De Økonomiske Råd

d. 05.12.2017
Nicolai Kaarsen

Dokumentationsnotat: Produktivitetsforskelle mellem virksomheder P17

Notatet beskriver analysen, som ligger bag kapitel IV om produktivitetsforskelle mellem virksomheder i *Produktivitet 2017*. Derudover beskrives en række robusthedschecks.

Analysen undersøger, om der er sket ændringer i produktivitetsforskellene mellem de mest produktive virksomheder og resten af virksomhederne (hovedgruppen) indenfor de enkelte brancher i Danmark.

Først beskrives metoden bag beregningen af totalfaktorproduktiviteten (TFP), der er det anvendte produktivitetsmål i analysen. Dernæst beskrives de data, der indgår i beregningen. Afsnit 3 viser resultaterne og afsnit 4 gennemgår en række robusthedschecks.

1 TFP-beregning

For at estimere TFP er det nødvendigt at gøre sig visse antagelser om produktionsfunktionens beskaffenhed. I analysen antages, at den naturlige logaritme til den reale værditilvækst i virksomhed i og år t er givet ved følgende Cobb-Douglas produktionsfunktion på logaritmisk form:

$$y_{i,t} = \omega_{i,t} + \beta_k k_{i,t} + \beta_l l_{i,t},$$

idet $\omega_{i,t}$ er TFP, $k_{i,t}$ er kapital og $l_{i,t}$ er arbejdskraftsinput, alle i naturlige logaritmer. TFP estimeres separat for hver virksomhed ved først at estimere outputelasticiteterne β_k og β_l separat for hver branche og derefter at beregne TFP residualt som:

$$\omega_{i,t} = y_{i,t} - \hat{\beta}_k k_{i,t} + \hat{\beta}_l l_{i,t},$$

Analysen anvender Wooldridges (2009) *proxy*-metode til at estimere outputelasticiteterne.[1][2] *Proxy*-metoden er et forsøg på at løse den måske nok største udfordring ved estimation af produktionsfunktioner, som er bias i de estimerede outputelasticiteter som følge af endogene inputfaktorer. Biaset opstår, da kapital og arbejdskraft typisk afhænger endogent af virksomhedens TFP. Eksempelvis vil virksomheder med højere TFP typisk have højere kapitalintensitet, hvilket giver et positiv bias i OLS-estimatet af β_k.

Metoden forsøger at løse kausalitetsproblemet ved at kontrollere for en *proxy* for TFP. Den identificerende antagelse er, at *proxy*-variablen opfanger al variation i TFP, som er korreleret med inputvariablene. Ved at inkludere *proxy*-variablen i en regression tages således højde for uobservérbar variation i TFP, som ellers ville give et bias. Hvis denne antagelse ikke holder, vil restvariationen i TFP blive opfanget i fejlleddet, hvorved der opstår bias.

Materialekøb anvendes som *proxy*-variabel. Bag dette valg ligger en teoretisk antagelse om, at virksomheder med højere TFP og dermed højere produktivitet vælger at producere mere, hvilket kræver flere inputmaterialer. Det er imidlertid ikke sikkert, at der er en tæt sammenhæng mellem TFP og materialekøb, og resultaterne skal tolkes med dette forbehold in mente. Hvis en virksomhed implementerer en ny teknologi, som mindsker ressourceforbruget, kan det eksempelvis resultere i højere TFP og lavere materialeforbrug. Hvis implementeringen af denne teknologi også giver anledning til højere kapital, vil det skabe et positivt bias i β_l.

Wooldridges (2009) *proxy*-metode har en række fordele sammenlignet med andre populære *proxy*-metoder, som f.eks. Levensohn og Petrin (2009) og Ackerberg m.fl. (2015). For det første giver den mere præcise estimater (den er mere *efficient* i økonometrisk forstand). For det andet er den i nogle henseender mindre restriktiv. For det tredje er den ikke følsom overfor startværdier som metoden fra Ackerberg m. fl. (2015), jf. Finansministeriet (2016) og Mollisi og Rovigatti (2017). For det tredje er samme metode anvendt i Finansministeriet (2016) og Andrews m.fl. (2016), hvilket er en fordel, da resultaterne bliver mere sammenlignelige.

[1] Andre populære proxy-metoder er Olley og Pakes (1996), Levensohn og Petrin (2009) og Ackerberg m.fl. (2015). Der er også andre tilgange til at estimere produktionsfunktioner, som ikke er omtalt i dette notat – se Van Beveren (2012) for en oversigt.

[2] I praksis foregår estimationen i Stata ved brug af *prodest* modulet fra Mollisi og Rovigatti (2017).

2 Data

2.1 Registre og frasortering af virksomheder

Analysen er baseret på registerdata fra Danmarks Statistik. På virksomhedssiden anvendes regnskabsstatistikken for private byerhverv FIRE og det generelle virksomhedsregister FIRM. Disse data bruges til at beregne kapital og værditilvækst.

For at beregne humankapital er det nødvendigt at koble virksomheder med ansatte. Det gøres primært ved hjælp af lønregisteret LON (LONN efter 2007). LON indeholder præsteret timeantal for ansatte i de fleste større virksomheder. Timetallet anvendes til at beregne et vægtet humankapitalniveau, hvilket beskrives nedenfor. For de ansættelsesforhold, som ikke optræder i LON/LONN, anvendes IDA-data før 2007 og e-indkomst efter 2008.

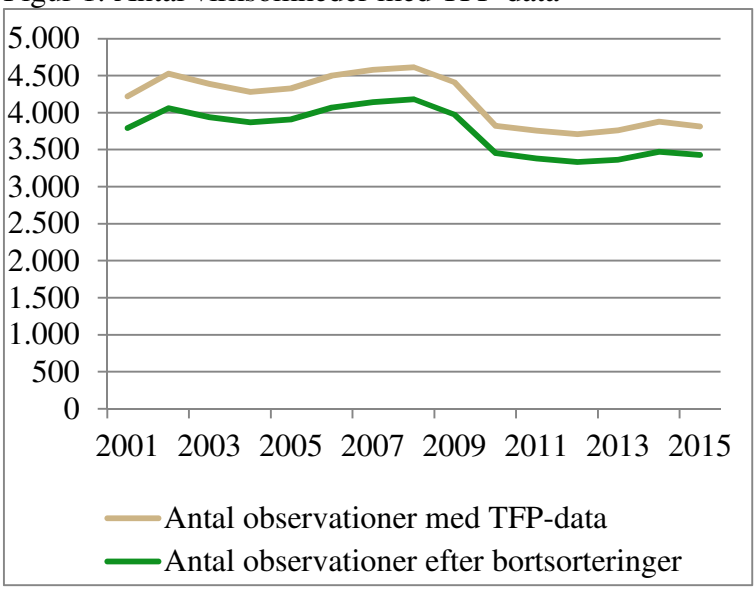
Analysen foretager en række frasorteringer af virksomheder baseret på størrelse og datakvalitet:

