

Lunds Universitet
Nationalekonomiska institutionen

Kandidatuppsats
Vårterminen 2010
Kurs: NEKK01



LUNDS
UNIVERSITET

En studie av IKT ur ett tillväxtperspektiv

Uppsatsförfattare

Niclas Lavesson

Handledare

Klas Fregert

ABSTRACT

Uppsatsen undersöker två frågeställningar. Den första frågeställningen avser hur investeringar i informations- och kommunikationsteknologier (IKT) påverkar tillväxten i arbetsproduktivitet. I ett andra skede av uppsatsen undersöks vilka bakomliggande faktorer som påverkar att den nya teknologin anammas. Studien omfattar 16 OECD-länder under tidsperioden 1995 – 2004.

Resultatet är att kapitalfördjupningen från investeringar i IKT inte påverkar tillväxten i arbetsproduktivitet i någon betydande omfattning. Vidare framkommer att IKT-investeringarna trots denna upptäckt tycks ligga bakom produktivitetstillväxten. När det företas investeringar ökar nämligen användningen av de nya teknologierna. Användningen av IKT tenderar till att skapa samordningsvinster vilka påverkar arbetsproduktiviteten positivt. I grund och botten härstammar produktivitetstillväxten därför från investeringarna i IKT.

I analysen framkommer att anammandet av IKT är beroende av inkomstnivån och antalet utbildningsår. Högre inkomster tycks medföra att IKT börjar användas. Detsamma gäller om antalet skolår ökar. Öppenhet för handel har positiv effekt på huruvida IKT anammas. Det visar sig att produktmarknadsregleringar har den motsatta effekten.

Nyckelord: IKT, ICT, arbetsproduktivitet, produktivitetstillväxt, OECD

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	1
1.1 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	1
1.2 BEGRÄNSNINGAR	2
1.3 DISPOSITION	2
2. INFORMATIONS- OCH KOMMUNIKATIONSTEKNOLOGI	4
2.1 VAD ÄR IKT?	4
2.2 TILLVÄXTEFFEKTER	4
2.2.1 <i>Direkta effekter</i>	4
2.2.1.1 IKT-investeringar	4
2.2.2 <i>Indirekta effekter</i>	6
2.2.2.1 IKT-användning	6
2.2.2.2 IKT-produktion	7
2.2.3 <i>Totalbilden</i>	8
2.3 ANAMMANDE OCH SPRIDNING AV IKT	9
2.4 FRÄMJANDE ÅTGÄRDER	11
3. HUR PÅVERKAS ARBETSPRODUKTIVITETEN AV IKT-INVESTERINGAR?	13
3.1 TIDIGARE FORSKNING	13
3.2 TILLVÄXTBOKFÖRING	14
3.2.1 <i>Modellen</i>	15
3.3 ANALYS OCH RESULTAT I	17
3.3.1 <i>Analysens upplägg</i>	17
3.3.2 <i>IKT-kapitalets utveckling</i>	19
3.3.3 <i>Bidraget till tillväxten</i>	20
4. VILKA BAKOMLIGGANDE FAKTORER PÅVERKAR ANAMMANDET AV IKT?	25
4.1 TIDIGARE FORSKNING	25
4.2 PANELREGRESSION	26
4.2.1 <i>Den generella modellen</i>	26
4.2.2 <i>Den tillämpade modellen</i>	27
4.3 ANALYS OCH RESULTAT II	28
4.3.1 <i>Dataanalys</i>	28
4.3.2 <i>Regressionsanalys</i>	37
5. AVSLUTANDE DISKUSSION	41
5.1 DISKUSSION OM FRÄMJANDE ÅTGÄRDER	42
5.2 FRAMTIDA FORSKNING	44
KÄLLFÖRTECKNING	45
APPENDIX I – MODELL TILL TILLVÄXTBOKFÖRING	49
APPENDIX II – BERÄKNING AV GENOMSNITTLIGT ANTAL UTBILDNINGÅR	51
APPENDIX III – INDEXBERÄKNING FÖR INFRASTRUKTUR	52

1. Inledning

Användandet av informations- och kommunikationsteknologi (IKT) blir allt betydelsefullare i dagens samhälle. Ett flertal definitioner av IKT förekommer och det finns inget enhetligt eller uttömmande begrepp. Kanske framförallt på grund av att det är ett väldigt omfattande område. I begreppet inbegrips i regel datorer och tillbehör, telefoni, mobiltelefoni, Internet och liknande medier som underlättar kommunikation och informations spridning.

I takt med att användandet av nya teknologier ökar påverkas samhället i sin helhet. Samhällets beslutfattare ställs inför nya beslut för att effektivt kunna utnyttja IKT och tillväxtfördelarna av detta. Plötsligt blir frågor såsom utformningen av skattesystemet, befolkningens utbildningsnivå och produktmarknadsregleringar viktigare än tidigare. Även företagen ställs inför nya beslut. Inköpspris och kostnader för IKT blir betydelsefullare än förut. Inköspriserna för IKT påverkar huruvida en sådan investering ska göras. Kringkostnader för upplärning och organisatoriska förändringar uppstår vilka därmed måste tas i beaktande vid investeringsbeslut. Även produktionsbesluten påverkas. Övervägande om vilka branscher som produktionen ska föreläggas inom blir aktuella. Till synes uppstår många nya frågor.

Makroekonomiskt sett blir länderstudier kring IKT angelägnare än tidigare. I och med att tillväxt från IKT är ett relativt sentida fenomen är det först på senare år som forskningen inom området påfallande har ökat. En mängd av de forskningsrapporter som är tillgängliga behandlar hur ekonomin i sin helhet påverkas. Den forskning som undersöker vilka faktorer som påverkar anammandet av IKT är dock något ovanligare. I och med att fenomenet IKT är relativt nytt föreligger det ett behov att undersöka detta vidare.

1.1 Syfte och frågeställningar

Avsikten med uppsatsen är att besvara två frågeställningar. Först analyseras hur investeringar i IKT har påverkat arbetsproduktiviteten. Studien omfattar merparten av OECD:s länder. I och med komplexiteten som råder kring begreppet IKT och hur ekonomin påverkas läggs även fokus på indirekta effekter såsom användningen och produktionen av IKT.

Senare i uppsatsen undersöks vad som är avgörande för att IKT sprids och börjar användas. Annorlunda uttryckt undersöks vilka faktorer som påverkar att IKT anammas.

Frågeställningarna är:

1. Hur påverkas arbetsproduktiviteten av IKT-investeringar?
2. Vilka bakomliggande faktorer påverkar anammandet av IKT?

1.2 Begränsningar

Den största begränsningen är den rådande situationen gällande tillgången på data. Det förekommer att data helt och hållet saknas för länder medan det i vissa fall enbart är för enstaka årtal. Oavsett vilket blir följderna att en del beräkningar får utföras efter eget omdöme och därmed får flera viktiga avvägningar göras. En fördel är att arbetet blir säreget och att nya insikter kan nås medan den största nackdelen är att viss subjektivitet präglar arbetet. I och med att fenomenet IKT är nytt finns det inte data tillgänglig för någon längre tidsperiod. Detta medför att arbetet begränsas till att undersöka tidsperioden 1995 – 2004. Arbetet undersöker således en relativt kort tidsperiod.

Av naturliga skäl utelämnas områden som inte berör IKT-investeringarna och anammandet. Den producerande sektorn samt hur realkapital påverkar produktivitetstillväxten diskuteras inte i någon större utsträckning. Det optimala vore att undersöka hur dessa faktorer påverkar frågeställningarna. Problemet är dock att arbetet skulle bli alltför omfattande och mindre kärnfullt.

1.3 Disposition

Kapitel 2 utgör teoridelen i uppsatsen. Här beskrivs de grundläggande basfakta som läsaren behöver inför den fortsatta läsningen. Rubriken ”2.2 Tillväxteffekter” är främst nödvändig för att förstå vad som sker i kapitel 3 där den första av frågeställningarna behandlas. ”2.3 Anammande och spridning av IKT” fyller motsvarande funktion inför besvarandet av den andra frågeställningen i kapitel 4.

Kapitel 3 och 4 utgör kärnan av arbetet då analyserna för respektive frågeställning sker här. Uppbyggnaden av de båda kapitlen följer samma struktur. Först presenteras tidigare forskning, därefter sker en beskrivning av de modeller som används i analysen. Sist i kapitel 3 och 4 sker analysen för respektive frågeställning.

I kapitel 5 besvaras frågeställningarna och en sammanfattning av arbetet sker här. Utöver detta diskuteras främjande åtgärder som kan vidtas för att tillvarata de positiva effekter på tillväxten i arbetsproduktivitet som IKT kan medföra. Diskussionen grundar sig på vad som framkommer under ”2.4 Främjande åtgärder”. Sist i arbetet ges förslag på framtida forskning.

2. Informations- och kommunikationsteknologi

2.1 Vad är IKT?

En definition av IKT ges i OECD (2008a):

“ICT products must primarily be intended to fulfil or enable the function of information processing and communication by electronic means, including transmission and display”.

Källa: OECD (2008a s.11).

Översatt till svenska innebär det att *”IKT-produkter huvudsakligen måste ämnas till att uppfylla eller möjliggöra informationsbehandling och kommunikation genom elektroniska medel, inkluderat överföring och framställan”* (Författarens översättning av OECD 2008a s.11).

Vidare anges i OECD (2008a) ett antal huvudgrupperingar under vilka olika IKT-produkter faller. Några exempel på huvudgrupperingar är ”Datorer och tillbehör”, ”Kommunikationsutrustning” och ”Telekommunikationstjänster”. Totalt finns 10 breda huvudgrupperingar vilka totalt innehåller 99 typer av produkter och tjänster. Produkter som faller inom huvudgruppen ”Datorer och tillbehör” är persondatorer, tangentbord och möss samt olika typer av skrivare. Under ”Kommunikationsutrustning” kan linjetelefoner, mobiltelefoner och olika typer av trådlösa nätverk nämnas. Slutligen kan det under ”Telekommunikationstjänster” nämnas tjänster som rör fast och mobil telefoni. Tjänsterna kan avse bland annat tillgänglighet och funktionalitet. För fler exempel se OECD (2008a).

2.2 Tillväxteffekter

I litteraturen kan man urskilja att IKT påverkar tillväxten på åtminstone tre sätt – detta genom investeringar, användande och produktion. Det går inte att göra någon tydlig distinktion mellan de olika slagen utan de hör samman på ett eller annat sätt. I det följande kapitlet ges en förklaring av IKT:s direkta och indirekta effekter på tillväxten i arbetsproduktiviteten.

2.2.1 Direkta effekter

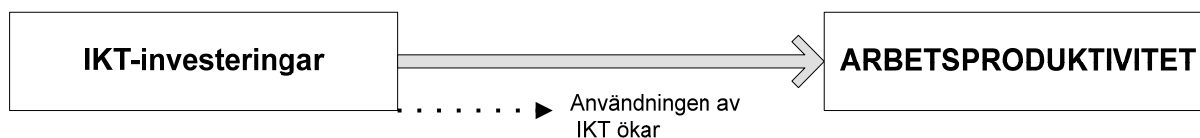
2.2.1.1 IKT-investeringar

Kapitalstocken ökar när det sker investeringar i IKT-produkter. Det är således inte någon större skillnad om investeringar företas i realkapital eller om de sker i IKT-kapital;

kapitalstocken ökar i vilket fall som helst. IKT-kapital fungerar som arbetsutrustning i företagets produktion. När investeringarna ökar blir därför tillväxten i arbetsproduktiviteten från IKT-kapitaltjänster större (OECD 2004, s.62). Det sker således IKT-kapital fördjupning. IKT-investeringar kan därför ses som en direkt effekt på arbetsproduktiviteten.

Den del av kapitalstocken som består av IKT-kapital skapar ett infrastrukturnät. Detta förbättrar möjligheterna att använda IKT genom ökad tillgänglighet (OECD 2004, s.62). När investeringar företas ökar andelen IKT-kapital i den totala kapitalstocken. Därmed ökar även användningen av IKT (Riksbanken 2007, s.44). Figur 1 sammanfattar vad som sker när det företas investeringar i IKT.

