



WORKING PAPER
2023:69

Att mäta produktivitetstillväxt, tekniska framsteg och effektivitetsförändringar i industriländer

Anupama Unnikrishnan och Jonas Månsson

Working Papers Series from Swedish Entrepreneurship Forum

In 2009 Swedish Entrepreneurship Forum started publishing a new series of Working Papers. These are available for download on www.entreprenorskapsforum.se, and are part of our ambition to make quality research available to a wider audience, not only within the academic world.

Scholars from different disciplines are invited to publish academic work with the common denominator that the work has policy relevance within the field of entrepreneurship, innovation and SMEs.

The working papers published in this series have all been discussed at academic seminars at the research institution of the author.

ABOUT SWEDISH ENTREPRENEURSHIP FORUM

Swedish Entrepreneurship Forum is the leading Swedish network organization for generating and transferring policy relevant research in the field of entrepreneurship and small enterprise development.

Swedish Entrepreneurship Forum is a network organization with the aim

- to serve as a bridge between the small business research community and all agents active in development of new and small enterprises.
- to initiate and disseminate research relevant to policy in the fields of entrepreneurship, innovation and SME.
- to offer entrepreneurship researchers a forum for idea sharing, to build national and international networks in the field and to bridge the gap between research and practical application.

Find out more on www.entreprenorskapsforum.se

Att mäta produktivitetstillväxt, tekniska framsteg och effektivitetsförändringar i industriländer

Av

Anupama Unnikrishnan och Jonas Månsson

Blekinge Tekniska Högskola, Sverige

Denna studie är den första av tre delstudier i ett [projekt vid Entreprenörskapsforum](#). I studien undersöks drivkrafterna bakom näringslivets produktivitetstillväxt i Sverige jämfört med andra länder. Under första halvan av 2024 kommer två nya delstudier att tas fram som båda bygger på de erfarenheter och slutsatser som presenterats i föreliggande studie.

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	3
2. Varför totalfaktorproduktivitet?.....	3
3. Tillvägagångssätt för att mäta TFP.....	4
3.1. TFP index – en illustration.....	5
3.2 Malmquistindex – det vanligaste TFP-indexet.....	6
3.3 Bjurek-Hicks-Moorsteen (BHM) indexmetod - en utmanare	7
3.4. Malmquist vs. BHM-index.....	7
4. Produktivitet i OECD och DEA – en kort översikt.....	8
5. Resultat	9
5.1. Replikering av Färe m.fl. (1994).....	9
5.2 Resultat från utökade PWT10-data (1979–2019).....	13
5.3. Hur påverkar användning av olika datakällor resultaten?.....	14
5.3.1 Olika versioner av PWT	14
5.3.2. iSTAN-databasen jämfört med PWT	17
5.3.3 Sammanfattning.....	19
5.4. Val av produktivitetsindex	19
5.4. Vad kan man lära sig av uppdelning av tillverkning med hjälp av iSTAN-databasen?	20
6. Slutsatser och avslutande diskussion.....	22
Referenser	24

1. Inledning

Produktivitet definieras som relationen mellan (alla) output(s) och (alla) input(s).¹ Ökad produktivitet, det vill säga att mer produceras givet insatserna alternativt att samma produktion kan ske med mindre resurser, är en hörnsten för att skapa stabila och konkurrenskraftiga företag över tid. Enligt ILO (2020) indikerar hög totalfaktorproduktivitet (TFP) högre ekonomisk tillväxt, högre sysselsättning, höga vinster och företagstillväxt, lägre konsumentkostnader, högre löner för arbetstagare och lägre fattigdomsnivåer. Produktivitet används också som ett mått för att studera konkurrenskraft och ekonomiskt välstånd i en ekonomi (Oh, 2010). Analys av TFP kan även, enligt Chen och Yu (2014), fungera som ett beslutsunderlag för optimal fördelning av resurser och investeringsbeslut både i företag och på nationell nivå. Således finns all anledning att analysera och mäta produktivitet på ett så korrekt sätt som möjligt.

Syftet med denna studie är att på ett systematiskt sätt gå igenom de olika utmaningarna som finns med att mäta totalfaktorproduktivitet med moderna statistiska metoder. Det gäller allt ifrån definitioner, användande av datakällor och vilket produktivitetsindex som bör användas. Vi ser detta som en början på vad som inom forskningen skulle kunna kallas 'användningen av riktiga index på riktiga data'. Nästa steg är, med föreliggande metodgenomgång som bas, att förstå vad som påverkar produktiviteten i Sverige jämfört med andra länder. Det är inte bara interna faktorer (endogena) utan även utomstående händelser (exogena) som har betydelse för den produktivitet som observeras. Under 2024 kommer två delstudier som tar sig an dessa frågor att presenteras.

2. Varför totalfaktorproduktivitet?

Produktivitet är definitionsmässigt kvoten mellan den producerade outputen (y) och den använda inputen (x), det vill säga $\text{produktivitet} = y/x$. I det fall där endast en output produceras och en input används är produktivitetsberäkningar enkla, man dividerar bara output med input. Problemet uppstår då flera outputs produceras med hjälp av flera inputs/produktionsfaktorer. Det problem som uppstår är hur dessa inputs och outputs ska aggregeras så att kvoten mellan dessa kan beräknas. I de tidiga totalfaktorproduktivitetsindexen (TFP-index) så som Törnqvistindex (Törnqvist, 1936), Laspeyres (1871) och Paasche, Fisher (1922) hanteras detta

¹ Att mäta och följa upp produktivitet har en lång historia och definitionerna av produktivitet har utvecklats genom åren, från de gamla mesopotamiska måtten till dagens produktivitetsstatistik i nationalräkenskaperna (Kramer, 2021; Bragoudakis m.fl. 2022). I modern tid har produktivitet alltid definierats som förhållandet mellan produktion och insatser (Krugman, 1994). För att mäta produktivitet har enfaktorproduktivitetsmått eller multifaktorproduktivitet-/totalfaktorproduktivitetsmått använts (ILO, 2020).

genom att använda priser på input och output som vikter.² På senare år har index som inte använder priser kommit att utvecklas och vad som har varit fokus i dessa index är relationen mellan produktiviteten över åren där TFP definieras som produktivitet år $t+1$ /produktivitet år t . Dock och inte sällan, både i officiell statistik såväl som inom forskning, ersätts dessa TFP-index med partiella mått och det vanligaste är arbetsproduktivitet (se exempelvis Tillväxtanalys, 2021). Således beräknas produktivitet som output/arbetskraft. Här uppstår ett problem, speciellt om produktiviteten studeras över längre tid. Problemet är att vi antar att informationen om alla andra produktionsfaktorer fångas av förändringar i arbetskraften. Men ett partiellt mått, så som arbetsproduktivitet, är endast en sann beskrivning av produktivitet då det bara finns en input – arbetskraft, eller då det finns en perfekt korrelation (perfekta substitut) mellan arbetskraft och andra produktionsfaktorer. Detta är av naturliga skäl problematiskt. För det första: i nationalekonomi talar man ofta om två produktionsfaktorer, arbetskraft och kapital. I normalfallet antas dessa emellertid inte vara perfekt korrelerade. Om vi således studerar produktiviteten över en längre period med teknisk utveckling och innovationer kommer arbetsproduktivetsmättet inte att, mer än indirekt, ta hänsyn till dessa förändringar. Detta motiverar att man använder någon form av TFP-mått/index för att analysera produktivetsförändringar.

3. Tillvägagångssätt för att mäta TFP

Det finns olika metoder för produktivetsanalys: ekonometriska metoder, indexmetoder, parametriska och icke-parametriska metoder. Sedan mitten av 1990-talet har olika index, baserade på icke-parametriska metoder, företrädesvis Data Envelopment Analysis (DEA), kommit att användas. En fördel med dessa index, till skillnad från exempelvis ett Törnkvistindex, är att produktivitet kan beräknas även i de fall då priser saknas. När det gäller de DEA-baserade TFP-indexen finns ett stort antal, där samtliga är utvecklingar av det så kallade Malmqvistindexet (Caves m.fl., 1982; Färe m.fl., 1989, 1992). Andra index är exempelvis: Bjurek-Hicks-Moorsteen-index (BHM), Luenberger produktivetsindex, Luenberger produktivetsindex vilka använder kvoter av distansfunktioner (Chambers, 2002; Chambers och Pope, 1996; Chambers, 1996; Bjurek, 1996).³ Luenberger–Bjurek–Hicks–

² Begreppet totalfaktorproduktivitet relaterar till att alla produktionsfaktorer är med i modellen. Det finns dock kritik mot begreppet där det framhålls att alla dimensioner knappast kan fångas. De som är kritiska mot TFP-begreppet brukar kalla denna typ av index för 'multipel productivity index' (MPI) för att markera att vi inte är säkra på att alla dimensioner fångats.