- Virksomheder med færre end 20 fuldtidsbeskæftigede frasorteres, som i Andrews m.fl. (2016) og Finansministeriet (2016). Frasorteringen sker med udgangspunkt i gennemsnitsbeskæftigelsen over perioden og de pågældende virksomheder udelukkes i alle årene. I de enkelte år udelukkes virksomheder med én beskæftiget eller mindre. Disse frasorteringer bringer antallet af virksomheder ned fra de ca. 210.000 virksomheder med data for værditilvækst og beskæftigelse i FIRM til ca. 7.600 i 2015.[3]
- Fonde, foreninger og virksomheder i de finansielle sektorer udelukkes (branchegruppering K, Finansiering og forsikring).
- Der anvendes kun virksomheder med regnskabsdata, der ikke er imputeret.
- For at beregne TFP er det nødvendigt med data for kapital og humankapital, jf. diskussionen nedenfor. Det efterlader omkring 3.800 virksomheder med estimeret TFP i 2015.
- Der foretages to frasorteringer, som sigter mod at forbedre datakvaliteten. For det første bortsorteres observationer, der i de enkelte år ligger i top 1 pct. eller bund 1 pct., hvad angår enten værditilvækst per beskæftiget i faste priser, TFP eller begge variable. Derudover frasorteres som i Produktivitetskommissionen (2013) virksomheder med negativ værditilvækst i året, året efter og året før.
- Til slut frasorteres brancher med færre end 20 virksomheder i et eller flere år. Dette er nødvendigt for at sikre, at der er mindst en virksomhed i top 20 pct. Det endelige antal virksomheder i 2015 er godt 3.400. Og i den endelige analyse indgår 14 brancher i industrien og 14 i service.

[3] Det store antal virksomheder, som frasorteres, afspejler bl.a. et stort antal enkeltmandsvirksomheder.

Figur 1 viser antallet af virksomheder i analysen fra 2001 til 2015.[4] Det ses, at der er en meget lille og gradvis stigning op mod finanskrisen i 2008 og derefter et fald fra 2008 til 2010. Efterfølgende har antallet ligget nogenlunde stabilt.

Figur 1: Antal virksomheder med TFP-data



Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata fra Danmarks Statistik

2.2 Konstruktion af variable til TFP-estimation

For at estimere TFP er det nødvendigt at beregne værditilvækst, kapital og arbejdsinput på virksomhedsniveau.

Værditilvækst beregnes ved at deflatere Danmarks Statistiks mål for værditilvækst på virksomhedsniveau med den implicitte deflator for bruttoværditilvækst fra Nationalregnskabet på brancheniveau, idet 69-grupperingen anvendes. Dermed antages implicit, at virksomhedernes outputpriser ikke varierer indenfor brancherne. Som robusthedscheck korrigeres for, at virksomheder kan sætte forskellige priser indenfor samme branche grundet forskelle i konkurrenceforhold (korrektion for virksomhedsspecifikke markups).

Kapitalapparatet beregnes som summen af materielle og immaterielle anlægsaktiver. For at omregne til faste priser deflateres med den implicitte deflator for beholdningen af faste aktiver på 69-brancheniveau fra nationalregnskabet.

Arbejdsinputtet er defineret som logaritmen til det gennemsnitlige humankapitalniveau $h_{i,t}$ gange antallet af helårsbeskæftigede i virksomheden $L_{i,t}$:

[4] Der findes i princippet data for værditilvækst fra 1999. Men der er et databrud i værditilvækst fra 2000 til 2001, hvorfor analysen først starter i 2001.

$$l_{i,t} = \ln\left(L_{i,t} h_{i,t}\right)$$

Humankapital beregnes som et vægtet gennemsnit af de enkelte ansattes humankapital, idet antal præsterede timer anvendes som vægte:

$$h_{i,t} = \sum_{j} \frac{T_{j,i,t}}{T_{i,t}} w_{i,j,t}$$

$T_{j,i,t}$ er ansatte j's timeantal, og $T_{i,t}$ er det samlede timeantal i virksomheden.[5]

De enkelte ansattes humankapital findes ved brug af metoden fra De Økonomiske Råd (2013): Først inddeles hver person i 96 grupper på baggrund af antal års erfaring på arbejdsmarkedet og uddannelsestype. Derefter beregnes den gennemsnitlige timeløn for hver gruppe ved at anvende LON/LONN-registeret. Humankapitalniveauet for den enkelte beregnes som den gennemsnitlige timeløn i gruppen relativt til den gennemsnitlige timeløn i referencegruppen, som er ufaglærte med under fire års erhvervserfaring.

2.3 Mulige fejlkilder

Der er en række mulige fejlkilder forbundet med beregningen af TFP. Her diskuteres nogle af dem.

For det første afhænger TFP af outputelasticiteterne, og estimationen af disse er forbundet med usikkerhed. Teknisk set er en vanskelig opgave at estimere kausale effekter af inputs på produktion, og den anvendte proxymetode resulterer kun i estimater uden bias under visse antagelser, jf. diskussionen i afsnit 1. Hvis der er bias i de estimerede regressionskoefficienter, resulterer de i målefejl i TFP

Der er også usikkerhed forbundet med beregningen af inputs af kapital og humankapital. Hvad angår kapital, er det ikke givet at den bogførte værdi af anlægsaktiver afspejler den produktive effekt. Derudover anvendes deflatorer fra Nationalregnskabet på 69-brancher til at omregne til faste priser. Hvis disse deflatorer er fejlbehæftet, eller hvis priserne varierer på tværs af virksomheder indenfor samme branche, giver det anledning til målefejl i kapital og dermed TFP.

Humankapital måles som nævnt på baggrund af lønafkastet af uddannelse og erfaring. Produktivitet og dermed løn afhænger af mange andre faktorer end uddannelse og

[5] Helårsbeskæftigelsen på virksomhedsniveau ($L_{i,t}$) kommer fra virksomhedsregisteret, mens timeantallet på personniveau ($T_{i,j,t}$) primært kommer fra LON/LONN suppleret med IDA og BFL for de ansættelsesforhold, der ikke findes i LON/LONN. Når timetallet på personniveau summeres op på virksomhedsniveau, er sammenhængen med helårsbeskæftigelsen på virksomhedsniveau tæt på perfekt, hvilket tyder på, at der er god overensstemmelse mellem beskæftigelsen i virksomhedsregisteret og i personregistrene.

erfaring – eksempelvis underliggende evner og arbejdsindsats. Da disse faktorer er uobserverede, er de ikke inkluderet i analysen og kan dermed give anledning til målefejl i TFP.