Figur 1: IKT-investeringar och tillväxt i arbetsproduktiviteten



Investeringar i IKT kan delas in i tre delar: IT-utrustning, kommunikationsutrustning och mjukvara. Denna uppdelning medför dock vissa mätproblem. I OECD (2004) ges ett exempel rörande ett datorpaket som innehåller flera program och mjukvara. I och med att det kompletta datorpaketet innehåller mjukvara men samtidigt kan klassas som hårdvara (IT-utrustning) uppstår problem. Redovisningen avgörs vanligen av proportionerna i paketet. Om paketet mestadels består av IT-utrustning klassas den som sådan. Skulle det vara att datorn enbart är en liten del av paketet och mjukvaran utgör merparten av produkten sker redovisningen som mjukvara i IKT-kapitalstocken (OECD 2004, s.62f).

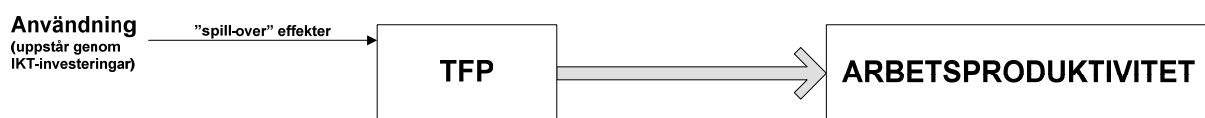
Ett annat problem är att IKT ofta finns involverade i andra kapitalprodukter. IKT-investeringar täcker enbart sådana investeringar som är klart urskiljbara från andra typer av kapital. I OECD (2004) anförs ytterligare ett exempel: ett företag beställer en robot som ska användas i produktionsprocessen. Ofta medföljer det någon form av programvara för att kunna använda maskinen. Maskinen ses som realkapital medan programvaran egentligen är en IKT-investering. Detta är återigen ett exempel på ett mätproblem i och med att det inte går att urskilja någon klar gräns hur redovisningen skall ske.

2.2.2 Indirekta effekter

2.2.2.1 IKT-användning

Den första av de indirekta effekterna som förklaras är användningen av IKT. Tidigare nämns det att investeringarna i IKT ökar användningen av IKT. En utbredd användning kan i sin tur medföra att det uppstår så kallade ”spill-over”-effekter. Förekomsten av ”spill-over”-effekter gör att den totala faktorproduktiviteten (TFP) växer (OECD 2004, s.91). Därmed sker det även tillväxt i arbetsproduktiviteten. Orsaken till varför IKT-användning klassas som en indirekt effekt är således för att den uppstådda tillväxten i arbetsproduktivet sker genom TFP. Figur 2 sammanfattar förloppet.

Figur 2: IKT-användning och tillväxt i arbetsproduktivet



Ett exempel på ”spill-over”-effekter är nätverksexternaliteter (OECD 2004, s.91). Med nätverksexternaliteter menas att ju fler som ansluter till ett nätverk desto användbarare blir det (OECD 2003, s.56). Ett klassiskt exempel är mobiltelefonen: antag att enbart en person äger en mobiltelefon. Denna telefon skulle vara tämligen värdelös om det inte finns någon annan som har en mobiltelefon. Om däremot varje individ i befolkningen äger vars sin mobiltelefon skulle den bli högst användbar. Kommunikationsmöjligheterna ökar och därmed kan effektivitetsvinster nås. När det talas om tillväxteffekter från användning av IKT syftas det på de samordningseffekter som uppstår av själva användningen. Edquist (2009) beskriver ”spill-over”-effekter som användning av datorer kan generera. För att klargöra det hela citeras Edquists beskrivning:

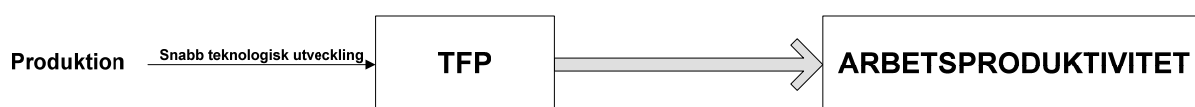
”När allt fler anställda får tillgång till datorer och annan IKT-utrustning ökar inte enbart deras enskilda produktivitet, utan ett antal samordningseffekter uppstår. Exempelvis blir det möjligt att kommunicera snabbare, med hjälp av datorerna, vilket medför att allt mindre tid läggs på administration. Således leder IKT-investeringar till effektivare organisering av produktionen [...]”. Källa: Edquist (2009 s.38).

De sektorer inom ekonomin som är högintensiva användare av IKT är: grossist- och detaljhandeln, finansväsendet, försäkringsbranschen och olika företagstjänster. Det är således användning av IKT inom dessa branscher som ger upphov till störst ”spill-over”-effekter (OECD 2004, s.92f). I regel är det tjänstesektorn som använder IKT i sin produktion. Till skillnad från varor är det svårare att mäta kvalitetsförbättringar och prissättning av tjänster. I vissa fall är den output som tjänsten genererar beroende på konsumentens medverkan (OECD 2004, s.93). Ett exempel kan ges för att klargöra detta: Antag att en klient köper någon form av företagsrådgivning och att personen i fråga inte följer råden till fullo, i det fallet blir det svårt att avgöra kvalitén på tjänsten och hur mycket output den genererar. Mätproblemen medför att jämförelser mellan länder kan bli missvisande.

2.2.2.2 IKT-produktion

Den andra faktorn som påverkar arbetsproduktiviteten indirekt är produktionen av IKT. Den IKT-producerande sektorn, det vill säga de företag som producerar IKT, utgör bara en liten del av all den produktion som sker i ett land. Trots detta kan en ekonomi uppleva stark tillväxt genom ökad produktion av IKT. Den IKT-producerande sektorn präglas av snabb teknologisk utveckling och bidrar därmed till tillväxt i TFP (OECD 2004, s.86f). Detta leder i sin tur till att det uppstår tillväxt i arbetsproduktiviteten. Figur 3 visar hur IKT-produktionen påverkar TFP och tillväxten i arbetsproduktiviteten.

Figur 3: IKT-produktion och tillväxt i arbetsproduktiviteten



Sammanställningen av den IKT-producerande sektorn är av stor betydelse. Sektorer som karaktäriseras av snabb teknologisk utveckling bidrar i större utsträckning till tillväxt i arbetsproduktiviteten. Påverkan sker genom tillväxten i TFP (OECD 2004, s.89). Produktion av elektronikkomponenter och datorer påverkar TFP-tillväxten positivt och ger därmed ökad arbetsproduktiviteten. Även telekommunikations- och datortjänster kan nämnas i sammanhanget. De senare har dock svagare inverkan på produktiviteten (OECD 2004, s.89).

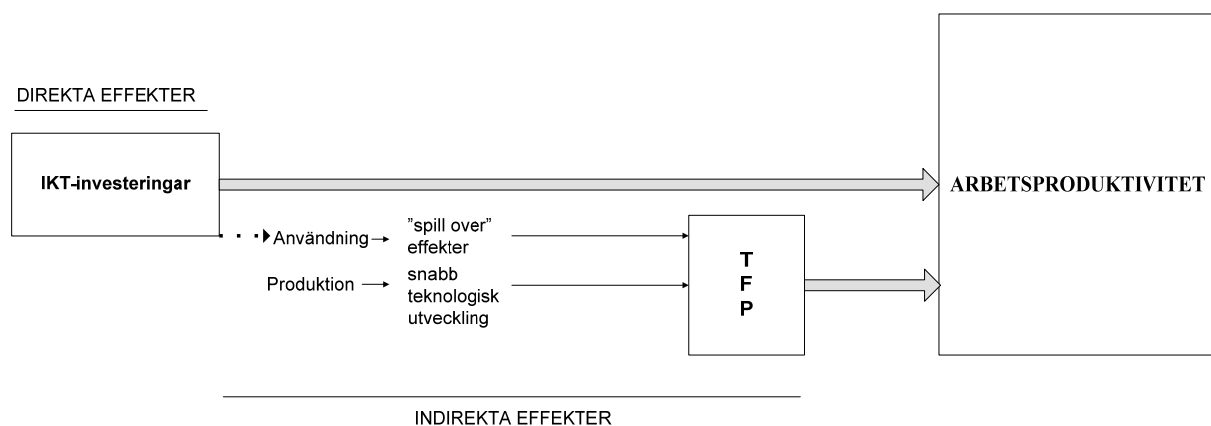
Produktion av elektronikkomponenter och datorer är ofta förenade med stora skalfördelar (stordriftsfördelar). Att starta upp produktion av i synnerhet elektronikkomponenter medför stora kostnader. Följden blir att enbart ett fåtal länder är specialiserade inom dessa sektorer och därmed utför all sådan produktion (OECD 2003, s.40f). Kort sagt får länder som producerar IKT inom de sektorerna med snabbast teknologisk utveckling starkare tillväxt relaterad till IKT-produktionen. Det finns flera andra IKT-producerande sektorer än de nämnda men där den teknologiska utvecklingen inte är lika hög. IKT-produktionens bidrag till produktivitetstillväxten beror således på vilka sektorer som produktionen är förlagd.

Det förekommer mätproblem beträffande mätningar inom den IKT-producerande industrin. Länder använder i regel inte samma metoder. Det största problemet rör priser och kvalitetsförbättringar på varor. Att kvantifiera en kvalitetsökning och avgöra hur priset påverkas av denna är svårt (OECD 2004, s.87f). I regel kan man avgöra att en vara idag är bättre än motsvarande vara för ett eller två år sedan. När mätningar angående kvalitetsförbättringar och prisförändringar görs med olika metoder kan jämförelser mellan länder bli missvisande.

2.2.3 Totalbilden

Figur 4 beskriver de nyss beskrivna tillväxteffekterna och bedöms som viktig för att få en sammanhängande bild inför den fortsatta läsningen. Figuren är en sammansättning av figur 1 – 3 och summerar vad som nyss har diskuterats.

Figur 4: Tillväxteffekterna och tillväxten i arbetsproduktivitet



Att döma av figur 4 ger IKT-investeringarna direkt effekt på tillväxten i arbetsproduktivitet. Det har redan tidigare konstaterats att tillväxten uppkommer genom kapitalfördjupning från IKT. Figur 4 visar sambandet mellan IKT-investeringar och användningen av IKT. Investeringarna kan, vilket nämnts tidigare, ge upphov till en ökad användning av IKT. Den prickade linjen visar denna anknytning.

Av figur 4 framgår det att de indirekta effekterna består av både användning och produktion av IKT. Orsakerna till varför TFP växer beror på ”spill-over”-effekter som användningen av IKT genererar samt från den snabba teknologiska utvecklingen inom produktionen. TFP-tillväxten orsakar i sin tur att arbetsproduktiviteten ökar.

2.3 Anammande och spridning av IKT

En viktig förutsättning för att länder ska kunna utnyttja fördelarna av IKT är att teknologin sprids och börjar användas. Detta framkommer i Erumban & de Jong (2006):

“The rate at which new technologies are adopted and incorporated into the productive process, i.e. the diffusion or adoption of a new technology [...] is considered to be a major factor in driving the pace of economic growth”. Källa: Erumban & de Jong (2006 s.302).

Kort sagt säger ovanstående citat att takten där nya teknologier införlivas i produktionsprocessen är en drivande faktor bakom ekonomisk tillväxt. Annorlunda uttryckt spelar spridningen och anammandet av ny teknologi stor roll för den ekonomiska tillväxten. Ny teknologi måste således börja användas inom produktionen för att tillväxtfördelarna som IKT medför ska kunna utnyttjas. Flera faktorer påverkar att teknologin sprids och anammas.

Priset på IKT-kapital inverkar på huruvida investeringarna sker i sådana produkter (OECD 2004, s.27). Både företag och individer har dragit nytta av de prisfall som skett. Företagen har kunnat investera mer medan konsumenterna har fått tillfälle att köpa och dra nytta av IKT-produkter. Detta har drivit ner priserna ytterligare och därmed har både investeringarna och användningen av IKT ökat (OECD 2003 s.20). Företag erbjuder flera fördelar av IKT-användning. Produktionen kan effektiviseras genom sådana samordningseffekter som

diskuterades tidigare. Exempelvis kan informationsflödet och kommunikationsmöjligheterna förbättras.

För företagens vidkommande är det inte enbart inköpspriset som är avgörande huruvida ny teknologi börjar användas. Givetvis påverkar priset företagets förväntade vinster och är därför avgörande om den tilltänkta investeringen sker. Dock måste kostnader för att lära upp personalen att använda den nya teknologin tas med i beräkningen. Organisatoriska förändringar kan behövas och även andra kringkostnader kan uppstå (OECD 2003, s.26ff). I OECD (2009a) tas skatter upp som en påverkande faktor till företagets investeringsbeslut. Generellt gäller att företagsskatter är den skadligaste formen av beskattning. Höga företagsskatter innebär att både inhemska och utländska investeringar (FDI) går till spillo då företagets vinster försämras. Således blir det ett sämre investeringsklimat och företagen söker sig till andra länder (OECD 2009a s.154ff). Även teknologiöverföringen som sker mellan utländska och inhemska företag uteblir (OECD 2009a se Griffith et al 2004). Kan kostnader av ovanstående slag minimeras ökar detta möjligheterna att företagen upptar och anammar IKT.

