

Effekter av IT i svensk industri

Vi visar i denna artikel att informationsteknologi (IT) har haft en betydande effekt på produktivitetstillväxten i svensk tillverkningsindustri – inte bara i de IT-producerande industrierna utan också i IT-användande industrier som textilindustrin och den kemiska industrin. IT stod för ca en fjärdedel av den totala tillväxten i totalfaktorproduktivitet (TFP) i mitten av 1990-talet. De anställdas utbildningsprofil hade stor betydelse för i vilken utsträckning IT påverkade TFP-tillväxten. Till skillnad från vad man skulle kunna tro var det inte andelen anställda med eftergymnasial utbildning som hade störst betydelse, utan hur många de gymnasieutbildade var i förhållande till de med 9-årig grundskola.

Hur har IT påverkat tillväxten i den svenska produktiviteten? Detta är en fråga som har diskuterats i flera artiklar de senaste åren (se t ex Lundgren och Wiberg 2000, Edquist och Henrekson 2001, Lindström 2002, Lind 2002, Apel och Lindström 2003 samt Forsling och Lindström 2003). Dessa studier har fokuserat på utvecklingen av arbetsproduktiviteten under andra halvan av 1990-talet. Vi studerar i denna artikel utvecklingen av *totalfaktorproduktivitet* från mitten av 1980-talet.

Skälet till att vi till skillnad från tidigare studier valt att gå tillbaka till mitten av 1980-talet är att det finns tecken på att effekter av IT kan ha uppstått tidigare i Sverige än i flera andra länder. Apel och Lindström (op cit, s 30–31) noterar t ex att ”Även i USA, ... ägde en produktivitetsstegring rum under 1990-talet, men till skillnad från Sverige koncentrerades den mera tydligt till andra halvan av decenniet.” Edquist och Henrekson (op cit, tabell 1) visar på ett likartat förhållande mellan Sverige och Finland.

Vi har tagit fram konsistenta serier på branschnivå för 1985–95. Med hjälp av dessakan vi jämföra en period med förhållandevis hög produktivitetstillväxt, 1991–95, med en lika lång period med betydligt lägre tillväxt, 1986–90, och se vilken roll IT har spelat för skillnaden mellan perioderna.

Den period vi studerar omfattar dessutom de år för vilka de mest tillförlitliga uppgifterna finns att tillgå om svenskt IT-kapital. Åren 1985–94 genomförde nämligen Statistiska Centralbyrån investeringsenkäter där frågor ställdes om företagets investeringar i datorer och datasystem. Med hjälp av dessa uppgifter data har vi beräknat IT-kapitalstockar.¹

¹ Lindström (op.cit.), Apel och Lindström (op.cit.) och Forsling och Lindström (op.cit.) utnyttjar branschdata på IT-kapital från 1993 och framåt. Deras data bygger dock inte på direkta uppgifter om datorinvesteringar utan på uppskattningar gjorda av SCB. Det finns emellertid ännu så länge ingen publicerad dokumentation av hur uppskattningarna är gjorda.

ERIK MELLANDER, ELENI SAVVIDOU OCH GUDMUNDUR GUNNARSSON

Erik Mellander är ekonomdr i nationalekonomi och ställföreträdande chef vid Institutet för arbetsmarknads- politisk utvärdering (IFAU), där han ansvarar för institutets forskning om utbildningsfrågor. Erik.mellander@ifau.uu.se.

Eleni Savvidou är doktorand i nationalekonomi vid Uppsala universitet. Skriver på en avhandling om IT, utbildning, produktivitet utveckling och löner i svensk industri. Eleni.savvidou@nek.uu.se.

Gudmundur Gunnarsson är fil dr i nationalekonomi och lektor vid Mälardalens högskola. Forskar om tillväxt, sysselsättning och IT. Gudmundur.gunnarsson@mdh.se

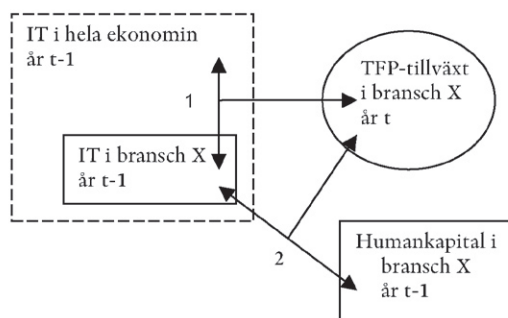
Finansiering från VINNOVA har varit en viktig förutsättning för denna studie. Goda kommentarer från Eva Mörk och Karolina Ekholm har förbättrat framställningen av resultaten.