Endelig afhænger TFP af værditilvækst. Her kan der dels være måleproblemer knyttet til målingen af værditilvækst på virksomhedsniveau, der er baseret på regnskabsdata. Der kan også være målefejl forbundet med deflatorerne fra Nationalregnskabets 69-niveau.

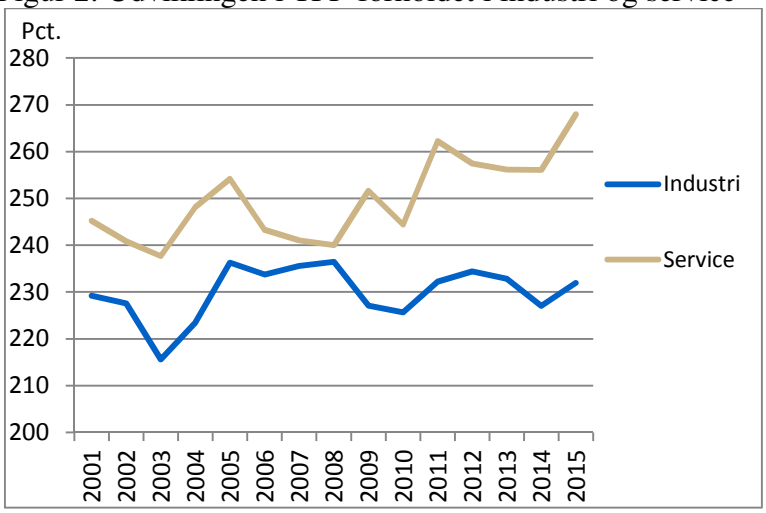
3 Resultater

3.1 Produktivitetsforskelle inden for service og industri

Udviklingen i produktivitet blandt de mest produktive virksomheder og restgruppen bygger på Andrews mfl. (2016). Først findes de fem pct. mest produktive virksomheder målt ved TFP i hvert år inden for hver branche i 69-grupperingen. Dernæst beregnes gennemsnitlig TFP for hvert år, for service og industri og for top-fem-pct. og resten af virksomhederne (hovedgruppen).

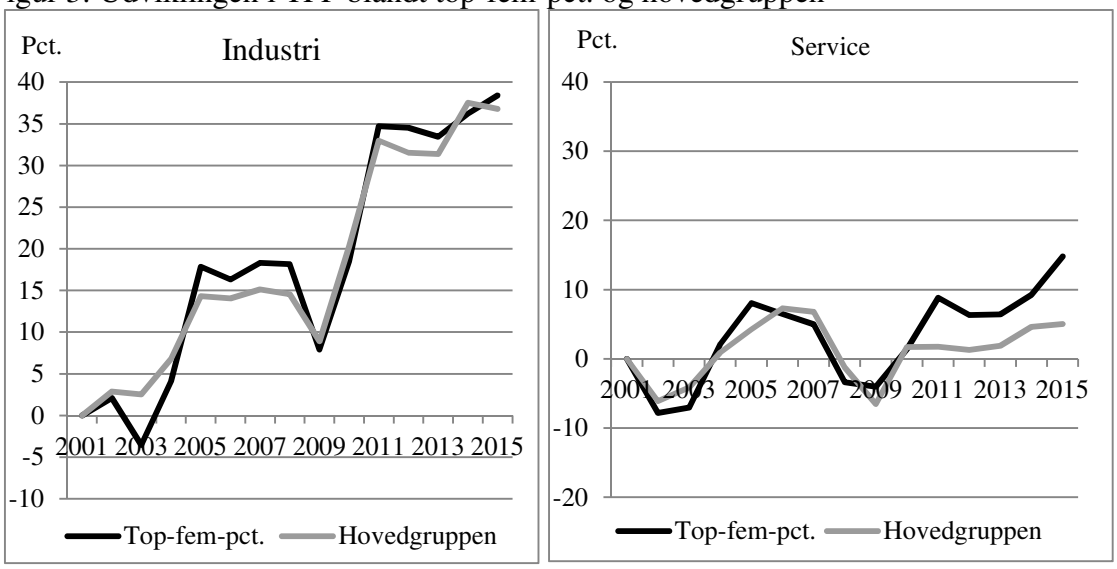
Resultaterne er vist i figur 2 og 3. Figuren viser, at TFP-forholdet mellem topvirksomhederne og hovedgruppen har været nogenlunde konstant indenfor industribrancherne fra 2001 til 2015. Indenfor servicebrancherne er forholdet steget. Stigningen foregår udelukkende i anden halvdel af perioden. Hvis forholdet regresseres på årstallet, er stigningen signifikant positiv. Figur 3 viser, at de større produktivitetsforskelle indenfor servicebrancherne afspejler, at der har været positiv vækst i såvel top-fem-pct. som hovedgruppen. Den akkumulerede vækstforskel indenfor service er på omtrent 10 pct.point.

Figur 2: Udviklingen i TFP-forholdet i industri og service



Figuren viser udviklingen i TFP-forholdet beregnet som den gennemsnitlige TFP i top-fem-pct. relativt til den gennemsnitlige TFP i hovedgruppen af virksomhederne indenfor hhv. industri og service. Top-fem-pct. er defineret som de virksomheder med 5 pct. højest TFP indenfor deres respektive branche og år.

Figur 3: Udviklingen i TFP blandt top-fem-pct. og hovedgruppen



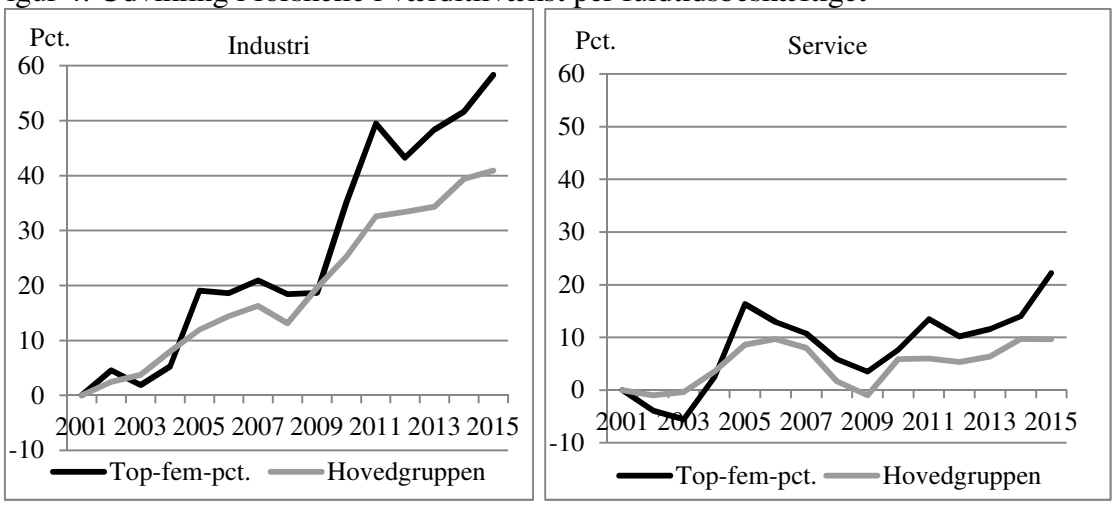
Figuren viser den procentvise ændring i gennemsnitlig TFP i hhv. top-fem-pct. og hovedgruppen af virksomehderne indenfor industri og service. Top-fem-pct. er defineret som de virksomheder med fem pct. højest TFP indenfor deres respektive branche og år.