Beträffande priset på IKT bör detta inte skilja i någon större utsträckning mellan länder i och med att handeln sker på en internationell marknad (OECD 2003, s.28). Dock kan andra faktorer påverka priset och därmed investeringskostnaderna. Ett exempel är olika typer av barriärer. Om det förekommer sådana kan det inhemska priset bli något högre än internationellt. Detta kan medföra att investeringar i IKT uteblir. Detta är en tänkbar förklaring till varför investeringsgraden i IKT skiljer mellan länder (OECD 2003, s.28).

Även kostnader för kommunikation, såsom teletaxa och liknande, påverkar om ny teknologi börjar användas av företagen. Höga samtalstaxor leder till att användning av IKT inte blir lika aktuellt (OECD 2003, s.28). Antag att det är väldigt dyrt med tillgång till Internet i ett land. På detta sätt kan investeringar i datorer och kringutrustning såsom modem utebli då lönsamheten inte blir tillräckligt stor eller rentav uteblir. Även de fördelar som IKT-användningen för med sig riskerar att utebli.

En bra infrastruktur kan underlätta handel och ge bättre konkurrens på marknader. Med infrastruktur avses nätverk av vatten, energi, transport och kommunikation. Investeringar i infrastruktur ger utöver bidrag till kapitalstocken de nämnda fördelarna (OECD 2009a s.164ff). En bra infrastruktur och de tillhörande investeringarna kan därför underlätta spridningen av IKT på flera sätt. Ett exempel på detta kan ges. Antag att ett land inte har ett

väl fungerande telenät. Följden kan bli att företag avstår från att investera i landet – både inhemska och utländska företag. IKT-kapitalets direkta och indirekta effekter på tillväxten riskerar i sådana fall att utebli.

Produktmarknadsregleringar har visat sig fungera som ett hinder för spridningen av IKT. Marknader drabbas olika hårt av regleringar. I regel gäller att länder som har starkt reglerade produktmarknader också har en lägre investeringsgrad i IKT (OECD 2003, s.33). Förekomsten av regleringar minskar konkurrensen på marknaden. När det inte finns någon betydande konkurrens kan marknadsinnehavaren konkurrera på de villkor som passar företaget bäst. Om marknaden avregleras och nya företag kommer till marknaden måste företagen konkurrera på andra villkor (OECD 2003, s.33). Ett sätt att sänka kostnaderna kan vara att börja använda IKT – exempelvis försäljning över Internet. När marknader avregleras uppmuntras IKT-investeringar och i takt med detta faller priserna (OECD 2003, s.33). Vilket tidigare nämnts leder prisfall på att ytterligare investeringar i IKT sker och effekten blir att teknologin börjar användas.

2.4 Främjande åtgärder

Myndigheterna och åtgärder de vidtar kan främja att IKT införlivas i produktionen. Förutsättningarna för att åtgärderna som i det följande diskuteras skall lyckas är att det förs en sund makroekonomisk politik. Det krävs vidare väl fungerande institutioner och marknader för att uppnå det önskade resultatet (OECD 2003, s.91).

Samhällets beslutsfattare ställs inför frågor som handlar om att eliminera de element som gör att investeringar uteblir och att anammandet därmed hämmas. Åtgärderna kan bestå av att avreglera marknader och bryta ner olika handelsbarriärer. Effekten blir, som nämnts tidigare, att konkurrensen ökar och att företagen behöver konkurrera på andra villkor då nya företag inträder på marknaden (OECD 2003, s.89ff). Även frågan om företagsskatter kan påverkas genom olika åtgärder. I OECD (2009a) diskuteras åtgärder som kan vidtas. Det finns skatter som påverkar investeringar i mindre utsträckning än företagsskatter. En föreslagen åtgärd är skattereformer. Som exempel nämns att en större skattebörda kan läggas på konsumenter och fastighetsägare till förmån för företagen (OECD 2009a s.158). En viktig utmaning för beslutsfattarna är att genom diverse åtgärder minimera kostnader för företagen och stärka konkurrensen på marknaderna. Lyckas detta ökar utsikterna för företagen att införliva ny teknologi i produktionsprocessen.

Regeringspolitiken som förs måste uppmuntra företag att använda IKT. Ett viktigt element är att uppmuntra e-handel. Politiskt sett kan denna uppmuntran ske genom att tillta strategier för att främja nyföretagande. Nya företag tenderar till att föra in nya affärsmodeller och idéer. På så sätt tvingas redan etablerade företag att följa efter genom att börja använda den nya teknologin (OECD 2003, s.89). I OECD 2003 nämns begreppet kreativ förstörelse. Innebörden är att ineffektiva företag slås ut från marknaden och ersätts med effektivare företag. På så sätt ökar den ekonomiska effektiviteten. De företag som inte lyckas anamma den nya teknologin slås således ut från marknaden (OECD 2003, s.89).

Ytterligare en åtgärd som kan vidtas är att underminera höga inträdes- och utträdeskostnader som förekommer på produktmarknader. Ett välutformat finansiellt system och låga regleringshinder kan göra att kostnaderna för att misslyckas med företagande kan hållas relativt låga. Ändamålet med åtgärderna är att få fler människor till nyföretagande. Nyföretagandet ger utrymme för entreprenörskap. Följden blir att nya idéer och innovationer uppstår, något som kan tänkas leda till att teknologin sprids snabbare (OECD 2003, s.90).

En utbildad arbetskraft med den kompetens som krävs för att använda IKT-kapitalet är nödvändig. Arbetsmarknadsparterna och myndigheterna kan därför försöka främja utbildning för att hålla arbetskraften uppdaterad (OECD 2003, s.90f). Matchningen av arbetskraften till den nya teknologin blir en viktig fråga. Rätt kompetens måste vara på rätt plats. Därmed är det inte enbart arbetskraften som måste utbildas utan även ledningen för företag. En välutbildad ledning kan allokera resurser till rätt område och därmed nå ett effektivt användande av IKT (OECD 2003, s.90ff).

Slutligen kan det nämnas något om infrastruktur för att underlätta spridning och anammandet av IKT. Det finns åtskilliga exempel genom tiderna där det ”överinvesteras” i infrastruktur. Detta har inneburit att investeringarna inte har gett de önskade effekterna. Det är av stor betydelse att en sund politik förs och myndigheterna bör därför göra noggranna avvägningar vid varje investeringsbeslut. Till exempel huruvida ett privat eller offentligt företag ska utföra arbetet (OECD 2009a, s.174f). I grova drag är det helt enkelt av stor vikt att det inte överinvesteras i infrastruktur och att effektiviteten blir så stor som möjligt. Om marknaden inte är redo för stora investeringar i infrastruktur, exempelvis på grund av bristande konkurrens, infrias inte heller de fördelar som investeringarna tänks ge.

3. Hur påverkas arbetsproduktiviteten av IKT-investeringar?

3.1 Tidigare forskning

Merparten av den forskning som finns tillgänglig rör USA och Euroområdet – i synnerhet jämförelser mellan dessa. Konjunkturinstitutet (2007) pekar på att den starka tillväxten i USA sedan mitten av 1990-talet berott på kapitalför djupning från investeringar i IKT. Perioden 2000-2004 minskade dock bidraget från IKT-investeringar och istället var det tillväxt i TFP som gjorde att produktiviteten ökade. I en studie av Oulton (2002) redovisas att de IKT-investeringar som företagits i Storbritannien sedan 1990-talet har varit lika stora som i USA. Tillväxten i TFP åren efter att dessa investeringar företagits blev dock inte i närheten av den storlek som i USA. En hypotes som Oulton resonerar kring är att det krävs organisatoriska förändringar och en viss typ av utbildning för att dra nytta av tidigare IKT-investeringar. En tolkning som Oulton gör är att USA redan hade verkställt de organisatoriska förändringar som krävs för att tillväxten i TFP skulle ske. Vidare menar han att Storbritannien inte hade gjort detta. Flera forskare menar att tillväxten i TFP, som förväntas inträffa av tidigare IKT-investeringar, sker med en viss fördröjning. Både Oulton (2002) och Vijselaar & Albers (2004) förespråkar detta och syftar på att en sådan utveckling kan pågå i det dolda.

Ett liknande fenomen som i Storbritannien uppstod i Euroländerna. Investeringar i IKT skedde men den förväntade tillväxten i TFP uteblev (Konjunkturinstitutet, 2007). En del forskning betonar storleken på IKT-kapitalstocken som en tänkbar förklaring till varför det förekommer skillnader i TFP-tillväxt. Marcusson (2006) visar att USA sedan 1980 har gjort större IKT-investeringar i förhållande till EU. År 2004 hade USA därför dubbelt så stor mängd IKT-kapital. Resultatet blev att arbetarna i EU har haft betydligt mindre IKT-kapital till sitt förfogande. Marcusson syftar på att den svaga TFP-tillväxten i EU kan förklaras av att det inte skett några ”spill-over”-effekter. Sådana uppkommer som bekant först i samband med IKT-användning och med tanke på att EU har haft mindre IKT-kapital har även användningen blivit mindre än i USA. Även Oulton (2002) diskuterar ”spill-over”-effekter och syftar på att sådana uppstår först när en viss tröskelgräns av användare nås beträffande den nya teknologin. Ytterligare en förklaring till varför den efterföljande TFP-tillväxten uteblev i Storbritannien är därför att denna tröskelgräns inte hade uppnåtts.

Bassanini & Scarpetta (2002) undersöker tillväxtutvecklingen i ett antal OECD-länder. Under 1990-talet har tillväxtskillnaderna i de undersökta länderna varit stora. Artikelförfattarna når insikten att skillnader i TFP är den avgörande faktorn som gett upphov till skillnaderna i

produktivitetstillväxten. TFP har accelererat i flertalet länder. För merparten av länderna har TFP-tillväxten inte varit lika stark som i USA. Bassanini & Scarpetta konstaterar även att TFP-tillväxten bromsats in i flera andra OECD-länder.

van Ark & Timmer (2005) undersöker hur användningen och produktionen av IKT har påverkat produktiviteten. Precis som Bassanini & Scarpetta (2002) kommer de fram till att olika TFP-bidrag är den största orsaken till produktivitetsskillnader mellan länder. Länderna som hade starkast tillväxt i arbetsproduktivitet under 1995 – 2001 hade även störst tillväxt i TFP. Motsatt fann de att länder med svag eller negativ tillväxt i arbetsproduktivitet hade svag eller negativ tillväxt i TFP.

van Ark & Timmer (2005) förklarar den svagare TFP-tillväxten i Europa med att den IKT-producerande sektorn är betydligt mindre än i USA. Sådana olikheter antas även kunna förklara de skillnader i TFP-tillväxten som förekommer inom EU. Tillväxten i TFP som beror på den snabba teknologiska utvecklingen i den IKT-producerande sektorn förväntas därmed vara viktig. Vikten av hur IKT-producerande sektorn är sammansatt diskuteras. Produktionen i Europa förklaras till stor del bestå av slutkonstruktionen av IKT-produkter. Därför är det, enligt den tolkning artikelförfattarna gör, fullt rimligt att TFP-tillväxten i Europa är lägre än i USA. En tolkning som artikelförfattarna gör är att sådan produktion som sker i Europa inte genererar lika stora teknologiska framsteg som IKT-produktionen i USA. Den sektor som framförallt är större i USA är produktionen av elektronikkomponenter. Irland producerar till stor del datorer medan Sverige och Finland mestadels producerar kommunikationsutrustning. Produktion av elektronikkomponenter, datorer och kommunikationsutrustning karaktäriseras av snabb teknologisk utveckling och är därför särskilt gynnsamma för TFP-tillväxt. van Ark & Timmer når slutsatsen att merparten av TFP-tillväxten för de nyligen nämnda länderna härstammar från IKT-produktionen. För de flesta av länderna i studien gäller dock inte detta resultat. Skillnaderna i produktivitetstillväxt kan istället förklaras av TFP-tillväxt som har sitt ursprung i IKT-användningen och de ”spill-over”-effekter som förekommer.