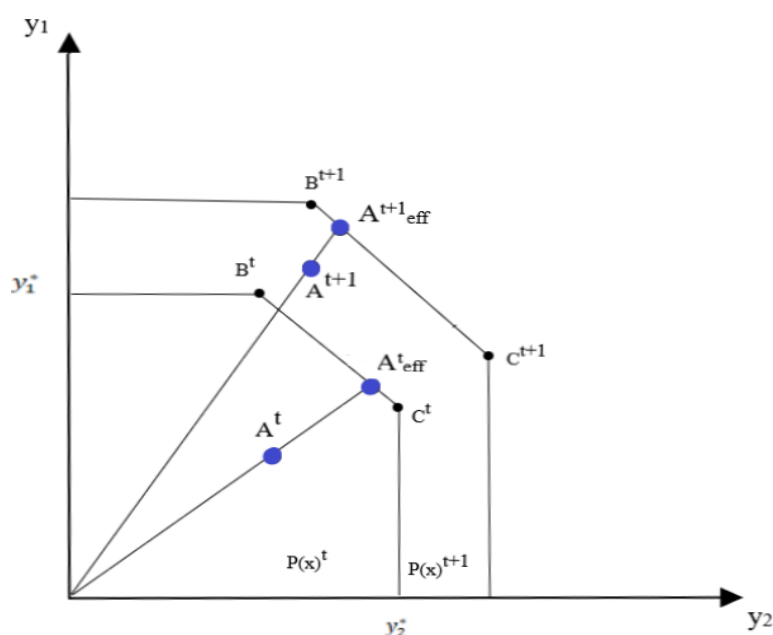
³ Shephard (1953, 1970) introducerade distansfunktion. I dessa arbeten visade Shephard att om funktionen uppfyller ett antal antaganden/axiom så kan distansfunktioner användas för att karaktärisera produktionen både från input och outputsidan.

Moorsteen TFP-index använder också distansfunktioner men baserade på skillnader (Briec och Kerstens, 2004; Balezentis et al., 2017; Kerstens m.fl., 2018). Färe–Primont är en utveckling av ovanstående men konstruerat så att det uppfyller samtliga krav teoretiska, önskvärda och nödvändiga, som kan ställas på ett produktivetsindex (se till exempel Färe och Primont, 1994; O'Donnell, 2011, 2012 för en djupare teoretisk diskussion). I föreliggande rapport har vi koncentrerat oss på två av de i modern forskning mest använda TFP-indexen nämligen, Malmquistindexet och BHM-indexet.⁴ Dessa två index presenteras översiktligt, och diskuteras nedan.

3.1. TFP index – en illustration

För att illustrera TFP beräknade med olika indextyper behöver vi introducera ett antal begrepp. En produktionsmöjlighetsmängd ($P(x)$) är alla kombinationer av output (Y_1 och Y_2) som är *möjliga* att producera givet tillgängliga resurser/input (x). I illustreras detta av $P(x)^t$ som är produktionsmöjlighetsmängden för år 1 och $P(x)^{t+1}$ motsvarande område för år 2. Produktionsfronten definieras av den *maximala* produktionen av output som kan produceras givet tillgängliga resurser.

Figur 1. Illustration av TFP beräkningar från produktionssidan



Produktionsfronten, eller som det benämns i Färe m.fl. (1994) den tekniska världsfrenten, för år t illustreras av linjerna som går genom punkterna y_1^* , land B, land C och y_2^* . Punkten A^t är

⁴ I litteraturen refereras det vi kallar Bjurek-Hicks-Moorsteen-index ofta till som endast Hicks-Moorsteen-index. Det var dock Bjurek (1996) som stod för den empiriska introduktionen av detta index. Därför kommer vi att tala om Bjurek-Hicks-Moorsteen-indexet.

ett land, exempelvis Sverige. Vad som illustreras av figur 1 är att Sverige inte tillhör de länder som ligger på världsfrenten. Detta innebär att givet de resurser som Sverige har tillgängliga så uppnås inte maximal produktion, det vill säga det finns en ineffektivitet. Avståndet mellan A^t och A_{EFF}^{t+1} visar på förekomsten av ineffektivitet. Mellan år t och år $t+1$ har teknologin förändrats så att produktionsfronten har förskjutits utåt. Med samma mängd resurser finns det vissa länder som kan producera mer vilket exempelvis kan vara en följd av förbättrad teknologi, ökad kompetens hos arbetskraften, innovationer etcetera. Denna förändring av produktionsfronten benämns teknologisk förändring (technological change/progress). År $t+1$ har Sverige, illustrerat av punkten A^{t+1} , flyttat sig närmare produktionsfronten, det vill säga ineffektiviteten har reducerats, dock inte eliminerats. Detta innebär att Sverige år $t+1$ använder sina resurser mer effektivt jämfört med året innan. Sverige har dock fortfarande en viss ineffektivitet eftersom landet inte återfinns vid fronten. Den produktivitetökning som ägt rum mellan år t och år $t+1$ kan således delas upp i en effektivitetseffekt då enhetens avstånd till den aktuella fronten förändrats och en effekt kopplad till teknologisk utveckling. I multiplikativa index, vilka är sådana produktivitetsindex som används i denna studie, kan den totala produktivitetökningen beräknas som: produktivitet = teknisk förändring * effektivitetsförändring.

3.2 Malmquistindex – det vanligaste TFP-indexet

De teoretiska grunderna för Malmquist produktivitetsindex kommer från Caves m.fl. (1982) men det var först 1989 som indexet började användas.⁵ I dess grundläggande form, så som det används i Färe m.fl. (1994), bygger beräkningarna på ett antagande om konstant skalavkastning och bortser således från förändringar i skalfördelar vilket exempelvis påpekades av O'Donnell (2010). Den stora fördelen med Malmquistindexet är att modellen dels kan hantera både flera input och output, dels att den totala produktivitetsförändringen kan delas upp i en del som relateras till teknisk utveckling och en del som relateras till effektivitetsutveckling över tiden. Malmquistindexet har kommit att bli ett av de mest använda indexen för att mäta produktivitet inom forskningen och har även gjort sitt intåg som resultatmått i den offentliga sektorn.⁶ Bland annat används Malmquistindexet av Riksrevisionerna i Sverige och Norge.

⁵ Upprinnelsen till utvecklingen av Malmquistindexet var att en grupp forskare fick i uppdrag att studera produktiviteten hos de svenska apoteken, som vid den tiden var reglerade lokala monopol. Problemet var att det i data fattades information om priser samtidigt som analysen skulle omfatta flera input och output. För att lösa problemet hämtade forskarna inspiration från Caves m.fl. (1982) som visade hur ett produktivitetsindex kunde relateras till distansfunktioner (se Shephard, 1953, 1970), varför det i teorin fanns en lösning. Den praktiska lösningen om hur indexet skulle konstrueras fann forskarna i en artikel av Sten Malmquist från 1953.

⁶ I september 2023 hade Färe m.fl. (1994) mer än 7 000 citeringar enligt Google scholar.

3.3 Bjurek-Hicks-Moorsteen (BHM) indexmetod - en utmanare

En kritik mot Malmquistindexet är att det bygger på kvoter mellan distansfunktioner som antingen är inputorienterade (minimera resurser, givet output) eller outputorienterade (maximera produktionen givet insatsvaror). Eftersom produktivitet definieras som kvoten mellan output och input kallas ibland Malmquistindexet för "Improper productivity index" (Briec och Kerstens, 2011). En variant av detta index är att beräkna kvoten mellan outputorienterade och inputorienterade distansfunktioner. Detta index har i litteraturen, benämnts Hicks-Moorsteen-index, men det var Bjurek (1996) som lanserade indexet, varför vi benämner detta index Bjurek-Hicks-Moorsten (BHM) index.

3.4. Malmquist vs. BHM-index

I Färe och Grosskopf (2000) visas att båda dessa index är lika om vissa specifika antaganden är uppfyllda.⁷ Men dessa antaganden uppfylls sällan i produktivitetsanalyser. Boussemart m.fl. (2003) gör en teoretisk jämförelse mellan de båda indexen och visar på att de grundläggande antaganden, för att vara ett produktivitetsindex i större omfattning, är uppfyllda för BHM-indexet. Kerstens och Van de Woestyne (2014) går så långt att de hävdar att Malmquistindexet är en dålig approximering av BHM-indexet. Vidare hävdar O'Donnell (2012) att Malmquistindexet inte kan betraktas som ett multiplikativt totalfaktorproduktivitetsindex, vilket möjliggör en uppdelning i av Malmquistindexet i teknologisk utveckling respektive effektivisering. BHM-indexet är däremot väldefinierat och kan hantera de begränsningar som finns med det ursprungliga Malmquistindexet. Vidare, BHM-index, som är förhållandet mellan aggregerat outputindex och aggregerat inputindex, uppfyller det bestämningsaxiom som Malmquistindexet inte gör, nämligen definitionen av produktivitet som förhållandet mellan input och output (Briec och Kerstens, 2011). Ytterligare en fördel med BHM är att det, till skillnad från Malmquistindexet, kan användas för produktivitetsberäkningar för fler än två perioder i taget (se till exempel Liu och Tsai, 2018; O'Donnell, 2010; Briec och Kerstens 2011; Kerstens och Van de Woestyne, 2014; Peyrache, 2014).

Det är dock viktigt att ha i åtanke att Malmquistindexet är det mest använda TFP-indexet i modern forskning av produktivitetstillväxt både då länder och företag jämförs inom ett land. I denna studie används båda indexen.

⁷ Teknologin är omvänt homotetisk och ett antagande om konstant skalavkastning görs.