Vi försöker förklara hur IT har påverkat tillväxten i totalfaktorproduktivit (TFP) istället för arbetsproduktiviteten. Att de tidigare studierna har fokuserat på tillväxten i arbetsproduktiviteten, dvs skillnaden mellan tillväxten i produktion och tillväxten i antal arbetstimmar, beror säkerligen delvis på att detta är ett enkelt och lättfattligt begrepp. Tillväxten i totalfaktorproduktivit (TFP) är mera komplicerad; den utgörs av skillnaden mellan tillväxten i produktionen och en vägd summa av tillväxttakterna i samtliga produktionsfaktorer, dvs även olika typer av kapital – maskiner och byggnader, samt material. Det finns ett samband mellan arbetsproduktivit och TFP: i beräkningen av arbetsproduktiviteten är TFP en oförklarad restpost. Vi menar att det är otillfredställande att den i många fall största komponenten i arbetsproduktiviteten är en oförklarad restpost. Förändringar i TFP-tillväxten är oftast den viktigaste orsaken till förändringar i arbetsproduktivit. Genom att fokusera på tillväxten i TFP kommer vi således också att belysa sambandet mellan IT och arbetsproduktivit.

Vår förklaringsmodell har inspirerats av den ”nya tillväxtteorin” (se t ex Barro och Sala-i-Martin 1999). Enligt denna påverkas effekten av IT i det egna företaget av i vilken utsträckning företags kunder, leverantörer och övriga intressenter använder IT. Men vilka effekter IT får beror givetvis även på IT-användarna. Dels måste man troligen ha en viss lägsta utbildning för att i sitt arbete kunna ha nytta av IT, dels kan man bättre tillvarata de möjligheter som IT erbjuder ju mer välutbildad man är. Vilka av dessa två aspekter som är viktigast är en empirisk fråga. Vi analyserar därför också hur interaktionen mellan IT och humankapital påverkar TFP. För detta ändamål skiljer vi på sysselsatta med olika utbildning. Med undantag av Forsling och Lindström (2003) har detta inte gjorts i någon av de inledningsvis nämnda studierna. Forsling och Lindström (2003) finner att de universitetsutbildade spelar den viktigaste rollen för i vilken utsträckning IT medför ökad produktivitetstillväxt. Vi finner emellertid att det är relationen mellan de med gymnasieutbildning och de med enbart grundskola som har störst betydelse. Ett annat resultat som skiljer sig från tidigare studier är att vi *inte* finner att effekterna av IT-kapitalet på produktivitetstillväxten är begränsade till IT-producerande industrier, som el- och teleproduktindustrin (jfr t ex Edquist och Henrekson 2001 och Lind 2003). Våra resultat visar starka positiva effekter även i flera IT-användande industrier, som textilindustrin och den kemiska industrin.

1. En modell för hur IT påverkar tillväxten i totalfaktorproduktivit (TFP)

Med vår analys vill vi framför allt fånga upp två saker: i) hur effekten av branschens egen IT-användning påverkas av IT-användningen i hela ekonomin, en s k positiv extern effekt, samt ii) vilken betydelse samspelet mellan branschens humankapital och dess IT-kapital har. Figur 1 ger en schematisk beskrivning av modellens struktur.



Figur 1
Schematisk
modellstruktur

För att klargöra det tänkta orsakssambandet har vi i figuren markerat drivkrafterna – de påverkande faktorerna – med boxar och den påverkade faktorn, TFP-tillväxten, med en cirkel. De dubbelriktade pilarna symboliserar *interaktioner* (samspel), dels mellan IT i en bransch och i resten av ekonomin, dels mellan branschens IT och dess humankapital. De enkelriktade pilarna – som symboliserar påverkan – utgår från de dubbelriktade för att visa att det är just effekterna av interaktionerna på TFP-tillväxten som vi är intresserade av.

Idén med den första interaktionen (1) är att fördelarna med att använda IT är större ju mera spridd IT-användningen är utanför branschen. Liksom branschen drar nytta av IT-användningen i den övriga ekonomin, påverkas dessutom effektiviteten i den övriga ekonomin av IT-satsningarna i den aktuella branschen – därav den dubbelriktade pilen. Att IT-användare på detta vis gratis kan dra nytta av andras IT-investeringar kallas för en positiv extern effekt.²

Den andra interaktionen gäller samspelet mellan IT-kapitalet i form av datorer och datasystem, å ena sidan, och humankapitalet, dvs IT-användarna, å andra sidan. Humankapitalet karakteriseras med hjälp av utbildningsnivå och utbildningsinriktning, samt av ålder. Vi förväntar oss att högre utbildning ger en effektivare interaktion, men att effekten kan variera med utbildningens inriktning. Åldern kan spela roll genom att yngre anställda i högre grad än äldre har fått IT-kunskaper i skolan. De äldre har istället mer yrkeserfarenhet än de yngre. Vilken av dessa två faktorer som väger tyngst är en empirisk fråga.

