allerede anvendte instrument  $z_{i,t} = \sum_{e \in E} s_{i,0}^e \cdot p_t^e$  og  $E_{i,0}$  er virksomhedens energiforbrug i basisperioden.

Det betyder, at der estimeres to ligninger i first stage:

$$\log(p_{i,t}^E) = \beta_1 \cdot \log(z_{i,t}) + \gamma_1 \cdot \log(z_{i,t}) \cdot \log(E_{i,0}) + \varphi_{1,i} + \delta_{1,b,t} + \epsilon_{1,i,t} \quad (1)$$

$$\log(p_{i,t}^E) \cdot \log(E_{i,t}) = \beta_2 \cdot \log(z_{i,t}) + \gamma_2 \cdot \log(z_{i,t}) \cdot \log(E_{i,0}) + \varphi_{2,i} + \delta_{2,b,t} + \epsilon_{2,i,t} \quad (2)$$

Hvor  $\varphi_{1,i}$  og  $\varphi_{2,i}$  er virksomheds fixed effects i hhv. ligning (1) og (2), mens  $\delta_{1,b,t}$  og  $\delta_{2,b,t}$  er branche-års effekter i hhv. ligning (1) og (2). Begge instrumenter er relevante, jf. tabel 1. Bemærk, at alle observationer, hvor energiudgifter udgør mindre en 1 pct. af samlede materialeudgifter er ekskluderet fra estimationen.

Tabel 1. First stage estimater med interaktionseffekter

First stage	(1)	(2)
	$\log(p_{i,t}^E)$	$\log(p_{i,t}^E) \cdot \log(E_{i,t})$
$\log(z_{i,t})$	$\beta_1 = -0,692^{***}$ (0,123)	$\beta_2 = -11,67^{***}$ (1,427)
$\log(z_{i,t}) \cdot \log(E_{i,0})$	$\gamma_1 = 0,113^{***}$ (0,0128)	$\gamma_2 = 1,533^{***}$ (0,149)
Observationer	11.045	11.045
F-statistik	105,27	78,31

Anm.: Ubalanceret data i perioden 2001-18. Regressioner inkluderer virksomhed og branche-år *fixed effects*. Alle monetære værdier er opgjort i faste 2010 priser. Observationer, hvor energiudgifter udgør mindre en 1 pct. af samlede materialeudgifter er ekskluderet fra estimeringen. Tallene i parentes angiver standardfejl. Signifikansniveau: \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata fra Danmarks Statistik.

I second stage regressors forskellige outcome variable,  $\log y_{i,t}$ , på de prædikterede priser og interaktionsleddet:

$$\log y_{i,t} = \beta \cdot \log(\widehat{p_{i,t}^E}) + \gamma \cdot \log(p_{i,t}^E) \cdot \log(E_{i,t}) + \varphi_i + \delta_{b,t} + \epsilon_{i,t}$$

$\beta$  angiver de kausale effekter af energipriser på forskellige variable, mens  $\gamma$  angiver, hvordan effekten ændres med det samlede energiforbrug.

Resultaterne fra second stage viser, at der findes en negativ effekt af energiprisen på virksomhedens værditilvækst, arbejdskraft og timeproduktivitet ved relativt højt energiforbrug, jf. tabel 2. Det betyder, at for en virksomhed med gennemsnitligt energiforbrug falder værditilvæksten med ca. 1 pct., når den virksomhedsspecifikke energipris stiger med 10 pct. Effekten på arbejdskraft bliver negativ for observationer med energiforbruget i 75. percentil og højere. Effekten på timeproduktivitet er robust negativ på tværs af alle virksomheder, men varierer markant med energiforbruget. Til gengæld er der stadigvæk ingen signifikante effekter på TFP.

Tabel 2. Second stage estimater med interaktionseffekter

<b>Second stage</b>	$\log(VA_{i,t})$	$\log(L_{i,t})$	$\log(VA_{i,t}/L_{i,t})$	$\log(TFP_{i,t})$
$\log(p_{i,t}^E)$	1,292* (0,573)	0,769* (0,364)	0,523 (0,336)	-0,0589 (0,220)
$\log(p_{i,t}^E) \cdot \log(E_{i,t})$	-0,160** (0,0573)	-0,0727* (0,0364)	-0,0872** (0,0336)	0,0106 (0,0186)

Anm.: Ubalanceret data i perioden 2001-18. Regressioner inkluderer virksomhed og branche-år *fixed effects*. Alle monetære værdier er opgjort i faste 2010 priser. Observationer, hvor energiudgifter udgør mindre en 1 pct. af samlede materialeudgifter er ekskluderet fra estimeringen. Tallene i parentes angiver standardfejl. Signifikansniveau: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ .

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata fra Danmarks Statistik.

### 3 Litteratur

Foster, L., J.C. Haltiwanger og C.J. Krizan (2001): Aggregate Productivity Growth: lessons from Microeconomic Evidence. I Hulten, C.R., E.R. Dean og M.J. Harper (red.): *New Developments in Productivity Analysis*. University of Chicago Press.

Kuosmanen, T. og N. Kuosmanen (2021): Structural change decomposition of productivity without share weights. *Structural Change and Economic Dynamics*, 59, s. 120-127.

Melitz, M. J. og S. Polanec (2015): Dynamic Olley-Pakes productivity decomposition with entry and exit. *The RAND Journal of Economics*, 46 (2), s. 362-375.

Buus, M.T., J.R. Munch, J.B. Rodrigue og G. Schaur (2021): Do export support programs affect prices, quality, markups and marginal costs? Evidence from a natural policy experiment. Arbejdspapir. Udkommer i: *The Review of Economics and Statistics*.

De Økonomiske Råds formandskab (2022): *Produktivitet, 2022.*

De Økonomiske Råds formandskab (2022): *Økonomi og Miljø, 2022.*