4. Produktivitet i OECD och DEA – en kort översikt

Det finns en omfattande forskning och en stor mängd rapporter som behandlar produktivitet inom OECD och andra länder. Detta avsnitt har inte ambitionen att ge en fullständig bild över all denna litteratur utan ska mer ses som en kort översikt där fokus är på vilka frågor som studerats snarare än resultatet.

Forskning om produktivitet i industriländer har ofta haft sitt fokus på USA (Dowrick och Nguyen, 1989; Baumol, 1986; Abramovitz, 1986; Färe m.fl., 1994; Margaritis, Färe och Grosskopf, 2007; Nicolletti m.fl., 2003; Åh, 2010). En annan del av litteraturen studerar OECD-länder. Exempelvis Arcelus och Arocena (2000) vilka analyserar produktiviteten i 14 OECD-länder under perioden 1970–1990. Studien konstaterar att under den studerade perioden har skillnader i produktivitet utvecklingen minskat. Chen och Yu (2014) använder Malmquistindex för att undersöka produktiviteten i 99 länder, inklusive OECD-länder, och finner att ländernas produktivitetstillväxt i en majoritet av länderna kan hänföras till teknisk utveckling. Badinger och Egger (2008) införde en rumslig metod för att mäta produktivitetsspridningseffekter. Underlaget till studien utgörs av branschspecifika data från 13 OECD-länder. Författarna finner att spridningseffekter av kunskap sker både mellan (horisontellt) och inom länder (vertikalt), medan resterande spridningseffekter främst är av branschintern typ.

Ogbeifun och Shobande (2022) studerar ackumulering av humankapital och ekonomisk tillväxt i 24 OECD-länder. Författarna drar slutsatsen att tillväxten inte konvergerar mellan länderna utan det är humankapitalet, sparkvoten och öppenheten i handeln som bestämmer den ekonomiska tillväxten i deras urval av OECD-länder. Balezentis m.fl. (2017) använder Luenberger-Hicks-Moorsteen för att mäta TFP i OECD-länder där man även beaktar utsläpp, så kallad miljöeffektivitet. Författarna finner att modellen som inkluderar, i detta fall, CO₂-utsläpp som en ”oönskad output”, levererar mer pessimistiska resultat jämfört med traditionella modeller där CO₂ använts som direkt input. Margaritis m.fl. (2007) analyserar trenderna i arbetsproduktivitet i en grupp av OECD-länder genom att använda DEA för att beräkna Malmquistindex. Författaren menar att produktivitetsgapen i de analyserade länderna minskar över tiden.

Pilat (1996) som analyserat arbetsproduktiviteten inom tillverkningssektorn och finner att skillnaderna i produktivitetsnivåerna mellan länderna var förhållandevis hög inom OECD. I en senare studie studerar Pilat m.fl. (2006) tillverkningssektorn i OECD-länderna på något nyare data och finner att tillverkningsindustrins andel i OECD:s ekonomier minskar. Mattsson m.fl. (2019) använder stokastisk frontanalys för att studera förändringar i TFP i svensk

tillverkningsindustri. Uppsatsens slutsats är att den lägre nivån på TFP kan relateras till lägre nivå av tekniska förändring.

Som framgår av denna begränsade genomgång av litteraturen är det en mängd olika produktivetsindex som har använts. Likaså varierar urvalet av länder mellan studierna. Ett problem som vi tycker oss ha identifierat är att det inte finns någon diskussion om varför man valt de länder man gjort. Om fokus för studien är beskrivande med betoning på en grupp länder behöver detta inte vara problematiskt, men om ett land står i fokus för analys, exempelvis Sverige, är det viktigt att de länder som finns med i något/några avseenden är lika Sverige. När det gäller användandet av olika index finns naturligt en ”publication bias” – det vill säga det är lättare att få en studie publicerad om det finns få förlagor. Likaså är index som bygger på färre antaganden mer attraktiva än de som bygger på många. Vår, något pragmatiska, utgångspunkt är att läsare ska känna igen sig i resonemanget varför vi valt att gå vidare med två index som båda tillåter att produktivetsutvecklingen kan delas in i teknisk- och effektivitetsförändring och som har många förlagor.

5. Resultat

Avsnittet är organiserat så att vi först presenterar replikeringsresultaten. Därefter presenteras och diskuteras möjligheterna till förlängning av tidserier baserat på samma datakälla som i Färe m.fl. (1994). Vi konstaterar att så inte är fallet och använder därför en annan databas, iSTAN. Därefter diskuteras vilken typ av index som bör användas. Slutligen presenterar vi resultat där tillverkningssektorns produktivetsutveckling jämförs med produktivetsutvecklingen i Sverige totalt.

5.1. Replikering av Färe m.fl. (1994)

Eftersom syftet med hela denna rapport är att ge riktlinjer för hur produktivitet ska beräknas är första steget att definiera produktionen i termer av input och output. Vår utgångspunkt är att replikera Färe m.fl. (1994). I den studien används ett urval av 17 OECD-länder för att analysera produktivetsutvecklingen. De utvalda länderna är Australien, Österrike, Belgien, Kanada, Danmark, Finland, Frankrike, Tyskland, Grekland, Irland, Italien, Japan, Norge, Spanien, Sverige, Storbritannien och USA. De data som används är från Penn World Tables (PWT), version 5. I studien används kapitalstocken per arbetare som kapitalinsats och real bruttonationalprodukt (BNP) per arbetare som arbetsinsats. Eftersom PWT-databasen regelbundet uppdateras går det inte att använda den senaste versionen av PWT för en replikationsstudie, utan samma källa (PWT) och samma år som data skapades (PWT5) måste användas.

Färe m.fl. (1994) använder ett outputorienterat Malmquistindex för att mäta produktivitetstillväxt. Metoden innebär att vi genom ett icke-parametriskt tillvägagångssätt (linjärprogrammering) identifierar vad som i Färe m.fl. (1994) kallas en 'världsgräns'. Denna består av de länder som visar på den högsta produktionen givet de resurser som finns tillgängliga. När denna front är skapad jämförs varje land i urvalet mot denna 'världsfront'. Om ett land inte utgör del av 'världsfronten' ska det tolkas som att de skulle kunna producera mer, givet de resurser som de har, det vill säga det finns en ineffektivitet. När vi studerar förändringar över tid kan ett land ha kommit närmare eller längre ifrån denna front. Om det kommit närmare talar man om 'catching-up'. Den andra delen av detta, tekniska framsteg, resulterar i att fronten flyttat sig utåt, vilket ska tolkas som att mer output kan produceras med samma mängd resurser som tidigare. Detta kan bli fallet om vi har en hög teknisk utveckling, nya innovationer, mer kompetent arbetskraft etcetera. I modellen används kapitalstocken per arbetare som kapitalinsats och real bruttonationalprodukt (BNP) per arbetare som arbetsinsats.⁸ Resultaten av replikeringen presenteras i tabell 1.⁹ I kolumn 2–4 redovisas våra resultat och motsvarande resultat från Färe med flera (1994) i kolumn 5–7.¹⁰

Tabell 1: Genomsnittliga årliga förändringar i TFP (MALM), uppdelat på teknisk förändring (TECHCH) och effektivitetsförändring (EFFCH), 1979–1988. Icke tilltagande skalavkastning (NIRS).

Land	Våra resultat			Resultat i Färe m.fl. (1994)		
	2MALM	3 TECHCH	4EFFCH	5MALM	6 TECHCH	7EFFCH
Australien	0,9973	1,0009	0,9964	0,9973	1,0009	0,9964
Österrike	0,9981	1,0009	0,9972	0,9981	1,0009	0,9972
Belgien	1,0092	1,0161	0,9931	1,0092	1,0161	0,9931
Kanada	1,0151	1,0161	0,9990	1,0151	1,0161	0,9990
Danmark	1,0026	1,0009	1,0017	1,0026	1,0009	1,0017
Finland	1,0272	1,0161	1,0109	1,0272	1,0161	1,0109
Frankrike	1,0081	1,0161	0,9921	1,0081	1,0161	0,9921
Tyskland	1,0117	1,0161	0,9956	1,0117	1,0161	0,9956
Grekland	0,9962	1,0009	0,9953	0,9962	1,0009	0,9953
Irland	0,9821	1,0009	0,9813	0,9821	1,0009	0,9813
Italien	1,0195	1,0161	1,0033	1,0195	1,0161	1,0033
Japan	1,0287	1,0161	1,0124	1,0287	1,0161	1,0124
Norge	1,0236	1,0161	1,0073	1,0236	1,0161	1,0073
Spanien	0,9898	1,0009	0,9890	0,9898	1,0009	0,9890

⁸ De data som användes i Färe m.fl. (1994) baserades på PWT5. PWT5 som finns tillgänglig på Penns webbplats motsvarar inte de data som användes för studien, eftersom uppgifterna senare har uppdaterats. Vi har dock lyckats få tillgång till den version av PWT5 som användes i studien eftersom originaldata var ett komplement till AER-artikeln.

⁹ MATLAB-koden kan erhållas av författarna.