3.2 Produktivitetsforskelle målt ved værditilvækst per beskæftiget

Hvis man måler produktivitet ved værditilvækst per fuldtidsbeskæftiget i stedet for TFP, er produktivitetsforskellene indenfor industri steget, jf. figur 4. I figur 3, hvor produktivitet var målt ved TFP, var der ikke nogen ændring i produktivitetsforskellene. De stigende forskelle i værditilvækst per beskæftiget i figur 4 afspejler altså stigende forskelle i kapitalintensitet og/eller humankapital.

Indenfor service er der også sket en udvidelse af forskellene i værditilvækst per fuldtidsbeskæftiget. Målt i pct.point er stigningen i forskellen fra 2001 til 2015 en anelse større, end når der anvendes TFP (12 pct.point vs. 10 pct.point). Samtidig er udviklingen dog forbundet med større udsving, end når der anvendes TFP.

Figur 4: Udvikling i forskelle i værditilvækst per fuldtidsbeskæftiget



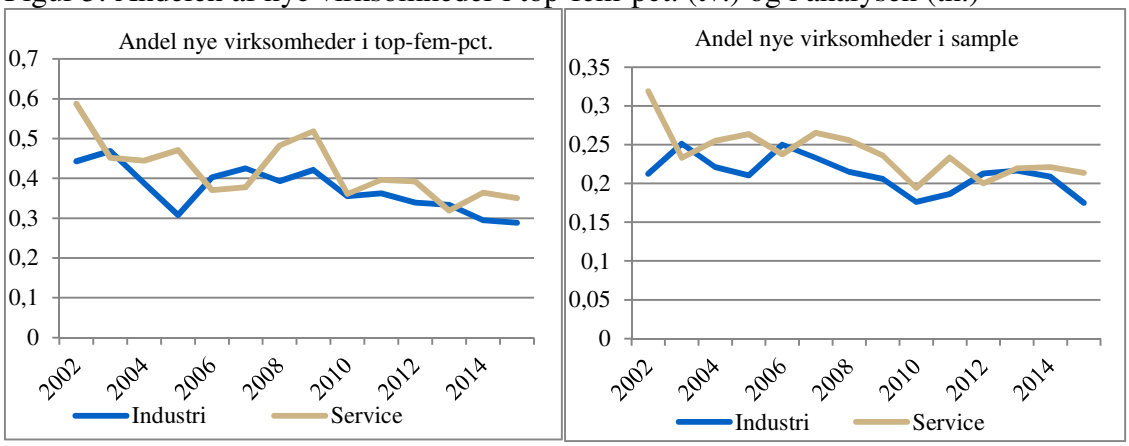
Figuren viser ændringen i værditilvækst per beskæftiget i hhv. top-fem-pct. og hovedgruppen af virksomhederne siden 2001. Top-fem-pct. er gruppen af virksomheder med fem pct. højest værditilvækst per beskæftiget indenfor deres respektive branche og år. For at øge sammenligneligheden indgår kun de virksomheder, som også indgår i figur 2.

3.3 Udviklingen i andelen af nye virksomheder

Dette afsnit undersøger, om der er sket pludselige ændringer i sammensætningen af virksomheder i analysen og i topgruppen. Sammensætningen af virksomheder påvirker den gennemsnitlige produktivitet. Pludselige ændringer i sammensætningen er ikke nødvendigvis udtryk for et problem, men kan opstå naturligt som følge af kriser mv. På den anden side kan de også opstå som følge af ændringer i udvælgelsen af stikprøven, der indgår i analysen.

Det lader ikke til, at udviklingen er drevet af markante ændringer i andelen af nye virksomheder i toppen eller i samplet, jf. figur 5. Indenfor såvel service som industri falder begge andele gradvist over perioden, hvilket indikerer at der er mindre udskiftning af virksomheder.

Figur 5: Andelen af nye virksomheder i top-fem-pct. (tv.) og i analysen (th.)



Figuren til venstre viser andelen af virksomheder i top-fem-pct., som ikke var i top-fem-pct. i forrige år. Figuren til højre viser andelen af virksomheder i analysen, som ikke var i analysen i forrige år. Top-fem-pct. er gruppen af virksomheder med fem pct. højest TFP indenfor deres respektive branche og år.

4 Robusthed

I de følgende underafsnit beskrives seks robusthedschecks i nærmere detaljer. Konklusionen er, at de giver nogenlunde samme resultater som *baselinen*, der beskrives ovenfor.