Såsom vi nu har beskrivit interaktionseffekterna i figur 1 hänför de sig till de tillgångar av IT (i branschen respektive hela ekonomin) och humankapital som har byggts upp under tidigare perioder. Denna relation är i överensstämmelse med den nya tillväxtteorin, enligt vilken *nivåerna* på produktionsfaktorer som IT och humankapital påverkar *tillväxten* i TFP. Två företrädare för denna teori som analyserar betydelsen av positiva

² Givetvis kan man inte bortse från att IT-investeringar som görs i branschen påverkar dess egen produktivitet – detta skulle kunna illustreras av en pil direkt ifrån branschen egen IT-användning till dess TFP-tillväxt. Denna investeringseffekt beaktas dock i själva måttet på TFP-tillväxten.

externa effekter, alltså den första interaktionen i figur 1, är Barro och Sala-i-Martin (1999). Inom den nya tillväxtteorin studeras också hur forskning och utveckling (FoU) påverkar tillväxten (se t ex Romer 1990 och Aghion och Howitt 1992). Där finns en koppling till den andra interaktionen, mellan IT och humankapital – FoU kan ju beskrivas som ett samspel mellan avancerad teknik (IT) och välutbildad arbetskraft (humankapital).

Att vi undersöker hur tillgångar av IT och humankapital som byggts upp under tidigare perioder påverkar TFP-tillväxten är en fördel när det gäller möjligheten att tolka figur 1 som ett orsakssamband, från interaktionerna till TFP-tillväxten. I princip skulle man kunna tänka sig ett samband från TFP-tillväxten till interaktionerna också. Det är dock svårt att föreställa sig hur TFP-tillväxten under ett år skulle kunna påverka interaktionerna under *tidigare* år.

Vi tror oss alltså kunna säga att de två interaktionerna har positiva effekter på TFP-tillväxten. De är dock inte så lätta att särskilja som figur 1 kan ge intryck av. Skälet är att båda involverar humankapital. Interaktionen mellan branschens IT och omvärldens IT sker ju via IT-användare och är i hög grad beroende av användarnas humankapital. Information om branschens humankapital kommer därför att fånga upp även en del av den första interaktionen. Som en konsekvens av detta kommer den första interaktionen att framstå som svagare ju mer detaljerad information man har om humankapitalet (för en mer detaljerad analys av detta ekonometriska problem, se Gunnarsson m fl 2004).

Tabell 1
De analyserade branscherna och deras sysselsättningsandelar år 1991.

Branschkod	Branscher	Andel sysselsatta (procent)
3100	Livsmedelsindustrin	9,4
3200	Textilindustrin	3,0
3300	Trävarutillverkning	8,5
3400	Massa-, pappers- och grafisk industri	14,7
3500	Kemisk industri	7,9
3600	Jord- och stenvaruindustri	3,3
3700	Metallframställning	4,0
3810	Metallvaruindustrin	11,5
3820	Maskinindustrin	13,5
3830	El- och teleprodukter	8,1
3840	Transportmedel	12,3
3850	Instrumentindustrin	2,2
3860	Varvsindustrin	0,8
3900	Annan tillverkningsindustri	0,8
3000	Hela tillverkningsindustrin	100,0

Not: Branschkoderna baseras på näringsgrensindelningen SNI69, som är nära besläktad med de internationella ISIC-koderna.

2. Vad säger data?

Våra data omfattar 14 branscher inom den svenska tillverkningsindustrin 1986–95. Branschindelningen framgår av tabell 1. Där visas också branschernas relativa storlek, mätt som sysselsättningsandelar i mitten av perioden.

Tillväxten i totalfaktorproduktivitet (TFP)

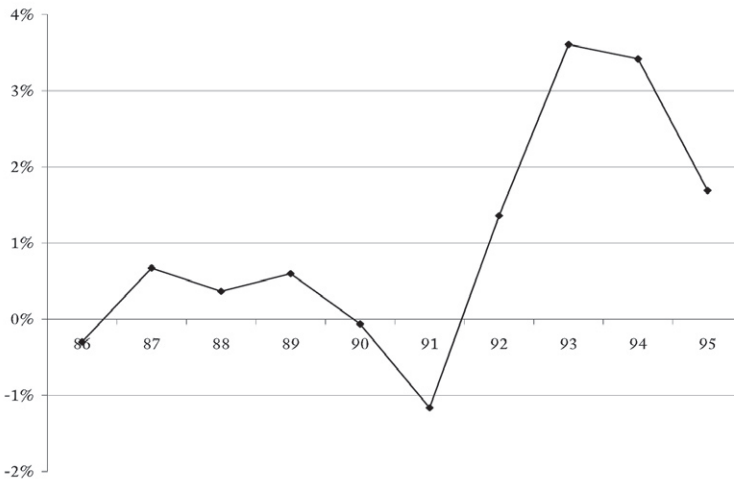
Tillväxten i TFP mäts som *skillnaden mellan den procentuella volymförändringen i branschens (brutto)produktion och en vägd summa av de procentuella volymförändringarna i nio olika produktionsfaktorer*. De nio produktionsfaktorerna omfattar dels fyra slag av arbetskraft, indelade efter utbildningsnivå, dels tre typer av kapital – datorer, andra maskiner än datorer och byggnader – samt, slutligen, förbrukningsmaterial och köpta tjänster.

Figur 2 visar ett vägt genomsnitt av branschernas TFP-tillväxt 1986–95. Vikterna i genomsnittet utgörs av de olika branschernas sysselsättningsandelar. Av figuren framgår att den genomsnittliga TFP-tillväxten var betydligt lägre under den första halvan av perioden, 1985–90, än under perioden 1991–95.