¹⁰ Det ska noteras att under replikeringsprocessen identifierades en viss skillnad. I Färe (1994) nämns att ett antagande om konstant skalavkastning (CRS) görs, men är troligen en felskrivning eftersom det antagandet om skalavkastning som görs är icke tilltagande skalavkastning (NIRS).

Sverige	1,0019	1,0009	1,0010	1,0019	1,0009	1,0010
Storbritannien	1,0012	1,0009	1,0003	1,0012	1,0009	1,0003
USA	1,0085	1,0085	1,0000	1,0085	1,0085	1,0000
Genomsnitt	1,0070	1,0085	0,9986	1,0070	1,0085	0,9986

Som framgår av tabell 1 är våra resultat identiska med dem som används i Färe m.fl. (1994) om vi använder NIRS-antagandet. Eftersom vi lyckats replikera resultaten i Färe m.fl. (1994) ger det oss startpunkten för vår utvidgning, det vill säga input och outputdefinitioner (modell), index (Malmqvistindex) och datakälla (PWT).

I Färe m.fl. (1994) anges i tabellförklaringen att det är resultaten under antagande om konstant skalavkastning (tabell xxx, sid yy), Därför har vi också beräknat de resultat som borde presenterats i Färe m.fl. (1994), det vill säga Malmquists index under antagande om konstant skalavkastning. Dessa resultat presenteras i tabell 2.

Tabell 2. Genomsnittliga årliga förändringar i TFP (MALM) uppdelat på teknisk förändring (TECH) och effektivitetsförändring (EFFCH), 1979–1988. CRS

Land	TFP	TECH	EFFCH
Australien	0,9973	1,0009	0,9964
Österrike	0,9981	1,0009	0,9972
Belgien	1,0017	1,0009	1,0009
Kanada	0,9847	1,0009	0,9838
Danmark	1,0026	1,0009	1,0017
Finland	1,0030	1,0009	1,0021
Frankrike	0,9915	1,0009	0,9907
Tyskland	0,9946	1,0009	0,9937
Grekland	0,9962	1,0009	0,9953
Irland	0,9821	1,0009	0,9813
Italien	1,0072	1,0009	1,0064
Japan	0,9811	1,0009	0,9802
Norge	0,9977	1,0009	0,9968
Spanien	0,9898	1,0009	0,9890
Sverige	1,0019	1,0009	1,0010
Storbritannien	1,0012	1,0009	1,0003
USA	1,0009	1,0009	1,0000
Genomsnitt	0,9953	1,0009	0,9945

Resultaten i tabell 2 ska tolkas så att ett värde större än 1 innebär att produktiviteten ökat, att tekniska framsteg gjorts och/eller att effektivitetsförbättringar gjorts. Ett värde mindre än 1 innebär att produktiviteten minskat, tekniska framsteg har inte bidragit samt att ineffektiviteten blivit större. Ett värde lika med 1 innebär att inget har förändrats.

En första observation som kan göras är att resultaten för de flesta länderna ligger nära 1. Detta är inte speciellt överraskande eftersom vi jämför länder och att TFP-måtten i detta fall snarare visar på konkurrenskraft än produktivitet i olika sektorer. Ett land som har ett värde över 1 har rört sig närmare världsfronten. Det innebär att de använder sina resurser mer effektivt varför möjligheterna att konkurrera, även med länderna på 'världsfronten', har ökat. Som också framgår av tabell 2 är den genomsnittliga tekniska förändringen densamma för alla länder. Detta är alltid fallet om konstant skalavkastning används, eftersom 'världsgränsen' rör sig lika för alla länder. Vid en närmare granskning kan man konstatera att nio av de 17 länderna som ingick i urvalet uppvisar kontrasterande resultat. Denna skillnad i resultat kan hänföras till antagandena i de olika skalorna. Resultaten visar således att valet av skalantaganden påverkar de beräknade produktivitetstalen.

I tabell 3 presenteras den årliga förändringen i Malmquist TFP och dess nedbrytning under CRS, för Sverige och Norge i tabell 3, det vill säga hur Sveriges och Norges konkurrenskraft har förändrats i förhållande till de länder som utgör världsfronten. I Färe m.fl. (1994) var det USA som utgjorde referenslandet så resultaten visar om Sverige och Norge kommit närmare USA. Exempelvis mellan 1983 och 1984 så ökade Sveriges konkurrenskraft i förhållande till USA med cirka 2,3 procent. Detta berodde på att Sverige hade en positiv teknisk utveckling (1,04) som översteg den något negativa effektivitetsutvecklingen (0,98).

Tabell 3. Årliga förändringar i TFP (MALM) uppdelat i teknisk förändring (TECH) och effektivitetsförändring (EFFCH), 1979–1988, Sverige och Norge. CRS.

Land	År	MALM	TECH	EFFCH
Sverige	1979/80	0,9891	0,9695	1,0202
	1980/81	0,9960	0,9967	0,9993
	1981/82	0,9990	0,9589	1,0418
	1982/83	1,0078	1,0254	0,9828
	1983/84	1,0229	1,0438	0,9800
	1984/85	1,0201	0,9919	1,0284
	1985/86	0,9816	1,0087	0,9732
	1986/87	1,0027	1,0074	0,9953
	1987/88	0,9986	1,0083	0,9904
Norge	1979/80	1,0129	0,9695	1,0447
	1980/81	0,9551	0,9967	0,9583
	1981/82	0,9673	0,9589	1,0088
	1982/83	1,0157	1,0254	0,9905
	1983/84	1,0146	1,0438	0,9721
	1984/85	1,0163	0,9919	1,0246
	1985/86	1,0058	1,0087	0,9971
	1986/87	1,0007	1,0074	0,9934
	1987/88	0,9925	1,0083	0,9844

Av tabell 3 framgår även att det för både Sverige och Norge är den tekniska utvecklingen som driver förändringar i Malmquist TFP.

Huvudsyftet med detta avsnitt har varit att utföra en replikering av Färe m.fl. (1994) som grund för att utveckla de idéer som presenteras fortsättningsvis. Vi kan dra slutsatsen att vi har lyckats replikera resultaten som därför ger oss definitioner av input och output, indexet och datakällan för de kommande avsnitten.

5.2 Resultat från utökade PWT10-data (1979–2019)

Ett första steg i vår utvidgning är att använda samma datakälla, samma input och output och samma analytiska ramverk. Men eftersom PWT-databasen uppdateras regelbundet var identiska variabler inte tillgängliga direkt i den senaste versionen av databasen, PWT10. Vi använde följande input och output från PWT10 som är det närmaste vi kan få de data som finns tillgängliga i PWT5:

- Produktion: real BNP (rgdpo) i miljoner USD i förhållande till antalet personer som arbetar (emp)
- Insats: kapitalstock (rkna) i miljoner USD i förhållande till antalet personer som arbetar (emp)

I tabell 4 redovisas beräkningar av de genomsnittliga årliga förändringarna baserade på data med hjälp av PWT10-data för perioden 1979–2019.

Tabell 4: Årliga förändringar i TFP (MALM) för Sverige uppdelat i teknisk förändring (TECHCH) och effektivitetsförändring (EFFCH), (1979–2019), CRS.

Sverige	PWT10-data			
	År	MALM	TECH	EFFCH
	1979/80	0,9861	0,9667	1,0201
	1980/81	0,9988	0,9985	1,0003
	1981/82	0,9943	0,9567	1,0393
	1982/83	1,0098	1,0209	0,9891
	1983/84	1,0283	1,0431	0,9858
	1984/85	1,0011	1,0030	0,9980
	1985/86	1,0503	1,0003	1,0499
	1986/87	1,0235	1,0048	1,0186
	1987/88	1,0172	1,0117	1,0055
	1988/89	0,9989	1,0068	0,9922
	1989/90	0,9920	0,9909	1,0011
	1990/91	0,9813	0,9766	1,0048
	1991/92	0,9853	1,0154	0,9703
	1992/93	0,9673	1,0072	0,9603

1993/94	1,0595	1,0187	1,0401
1994/95	1,0641	1,0034	1,0605
1995/96	1,0271	1,0132	1,0137
1996/97	1,0312	1,0177	1,0132
1997/98	1,0351	1,0148	1,0200
1998/99	1,0476	1,0142	1,0329
1999/00	1,0580	1,0096	1,0479
2000/01	0,9650	0,9806	0,9841
2001/02	0,9989	0,9902	1,0087
2002/03	1,0217	1,0037	1,0180
2003/04	1,0397	1,0123	1,0271
2004/05	1,0331	1,0306	1,0025
2005/06	1,0316	1,0591	0,9740
2006/07	1,0525	0,9827	1,0710
2007/08	1,0124	1,1021	0,9187
2008/09	0,9297	0,8247	1,1272
2009/10	1,0461	1,0662	0,9812
2010/11	1,0648	1,0764	0,9892
2011/12	0,9953	1,0319	0,9646
2012/13	0,9912	0,9537	1,0393
2013/14	0,9988	0,9173	1,0889
2014/15	1,0245	1,0149	1,0095
2015/16	1,0022	1,0024	0,9998
2016/17	1,0232	1,0086	1,0144
2017/18	0,9882	1,0152	0,9735
2018/19	1,0075	1,0063	1,0012
Genomsnitt	1,0146	1,0043	1,0114

För Sverige visar analysen på en högre genomsnittlig produktivitetstillväxt och i genomsnitt är det effektivitetsförändring (EFFCH) som är drivkraften för produktivitetsförändringen under större delen av åren. Att de genomsnittliga värdena är större än 1 kan tolkas som att Sverige under perioden stärkt sin konkurrenskraft. En möjlig förklaring kan tillskrivas reformerna i början av 1990-talet efter krisen (Nicoletti m.fl., 2003 och Eklund, 2022).