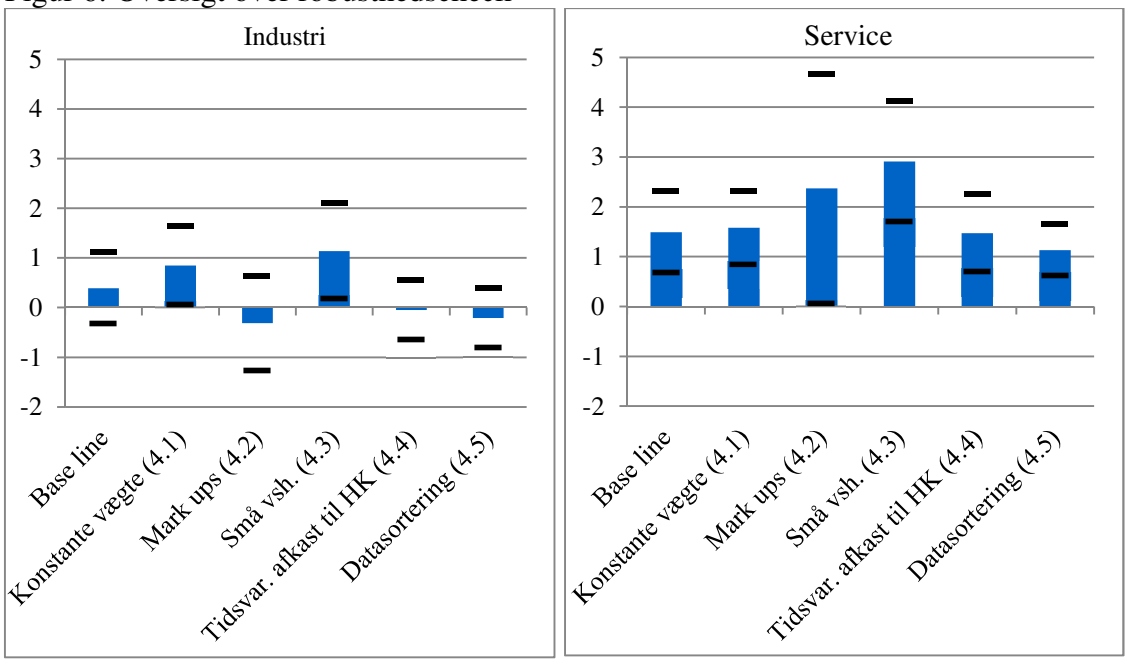
- **4.1 Faste vægte**: Gennemsnitlig TFP beregnes for hhv. top-fem-pct. og hovedgruppen separat for hver 69-branche. Derefter vægtes med BVT i løbende priser fra nationalregnskabet.
- **4.2 Korrektion for virksomhedsspecifikke markups**: TFP korrigeres for, at priserne kan variere på tværs af virksomheder på grund af forskellige i konkurrenceforhold.
- **4.3 Små virksomheder inkluderes i analysen**: Virksomheder med under 20 fuldtidsbeskæftigede inkluderes i analysen. I *baselinen* bortsorteres de.
- **4.4 Tidsvarierende afkast til humankapital**: Afkastet til de ansattes uddannelse og erfaring beregnes separat år for år. I *baselinen* beregnes afkastet, som et gennemsnit over hele perioden.
- **4.5 Bortsortering af top-2,5-pct. og bund-2,5-pct**: Virksomheder, der ligger med 2,5 pct. højest og 2,5 pct. lavest værditilvækst per beskæftiget eller TFP bortsorteres i de enkelte år. I *baselinen* er grænseværdien 1 pct.
- **4.6 Udelukkelse af brancher én for én:** Brancherne udelukkes én for én for at undersøge, om resultaterne er drevet af udviklingen i én branche.

Resultaterne af robusthedschecksene støtter op om hovedkonklusionerne i kapitlet. Figur 6 opsummerer resultaterne af de første fem robusthedschecks, det sjette er kun vist i afsnit 4.6, da det er for omfangsrigt til at indgå i figur 6. Figuren viser de estimerede koefficienter, som opnås ved at regressere TFP-forholdet mellem top-fem-pct. og hovedgruppen på årstallet. Hvis en koefficient er positiv og signifikant, tyder det på, at der sket en stigning i TFP-forholdet. For hvert robusthedscheck er angivet to koefficienter, én for service og én for industri. Det sjette robusthedscheck består i at bortsortere brancherne i analysen en for en.

For industri er estimateterne af koefficienten i *baselinen* samt i tre ud af de fem robusthedschecks insignifikante. Dette understøtter konklusionen om, at der næppe er sket en stigning i produktivitetsforskellen mellem top og hovedgruppen indenfor industri.

For service er koefficienterne større, og alle er signifikant forskellige fra nul. Det understøtter konklusionerne om, at TFP-forskellene mellem toppen og hovedgruppen er steget.

Figur 6: Oversigt over robusthedscheck



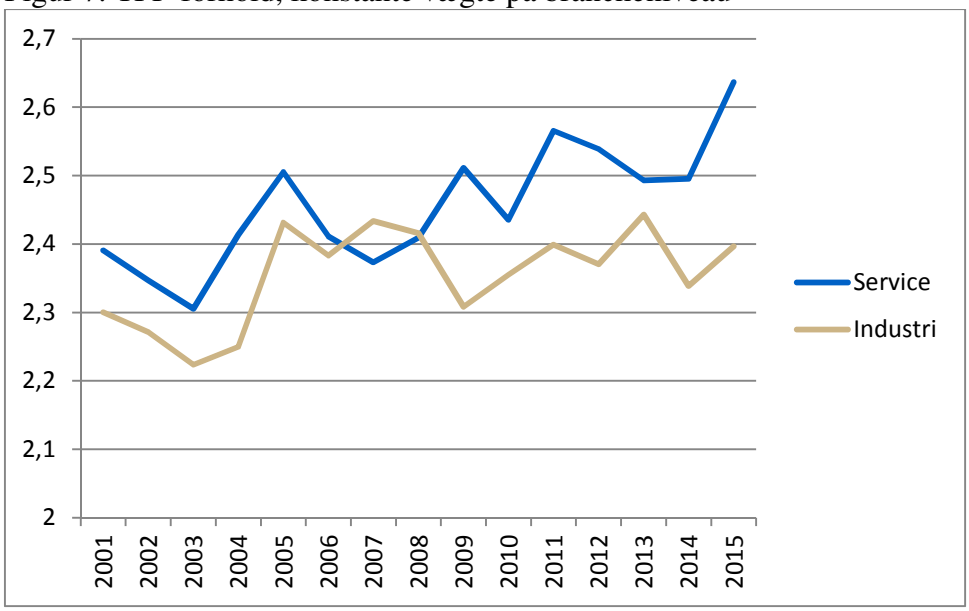
Søjlerne viser den estimerede koefficient, som opnås ved at regressere TFP-forholdet på årstallet i perioden fra 2001 til 2015. TFP-forholdet er gennemsnitlig TFP i top-fem-pct. relativt til gennemsnitlig TFP i hovedgruppen. Top-fem-pct. er gruppen af virksomheder med fem pct. højest TFP indenfor deres respektive branche og år. Stregerne angiver de tilhørende 95 pct.-konfidensintervaller. Regressionskoefficienterne vises separat for *baselinen* og en række robusthedschecks, som beskrives nærmere i teksten i de afsnit, som er angivet i parenteserne.

4.1 Robusthed overfor at anvende konstante vægte på brancheniveau

Som *baselinen* beregnes et uvægtet gennemsnit af TFP, hvilket betyder, at brancher med mange virksomheder kommer til at vægte tungt, når gennemsnittet beregnes. Dette giver ikke nødvendigvis et retvisende billede af produktivitetsforskellene i hele økonomien. Det skyldes, at nogle brancher er overrepræsenteret og andre underrepræsenteret i analysen i forhold til, hvor meget de reelt fylder i økonomien.

Som robusthedscheck vægtes på brancheniveau med den nominelle værditilvækst fra nationalregnskabet. Figur 6 viser, at dette giver nogenlunde samme resultat som i *baselinen*. Ulempen ved at vægte på brancheniveau er, at en usikker udvikling i brancher med kun få virksomheder kan komme til at vægte relativt højt, hvis de udgør en høj andel af værditilvæksten i Nationalregnskabet. Dette kan være årsagen til, at udviklingen i TFP-forholdet er forbundet med større usikkerhed end i *baselinen*.