Interaktionen mellan bransch-IT och IT i hela ekonomin

För att mäta interaktion 1 i figur 1 använder vi som mått på IT i hela ekonomin ett index över det Totala Utnyttjandet av IT i Ekonomin, TUIITE (se figur 3).³

Figur 3 visar att IT-användningen i ekonomin ökade betydligt snabbare under första halvan av 1990-talet än under andra halvan av 1980-talet.

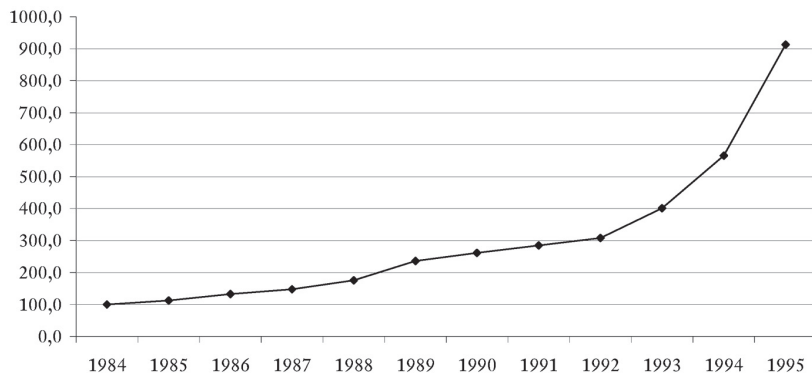


Figur 2
Vägt genomsnitt av tillväxten i totalfaktorproduktivitet (TFP) i svensk tillverkningsindustri 1986–95. Branschvikter = sysselsättningsandelar.

Källa: egna beräkningar.

³ TUIITE baseras på volymen av inhemsk produktion plus nettoimport av datorer och kringutrustning samt telekommunikationsutrustning, inklusive mobiltelefoner.

Figur 3
Totalt utnyttjande
av IT i den svenska
ekonomin (TUIITE).
1984 = 100



Källa: egna beräkningar.

Som mått på IT i branschen använder vi datorkapitalstockens andel av den totala kapitalstocken.⁴ Vid beräkningen av IT-kapitalstockarna har vi utgått från uppgifter om datorer och datasystem i SCB:s investeringsenkäter 1985-94 och de kapitalstockar för maskinkapital som finns i nationalräkenskaperna (för en närmare beskrivning av dessa beräkninga, se Gunnarsson m fl 2004).

Tabell 2 visar IT-måttet i de olika branscherna 1985, 1990 och 1994. Av den sista raden i tabellen framgår att för tillverkningsindustrin som helhet mer än fördubblades IT-kapitalets andel av den totala kapitalstocken mellan 1985 och 1994, från knappt 8 procentenheter till över 17 procentenheter. Det är en stor förändring, speciellt med tanke på att ökningstakten har hållits tillbaka av att IT-kapital avskrivs mycket snabbare än andra typer av kapital. Vi har här antagit att 1/3 avskrivs per år. Som jämförelse kan nämnas att SCB antar avskrivningstakter på 16–21 procent för maskinkapitalet totalt sett (inklusive IT).

Det är intressant att jämföra våra siffror på kapitalandelen för IT med motsvarande uppgifter i Apel och Lindström (op cit, tabell 1). Enligt deras data var IT-kapitalets andel av tillverkningsindustrins kapital endast 7,9 procent år 1994, dvs mindre än hälften av den andel vi redovisar. En del-förklaring kan vara att den modell som SCB använde för att beräkna de kapitalstockar som vi har utgått ifrån har ersatts med en ny beräkningsmodell. Det är den senare beräkningsmodellen som Apel och Lindströms data baseras på. Tyvärr finns det ingen publicerad dokumentation av den nya beräkningsmodellen och de antaganden SCB där har gjort om avskrivningen på IT-kapitalet.

Återgår vi till vår tabell 2 ser vi att de största ökningarna av IT-kapitalet

⁴ Att vi specificerar IT som en andel är för att tillmötesgå en kritik som Jones (1995, 1999) har riktat mot den nya tillväxtteorin. Jones har påpekat att de variabler som antas påverka TFP-tillväxten måste vara begränsade på något sätt – annars kan TFP-tillväxten bli oändlig, vilket inte stämmer med empiriska observationer. Ett sätt att ge förklaringsvariablerna en övre begränsning, som Jones (1999, s 142) själv förordar, är just att uttrycka dem som andelar.

Bransch	IT (procent)		
	1985	1990	1994
Livsmedelsindustrin	2,8	5,5	7,8
Textilindustrin	3,5	6,6	6,9
Trävarutillverkning	3,0	17,2	12,6
Massa-, pappers- och grafisk industri	9,2	13,8	4,1
Kemisk industri	4,0	7,0	12,1
Jord- och stenvaruindustri	2,0	6,1	6,7
Metallframställning	2,2	9,9	10,8
Metallvaruindustrin	8,8	18,0	15,6
Maskinindustrin	13,4	17,8	21,0
El- och teleprodukter	16,1	16,2	32,7
Transportmedel	19,7	21,0	36,2
Instrumentindustrin	23,6	15,7	21,0
Varvsindustrin	1,9	3,1	7,2
Annan tillverkningsindustri	2,1	5,0	6,5
Hela tillverkningsindustrin	7,9	13,4	17,3

Tabell 2
IT: datorkapital-
stockens andel av
den totala kapital-
stocken

Källa: egna beräkningar.