5.3. Hur påverkar användning av olika datakällor resultaten?

I detta avsnitt diskuteras och illustreras skillnaderna (kallas inkonsekvens nedan) i beräknad produktivitet beroende på vilken datakälla som används.

5.3.1 Olika versioner av PWT

Johnson m.fl. (2013) har betonat att PWT-databasen varierar mellan olika versioner. I det här avsnittet belyser vi inkonsekvensen i olika versioner av PWT-databasen. Vi börjar med att beräkna de årliga förändringarna i TFP med hjälp av Malmquists index för att illustrera variabiliteten och inkonsekvensen i två olika versioner, PWT5 och PWT10. I tabell 5 jämför vi

resultaten mellan de två datakällorna för samma tidsperiod, samma modell. Vi redovisar årsförändringen i Malmquist TFP för Sverige och Norge.¹¹

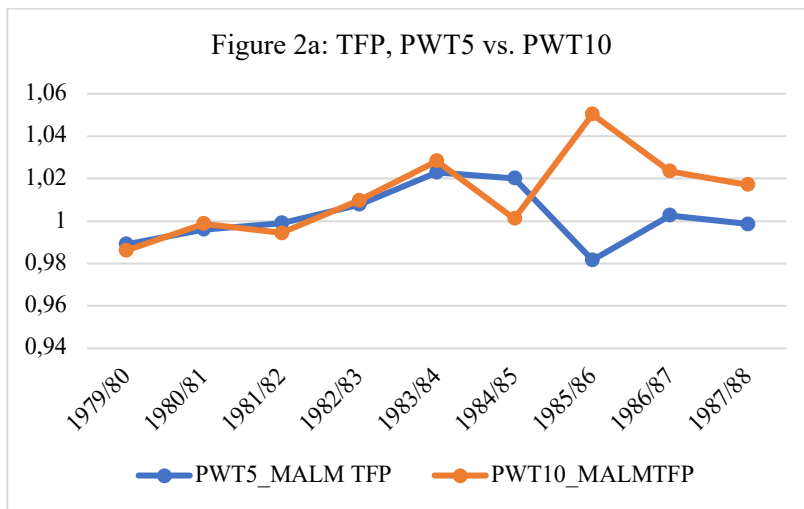
Tabell 5: Årliga förändringar i TFP (MALM) uppdelat på teknisk förändring (TECH) och effektivitetsförändring (EFFCH), 1979–1988, PWT5 vs. PWT10, Konstant återgång till skala (CRS).

Land	År	PWT5-data			PWT10-data		
		MALM	TECH	EFFCH	MALM	TECH	EFFCH
Sverige	1979/80	0.9891	0.9695	1.0202	0.9861	1.0201	0.9667
	1980/81	0.9960	0.9967	0.9993	0.9988	1.0003	0.9985
	1981/82	0.9990	0.9589	1.0418	0.9943	1.0393	0.9567
	1982/83	1.0078	1.0254	0.9828	1.0098	0.9891	1.0209
	1983/84	1.0229	1.0438	0.9800	1.0283	0.9858	1.0431
	1984/85	1.0201	0.9919	1.0284	1.0011	0.9980	1.0030
	1985/86	0.9816	1.0087	0.9732	1.0503	1.0499	1.0003
	1986/87	1.0027	1.0074	0.9953	1.0235	1.0186	1.0048
	1987/88	0.9986	1.0083	0.9904	1.0172	1.0055	1.0117
Norge	1979/80	1.0129	0.9695	1.0447	1.0292	1.0647	0.9667
	1980/81	0.9551	0.9967	0.9583	0.9745	0.9760	0.9985
	1981/82	0.9673	0.9589	1.0088	0.9586	1.0020	0.9567
	1982/83	1.0157	1.0254	0.9905	1.0129	0.9921	1.0209
	1983/84	1.0146	1.0438	0.9721	1.0282	0.9857	1.0431
	1984/85	1.0163	0.9919	1.0246	0.9837	0.9807	1.0030
	1985/86	1.0058	1.0087	0.9971	0.9416	0.9413	1.0003
	1986/87	1.0007	1.0074	0.9934	1.0000	0.9952	1.0048
	1987/88	0.9925	1.0083	0.9844	0.9370	0.9262	1.0117

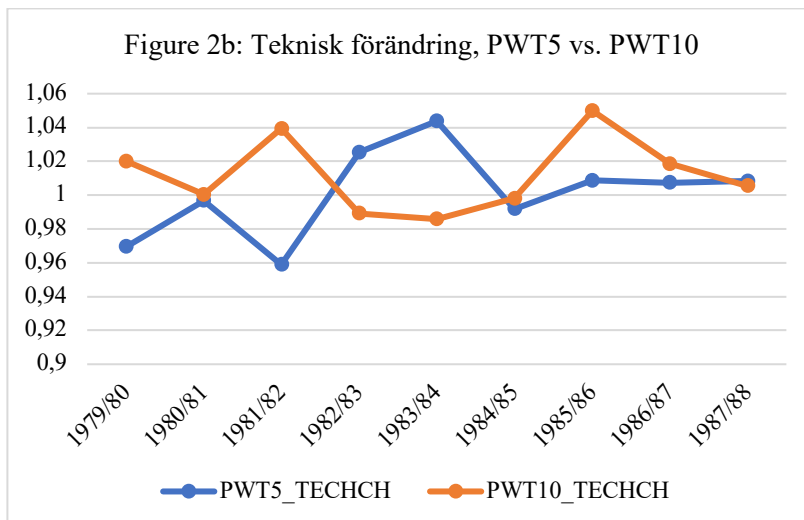
I tabell 5 redovisar vi resultaten från samma modell, samma tidsperiod och samma in- och output men med PWT5 respektive PWT10 för Sverige och Norge. Våra resultat tyder på att de uppdateringar som gjorts i PWT har en betydande inverkan på resultaten. I figurerna 2a–2c illustreras skillnaderna i resultat beroende på vilken datakälla som används.

¹¹ Resultaten för övriga länder kan erhållas av författarna.

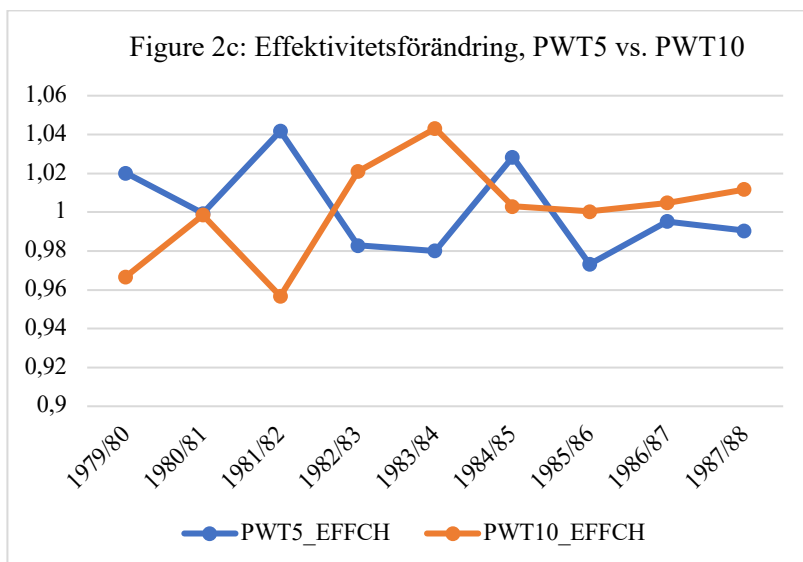
Figur 2. Ackumulerade resultat PWT5 och PWT10, Sverige (1979–1988)



Av figur 2a, som jämför TFP-beräkningar baserade på PWT5 respektive PWT10 för Sverige, framgår att fram till 1983/84 ger de båda datakällorna likvärdiga resultat. Efter 1983/84 är skillnaderna dock stora. Exempelvis indikerar resultaten en avmattning i Malmquist TFP under perioden 1985–1988 då PWT5 används, men beräkningar baserade på PWT10-data för samma tidsperiod visar en uppåtgående trend.



Liknande avvikelser kan också observeras i figur 2b, som visar teknisk förändring. Här är skillnaderna än större. 1980/81 till 1981/82 så visar beräkningarna baserade på PWT5 en kraftig minskning medan samma beräkning med PWT10 visar på en kraftig ökning.



Som visas i figur 2c uppvisar beräkningarna även stora skillnader i effektivitetsförändringarna beroende på vilken datakälla som används. En slutsats av jämförelsen är att även om samma definitioner, index och modeller används är resultaten beroende på vilken datakälla som används. Troligen beror detta på att PWT-data är förhållandevis snabba på att leverera data, men med konsekvensen att precisionen, åtminstone för åren som ligger nära publiceringsåret för data, kan vara bristfällig och innehålla felaktigheter som senare korrigeras. Detta resulterar i utmaningar när jämförelser över tiden ska göras baserade på PWT-data.