3.2 Tillväxtbokföring

Med hjälp av tillväxtbokföring kan man härleda hur mycket av tillväxten som beror på insatsfaktorerna i en modell – vanligen arbete, kapital och teknologisk utveckling (TFP). Tillväxtbokföring ses därför ofta som en naturlig utgångspunkt vid analyser där man vill förklara de bestämmande faktorerna bakom tillväxt (Barro, 1999).

Hur mäts teknologisk utveckling? Detta är i högsta grad ett diffust begrepp som i praktiken inte går att mäta. Idag finns det emellertid god tillgång på data angående insatsfaktorerna kapital och arbete. Även data på hur den ekonomiska aktiviteten utvecklas finns tillgängliga, vanligtvis tidsserier över BNP. Därmed saknas endast värden på teknologisk utveckling. Lösningen är att den teknologiska utvecklingen beräknas som en residual (restpost) med hjälp av de tillgängliga värdena för kapital, arbete och BNP (Solow, 1957).

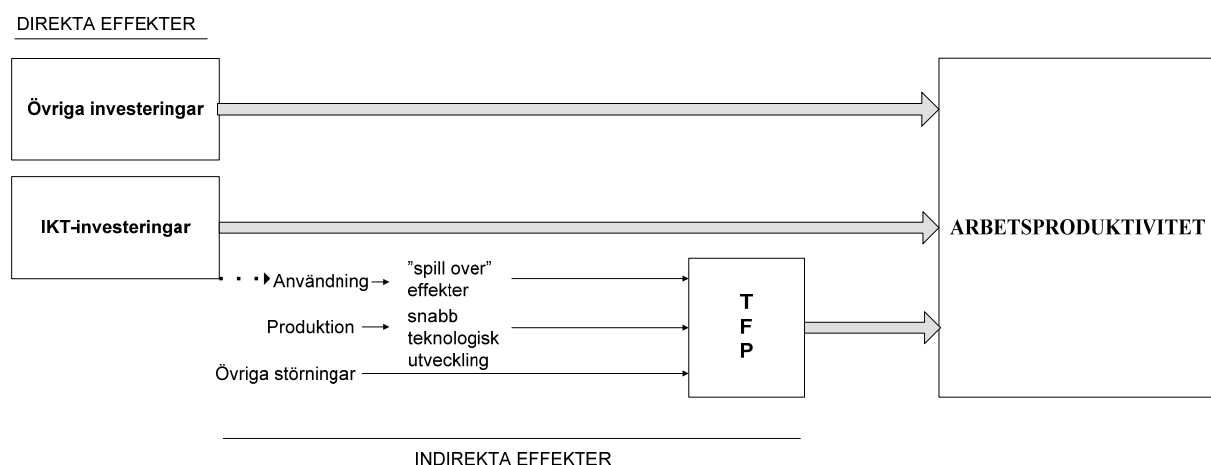
3.2.1 Modellen

Modellen som används i detta arbete härstammar från van Ark & Timmer (2005); (se även Konjunkturinstitutet 2007 för en snarlik modell). I van Ark & Timmer (2005) är den något mer avancerad då TFP bryts ner för att undersöka hur mycket av tillväxten som kan hänföras till de indirekta effekterna. Denna möjlighet faller bort i detta arbete på grund av den förenklade modellen. I och med att denna uppsats avser att förklara hur produktiviteten påverkas av investeringar i IKT-kapital är det nödvändigt att dela upp kapitalinsatsen i två typer – IKT-kapital respektive övrigt kapital:

$$y = F(k_{OVR}, k_{IKT}, TFP)$$

Arbetsproduktiviteten kan tolkas som en funktion av övrigt kapital, IKT-kapital samt TFP. Figur 5 klargör sambandet.

Figur 5: Arbetsproduktiviteten och insatsfaktorerna



Modellen som används i arbetet:

$$\Delta \log y_t = \omega_{OVR} \Delta \log k_{OVR_t} + \omega_{IKT} \Delta \log k_{IKT_t} + \Delta TFP_t$$

y står för arbetsproduktivitet. $\log k_{OVR_t}$ representerar övrigt kapital per timme och $\log k_{IKT_t}$ står för IKT-kapital per timme. ω_{OVR} och ω_{IKT} representerar inkomstandelarna till respektive kapitaltyp. Se Appendix I för härledning av modellen.

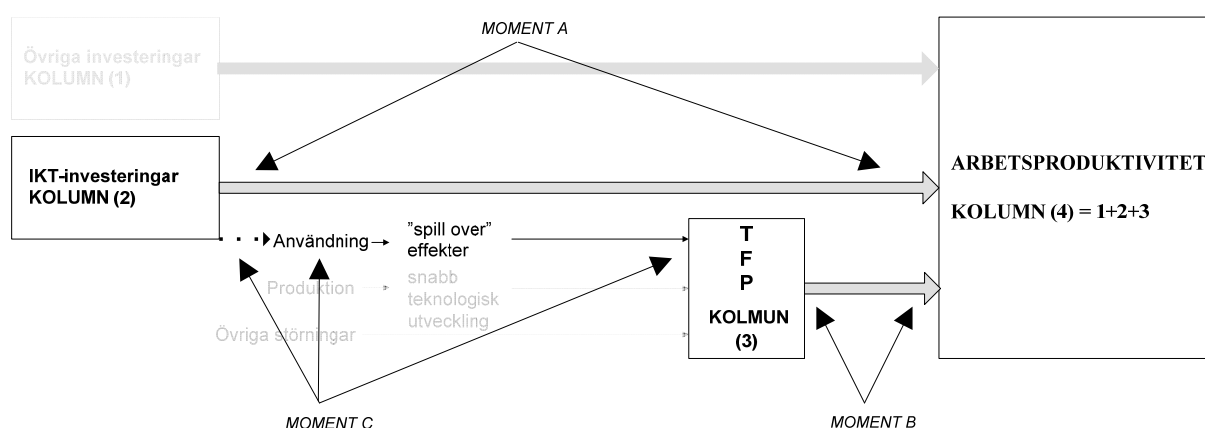
När $\Delta \log k_{OVR_t} > 0$ sker kapitalför djupningen från investeringar i övrigt kapital. Om $\Delta \log k_{IKT_t} > 0$ sker den från IKT-investeringar. Den streckade linjen i figur 5 mellan IKT-investeringar och användningen visar sambandet mellan dem. Sammanfattningsvis kan det konstateras att de direkta effekterna numera utgörs av investeringar i både övrigt kapital och IKT-kapital. Slutligen står $\Delta \log TFP_t$ för förändringen i TFP. Precis som tidigare ingår användning och produktion av IKT som indirekta tillväxteffekter. Nu har ytterligare en komponent tillkommit de indirekta effekterna. Tillväxten i TFP som inte kan hänföras till användningen eller produktionen av IKT hamnar i ”övriga störningar”. I stora drag kan det konstateras att all tillväxt som inte kan hänföras till kapitalför djupning fångas upp av de indirekta effekterna i TFP.

3.3 Analys och resultat I

3.3.1 Analysens upplägg

Inledningsvis redovisas det hur IKT-kapitalet har utvecklats under 1980 – 1995 och 1995 – 2004. Detta sker under rubriken ”3.3.2 IKT-kapitalets utveckling”. Under rubriken som följer ”3.3.3 Bidraget till tillväxten” sker tillväxtbokföringen och analysen. Figur 6, som är en modifiering av figur 5, visar hur analysen utförs.

Figur 6: Momenten i analysen



De komponenter som inte har något samband med IKT-investeringarna ingår inte i analysen. I figur 6 är komponenterna som inte ingår ljuslagda. Analysen byggs kring tre moment:

- *Moment A: IKT-kapitalfördjupningens bidrag till produktivitetstillväxten.*

I ett första skede av analysen undersöks hur kapitalfördjupningen som uppstår genom IKT-investeringar påverkar arbetsproduktiviteten. Annorlunda uttryckt analyseras hur de direkta tillväxteffekterna av IKT påverkar arbetsproduktiviteten (se 2.2.1.1 IKT-investeringar). Kolumnerna som anges i boxarna i figur 6 hänvisar till var värdena för respektive komponent finns (se tabell 2). I moment A är det således kolumn 2 och 4 i tabell 2 som är centrala i analysen.

- *Moment B: Bidraget från TFP till produktivitetstillväxten.*

Moment B blir viktigt att analysera just för att påvisa ett eventuellt samband mellan moment B och C. I och med att TFP-tillväxten uppstår genom de indirekta

tillväxteffekterna är det nödvändigt att undersöka om TFP-tillväxten ger upphov till produktivitetstillväxten. Detta tillvägagångssätt gör att uttalanden kan göras om huruvida de indirekta effekterna kan ligga bakom tillväxten i arbetsproduktivitet.

- *Moment C: Sambandet mellan IKT-användning och TFP.*

Moment C undersöker om TFP-tillväxten kan härledas till de ”spill-over”-effekterna som användningen av IKT medför. Den streckade linjen mellan ”IKT-investeringar” och ”användning” utgör länken som visar att de indirekta effekterna som uppstår av användningen härstammar från IKT-investeringar. Precis som för moment A kan analysmomentet kopplas till teorin. Moment C analyserar den indirekta tillväxteffekten som uppstår genom IKT-användning (se 2.2.2.1 IKT-användning).

3.3.2 IKT-kapitalets utveckling

Tabell 1: IKT-investeringar (%) av BNP

	1980 - 1995		1995 - 2001		2001 - 2004
USA	3,1		USA	4,1	USA
Luxemburg	3,0		Sverige	4,0	Finland
Belgien	2,6		Finland	3,6	Sverige
Sverige	2,5		Danmark	3,3	Danmark
Danmark	2,4		Belgien	3,3	Belgien
Finland	2,3		Storbritannien	3,2	Storbritannien
Tyskland	2,1		Nederländerna	2,5	Nederländerna
Italien	2,0		Luxemburg	2,3	Italien
Portugal	2,0		Italien	2,3	Österrike
Österrike	1,8		Tyskland	2,2	Grekland
Storbritannien	1,8		Österrike	2,2	Luxemburg
Nederländerna	1,8		Portugal	2,1	Tyskland
Spanien	1,7		Spanien	2,1	Spanien
Frankrike	1,2		Grekland	2,0	Portugal
Grekland	1,1		Frankrike	1,7	Frankrike
Irland	0,9		Irland	1,5	Irland

Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009) och egna beräkningar.

Under 1980-1995 gjorde USA störst investeringar i IKT i förhållande till BNP (3.1%). Resultaten stämmer överens med vad Marcusson (2006) funnit – USA har sedan 1980-talet gjort större investeringar än EU-länderna. Resultatet i tabell 1 styrker detta. Luxemburg, Belgien, Sverige, Danmark och Finland är andra länder som har företagit relativt stora investeringar under 1980 – 1995. Av länderna i undersökningen har Irland gjort minst IKT-investeringar i förhållande till BNP sett över tidsperioden 1980 – 1995.

Under 1995 – 2001 är det USA som gör störst IKT-investeringar. Tätt därefter ligger Sverige, Finland, Danmark och Belgien. Irland har gjort små IKT-investeringar i förhållande till BNP. Perioden 2001 – 2004 karaktäriseras av att det är samma länder som investerar mest i IKT-kapital.