Figur 7: TFP-forhold, konstante vægte på brancheniveau



Figuren viser udviklingen i TFP-forskellen beregnet som den gennemsnitlige TFP i top-fem-pct. relativt til den gennemsnitlige TFP i hovedgruppen af virksomhederne indenfor hhv. industri og service. Gennemsnittet er beregnet separat for hver branche og derefter sammenvejet med gennemsnitlig BVT på brancheniveau fra Nationalregnskabet. Top-fem-pct. er defineret som virksomhederne med fem pct. højest TFP indenfor deres respektive branche og år.

4.2 Robusthed overfor at korrigere for virksomhedsspecifikke markups

En potentiel mangel ved analysen er, at priserne, som anvendes til at deflatere værditilvæksten, måles på branche-niveau og ikke på virksomhedsniveau. En målt stigning i TFP kan derfor afspejle højere priser for virksomheden som eksempelvis skyldes mindre skarp konkurrence i virksomhedens lokalområde.

For at undersøge om dette er tilfældet, korrigeres TFP for markups på følgende vis:

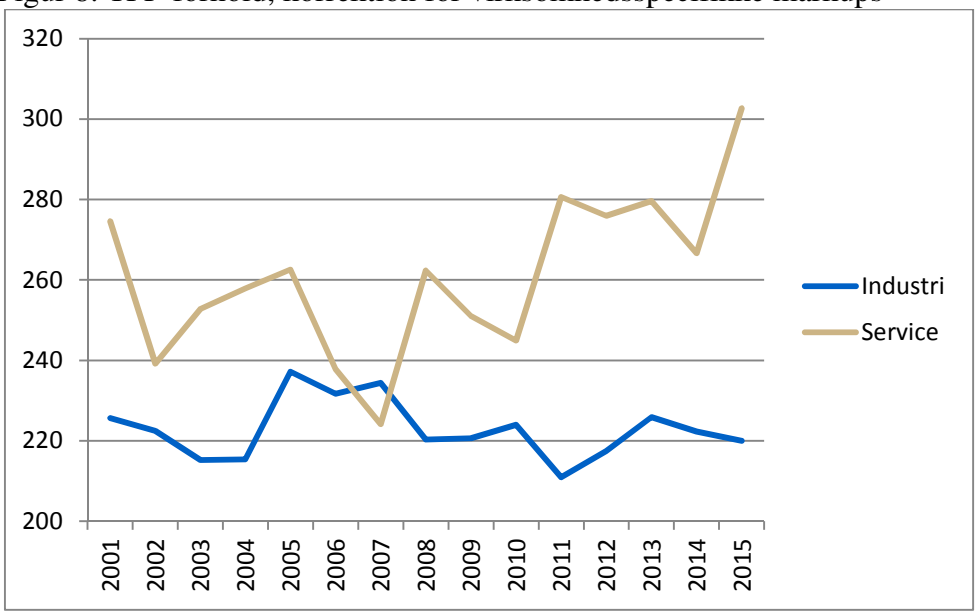
$$\omega_{i,t}^{K} = \omega_{i,t} - \ln \mu_{i,t}, \quad (3)$$

idet $\omega_{i,t}^{K}$ er den naturlige logaritme til korrigeret TFP og $\mu_{i,t}$ er den virksomhedsspecifikke markup over marginalomkostningerne.

Markuppen beregnes ved at benytte metoden fra Andrews mfl. (2016), der bygger på De Loecker og Warzynski (2012). På baggrund af en række teoretiske antagelser kan markuppen beregnes som den estimerede inputelasticitet mht. arbejdskraft divideret med arbejdskraftens omkostningsandel. Intuitionen er, at hvis den produktive effekt (elasticiteten) af at øge arbejdskraften er høj relativt til omkostningerne, er det tegn på, at virksomheden holder igen med produktionen for at øge priserne. Dette kan kun lade sig gøre, hvis virksomheden har *market power*, dvs. der ikke er fuldstændig konkurrence. Metoden beskrives i nærmere detaljer i appendikset.

Figur viser, at konklusionen om, at forskellene er steget indenfor service men har været nogenlunde stabile indenfor industri, er robuste overfor at korrigere for virksomhedsspecifikke markups. Korrektionen indebærer dog noget større udsving i TFP-forholdet indenfor service.

Figur 8: TFP-forhold, korrektion for virksomhedsspecifikke markups



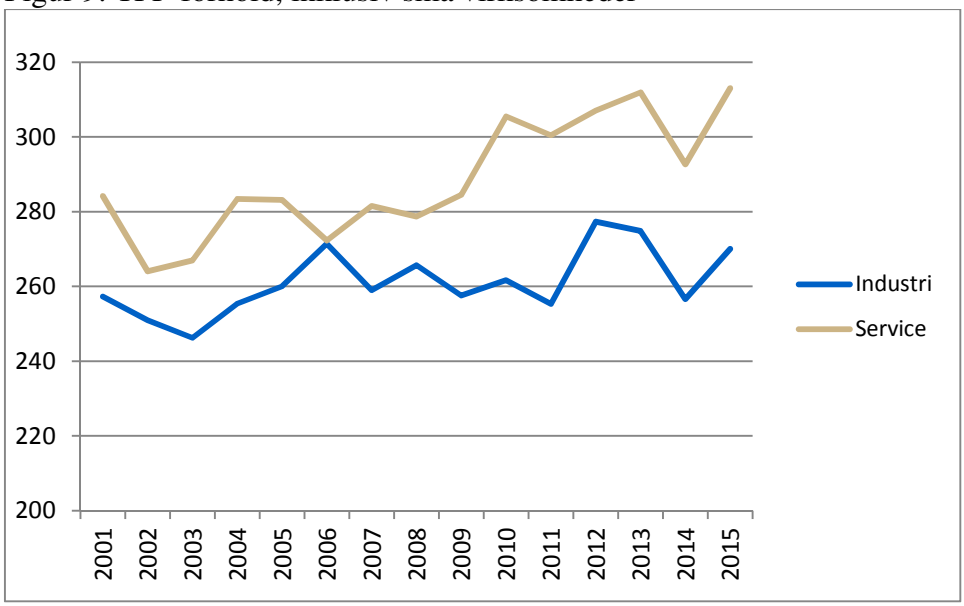
Figuren viser udviklingen i TFP-forskellen beregnet som den gennemsnitlige TFP i top-fem-pct. relativt til den gennemsnitlige TFP i hovedgruppen af virksomhederne indenfor hhv. industri og service. Top-fem-pct. er defineret som de virksomheder med fem pct. højest TFP indenfor deres respektive branche og år. TFP er korrigeret for virksomhedsspecifikke markups, som beskrevet i teksten.