5.3.2. iSTAN-databasen jämfört med PWT

En begränsning med PWT-databasen är, som påpekats av Johnson m.fl. (2013) och som visats ovan, att den varierar väsentligt mellan olika versioner av PWT. Detta får till följd att resultat som beräknas, och som baseras på olika versioner av PWT, kan variera avsevärt trots att de härrör från mycket liknande underliggande data och utgår från identiska metoder. Ett alternativ till att använda PWT-databasen är iSTAN-databasen. iSTAN-databasen tillhandahålls av OECD för att analysera industrins resultat på en relativt detaljerad aktivitetsnivå i olika länder. Den omfattar årliga mått på produktion, förädlingsvärde och dess komponenter, arbetsinsats, investeringar och kapitalstock. En nackdel med iSTAN-databasen är att den endast täcker data från 1995 till 2018 för de valda variablerna. En fördel är dock att det tillåter uppdelning sektorer. För beräkningarna använder vi följande input och output som liknar de som används av Färe m.fl. (1994):

- Produktion: bruttoproduktion i miljoner USD i förhållande till antalet sysselsatta

- Insats: fasta bruttoinvesteringar i miljoner USD i förhållande till antalet sysselsatta personer

Resultaten från iSTAN-databasen för branschgenomsnittet för Sverige redovisas i tabell 6.¹²

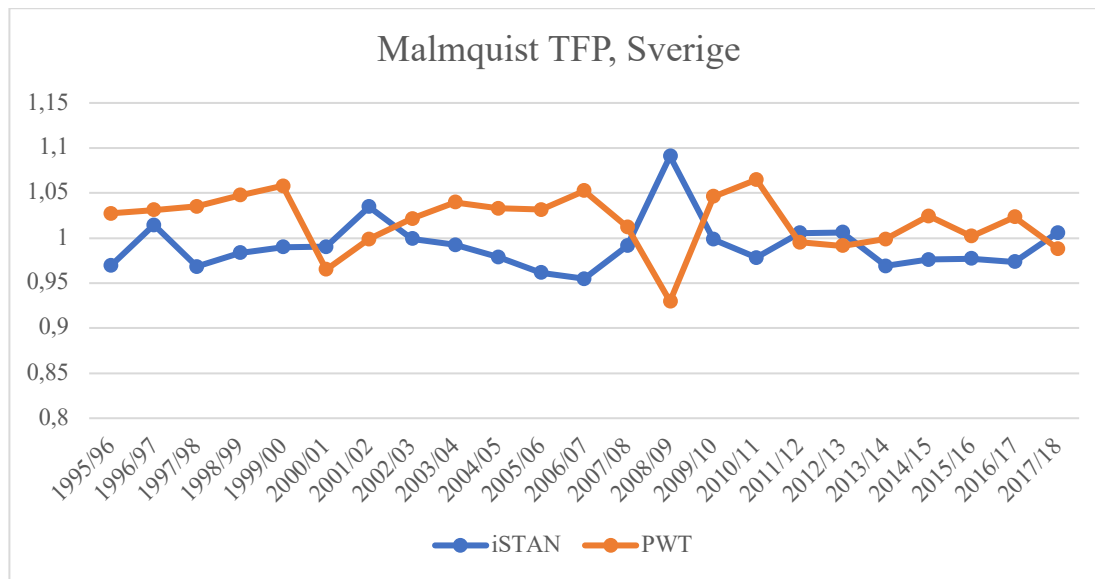
Tabell 6: Årliga förändringar i TFP (MALM) uppdelat på teknisk förändring (TECH) och effektivitetsförändring (EFFCH), 1995–2018 för Sverige, iSTAN-databas vs. PWT10

Sverige År	iSTAN			PWT10		
	MALM	TECH	EFFCH	MALM	TECH	EFFCH
1995/96	0,9694	0,9614	1,0083	1,0271	1,0132	1,0137
1996/97	1,0145	0,9317	1,0889	1,0312	1,0177	1,0132
1997/98	0,9684	0,9665	1,0019	1,0351	1,0148	1,0200
1998/99	0,9835	0,9893	0,9941	1,0476	1,0142	1,0329
1999/00	0,9900	0,9515	1,0405	1,0580	1,0096	1,0479
2000/01	0,9902	1,0061	0,9842	0,9650	0,9806	0,9841
2001/02	1,0349	0,9870	1,0486	0,9989	0,9902	1,0087
2002/03	0,9992	1,0011	0,9982	1,0217	1,0037	1,0180
2003/04	0,9923	0,9830	1,0094	1,0397	1,0123	1,0271
2004/05	0,9788	0,9864	0,9923	1,0331	1,0306	1,0025
2005/06	0,9614	1,0004	0,9610	1,0316	1,0591	0,9740
2006/07	0,9549	0,9771	0,9773	1,0525	0,9827	1,0710
2007/08	0,9912	1,0352	0,9574	1,0124	1,1021	0,9187
2008/09	1,0908	1,0978	0,9936	0,9297	0,8247	1,1272
2009/10	0,9984	0,9941	1,0043	1,0461	1,0662	0,9812
2010/11	0,9782	1,1201	0,8733	1,0648	1,0764	0,9892
2011/12	1,0057	1,2024	0,8365	0,9953	1,0319	0,9646
2012/13	1,0063	1,0460	0,9620	0,9912	0,9537	1,0393
2013/14	0,9690	1,0338	0,9373	0,9988	0,9173	1,0889
2014/15	0,9762	0,9965	0,9796	1,0245	1,0149	1,0095
2015/16	0,9772	0,9692	1,0082	1,0022	1,0024	0,9998
2016/17	0,9737	0,9435	1,0321	1,0232	1,0086	1,0144
2017/18	1,0059	1,0828	0,9290	0,9882	1,0152	0,9735
Genomsnitt	0,9917	1,0114	0,9834	1,0182	1,0062	1,0139

Det framgår av tabell 6 att iSTAN och PWT-databasen uppvisar motstridiga mönster i TFP-förändringar under mätperioden 1995–2019. Till exempel, under den globala finanskrisen, visar beräkningar baserade på PWT en uppåtgående utveckling i Sveriges TFP, medan beräkningarna baserade på iSTAN visar en nedåtgående utveckling av TFP. Liknande motsägelsefulla mönster kan observeras under perioden 2009–2010. I figur 3 visas TFP-resultaten grafiskt.

¹² Resultaten för övriga länder bifogas i kompletterande material.

Figur 3. Malmquists totalfaktorproduktivtetsindex för Sverige, 1995–2018. PWT10 databas vs. iSTAN-databas, CRS.



Figur 3 visar på betydande skillnader i beräkningarna av årliga förändringar av Malmquist TFP baserade på data från PWT-databasen respektive iSTAN-databasen.

5.3.3 Sammanfattning

Det finns fördelar och nackdelar med båda källorna vi har använt. Det bör noteras att vi inte har för avsikt eller möjlighet här att utvärdera orsakerna till att dessa skillnader uppstår. Fördelarna med PWT-databaserna är att de sträcker sig över en lång period, och vi får också intrycket av att PWT uppdateras snabbare än iSTAN. Nackdelarna, och kanske på grund av den snabba publiceringen, är att det verkar vara mer inkonsekvens mellan versionerna, vilket naturligtvis kan få konsekvenser för eventuella policyrekommendationer och även, som i vårt fall, för replikeringar. Den största fördelen med iSTAN är att vi får intrycket att det är mer stabilt över tid, vilket gör resultaten mindre tidsberoende. iSTAN ger också information på disaggregerad nivå. Den största nackdelen är att den är tidsbegränsad, från 1995 och framåt. Om till exempel produktivitet ska mätas och analyseras över en lång tidsperiod är således iSTAN-databasen inget alternativ. Det finns dock data från 1995 vilket gör att den tidsserien som kan användas är nästan 20 år. Med tanke på syftet i föreliggande studie kommer vi fortsättningsvis att använda databasen iSTAN.

5.4. Val av produktivtetsindex

Vi har i tidigare avsnitt visat på att det finns en mängd olika produktivtetsindex som alla har sina för- och nackdelar. Det TFP-index som är det vanligaste inom både forskning och utredningar är Malmquist TFP-index, vilket också är det som används i Färe m.fl. (1994). Ett

alternativ till detta index är Bjurek-Hicks-Moorsten TFP-indexet vilket bygger på färre antaganden, det vill säga icke testbara villkor, som är grundförutsättningar. I avsnitten ovan har vi använt antagandet om CRS och som bevisas i Färe och Grosskopf (2000) är BHM och Malmquistindex identiska om CRS antas.¹³ Fördelarna med Malmquists index är att det används flitigt och kan ses som "standard" i tillämpad forskning om produktivitet. Men det bygger på fler antaganden, det vill säga icke testbara förutsättningar, jämfört med BHM-indexet. Vår rekommendation är därför att vid analys av TFP på landnivå bör ett BHM-index användas eftersom detta förlitar sig på mindre antaganden.¹⁴ Vidare är definitionen av BHM-index mer i linje med den allmänna definitionen av produktivitet, det vill säga produktion i förhållande till insats.