ägde rum mellan 1985 och 1990. Detta är i linje med vår hypotes om att IT kan ha haft positiva effekter under första halvan av 1990-talet – effekterna måste ju föregås av IT-investeringar. Sammantaget, över hela perioden, skedde de kraftigaste ökningarna av IT-kapitalet inom Metallframställning (knapp femdubbling), Trävarutillverkning (drygt fyrdubbling) samt Varvsindustrin (knapp fyrdubbling). Tabellen visar också på stora skillnader mellan olika branscher.

Humankapitalets interaktion med IT

För att kunna studera den andra interaktionen i figur 1 behöver vi data på humankapital. Tabell 3 visar, för hela tillverkningsindustrin, fördelningen av de sysselsatta på utbildningsnivåer och -inriktningar åren 1985, 1990 och 1994.

Tabellen visar att anmärkningsvärt stora förändringar i utbildningsstrukturen ägde rum under den förhållandevis korta period vi studerar. Exempelvis hade varannan sysselsatt högst 9-årig grundskola år 1985. Tio år senare var det bara var tredje. I den andra änden av fördelningen nästan fördubblades andelen med eftergymnasial utbildning, från 9 till 16 procent. Även ifråga om utbildningsinriktning skedde betydande förändringar. T ex ökade ingenjörerna sin andel med 10 procentenheter från 31 till 41 procent.

I den empiriska analysen har vi utnyttjat data av samma typ som i tabell 3, för varje år och varje industri.

Utöver utbildningsnivå och utbildningsinriktning avspeglas humankapitalet även i åldersstrukturen. Som nämndes tidigare kan yngre anställda

Tabell 3
Anställda i tillverkningsindustrin efter utbildningsnivå och -inriktning, procentandelar

1985		Inriktning			
Nivå	Ingenjörer	Ekonomer	Övriga	Σ	
< 9 år	-	-	30	30	
9 år	-	-	19	19	
Gymnasial	25	8	9	42	
Eftergymn.	6	2	1	9	
Σ	31	10	59	100	

1990		Inriktning			
Nivå	Ingenjörer	Ekonomer	Övriga	Σ	
< 9 år	-	-	22	22	
9 år	-	-	17	17	
Gymnasial	29	9	10	48	
Eftergymn.	8	3	2	13	
Σ	37	12	51	100	

1994		Inriktning			
Nivå	Ingenjörer	Ekonomer	Övriga	Σ	
< 9 år	-	-	18	18	
9 år	-	-	16	16	
Gymnasial	31	9	11	51	
Eftergymn.	10	4	2	16	
Σ	41	13	47	100	

ha en fördel av att i högre utsträckning än äldre ha fått lära sig om informationsteknologi i skolan. Samtidigt har de äldre längre yrkeserfarenhet. Som ett mått på förhållandet mellan yngre och äldre anställda använder vi kvoten "unga" / ("unga" + "gamla") där "unga" mäts som antalet 16–29-åringar och "gamla" som antalet 50–74-åringar. För hela tillverkningsindustrin var denna kvot 0,536 år 1985, 0,558 år 1990 och 0,479 år 1994.

3. Resultat av den statistiska analysen

Med regressionsanalys har vi skattat olika varianter av en statistisk modell som motsvarar modellen i figur 1. Observationerna för de 14 branscherna har vägts med deras sysselsättning. Den modell som vi sätter störst tilltro till förklarar nästan hälften av variationen i TFP-tillväxt mellan branscher och över tid.⁵

För att hålla redovisningen av effekterna överskådlig delar vi upp den i två delar. I den första delen diskuterar vi hur de två interaktionerna var för sig påverkar TFP-tillväxten. Där redovisar vi bara effekterna för hela tillverkningsindustrin. I den andra delen diskuterar vi de totala effekter-

⁵ I regressionsanalysen kontrollerar vi för konjunktursvängningar, branschvisa skillnader i kapitalstruktur samt för de anställdas kön och om de är invandrare, se Mellander m fl (2004). Den modell som vi sätter störst tilltro till är den som redovisas i nedre delen av Tabell 4 och som har använts i avsnitt 3.2.

na av interaktionerna och jämför dessa mellan branscherna. För att spara utrymme redovisar vi endast resultat för början, mitten och slutet av perioden.

Uppdelade interaktionseffekter, för hela industrin

I tabell 4 redovisar vi interaktionseffekter för hela tillverkningsindustrin på basis av två olika modellspecifikationer. Den första specifikationen innefattar båda interaktionerna i figur 1. I den andra specifikationen bortser vi ifrån interaktion 1 och fokuserar helt på interaktion 2, som i gengäld modelleras mera i detalj.