4.3 Robusthed overfor at inkludere små virksomheder i analysen

Som udgangspunkt bortsorteres små virksomheder. Dels fordi kvaliteten af regnskabsdata må formodes at være dårligere i små virksomheder, idet de ikke nødvendigvis anvender lige så mange ressourcer på revision og ikke nødvendigvis er regnskabspligtige i samme grad som store virksomheder. Dels for at undgå at analysens resultater bliver drevet af udviklingen i få små virksomheder, som beskæftiger et lille antal personer.

Hvis små virksomheder inkluderes ændrer det ikke stort på konklusionen, jf. figur 9. I figuren sker der ingen bortsortering af virksomheder med under 20 fuldtidsbeskæftigede i gennemsnit som i *baselinen*. I stedet bortsorteres virksomheder i de år, hvor de har under en halv fuldtidsbeskæftiget. I *baselinen* bortsorteres virksomheder i de år, hvor de har under én fuldtidsbeskæftiget.

Figur 9: TFP-forhold, inklusiv små virksomheder



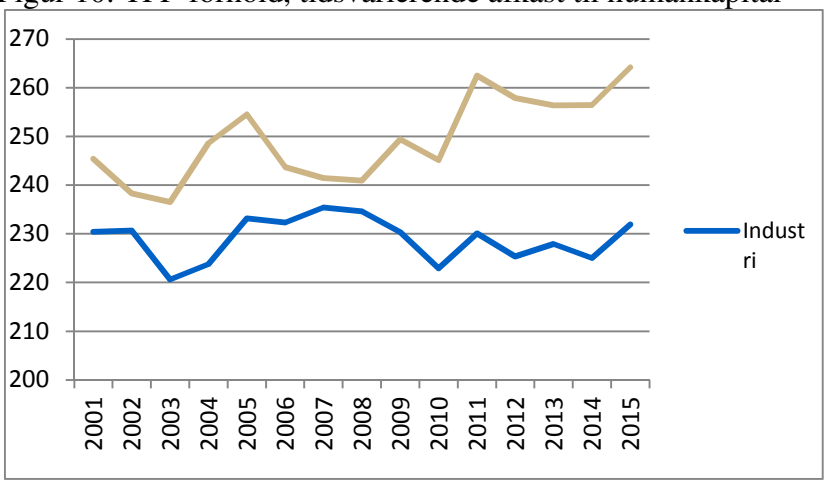
Figuren viser udviklingen i TFP-forskellen beregnet som den gennemsnitlige TFP i top-fem-pct. relativt til den gennemsnitlige TFP i hovedgruppen af virksomhederne indenfor hhv. industri og service. Top-fem-pct. er defineret som de virksomheder med fem pct. højest TFP indenfor deres respektive branche og år. Figuren inkluderer små virksomheder, som er udelukket i *baselinen*.

4.4 Robusthed overfor at anvende tidsvarierende afkast til humankapital

Som udgangspunkt beregnes humankapital på baggrund af det gennemsnitlige lønafkast af uddannelse fra 2001 til 2015. Dette tager imidlertid ikke højde for, at afkastet af humankapital kan ændre sig over tid, for eksempel som følge af nye teknologier eller ændringer i fagforeningsstrukturen, jf. diskussionen i kapitlet. Figur 10 viser, at

resultaterne er robuste overfor at beregne afkastet af humankapital separat for hvert af årene fra 2001 til 2015.

Figur 10: TFP-forhold, tidsvarierende afkast til humankapital

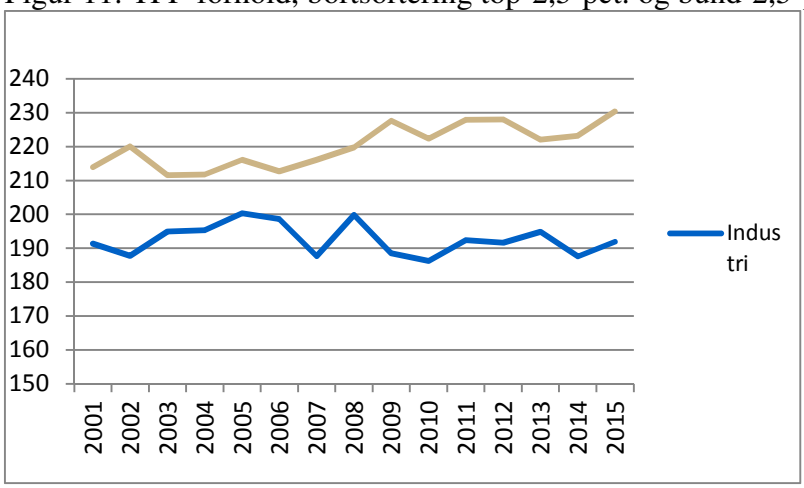


Figuren viser udviklingen i TFP-forholdet beregnet som den gennemsnitlige TFP i top-fem-pct. relativt til den gennemsnitlige TFP i hovedgruppen af virksomhederne indenfor hhv. industri og service. Top-fem-pct. er defineret som de virksomheder med 5 pct. højest TFP indenfor deres respektive branche og år. I TFP-beregningen er lønafkastet af uddannelse og erfaring beregnet separat år for år.

4.5 Bortsortering af top-2,5-pct. og bund-2,5-pct.

Som udgangspunkt fjernes virksomhederne med én pct. højest eller én pct. lavest TFP eller værditilvækst per beskæftiget. Som robusthedscheck udvides denne grænse til 2,5 pct., hvilket betyder, at flere ekstreme observationer frasorteres. Dette ændrer ikke på hovedkonklusionerne, jf. figur 11.

Figur 11: TFP-forhold, bortsortering top-2,5-pct. og bund-2,5-pct.



Figuren viser udviklingen i TFP-forholdet beregnet som den gennemsnitlige TFP i top-fem-pct. relativt til den gennemsnitlige TFP i hovedgruppen af virksomhederne indenfor hhv. industri og service. Top-fem-pct. er defineret som de virksomheder med 5 pct. højest TFP indenfor deres respektive branche og år. Virksomhederne med 2,5 pct. højest og 2,5 pct. lavest TFP og/eller værditilvækst per beskæftiget er bortsorteret de enkelte år.