5.4. Vad kan man lära sig av uppdelning av tillverkning med hjälp av iSTAN-databasen?

För att studera ett lands produktivitet finns två olika möjliga ansatser. Antingen aggregeras data, så som ovan, eller så kan produktiviteten beräknas för olika sektorer och därefter aggregeras dessa sektorsvisa beräkningar. Det senare förutsätter dock att data kan dissaggregeras i olika sektorer. iSTAN-databasen ger denna möjlighet. I tabell 7 jämför vi utvecklingen i hela ekonomin mot utvecklingen inom tillverkningsindustrin. I denna analys använder vi iSTAN-data och BHM-index och gör det mest flexibla skalantagandet, variabel skalavkastning (VRS). En anledning till att välja VRS är att det kommer att göra det möjligt att bryta upp BHM-indexet i linje med Mattsson m.fl. (2018) i vårt framtida arbete. Definitionerna av input och output är samma som i avsnitt 5.3.2.

Tabell 7. Genomsnittliga förändringar i TFP (BHM) åren 1995–2018. uppdelat på teknisk förändring (TECH) och effektivitetsförändring (EFFCH), VRS, iSTAN-databasen

Länder	Land			Tillverkning		
	BHM	TECH	EFFCH	BHM	TECH	EFFCH
Australien	0,9923	1,0096	0,9828	1,0024	0,9763	1,0267
Österrike	1,0032	1,0096	0,9937	0,9902	0,9763	1,0142
Belgien	0,9946	1,0096	0,9851	1,0041	0,9763	1,0284
Kanada	0,9809	1,0096	0,9716	1,0030	0,9763	1,0273
Danmark	0,9899	1,0096	0,9804	0,9814	0,9763	1,0051
Finland	0,9926	1,0096	0,9831	1,0249	0,9763	1,0497
Frankrike	0,9960	1,0096	0,9865	0,9998	0,9763	1,0241
Tyskland	1,0020	1,0096	0,9925	0,9998	0,9763	1,0241
Grekland	1,0166	1,0096	1,0069	0,9763	0,9763	1,0000
Irland	0,9778	1,0096	0,9685	0,9910	0,9763	1,0150
Italien	1,0021	1,0096	0,9926	0,9866	0,9763	1,0106

¹³ R-kod för beräkning av BHM-index kan erhållas av författarna.

¹⁴ Om vi tillämpar ytterligare nedbrytning som delar upp teknisk förändring i "ren teknisk förändring" och en skalfaktor, kommer BHM och Malmquistindexet inte att ge identiska resultat. En sådan fullständig nedbrytning finns med i målsättningarna för nästa rapport.

Japan	1,0102	1,0096	1,0006	0,9993	0,9763	1,0235
Norge	0,9844	1,0096	0,9750	0,9952	0,9763	1,0193
Spanien	1,0015	1,0096	0,9919	0,9906	0,9763	1,0146
Sverige	0,9914	1,0096	0,9819	1,0210	0,9763	1,0457
STORBRITANNIEN	0,9989	1,0096	0,9893	1,0034	0,9763	1,0278
USA	0,9966	1,0096	0,9871	1,0051	0,9763	1,0294
Genomsnitt	0,9959	1,0096	0,9864	0,9985	0,9763	1,0227

Resultaten för tillverkningsindustrin visar att Finland och Sverige var de länder med högst genomsnittlig produktivitet utveckling. För Sverige, liksom för de flesta länder, är den tekniska utvecklingen den drivande faktorn till en positiv förändring i produktiviteten, medan en ökad ineffektivitet bromsat produktivitet utvecklingen. Vi kan också konstatera att vår misstanke om att det finns skillnader på branschnivå är bekräftad. Inom tillverkningsindustrin är det snarare effektivitetsförbättringar som påverkat TFP, medan tekniska förändringar, eller bristen av desamma, bromsat produktivitet utvecklingen. I tabell 8 sammanfattas utvecklingen i Sverige under de studerade åren.

Tabell 8: Årliga förändringar i BHM-TFP för Sverige. iSTAN, VRS

År	Land			Tillverkning		
	BHM	TECH	EFFCH	BHM	TECH	EFFCH
1995/96	0,9694	0,9614	1,0083	0,9712	0,8084	1,2015
1996/97	1,0145	0,9317	1,0889	1,0590	0,8484	1,2482
1997/98	0,9684	0,9665	1,0019	1,0487	0,8900	1,1783
1998/99	0,9835	0,9893	0,9941	1,0692	0,9085	1,1768
1999/00	0,9900	0,9515	1,0405	1,0268	1,0533	0,9749
2000/01	0,9902	1,0061	0,9842	0,9437	1,0168	0,9282
2001/02	1,0349	0,9870	1,0486	1,2117	1,4802	0,8186
2002/03	0,9992	1,0011	0,9982	1,0405	1,0441	0,9966
2003/04	0,9923	0,9830	1,0094	1,0700	0,7784	1,3746
2004/05	0,9788	0,9864	0,9923	0,9870	1,2285	0,8034
2005/06	0,9614	1,0004	0,9610	1,0615	0,8340	1,2727
2006/07	0,9549	0,9771	0,9773	0,9458	1,0628	0,8899
2007/08	0,9912	1,0352	0,9574	1,0051	0,7635	1,3164
2008/09	1,0908	1,0978	0,9936	0,9491	1,0663	0,8900
2009/10	0,9984	0,9941	1,0043	1,2590	1,0183	1,2364
2010/11	0,9782	1,1201	0,8733	1,0257	1,1306	0,9073
2011/12	1,0057	1,2024	0,8365	0,9727	0,7706	1,2623
2012/13	1,0063	1,0460	0,9620	0,9228	1,5454	0,5971
2013/14	0,9690	1,0338	0,9373	0,8928	0,7012	1,2733
2014/15	0,9762	0,9965	0,9796	1,0431	1,1180	0,9330
2015/16	0,9772	0,9692	1,0082	0,9849	0,9181	1,0727
2016/17	0,9737	0,9435	1,0321	1,0092	1,0019	1,0072
2017/18	1,0059	1,0828	0,9290	1,0549	0,9208	1,1456
Genomsnitt	0,9981	1,0129	0,9882	1,0092	1,0034	1,0420

De årliga förändringarna för tillverkningsindustrin i Sverige, som presenteras i tabell 8, visar på en relativt stor variation. Under enstaka år ökar konkurrenskraften kraftigt för att därefter bromsas in.¹⁵ De tidiga globala finanskriserna drabbade tillverkningsindustrin hårt. Detta syns exempelvis för åren 2007/08 då Sveriges tillverkningsindustri var långt ifrån ”världsfronten” medan övriga delar av svensk ekonomi klarade sig bättre. Med undantag för 2009/10 är produktivetsförändringen 2007–2013 lägre jämfört med 1995–2005, vilket också är i linje med resultaten i Mattsson m.fl. (2020). På landnivå är tekniska framsteg den drivande faktorn för förändringar i produktiviteten. Det gäller såväl Sverige som flera andra länder, medan det för tillverkningssektorn snarare är en effektivare resursanvändning som bidragit mest till den genomsnittliga produktiviteten.

6. Slutsatser och avslutande diskussion

Syftet med denna studie har varit att ge ett förslag dels på hur produktionen på landnivå ska definieras, dels vilka datakällor som ska användas och vilket TFP-index som bör och ska användas i kommande analyser.¹⁶

Utgångspunkten för våra resonemang har varit Färe m.fl. (1994), vilken publicerades i *American Economic Review* (AER). Vi börjar med att använda samma metodik och data av Färe m.fl. (1994) och genomför en replikering. För denna del av studien kan vi konstatera att vi kunde replikera Färe m.fl. (1994) exakt. Dock fann vi att de resultat som presenterats i AER inte helt stämmer med författarnas påstående om skalavkastning. Vi vill dock påpeka att målet med replikeringen inte varit att ifrågasätta resultaten utan att snarare ge oss utgångsvärden för att bättre mäta produktivitetstillväxten mellan länder.

Givet att vi lyckades replikera resultaten var nästa mål att förlänga tidserien. För att göra detta inhämtades nya data från samma källa, det vill säga PWT version 5 respektive PWT version 10. Genom denna analys kunde vi visa att de uppdateringar av data som görs mellan databasversioner har stor påverkan på resultaten varför de eventuella policyrekommendationer som görs kan bygga på osäker information. Eftersom vi fann att PWT-databasen hade förhållandevis stora uppdateringar ställde vi oss frågan om andra datakällor kunde producera mer stabila resultat. Vårt val föll på den av OECD producerade iSTAN-databasen. Genom att använda samma metod, samma definitioner av insatsvaror och produktion som i Färe m.fl.

¹⁵ Kompletterande material kan erhållas av författarna.

¹⁶ Under första halvan av 2024 kommer två nya delstudier att tas fram som båda bygger på de erfarenheter och slutsatser som presenterats i föreliggande studie.

(1994) kunde vi konstatera att det även fanns stora skillnader i resultat beroende på vilken databas som användes. Naturligtvis borde detta studeras mera i detalj, men det ryms inte inom ramen för detta projekt varför vi anser att det är bättre att använda iSTAN-databasen fortsättningsvis eftersom den är mer stabil och därmed tillförlitlig. Ytterligare ett argument för att använda iSTAN är att om målet med studien är att studera produktivitetens utveckling i OECD så verkar en rimlig slutsats vara att OECD:s egna data används.