I den första specifikationen ges effekterna av de två interaktionerna av:

$$\text{interaktion 1: } 0,00016 \times \text{TUITE}_{t-1}$$

$$\text{interaktion 2: } 0,4961 \times (\text{andel med eftergymnasial utbildning})_{t-1},$$

där konstanterna 0,00016 och 0,4961 har bestämts i regressionsanalysen. Notera att medan t ex interaktion 1 mäts enligt $0,00016 \times (\text{IT} \times \text{TUITE})$ så mäts effekten av en förändring i IT på TFP-tillväxten *via* denna interaktion av $0,00016 \times \text{TUITE}$.

Enligt tabell 4 medför interaktion 1 att en procents höjning av IT ökar TFP-tillväxten med knappt 0,02 procentenheter 1986, 0,04 enheter 1990 och 0,09 procentenheter 1995. Effekten är dock inte statistiskt säkerställd (signifikant). Det är däremot effekten via interaktion 2 som över perioden ökar från 0,045 procentenheter till knappt 0,08 procentenheter. Den totala interaktionseffekten i är statistiskt säkerställd trots att endast interaktion 2 är signifikant skild ifrån noll när vi ser på interaktionerna var för sig. Detta beror på att interaktionerna är negativt korrelerade – när interaktion 2 ökar minskar interaktion 1.

Den andra specifikationen baseras på den regressionsmodell som bäst förklarar variationen i TFP-tillväxt mellan branscher och över tiden:

	1986	1991	1995
Specifikation med interaktion 1 & 2:			
Effekt via interaktion 1: sektor-IT och IT i hela ekonomin	0,018 (1,43)	0,041 (1,43)	0,090 (1,43)
Effekt via interaktion 2: sektor-IT och sektorns humankapital	0,045** (1,96)	0,064** (1,96)	0,079** (1,96)
Total effekt	0,063*** (4,33)	0,105*** (5,47)	0,169*** (4,44)
Specifikation med endast interaktion 2:			
Effekt via interaktion 2: sektor-IT och sektorns humankapital	0,021 (0,49)	0,074* (1,74)	0,158*** (5,59)

Tabell 4
Effekter på TFP-tillväxten i tillverkningsindustrin (i procentenheter) av en procents IT-ökning (t-kvoter i parentes)

För beräkningen av t-kvoterna, se Gunnarsson m fl (2004).
Signifikansnivå: * = 10%, ** = 5%, *** = 1%.

interaktion 2:

$$\begin{aligned} & 0,8779 \cdot (\text{andel ingenjörer med eftergymn. utbildn.})_{t-1} \\ & - 0,8324 \cdot (\text{andel ekonomer med eftergymn. utbildn.})_{t-1} \\ & + 0,8779 \cdot (\text{andel "övriga" med eftergymn. utbildn.})_{t-1} \\ & + 0,8779 \cdot (\text{andel gymnasieutbildade bland de med grundskola eller gymnasium})_{t-1} \\ & - 1,259 \cdot (\text{antal anställda 16-29 år i förhållande till antal anställda som antingen är 16-29 år eller 50-74 år})_{t-1} \end{aligned}$$

Att tre av faktorerna har samma vikt nämligen 0,8779, innebär *inte* att deras effekter är lika stora. Effekternas relativa storlek bestäms nämligen även av storleken på humankapitalvariablerna. Den ojämförligt största av dessa är den som mäter andelen gymnasieutbildade bland de med grundskola eller gymnasium.

I motsats till den första specifikationen är effekten 1986 inte skild från noll i denna specifikation. Den grova approximationen av humankapitalet i den första specifikationen verkar överskatta effekten av IT i början av perioden. För 1995 innebär båda specifikationerna att IT stod för cirka en fjärdedel av den totala TFP-tillväxten. Effekten beräknas enligt: $(0,16 \times 2,7) / 1,7 \approx 0,25$, där 0,16 är effekten av en procents ökning i IT-kapitalet enligt tabell 4, 2,7 är den procentuella ökningen av IT-kapitalet mellan 1993 och 1994, samt 1,7 är den procentuella ökningen i TFP-tillväxten år 1995, enligt figur 2.

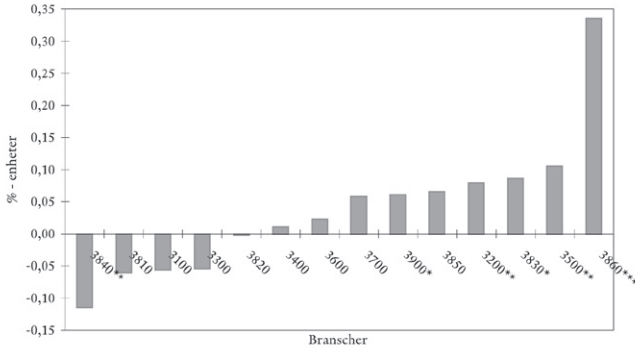
Det kan vara värt att notera att vår analys genererar negativa interaktionseffekter för ekonomer med eftergymnasial utbildning och för vårt mått på förhållandet mellan yngre och äldre anställda. Det första resultatet innebär att om gymnasieutbildade ekonomer ersätts med universitetsutbildade leder detta till att effekten av interaktionen mellan IT och humankapital på TFP-tillväxten minskar. En förklaring till detta oväntade resultat kan vara att universitetsekonomernas löner är för höga i förhållande till deras bidrag till produktionen (se Mellander m fl 2004). Innebörden av det andra resultatet är att yrkeserfarenheten hos de äldre har större betydelse för interaktionen mellan IT och humankapital än de datakunskaper de yngre har genom sin skolgång.