3.3.3 Bidraget till tillväxten

Tabell 2: Tillväxten i arbetsproduktivitet (%)

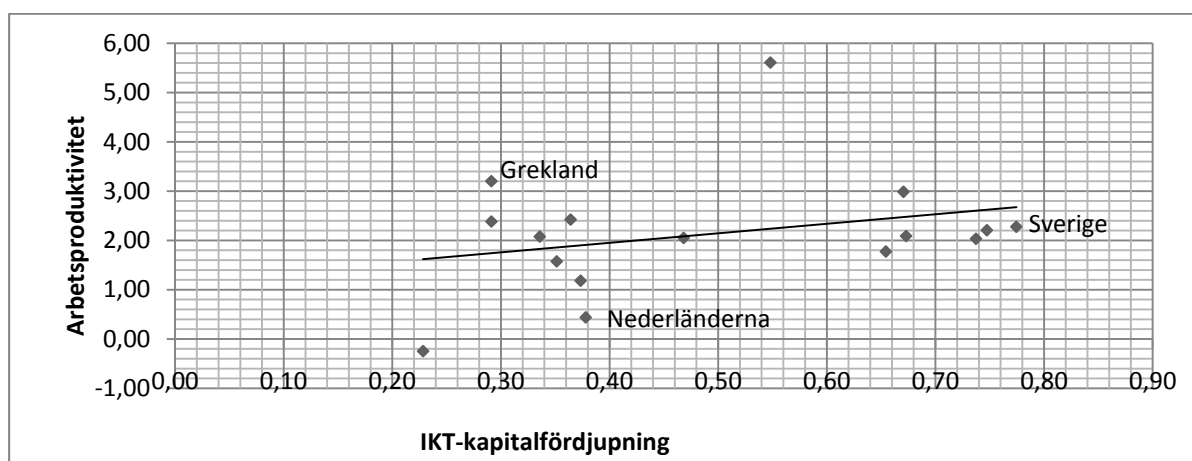
1995 - 2001	(1)	(2)	(3)	(4) = 1+2+3	2001 - 2004	(1)	(2)	(3)	(4) = 1+2+3
LAND	Övrigt kapital	IKT-kapital		BNP	LAND	Övrigt kapital	IKT-kapital		BNP
	per timme	per timme	TFP	per timme		per timme	per timme	TFP	per timme
Irland	0,9	0,5	4,2	5,6	Irland	2,0	0,2	2,2	4,4
Grekland	0,5	0,3	2,4	3,2	Finland	0,5	0,6	2,3	3,4
Finland	-0,2	0,7	2,6	3,0	Sverige	0,4	0,3	2,5	3,3
Österrike	0,7	0,4	1,3	2,4	USA	0,4	0,5	2,2	3,2
Frankrike	0,7	0,3	1,4	2,4	Grekland	0,5	0,3	1,5	2,3
Sverige	0,1	0,8	1,4	2,3	Storbritannien	0,5	0,3	1,5	2,3
USA	0,3	0,7	1,2	2,2	Österrike	1,0	0,3	0,7	2,0
Storbritannien	0,3	0,7	1,1	2,1	Danmark	1,1	0,5	0,4	2,0
Tyskland	0,5	0,3	1,3	2,1	Belgien	0,1	0,3	1,1	1,5
Portugal	0,8	0,5	0,8	2,1	Frankrike	0,9	0,2	0,4	1,4
Belgien	0,1	0,7	1,2	2,0	Nederländerna	0,6	0,2	0,6	1,4
Danmark	0,6	0,7	0,5	1,8	Tyskland	0,3	0,2	0,6	1,2
Luxemburg	0,5	0,4	0,7	1,6	Luxemburg	0,9	0,3	-0,1	1,1
Italien	0,5	0,4	0,3	1,2	Portugal	0,9	0,3	-0,5	0,7
Nederländerna	-0,3	0,4	0,4	0,4	Spanien	0,6	0,2	-0,3	0,4
Spanien	0,0	0,2	-0,4	-0,2	Italien	0,3	0,3	-1,4	-0,8
Max - min	1,2	0,5	4,6	5,9	Max - min	1,9	0,5	3,9	5,2

Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009) och egna beräkningar.

Moment A: IKT-kapitalför djupningens bidrag till produktivitetstillväxten

Under 1995 – 2001 har flera länder upplevt kapitalför djupning från IKT-investeringar. Trots detta har tillväxten i arbetsproduktiviteten varit låg. Även det omvända förhållandet gäller. Tabell 2 visar att tillväxtbidraget från IKT i Grekland var drygt 0.3% (se kolumn 2) medan tillväxten i arbetsproduktiviteten var 3.2% (se kolumn 4). Nederländernas produktivitetstillväxt var betydligt lägre (0.4%) trots att kapitalför djupningen från IKT (0.4%) var högre än i Grekland. Av alla länder hade Sverige störst kapitalför djupning från IKT. Trots Greklands relativt blygsamma investeringar i IKT hade landet 0.9% högre tillväxt i arbetsproduktivitet än Sverige. Fastställandet av sambanden mellan arbetsproduktivitet och IKT-kapitalför djupning ses i figur 7. Korrelationskoefficienten mellan variablerna är 0.29 och sambandet mellan variablerna är således relativt svagt.

Figur 7: Sambandet mellan arbetsproduktivitet och IKT-kapitalfördjupning (1995 – 2001)



Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009) och tabell 2.

Fenomenet som nyss har konstaterats gäller även under 2001 – 2004. Flera länder som inte har haft någon kapitalfördjupning från IKT har trots detta haft stark tillväxt. Irland har haft överlägset starkast tillväxt i arbetsproduktivitet (4.4%) trots att landet, relativt andra länder, har haft svag tillväxt från IKT-kapitalfördjupning (2.2%). Det går således inte urskilja något samband mellan tillväxten i arbetsproduktivitet och kapitalfördjupning från IKT-investeringar.

Moment B: Bidraget från TFP till produktivitetstillväxten.

Irland, Grekland, Finland, Österrike och Frankrike hade starkast tillväxt i arbetsproduktivitet under 1995-2001. Irland, Grekland och Finland har upplevt starkare TFP-tillväxt än övriga länder. Detta framgår av kolumn 3 och 4 i tabell 2. För Österrikes vidkommande har TFP-tillväxten varit svagare än för flera andra länder. Bland annat har Sverige haft högre TFP-tillväxt medan Tyskland har haft lika stark (1.3%). Huvudparten av länderna i studien har dock lägre TFP-tillväxt än de nyligen nämnda. Länderna med svagast produktivitetstillväxt – Italien, Nederländerna och Spanien – har upplevt svagast tillväxt i TFP. Det finns således tendenser som pekar på ett positivt samband mellan TFP och arbetsproduktiviteten. Detta kan ses i figur 8. Korrelationskoefficienten mellan arbetsproduktiviteten och TFP är 0.96.

Figur 8: Sambandet mellan arbetsproduktiviteten och totalfaktorproduktiviteten (1995 – 2001)



Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009) och tabell 2.

Figur 8 redovisar sambandet mellan tillväxten i arbetsproduktivitet och TFP under 1995 – 2001. Samma resultat som konstaterats under denna tidsperiod gäller under 2001 – 2004. Tabell 2 avslöjar att Irland, Finland, Sverige, USA, Grekland och Storbritannien har haft starkast tillväxt i arbetsproduktivitet under 2001 – 2004. Även TFP har varit starkast för dessa länder. Länderna med svag tillväxt – Luxemburg, Portugal, Spanien och Italien – har även uppvisat svag tillväxt i TFP.

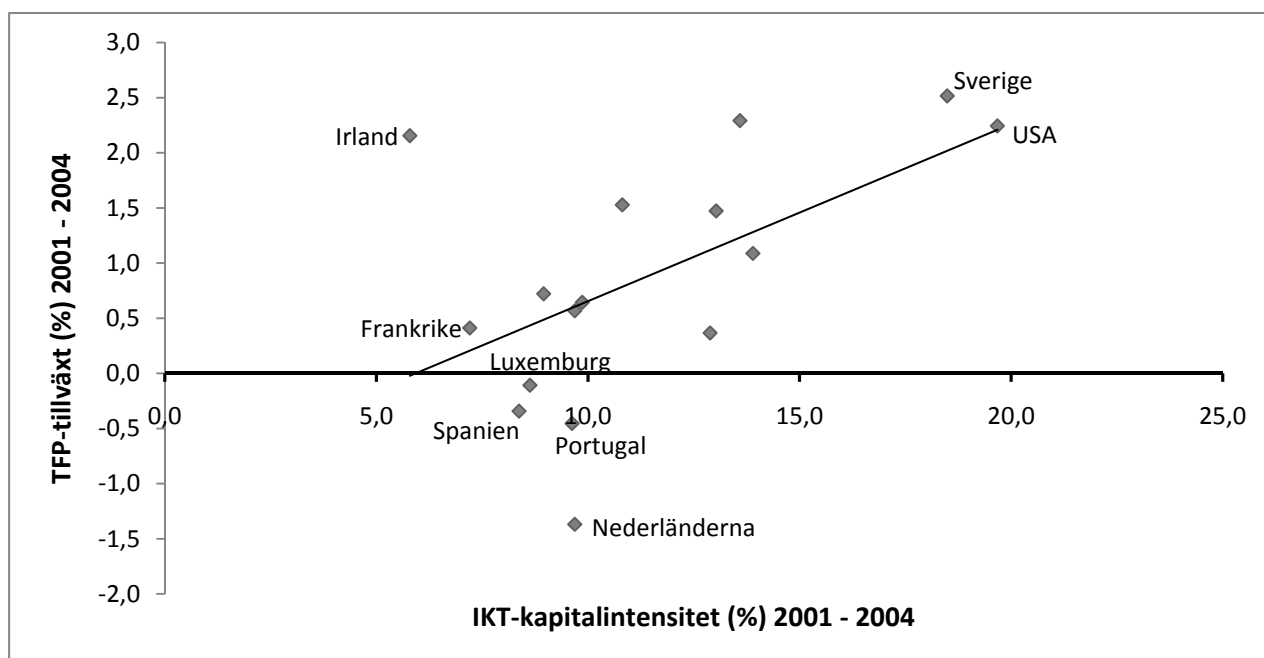
Med tanke på sambandet som råder mellan arbetsproduktivitet och TFP får den senare anses vara den drivande faktorn bakom tillväxten i arbetsproduktivitet under båda tidsperioderna. Även skillnaderna i produktivitetstillväxten mellan länderna kan förklaras av olika TFP-tillväxt. Ur tabell 2 utläses att skillnaden mellan det minsta och största tillväxtvärdet i TFP under 1995 – 2001 är 4.6 % medan motsvarande siffra för kapitalför djupningen i IKT är 0.5 %. För 2001 – 2004 är siffrorna 3.9% kontra 0.5%. Därmed konstateras att TFP har varit den drivande faktorn bakom produktivitetsskillnader mellan länder medan bidraget från IKT-kapitalför djupning inte tycks bidragit till de skillnader som förekommer. Både van Ark & Timmer (2005) och Bassanini & Scarpetta (2002) har tidigare nått detta resultat.

Moment C: Sambandet mellan IKT-användning och TFP.

Med utgångspunkt i de resultat Marcusson (2006) har funnit kan TFP-tillväxt förklaras av investeringar i IKT. Ståndpunkten är att IKT-användningen ökar när det sker sådana investeringar och att ”spill-over”-effekter uppstår. Den ökade användningen beror på att

arbetarna får mer IKT-kapital till sitt förfogande till följd av de investeringar som har företagits. Sambandet mellan IKT-investeringar och hur IKT-användningen ökar kan även ses i figur 6 (se moment C). Samma figur visar att det uppstår ”spill-over”-effekter vid användningen av IKT och att dessa påverkar TFP-tillväxten. Riksbanken (2007) gör en liknande tolkning som Marcusson. När IKT-investeringar sker ökar andelen IKT-kapital i den totala kapitalstocken (Riksbanken 2007, s.44). En ökad andel IKT-kapital i ekonomin tros leda till att användningen av sådant kapital ökar. Figur 9 visar sambandet mellan kapitalintensiteten i IKT och TFP-tillväxten under 2001 – 2004.

Figur 9: Sambandet mellan TFP-tillväxt och kapitalintensitet 2001 - 2004



Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009) och tabell 2.

Anmärkning: IKT-kapitalintensiteten beräknas enligt samma princip som i Edquist (2009).

Att döma av figur 9 tycks länder med hög IKT-kapitalintensitet haft starkast tillväxt i TFP. Detta tyder på att de ”spill-over”-effekter som användningen av IKT ger upphov till kan ligga bakom tillväxten i TFP. Sverige och USA har haft klart starkast TFP-tillväxt och samtidigt haft högst kapitalintensitet i IKT. Sambandet är dock svagare för länder med låg kapitalintensitet. Irland, Frankrike, Luxemburg och Spanien har haft lägst IKT-kapitalintensitet. Trots detta har Irland haft stark tillväxt i TFP i förhållande till de övriga länderna i studien. Den låga kapitalintensiteten i Frankrike, Luxemburg och Spanien tycks ha orsakat svagare tillväxt i TFP. Dock finns det motsägelser kring detta. Portugal och

Nederländerna har haft högre kapitalintensitet än Frankrike, Luxemburg och Spanien men har trots detta haft svagare tillväxt i TFP.

Korrelationskoefficienten i figur 9 är 0.50. Irland befinner sig långt ifrån trendlinjen och är därför en outlier; det vill säga en utstående punkt. Punkten tycks i detta fall dra trendlinjen åt sig och därmed försvagas korrelationen. Efter att ha tagit bort outliern blir korrelationskoefficienten 0.80. Om även Sverige och USA skulle betraktas som outliers och tas bort blir korrelationskoefficienten 0.60. Det råder ett positivt samband mellan användningen av IKT och tillväxten i TFP även om det är svårt att avgöra styrkan.