Vi har också diskuterat hur produktivitet bäst ska mätas. I Färe m.fl. (1994) används ett Malmquistindex vilket också är det absolut vanligaste TFP-indexet både inom forskning och utredningar. Således är Malmquistindex ett av de mest acceptabla sätten att mäta produktivitet. Oavsett vilket index som används kommer det finnas icke testbara förutsättningar, så kallade antaganden. Det index som bör användas ska bygga på så få sådana icke testbara förutsättningar och ett annat index, Bjurek-Hicks-Moorsten, liknar Malmquistindex men bygger på färre antaganden. Vår slutsats blir därför att BHM-index bör användas eftersom färre restriktiva antaganden behöver göras.

Slutligen undersökte vi om beräkningar som bygger på disaggregerade data. I analysen används data för tillverkningsindustrin. Våra resultat pekar på att disaggregerade data kan ge ytterligare och en mer nyanserad bild av produktivitetens utveckling i olika länder.

Sammantaget ger denna rapport följande rekommendationer. Om man vill jämföra produktivitet mellan länder på basis av den specifikation som används i Färe m.fl. (1994) bör OECD:s egna data användas, det vill säga iSTAN-databasen. För att mäta produktivitet är vår slutsats att BHM-indexet ska användas eftersom det bygger på färre restriktiva antaganden. Vidare bör landsstudier även kompletteras med disaggregerade data för att bland annat få en större kännedom om det finns samt vilka specifika sektorer som driver den aggregerade produktivitetens utveckling.

Referenser

- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. *The journal of economic history*, 46(2), 385-406.
- Arcelus, F. J., och Arocena, P. (2000). Convergence and productive efficiency in fourteen OECD countries: a non-parametric frontier approach. *International Journal of Production Economics*, 66(2), 105-117.
- Badinger, H., och Egger, P. H. (2008). "Intra-and inter-industry productivity spillovers in OECD manufacturing: A spatial econometric perspective". CES-IFO Working Paper 2181.
- Balezentis, T., Kerstens, K., och Shen, Z. (2017). *An environmental Luenberger–Hicks–Moorsteen. Total factor productivity indicator for OECD countries*. No. - EQM-02.
- Baumol, W. J. (1986). Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show. *The american economic review*, 1072-1085.
- Bjurek, H. (1996). The Malmquist total factor productivity index. *The Scandinavian Journal of Economics*, 303-313.
- Briec, W. (1997). A graph-type extension of Farrell technical efficiency measure. *Journal of Productivity Analysis*, 8(1), 95-110.
- Briec, W., och Kerstens, K. (2004). A Luenberger-Hicks-Moorsteen productivity indicator: its relation to the Hicks-Moorsteen productivity index and the Luenberger productivity indicator. *Economic Theory*, 23(4), 925-939.
- Briec, W., och Kerstens, K. (2011). The Hicks–Moorsteen productivity index satisfies the determinateness axiom. *The Manchester School*, 79(4), 765-775.
- Caves, D. W., Christensen, L. R., och Diewert, W. E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1393-1414.
- Chambers, R. G., och Pope, R. D. (1996). Aggregate productivity measures. *American Journal of Agricultural Economics*, 78(5), 1360-1365.
- Chambers, R.G. (1996), A new look at exact input, output, and productivity measurement, Department of Agricultural and Resource Economics, Working Paper 96-05.
- Chen, P. C., och Yu, M. M. (2014). Total factor productivity growth and directions of technical change bias: evidence from 99 OECD and non-OECD countries. *Annals of Operations Research*, 214, 143-165.
- Dowrick, S., och Nguyen, D. T. (1989). OECD comparative economic growth 1950-85: catch-up and convergence. *The american economic Review*, 1010-1030.
- Eklund, K. (2022). Some Reflections on Swedish Productivity: Lessons Learned and New Challenges. Retrieved from: <https://arenaide.se/wp-content/uploads/sites/2/2022/04/some-reflections-on-swedish-productivit.pdf>
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the royal statistical society: series A (General)*, 120(3), 253-281.

- Fisher, I. (1922). *The Making of Index Numbers*, Boston: Houghton-Mifflin.
- Färe, R. (1988). *Fundamentals of production theory* (Vol. 22). Berlin: Springer-Verlag.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B., och Roos, P. (1989). *Productivity developments in Swedish hospitals: A Malmquist output index approach*. Department of Economics, Southern Illinois University, Carbondale.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B., och Roos, P. (1992). Productivity changes in Swedish pharmacies 1980–1989: A non-parametric Malmquist approach. *Journal of Productivity Analysis*, 3, 85–101
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., och Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American economic review*, 66-83.
- Färe, R., och Grosskopf, S. (2000). Theory and application of directional distance functions. *Journal of productivity analysis*, 13(2), 93-103.
- ILO (2020). “Driving Up Productivity - A guide for employer and business membership organizations”. Lima: ILO / Regional Office for Latin America and the Caribbean, Bureau for Employers’ Activities (ACT/ EMP).
- Johnson, S., Larson, W., Papageorgiou, C., och Subramanian, A. (2013). Is newer better? Penn World Table revisions and their impact on growth estimates. *Journal of Monetary Economics*, 60(2), 255-274.
- Kerstens, K., och Van de Woestyne, I. (2014). Comparing Malmquist and Hicks–Moorsteen productivity indices: Exploring the impact of unbalanced vs. balanced panel data. *European Journal of Operational Research*, 233(3), 749-758.
- Kerstens, K., Shen, Z., och Van de Woestyne, I. (2018). Comparing Luenberger and Luenberger-Hicks-Moorsteen productivity indicators: How well is total factor productivity approximated?. *International Journal of Production Economics*, 195, 311-318.
- Kerstens, K., Sadeghi, J., Van de Woestyne, I., och Zhang, L. (2022). Malmquist productivity indices and plant capacity utilisation: new proposals and empirical application. *Annals of Operations Research*, 315(1), 221-250.
- Krugman, P. (1994). Defining and measuring productivity. *The Age of diminishing Expectations*.
- Laspeyres, E. (1871), Die Berechnung einer mittleren Waarenpreissteigerung, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 16, 296-314.
- Liu, H., och Tsai, H. (2018). Total factor productivity growth and regional competitive analysis of China’s star-rated hotels. *Tourism Economics*, 24(6), 625-644.
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estadística*, 4: 209–242
- Margaritis, D., Färe, R., och Grosskopf, S. (2007). Productivity, convergence and policy: a study of OECD countries and industries. *Journal of Productivity Analysis*, 28, 87-105.

- Mattsson, P., Månsson, J., och Greene, W. H. (2020). TFP change and its components for Swedish manufacturing firms during the 2008–2009 financial crisis. *Journal of Productivity Analysis*, 53, 79-93.
- Nicoletti, G., Scarpetta, S. och Lane, P.R. (2003). Regulation, productivity and growth: OECD evidence. *Economic Policy*, 18(36), 9–72.
- O'Donnell, C. J. (2010). Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54(4), 527-560.
- O'Donnell, C. J. (2012). An aggregate quantity framework for measuring and decomposing productivity change. *Journal of productivity analysis*, 38, 255-272.
- Ogbeifun, L., och Shobande, O. A. (2022). A reevaluation of human capital accumulation and economic growth in OECD. *Journal of Public Affairs*, 22(4), e2602.
- Oh, D. H. (2010). A global Malmquist-Luenberger productivity index. *Journal of productivity analysis*, 34, 183-197.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *OECD Compendium of Productivity Indicators 2023*. OECD Publishing. Retrieved from: https://read.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/oecd-compendium-of-productivity-indicators-2023_74623e5b-en#page1
- Paasche, H. (1874). Über die Preisentwicklung der letzten Jahre nach den Hamburger Borsennotirungen. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 12, 168-178.
- Peyrache, A. (2014). Hicks-Moorsteen versus Malmquist: a connection by means of a radial productivity index. *Journal of Productivity Analysis*, 41(3), 435-442.
- Pilat, D. (1996). Competition, productivity and efficiency. *OECD Economic Studies*, 27(2), 107–146.
- Pilat, D., Cimper, A., Olsen, K. B., och Webb, C. (2006). *The changing nature of manufacturing in OECD economies*. OECD. <https://doi.org/10.1787/308452426871>
- Shephard, R.W. (1953). *Cost and production functions*, USA: Princeton University Press
- Shephard, R. W. (1970). *Theory of cost and production functions*. Princeton University Press.
- Tillväxtanalys. (2021). Productivity growth and its driving forces, Retrieved from: <https://www.tillvaxtanalys.se/in-english/publications/pm/pm/2021-12-13-productivity-growth-and-its-driving-forces.html>
- Tzeremes, N. G. (2019). Hotel productivity: a robust Luenberger productivity indicator. *Tourism Economics*, 25(6), 987-996.
- Törnqvist, L. (1936). The Bank of Finland's Consumption Price Index, *Bank of Finland Monthly Bulletin* 10, 1-8.



WWW.ENTREPRENORSKAPSFORUM.SE