Totala interaktionseffekter, fördelade på branscher

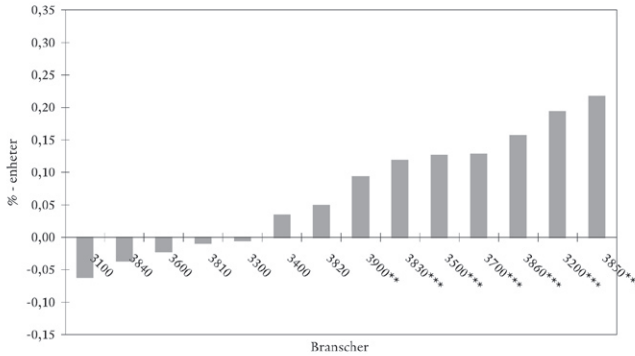
Figur 4a-c visar branschvisa effekter skattade enligt den andra specifikationen i tabell 4.

Det framgår tydligt att effekterna av IT har ökat kraftigt över tioårsperioden 1986-95. Hela fördelningen har förskjutits uppåt. År 1991 var effekterna signifikanta i hälften av branscherna och 1995 i alla branscher utom en. År 1995 var effekterna dessutom påfallande stora i flera branscher: i fem av dem gav en procents ökning i IT-kapitalets andel minst en fjärdedel procentenhets högre TFP-tillväxt.

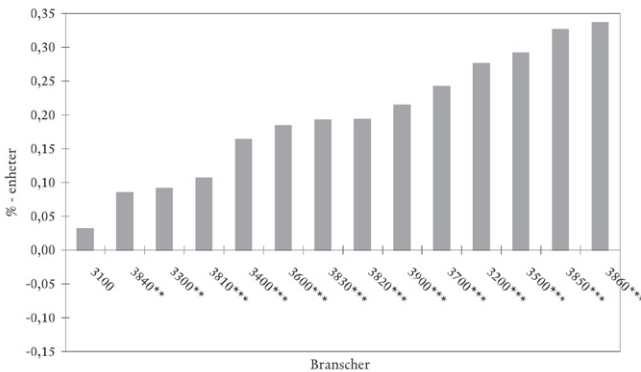
De branscher som hade störst IT-effekt på TFP-tillväxten sammanfaller



Figur 4
Effekter av enprocentig ökning av IT-kapitalets andel av det totala kapitalet på tillväxten i TFP.
a. 1986



b. 1991



c. 1995

För branschkoderna, se tabell 1. Signifikansnivå: * = 10 %, ** = 5 %, *** = 1 %.

bara till en del med de branscher som hade de största ökningarna i IT-kapitalets andel. Varvsindustrin (3860) utgör ett exempel på när de två sammanfaller – jfr tabell 2 och figur 4. Men det är lätt att hitta exempel på branscher där effekterna av IT har varit blygsamma trots stora IT-satsningar. Två exempel är 3700 = Metallframställning och 3300 = Trävarutillverkning. Dessa två branscher uppvisade de största ökningarna av IT under perioden 1985–94. I dessa branscher har dock humankapitalet ökat långsamt jämfört med övriga branscher.⁶

⁶ Detta framgår när tabell 3 bryts ner på branschnivå.

Man kan också finna branscher där IT har haft en stor effekt trots en liten ökning i IT-kapitalets andel. Ett exempel är 3850 = Instrumentindustri, där IT-andelen minskade (se tabell 2). Ett annat exempel är 3200 = Textilindustrin. I båda branscherna har humankapitalet ökat snabbare än i andra branscher.

Slutligen ser vi att de positiva effekterna inte är begränsade till IT-producerande branscher och branscher för varaktiga varor, till skillnad från t ex USA (se t ex Gordon 2000). Dessa branscher motsvaras här väsentligen av verkstadsindustrin, dvs. 3810 = Metallvaruindustri, 3820 = Maskinindustri, 3830 = El- och teleprodukter, 3840 = Transportmedel, 3850 = Instrumentindustri och 3860 = Varvsindustri. I instrument- och varvsindustrin finner vi stora positiva effekter. Figur 4 visar dock att effekterna är mycket små i metallvaru- och transportmedelsindustrin och att effekterna är strax över genomsnittet i maskinindustrin och industrin för el- och teleprodukter.⁷ I de branscher där vi utifrån studier för USA skulle förvänta oss att ökningarna av IT-kapitalets andel skulle ge de största ökningarna i produktivitetstillväxten finner vi alltså hela skalan av effekter. Omvänt ser vi stora effekter i IT-användande branscher som textilindustrin och den kemiska industrin.