Viktigt att nämna är att både produktionen av IKT och ”övriga störningar” kan påverka TFP-tillväxten (se figur 4 och 5). Det går sålunda inte på något sätt fastslå att TFP-tillväxten verkligen beror på ”spill-over”-effekterna från användningen av IKT. Att döma av figur 9 finns det dock tendenser som pekar på att när kapitalintensiteten i IKT stiger, det vill säga att arbetarna får mer IKT-kapital genom investeringar, ökar även TFP. TFP-tillväxten kan kopplas till de ”spill-over”-effekter som uppstår vid användningen av IKT. Av analysen går det som sagt inte att avgöra om den IKT-producerande sektorn har gjort teknologiska framsteg eller om TFP-tillväxten beror på andra faktorer. En mer ingående analys, likt van Ark & Timmer (2005), skulle behöva göras för att några uttryckligare uttalanden om detta skall kunna göras. van Ark & Timmer (2005) har tidigare nått slutsatsen att tillväxten i TFP sedan 1980-talet för merparten av länderna kan härledas till användningen av IKT. I deras studie nämns att TFP-tillväxten i Irland, Sverige, Finland och USA till större delen härstammar från den teknologiska utvecklingen i den IKT-producerande sektorn.

4. Vilka bakomliggande faktorer påverkar anammandet av IKT?

4.1 Tidigare forskning

Colecchia & Schreyer (2002) konstaterar att en IKT-producerande sektor inte är avgörande för att kunna utnyttja tillväxtfördelarna av IKT-kapital. De menar att spridningen och användningen är avgörande för att få den önskade tillväxten i TFP. Även Daveri (2002) betonar vikten av spridningen och anammandet av IKT. Daveri hävdar att det inte nödvändigtvis behöver vara negativt att i ett senare skede än andra länder börja använda den nya teknologin. Det krävs ofta flera försök och misslyckanden vid inläring av ny teknologi. En typ av ”second-mover advantage” kan därmed tänkas föreligga. I Bassanini & Scarpetta (2002) nämns Irland som exempel. USA och andra länder var tidigare långt mer teknologiskt utvecklade än Irland. Irland har därmed haft möjlighet att anamma IKT med andra länder som förebilder. Att döma av ställningstagandet som Daveri (2002) lägger fram har landet kunnat undvika de fallgropar och misstag som kan uppstå vid införandet av ny teknologi. Merparten av sådana problem hade förmodligen redan lösts av de länder som använder teknologin.

Erumban & de Jong (2006) har i ett arbete undersökt hur kulturella faktorer påverkar upptagandet av IKT. Slutsatsen de når är att kulturella faktorer är starkt associerade med införandet av IKT i ett land. Bland annat når de slutsatsen att länder med ojämn maktfördelning, exempelvis auktoritärt styresskick, tenderar att vara mindre villiga att investera i IKT-kapital än länder där makten är jämnare fördelad. Deras förklaring till resultatet är att länder med en koncentrerad maktstruktur förväntas vara mindre öppna för nya idéer. Bristande erfarenheter nämns som en tänkbar förklaring till resultatet. Även länder med hög riskaversion tenderar till att vara mindre villiga att börja använda aktuell teknologi – detta på grund av att sådana investeringar ofta medför en viss osäkerhet och risk för misslyckande.

Bassanini & Scarpetta (2002) föreslår att incitamenten att investera i IKT kan hämmas av regleringar på produktmarknader. Detsamma gäller förekomsten av etableringshinder. Pohjola (2003) diskuterar ett antal övriga faktorer som tros påverka. Ett konstaterande är att inkomstnivån är av stor betydelse. Inte helt oväntat ökar utgifterna för IKT när inkomstnivån ökar. Beträffande den allmänna utbildningsnivån konstaterar Pohjola att denna är viktig ur flera perspektiv. Studien visar att en utbildad befolkning har lättare att börja använda ny teknologi. Utbildning blir därför ett viktigt element för att underlätta införandet av IKT. I och med att sådan kunskap är icke-rivaliserande kan den spridas till andra människor och företag utan att det påverkar någon annans nytta negativt. Gällande öppenhet för handel med

omvärlden finner Pohjola inte att detta påverkar anammandet av IKT. I dennes analys ingår även länder som inte hör till i OECD. I Pohjola (2003) nämns även telekommunikationsinfrastruktur som en viktig faktor (I Pohjola 2003 se Shih et al 2002).

Caselli & Coleman (2001) visar att ett lands öppenhet för handel med omvärlden är en variabel som har positiv inverkan för länder att börja använda ny teknologi. Resultat gäller enbart handel med OECD-länder. Ett land som i stor grad är öppet för handel med OECD-länderna har, enligt resultatet i studien, sannolikt lättare att investera i IKT. Caselli & Coleman drar även slutsatsen att en hög nivå av humankapital är fördelaktigt när ny teknologiska börja användas.

Chinn & Fairlie (2006) finner att utbildning är en faktor som förklarar skillnader i länders olika förmåga att anamma IKT. Vidare påvisar undersökningen att regleringar är en påverkande faktor. Dock ger effekten av den senare starkare påverkan än skillnader i utbildningsnivå. Precis som Pohjola (2003) finner Chinn & Fairlie (2006) att inkomstnivån har en positiv inverkan.

4.2 Panelregression

Datamaterialet i arbetet består av både tvärsnittsdata och tidsseriedata. En sådan kombination utgör paneldata. I och med att det rör sig om paneldata tillämpas panelregression som metod. Paneldata mäter någon typ av kvantitet för samma undersökningsenheter över tiden. Till skillnad från OLS (Ordinary Least Square) tas enhetsspecifika faktorer i beaktande. Dessa utgörs av så kallade ”fixed effects” och är sådana faktorer som inte förändras över tiden (Brooks 2008, 490ff). I detta fall utgörs enheterna av de undersökta länderna medan de enhetsspecifika faktorerna motsvarar landsspecifika faktorer. Några exempel på landsspecifika faktorer är kulturella, historiska, geografiska och institutionella skillnader. Dessa antas vara konstanta över tiden och varierar mellan länder.

4.2.1 Den generella modellen

En fördel med att kombinera tvärsnittsdata och tidsseriedata är att antalet frihetsgrader ökar. Därmed ökar även styrkan i testet. Orsaken till detta är att mer information utnyttjas (Brooks 2008, 490ff). I detta arbete används 3 tidsperioder. Perioderna är 1995 – 1998, 1998 – 2001 och 2001 – 2004. Tidsseriedata för ett flertal variabler samlas således in under tre perioder.

Tvårsnitten i analysen utgörs av de 16 länder som ingår i studien. Tvårsnittsdata är sådana data som samlas in vid en tidpunkt för flera enheter. Det totala antalet frihetsgrader fås genom att antalet tidsserier multipliceras med antalet tvärsnitt. I panelregressionen blir antalet frihetsgrader därför 48 (3 * 16).

Ekvationen för OLS-regressionen är:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_{it}$$

α är interceptet; β är en vektor av regressionskoefficienter medan x_{it} är en vektor av observationer för de förklarande variablerna. u_{it} är feltermen under tidsperioden (t) för landet (i).

Panelregressionen tar som bekant landsspecifika faktorer i beaktande. För att åstadkomma detta delas feltermen (u_{it}) upp i två delar. En del består av landsspecifika effekter (μ_i) medan återstoden representerar den återstående variationen (γ_{it}). Uppmärksamma att termen för landsspecifika effekter inte har indexet t. Detta på grund av att termen är konstant över tiden. Ekvationen för den generella panelregressionen blir därför:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \mu_i + \gamma_{it}$$

4.2.2 Den tillämpade modellen

Under ”4.1 Tidigare forskning” nämns att det inte nödvändigtvis krävs en IKT-producerande sektor för att uppleva tillväxtfördelarna av IKT. Både Colecchia & Schreyer (2002), Erumban & de Jong (2006) och Daveri (2002) betonar vikten av att börja använda IKT. Därför blir det viktigt att avgöra vad som ger upphov till sådan användning. Tidigare nämns det att Marcusson (2006) och Riksbanken (2007) menar att det finns ett samband mellan IKT-investeringar och IKT-användning. Därmed blir IKT-investeringar per capita ett lämpligt mått för att beskriva anammandet av IKT. IKT-investeringar per capita användas således som beroende variabel i regressionen. Data till beräkningen av den beroende variabeln härstammar från GGDC & The Conference Board (2009) och van Ark et al (2003). Mått på anammandet utgörs vanligen av antal persondatorer per 100 personer (se Erumban & de Jong 2006; Chinn

& Fairlie 2006) eller utgifter för IKT (se Erumban & de Jong 2006; Pohjola 2003). Ekvationen till panelregressionen i arbetet utgörs av:

$$LN_IKTinv_{it} = \alpha + \beta_1 LN_inkomst_{it} + \beta_2 BNP_GAP_{it} + \beta_3 LN_utbildning_{it} + \beta_3 \ddot{o}ppenhet_{it} + \beta_4 skatter_{it} + \beta_5 infrastruktur_{it} + \beta_6 regleringar + (\mu_i + \gamma_{it})$$

För att förklara vad som påverkar IKT-investeringar används variablerna inkomst, BNP-gap, utbildning, öppenhet, skatter, infrastruktur och regleringar. Orsaken till att IKT-investeringar (LN_IKTinv), inkomst (LN_inkomst) och utbildning (LN_utbildning) logaritmeras är för att i ett senare skede underlätta tolkningen av koefficienterna i regressionsanalysen.

4.3 Analys och resultat II

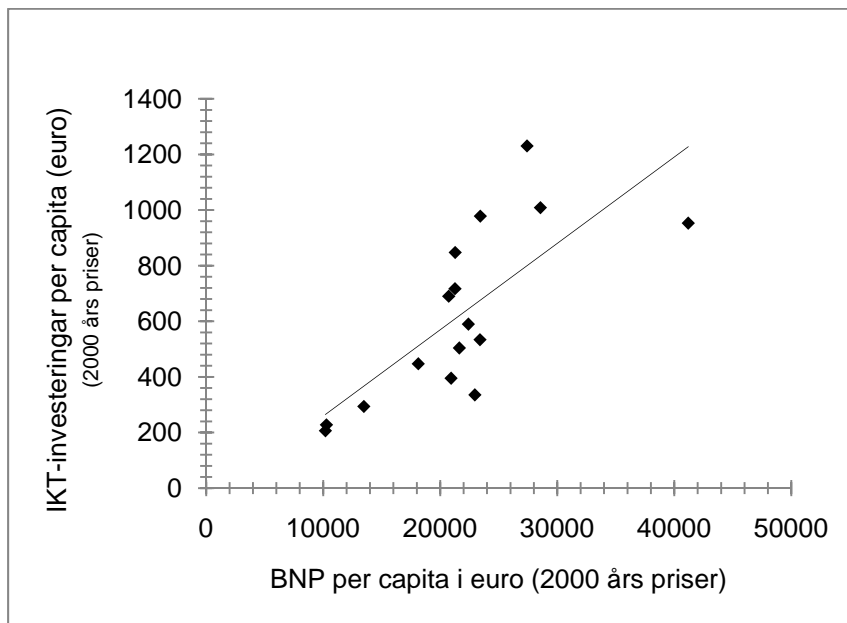
4.3.1 Dataanalys

I det följande kommer de förklarande variablerna att förklaras ingående. Argumentationen om varför variablerna ingår i regressionen grundar sig mestadels på tidigare forskning men även på empiriska iakttagelser. Försättningen kan ses som en form av inledande analys för att beskriva datamaterialet som senare används i regressionsanalysen.

Inkomst

Resultatet i Pohjola (2003) pekar på att inkomstnivån har en positiv påverkan för spridningen av IKT genom att utgifterna för IKT ökar när inkomsten stiger. Pohjola (2003) använder sig av BNP per capita som inkomstmått. I regressionsanalysen i detta arbete kommer därför inkomstnivån vara en av variablerna för att beskriva investeringarna i IKT. Till detta kan tilläggas att Chinn & Fairlie (2006) i sin studie konstaterar att de skillnader som förekommer i anammandet av ny teknologi mellan länder kan förklaras av skillnader i inkomstnivån. Som mått använder Chinn & Fairlie (2006) inkomst per capita (den årliga nationalinkomsten fördelad på alla individer i ekonomin). I denna uppsats används BNP per capita som inkomstmått. För att beräkna BNP per capita används data från GGDC & The Conference Board (2009) samt van Ark et al (2003). Figur 10 visar sambandet mellan IKT-investeringar per capita och BNP per capita. Precis som förväntat är sambandet mellan variablerna positivt.