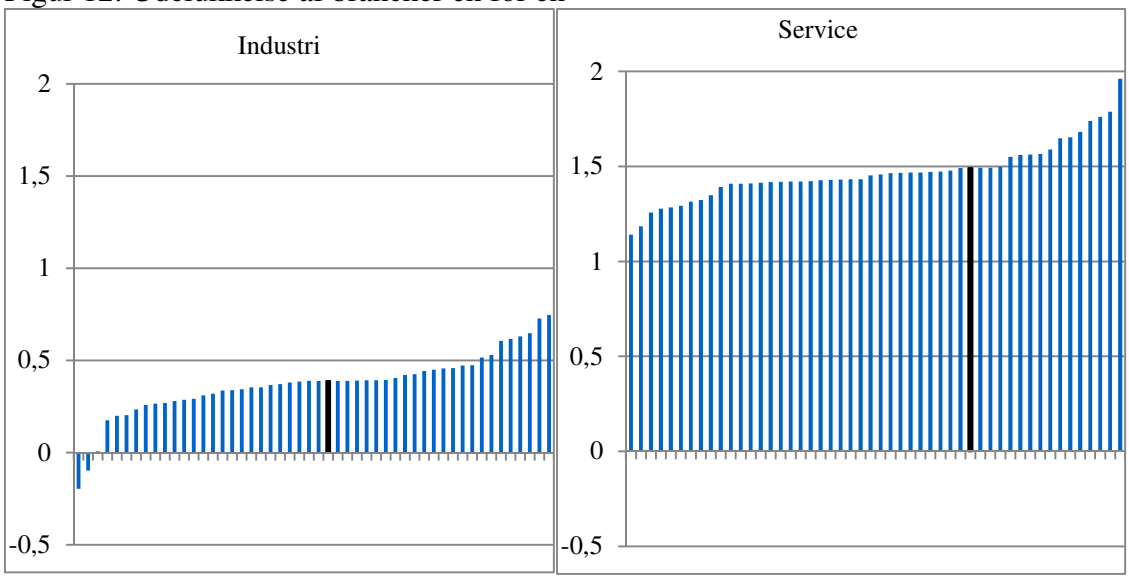
4.6 Udelukkelse af brancher én for én

For at undersøge om resultaterne er drevet af udviklingen indenfor én enkelt branche, udelukkes brancherne i analysen én for én. Før frasorteringer er der 50 brancher med i analysen.[6] Figur 12 viser resultatet af 50 robusthedschecks. Hvert check er repræsenteret ved én søjle for industrien og én søjle for service. Som i figur 6 angiver søjlerne den estimerede koefficient, som opnås ved at regressere TFP-forholdet på årstallet. Søjlerne er rangeret efter størrelse.

Resultaterne støtter op om konklusionerne fra kapitlet. For industrien er koefficienten i de fleste tilfælde tæt på *baselinen* (de sorte søjler) og i to tilfælde negative, hvilket støtter op om konklusionen om, at stigningen i produktivitetsforskellene har været begrænset. I service er de estimerede koefficienter relativt tæt på *baselinen*. I øvrigt signifikant er alle koefficienter signifikant forskellige fra nul i alle tilfælde.

[6] De fleste brancher bliver dog frasorteret i den endelige analyse, da det kun er brancher med mindst 20 virksomheder i alle årene, som inkluderes (idet top-fem-pct. ikke er defineret, hvis der er under 20 virksomheder).

Figur 12: Udelukkelse af brancher én for én



Søjlerne viser resultatet af at regressere forholdet i pct. mellem TFP blandt top-fem-pct. og TFP blandt hovedgruppen på årstallet i perioden fra 2001 til 2015. Regressionskoefficienterne er rangeret efter størrelse og vises separat for *baselinen* (sorte søjler) og 50 robusthedschecks, der hver svarer til udelukkelsen af én af de 50 brancher (blå søjler). Top-fem-pct. er gruppen af virksomheder med fem pct. højest TFP indenfor deres respektive branche og år.

5 Appendiks

5.1 Nærmere om korrektion for virksomhedsspecifikke markups

Givet relativt generelle antagelser om, at virksomhederne omkostningsminimerer og at produktionsfunktionen er kontinuert og dobbelt differentiabel, kan markuppen beregnes som følger:

$$\mu_{i,t} = \left(\frac{\partial Y_{i,t}/\partial X_{i,t}}{\partial Y_{i,t}/\partial X_{i,t}}\right) / \left(\frac{P_X X_{i,t}}{\widetilde{P_{i,t} Y_{i,t}}}\right), \quad (4)$$

hvor $\frac{\partial Y_{i,t}/\partial X_{i,t}}{\partial Y_{i,t}/\partial X_{i,t}}$ er elasticiteten af output mht. inputfaktor $X_{i,t}$ og $P_X X_{i,t}/\widetilde{P_{i,t} Y_{i,t}}$ er omkostningerne til den pågældende inputfaktor som andel af værditilvækst i nominelle priser.

I stedet for den faktiske værditilvækst anvendes forventet værditilvækst, $\widetilde{P_{i,t} Y_{i,t}}$=$P_{i,t} Y_{i,t}/$ $e^{\hat{\varepsilon}}$. $P_{i,t} Y_{i,t}$ er faktisk værditilvækst, og $\hat{\varepsilon}$ er residualet fra en regression af værditilvækst på et andengradspolynomium i materialeforbrug, kapital og arbejdskraft, der også inkluderer interaktionsled mellem alle tre inputs. Årsagen til denne justering er, at virksomheden ikke nødvendigvis har fuld information om det TFP niveau, som ligger til grund for omkostningsminimeringen, når inputmængderne bestemmes. Ved at justere for residualet fås et udtryk for virksomhedens forventede nominelle værditilvækst. Residualet repræsenterer således den del af værditilvæksten, som ikke er kendt af virksomhederne, når inputfaktorerne bestemmes.

Markuppen beregnes for hver virksomhed ved at indsætte den estimerede outputelasticitet mht. arbejdskraft på brancheniveau samt lønudgifter som andel af forventet værditilvækst i (4).

6 Referencer

Ackerberg, D. A., Caves, K. og Frazer, G. (2015): Identification properties of recent production function estimators. *Econometrica*, 83(6), 2411-2451.

Andrews, D., Criscuolo, C. og P.N. Gal (2016): The best versus the rest: The global productivity slowdown, divergence across firms and the role of public policy. Productivity working papers, November 2016, no. 05. OECD.

De Loecker, J., og Warzynski, F. (2012): Markups and firm-level export status. *The American Economic Review*, 102(6), s. 2437-2471.

De Økonomiske Råd (2013): Dansk Økonomi, efterår 2013.

Finansministeriet (2016): Økonomisk analyse: Produktivitet og konkurrence.

Levinsohn, J., og Petrin, A. (2003): Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *The Review of Economic Studies*, 70(2), s. 317-341.

Mollisi og Rovigatti (2017): Theory and Practice of TFP Estimation: The Control Function Approach Using Stata. CEIS Tor Vergata Research Paper Series, 15 (2). No. 399.

Produktivitetskommissionen (2013): Analyserapport 2 - Konkurrence, internationalisering og regulering

Wooldridge, J. M. (2009): On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. Economics Letters, 104(3), s. 112-114.