4. Slutsatser

Den effekt av IT på TFP-tillväxten som vi studerat är *indirekt* och uppstår via interaktion mellan IT och humankapital, dvs de anställdas utbildning. För den studerade perioden 1985–95 hade utbildningen bland de med låg till medelhög utbildning störst betydelse: ju fler gymnasieutbildade i förhållande till de med 9-årig grundskola, desto större var effekten av IT på TFP-tillväxten. Till skillnad från tidigare studier finner vi alltså inte att de universitetsutbildade spelade den viktigaste rollen.

Förmodligen bestäms effekterna av IT i högre grad av IT-användarnas utbildning än av teknikens egenskaper. Denna slutsats stöds av resultatet att det inte finns något klart samband mellan stora relativa ökningarna av IT-kapitalet och TFP-tillväxten. I flera branscher med stora procentuella ökningarna av IT-kapitalet var effekterna på TFP-tillväxten mycket små, exempelvis i metallindustrin och inom trävarutillverkning. Omvänt var effekterna på TFP-tillväxten stora i vissa branscher med liten ökning, eller t o m minskning, av IT-kapitalet, exempelvis i textil- och instrumentindustrin.

I motsats till tidigare studier finner vi inte att effekterna av IT-kapitalet på produktivitetstillväxten varit begränsade till de IT-producerande industrierna utan att de varit starka även i flera IT-användande industrier, som textilindustrin och den kemiska industrin. Vi finner således att IT har höjt

⁷ Att effekterna av IT inte är speciellt stora i el- och teleproduktindustrin kan verka egendomligt då tidigare svenska studier har pekat på hög produktivitetstillväxt i denna bransch. De resultaten avser dock slutet av 1990-talet, dvs efter vår observationsperiod. Dessutom menar Edquist (2004) att resultaten är överdrivna: otillräcklig hänsyn har tagits till att en central insatsvara i teleproduktindustrin – halvledare – genomgick en snabb kvalitetsutveckling i slutet på 1990-talet.

tillväxten i ett brett spektrum av verksamheter. Den stora betydelse som de anställdas humankapital tycks ha för effekten av investeringar i IT på produktivitetstillväxt innebär att utbildningsatsningar kan vara nog så viktiga som IT-satsningar. En slutsats som kan dras utifrån vår studie är att det i detta sammanhang kan vara viktigare med utbildningsatsningar för de med lägst utbildning än satsningar på utbildningar på universitetsnivå.

Aghion, P och P Howitt (1992), "A Model of Growth through Creative Destruction", *Econometrica*, vol 60, s 323-351.

Apel, M och T Lindström (2003), "Informationsteknologins betydelse för den svenska produktivitetens utvecklingen – ännu en pusselbit", *Ekonomisk Debatt*, årg 31, s 29-37.

Barro, R J och X Sala-i-Martin (1999), *Economic Growth*, MIT Press, Cambridge, Mass., USA.

Edquist, H (2004), "Det svenska IKT-undret – myt eller verklighet?", *Ekonomisk Debatt*, årg 32, s 25-35.

Edquist, H och M Henrekson (2001), "Solowparadoxen och den nya ekonomin", *Ekonomisk Debatt*, årg 29, s 409-419.

Forsling, G och T Lindström (2003), "The Role of ICT and Labor Quality for Swedish Productivity Growth", uppsats presenterad vid Statistiska Centralbyråns konferens Development of Economic Statistics, Saltsjöbaden, okt 2003.

Gordon, R J (2000), "Does the 'New Economy' measure up to the Great Inventions of the Past?", *Journal of Economic Perspectives*, vol 14, s 49-74.

Gunnarsson, G, E Mellander och E Savvidou (2004), "Human Capital is the Key to the IT Productivity Paradox", IFAU Working Paper 2004:13.

Jones, C I (1995), "RochD-based Models of Economic Growth", *Journal of Political Economy*, vol 103, s 759-784.

Jones, C I (1999), "Growth: With or Without Scale Effects", *American Economic Review, Papers and Proceedings*, vol 89, s 139-144.

Lind, D (2002), "IKT-sektorns betydelse för den svenska tillverkningsindustrin – kommentar till Edquist och Henrekson", *Ekonomisk Debatt*, årg 30, s 61-67.

Lind, D (2003), "Svensk industriproduktivitet i ett internationellt perspektiv under fyra decennier – vad kan vi lära oss av 1990-talet?", *Ekonomisk Debatt*, årg 31, s 611-619.

Lindström, T (2002), "The Role of High-Tech Capital Formation for Swedish Productivity Growth", Bilaga 5, SOU 2002:118.

Mellander, E, E Savvidou och G Gunnarsson (2004), "Effekter av IT i svensk industri", IFAU Rapport 2004:11.

Lundgren, K och A Wiberg (2000), "Solowparadoxen och den nya ekonomin", *Ekonomisk Debatt*, årg 28, s 747-757.

Romer, P M (1990), "Endogenous Technical Change", *Journal of Political Economy*, vol 98, s S71-S102.

REFERENSER