Figur 10: IKT-investeringar per capita och BNP per capita (1995 – 2004)

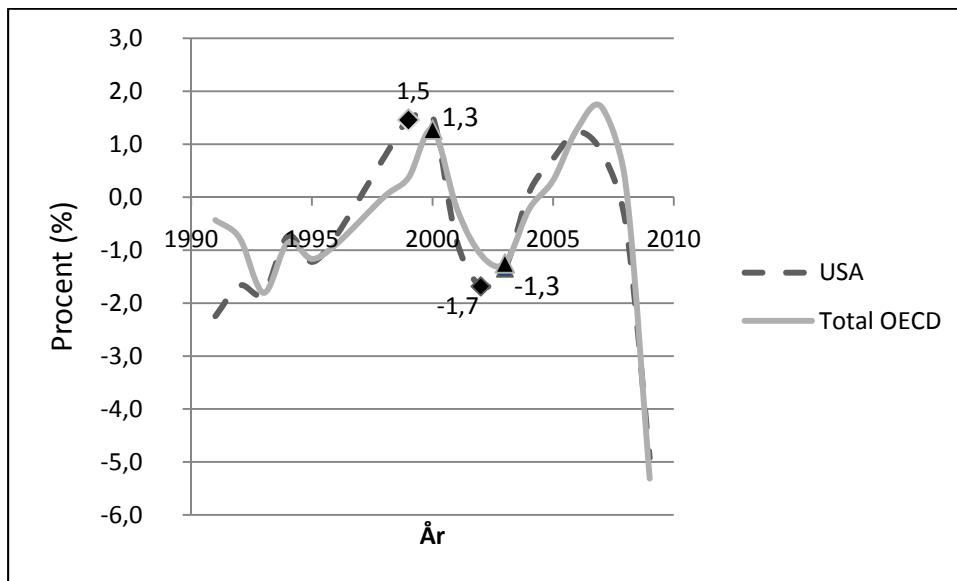


Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009), GGDC & The Conference Board (2009) och egna beräkningar.

BNP-gap

En orsak till varför BNP-gap ingår i regressionsanalysen är att det finns ett intresse i att undersöka om konjunkturläget påverkar investeringsgraden i IKT. Data är hämtat från World Economic Outlook Database (se IMF 2009) och BNP-gapet anges i procent. BNP-gapet är ett mått på hur stor skillnaden är mellan observerad BNP och det trendmässiga BNP (Burda & Wyplosz 2005, s.333). Ett positivt värde innebär att ekonomin befinner sig ovanför trendlinjen och att det därmed råder högkonjunktur. När BNP-gapet är 0 % befinner sig observerad BNP på trendlinjen. Figur 11 illustrerar hur BNP-gapet förändrats i USA respektive OECD-länderna under tidsperioden 1991 – 2009.

Figur 11: BNP-gap för USA och OECD (1991 – 2009)



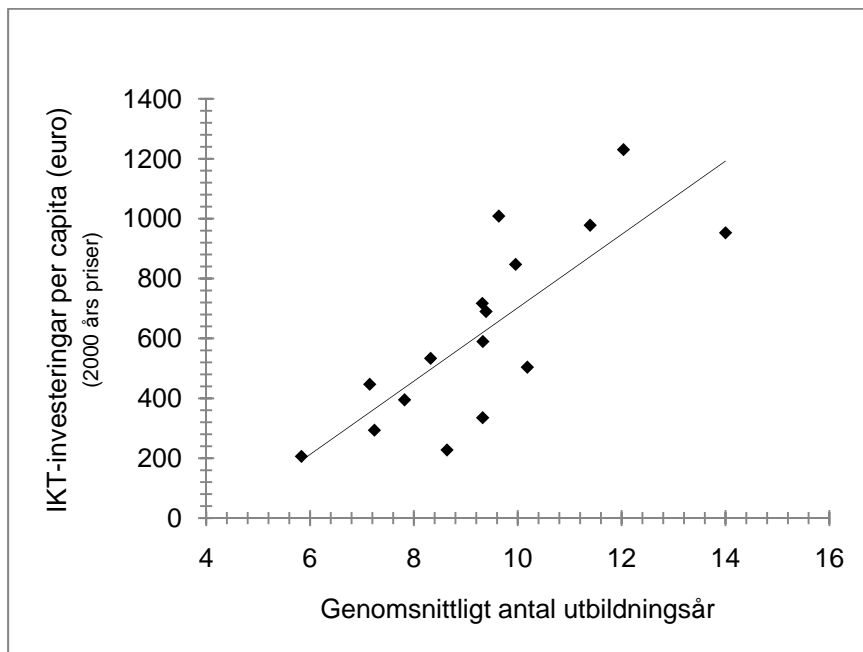
Källa: World Economic Outlook Database (se IMF 2009) och egna beräkningar.

Fluktuationerna är återkommande och en fas av högkonjunktur pågår i 2-3 år medan en lågkonjunktur råder lika länge. Åtminstone en av faserna har således inträffat under perioden som undersöks i regressionsanalysen (1995 – 2004). Figur 11 avslöjar att det skedde en global recession i slutet av 1990-talet. I USA nåddes botten år 2002 (-1.7%). OECD befann sig längst ifrån BNP-trenden år 2003 (-1.3%). Det går att konstatera att det har skett fluktuationer för undersökningsperioden 1995 – 2004 och därmed blir BNP-gapet av empiriska skäl en relevant variabel att inkludera i regressionsanalysen.

Utbildning

Chinn & Fairlie (2006) och Pohjola (2003) konstaterar att utbildningsnivån är en variabel som påverkar anammandet av IKT. I regressionsanalysen i detta arbete används det genomsnittliga antalet skolår för befolkningen som är 15 år eller äldre som mått på utbildning. Måttet som Caselli & Coleman (2001) använder är snarlikt – befolkningen som är 15 år eller äldre och åtminstone har en avslutad grundskoleutbildning. Att döma av figur 12 råder ett positivt samband mellan genomsnittligt antal skolår och IKT-investeringar per capita. De data som används för genomsnittligt antal skolår härstammar från Barro & Lee (2000) och UNESCO (2009).

Figur 12: IKT-investeringar per capita och genomsnittligt antal utbildningsår (1995 – 2004)



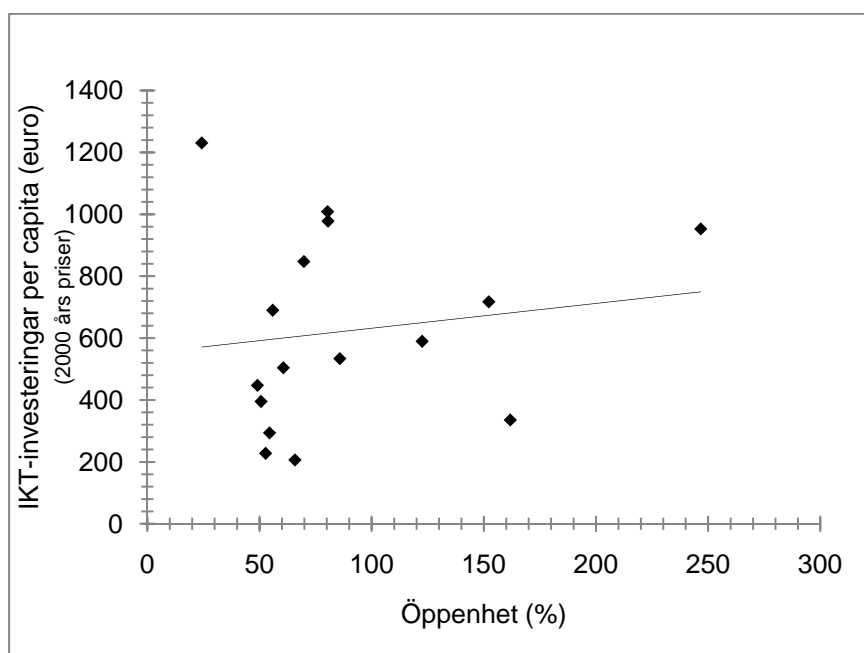
Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009), Barro & Lee (2000), UNESCO (2009) och egna beräkningar (se Appendix II).

Öppenhet

Figur 13 åskådliggör öppenheten för handel med omvärlden för länderna som ingår i studien. Flera olika mått kan användas för att mäta öppenhet för handel med omvärlden. Pohjola (2003) använder summan av export och import dividerat med BNP för att mäta öppenheten. Caselli & Coleman (2001) testar flera olika mått såsom olika mått på FDI-investeringar och index på öppenhet från Sachs-Warner. Uträkningarna för öppenheten i detta arbete härstammar från Penn World Table 6.3 (se Heston et al 2009). Öppenhet mäts där i konstanta priser mätt i procent. Uträkningen i Penn World Table 6.3 sker enligt samma princip som i Pohjola (2003).

I figur 13 framträder ett mönster som tyder på att öppenheten för de flesta länder ungefär är lika stor. Annorlunda uttryckt tycks IKT-investeringarna per capita vara oberoende av graden av öppenhet. Det kan därför diskuteras om öppenheten för handel med omvärlden är relevant att inkludera i regressionsanalysen. Variabeln förmodas vara lämplig då det förekommer viss variation i materialet.

Figur 13: IKT-investeringar per capita och öppenhet (1995 – 2004)



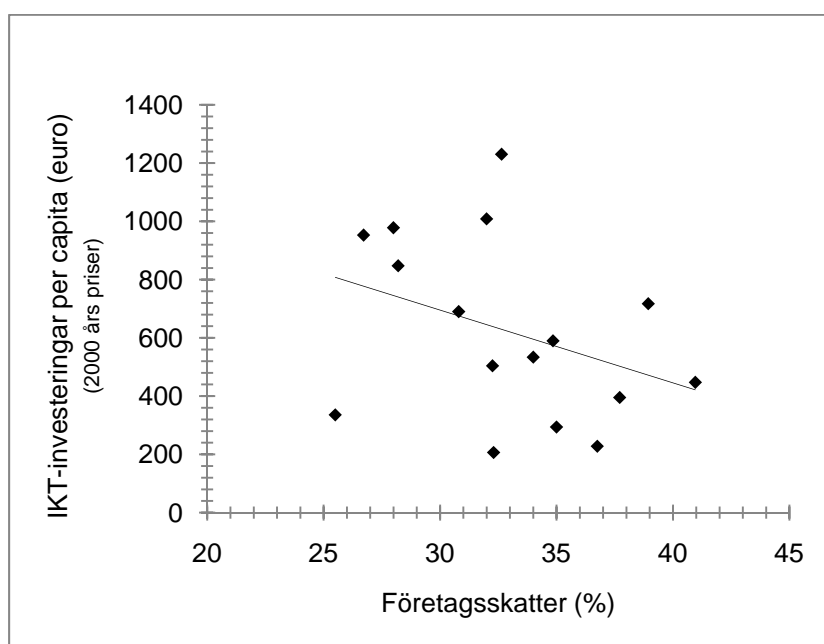
Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009), Penn World Table 6.3 (se Heston et al 2009) och egna beräkningar.

Skatter

Tidigare beskrevs att kostnader för företag kan göra att investeringar uteblir. Till kostnader hör bland annat priset på IKT, uppläringskostnader för att personalen ska kunna använda IKT, organisatoriska förändringar och kostnader för telekommunikation. Det nämns även att skatter är en faktor som kan påverka investeringar i IKT. Företagsskatter är, vilket det tidigare har nämnts, den skadligaste formen av beskattning. Orsaken till varför företagsskatter används som mått är för att dessa förmodas ge störst påverkan på anammandet. Ett annat argument till valet är att det inte finns några lämpliga mått för uppläringskostnader och kostnader för telekommunikation. Det finns dock mått som beskriver de nämnda variablerna. Vid beräkning av kostnader för telekommunikation kan det tänkas förekomma att länder inte använder samma mätmetoder och att jämförelser mellan länder därför blir missvisande. Kostnader för upplärning är ett diffust begrepp som med säkerhet är svårsmänt. Skatterna är däremot angivna i en procentsats i länderna och bör på så sätt vara pålitligare. Nämnvärt är att det förekommer variationskällor i skatterna mellan länder. Skatteförmånerna skiljer sig mellan länder och kan därför utgöra en variationskälla. Dessa har dock rensats bort i de data som används. Till beräkningarna används data från OECD Tax Database (se OECD 2009b).

Ytterligare ett argument för att beskriva investeringar i IKT med hjälp av företagsskatter kan tillskrivas vad som framkommer i OECD 2009a (se Griffith et al 2004). Huvudpoängen är att höga skatter kan medföra att FDI uteblir vilket innebär att teknologiöverföringen mellan länder uteblir. Detta kan tänkas ha en negativ påverkan på spridningen av IKT. Figur 14 visar sambandet mellan företagsskatter och IKT-investeringar per capita under tidsperioden 1995 – 2004. Det framgår att det finns ett negativt samband mellan dessa två variabler. Detta är i överensstämmelse med tidigare forskning och teori.

Figur 14: IKT-investeringar per capita och företagsskatter (1995 – 2004)



Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009), OECD Tax Database (se OECD 2009b) och egna beräkningar.

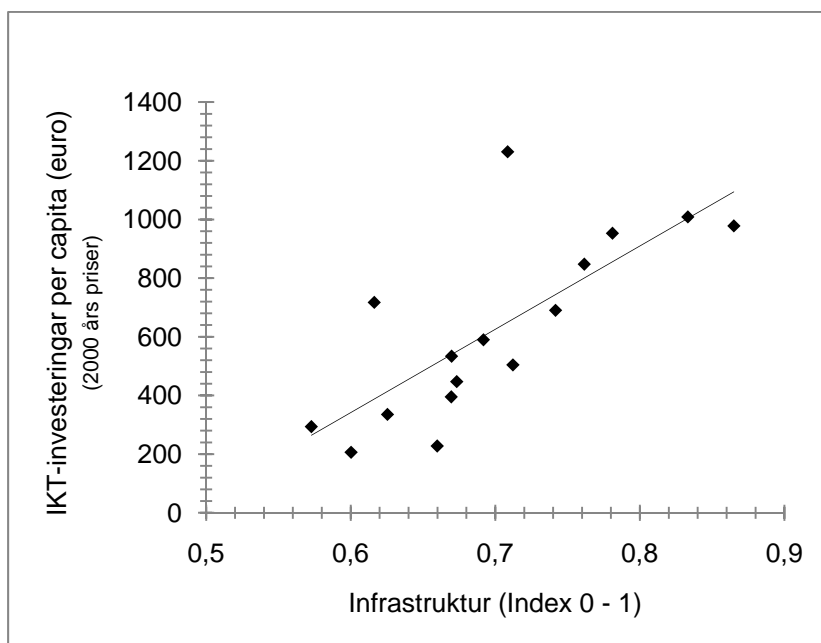
Infrastruktur

Tidigare forskning visar att telekommunikationsinfrastruktur är en signifikant variabel i beskrivningen av anammande av teknologi (Pohjola 2003 se Shih et al 2002). Tidigare diskuterades att en välfungerande infrastruktur kan underlätta handel och förstärka konkurrens på marknader. Detta gäller dock generellt angående infrastruktur. Den tidigare beskrivningen av infrastruktur är: ”Med infrastruktur avses nätverk av vatten, energi, transport och kommunikation”. Precis som i den nämnda studien är avsikten att inkludera infrastrukturen gällande telekommunikation. International Telecommunication Union (ITU) har tagit fram ett

index – Digital Access Index (DAI) – som beskriver ett lands generella förmåga att anamma IKT (se ITU 2003). I DAI ingår flera kategorier innehållande variabler som beskriver detta. Infrastruktur, prisvärdhet (Internetpris som andel av BNI), kunskap (läskunnighet), kvalitet (bredbandshastighet) och användning (Internetanvändare per 100 invånare) är exempel på kategorier och variabler. Med olika vikter av variablerna vägs dessa sedan samman till DAI.

Som mått på infrastruktur används ett beräknat index. Orsaken till att ett egenberäknat index används beror på att tillgången på data över DAI är begränsad. Indexet i detta arbete beräknas på ett liknande sätt som DAI (se ITU 2003). I DAI består kategorin infrastruktur av antalet fasta telefonabbonenter per 100 invånare och antalet mobiltelefonabbonenter per 100 invånare. Variablerna som ingår i måttet rör således enbart telekommunikation. Genom att använda data från ITU 2009 (ursprungligen funnen via Earthtrends; se källförteckning) har ett index för telekommunikationsinfrastruktur skapats (se Appendix III). Sambandet mellan IKT-investeringar per capita och infrastruktur ges i figur 15. Sambandet är positivt och resultatet stämmer överens med teori och tidigare forskning (I Pohjola 2003 se Shih et al 2002).

Figur 15: IKT-investeringar per capita och infrastruktur (1995 – 2004)



Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009), ITU 2009 (via Earthtrends) och egna beräkningar (se Appendix III).

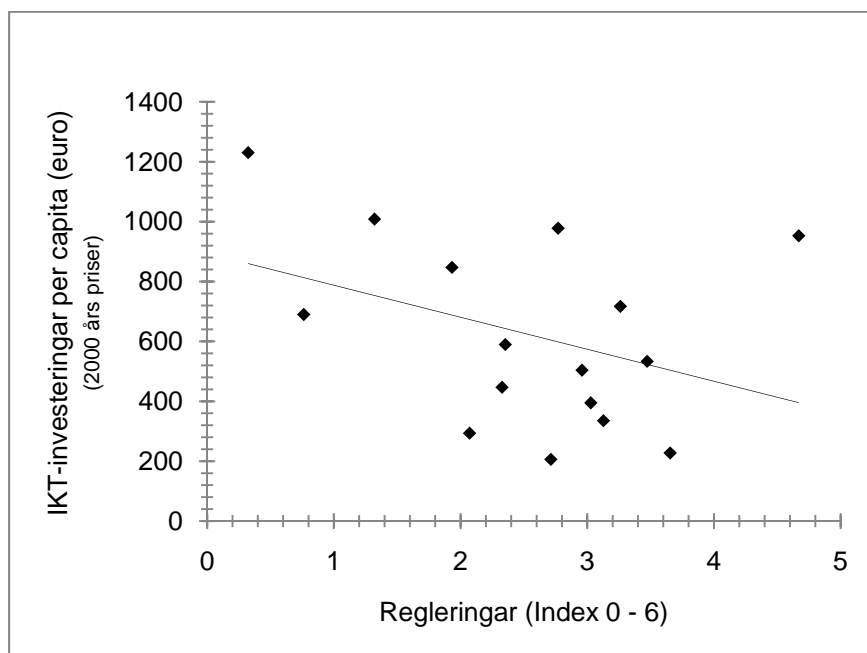
Regleringar

Bassanini & Scarpetta (2002) föreslår att incitamenten att anamma IKT försvagas av att det finns regleringar på produktmarknader. Även Chinn & Fairlie (2006) kommer fram till detta. De når även slutsatsen att effekten av regleringar ger större påverkan på IKT-anammandet än vad utbildning gör. I OECD 2009a (s.181 se Conway et al 2006) nämns det att starkt reglerade produktmarknader har en lägre investeringsgrad än marknader utan regleringar. Det framgår även att marknader där IKT används drabbas hårdast av regleringar.

Återigen kommer ett index användas i regressionsanalysen. Det vore fullt möjligt att använda OECD:s produktmarknadsregleringsindex (PMR). PMR byggs kring flera grupper och undergrupper som innehåller ett antal variabler. Bland annat graden av statskontroll, inträdesbarriärer samt barriärer för handel och investeringar (se OECD 2008b). PMR vore det optimalaste måttet att använda. Återigen uppstår problemet att det inte finns tillgänglig data mer än för en kortare tidsperiod. Indexet som istället kommer användas är ett utdrag ur ETCR (Regulation in Energy, Transport and Communication); (se Conway & Nicoletti 2006). Komponenten som rör regleringar på telekommunikationsmarknaden extraheras och används som index över regleringar. Indexet byggs kring tre element: inträdesregleringar, publikt ägarskap och marknadsstruktur. De data som används härstammar från Conway & Nicoletti (2006).

Indexvärdet sträcker sig från skalan 0 – 6 där ett högre värde innebär att telekommunikationsmarknaden är mer reglerad. Siffran 6 säger således att marknaden är starkt reglerad medan 0 innebär att det inte förekommer några regleringar. Figur 16 avslöjar att sambandet mellan IKT-investeringar per capita och regleringar är negativt. Detta är resultatet som förväntas och stämmer överens med tidigare forskning (se Bassanini & Scarpetta 2002; Conway et al 2006).

Figur 16: IKT-investeringar per capita och regleringar (1995 – 2004)



Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009), Conway & Nicoletti (2006) och egna beräkningar.

4.3.2 Regressionsanalys

Tabell 3: Regressioner; beroende variabel (Y) = IKT-investeringar per capita

Variabel	Modell 1		Modell 2	
		p-värde		p-värde
LN utbildning	0,59*	0,13	0,66***	0,01
	(0,38)		(0,24)	
BNP-gap	0,02	0,26	0,02	0,25
	(0,02)		(0,02)	
Infrastruktur	0,13	0,83	-	-
	(0,60)		-	-
LN inkomst	1,37****	0,00	1,42****	0,00
	(0,39)		(0,31)	
Öppenhet	0,01**	0,06	0,01****	0,00
	(0,01)		(0,00)	
Regleringar	-0,06	0,20	-0,06*	0,13
	(0,05)		(0,04)	
Skatter	-0,00	0,88	-	-
	0,02		-	-
Observationer	48		48	
R^2	0,985		0,985	
R^2_{ADJ}	0,972		0,974	
Durbin - Watson	2,15		2,12	

Källa: van Ark et al (2003), European Commission (2009), Barro & Lee (2000), UNESCO 2009 (via Earthtrends), World Economic Outlook Database (se IMF 2009), ITU 2009 (via Earthtrends), GGDC & The Conference Board (2009), Penn World Table 6.3 (se Heston et al 2009), Conway & Nicoletti (2006), OECD Tax Database (se OECD 2009b) och egna beräkningar.

Anmärkning: Värdena inom parenteserna är standardfelen för respektive koefficient.

*Signifikant 15 % **Signifikant 10 % ***Signifikant 5 % ****Signifikant 1 %

Tabell 3 visar resultatet av regressionerna. Två olika regressioner har utförts. Modell 1 innehåller alla de nyligen beskrivna variablerna. Modellens justerade förklaringsgrad är hög (0,972) och de förklarande variablerna tycks beskriva den beroende variabeln väl. Tecknen

för koefficienterna är som förväntat. Resultatet av modell 1 visar att BNP-gap, infrastruktur, regleringar och skatter inte är signifikanta på någon av de tillförlitligare nivåerna. Utbildning och öppenhet är signifikanta på 15 % respektive 10 % - nivån, vilket inte kan ses som vidare starkt. Inkomst är däremot signifikant på 1 % - nivån och är i högsta grad en signifikant variabel.

Av de variabler som är signifikanta på någon av nivåerna 1 – 15 % tycks inkomst ge störst påverkan på den beroende variabeln. En inkomstökning på 5 % ökar IKT-investeringar per capita med 6.85 % ($1.37 * 5 \%$). Om den genomsnittliga utbildningsnivån stiger med 5 % ökar IKT-investeringarna med 2.95 %. Om summan av exporten och importen som andel av BNP per capita ökar med 5 % blir ökningen i IKT-investeringar per capita endast 0.05 %.

Värdet på Durbin-Watson (DW) är 2,12 och ligger ovanför den övre gränsen (1,875 och 1,692 på 1 % respektive 5 % - nivå) för att det ska föreligga autokorrelation. Därför antas det inte förekomma någon autokorrelation och residualerna är alltså oberoende av varandra. Både förklaringsgraden och p-värdena för de enskilda koefficienterna kan tolkas med bättre säkerhet. Att döma av p-värdena som gäller för modell 1 är infrastruktur (0.83) och skatter (0.88) de variabler som har högst värden och därmed beskriver den beroende variabeln IKT-investeringar per capita sämst. Med tanke på de höga p-värdena utesluts variablerna i regressionen av modell 2.

I regressionen av modell 2 ökar signifikansnivån för två av de tidigare signifikanta variablerna. Utbildning är nu signifikant på 5 % - nivån, medan öppenhet är signifikant på 1 % - nivån. Signifikansnivån på inkomst är oförändrad medan regleringar nu har blivit svagt signifikant på 15 % - nivån. Precis som tidigare är BNP-gapet inte signifikant. Det kan konstateras att standardfelen för de signifikanta variablerna har minskat och att den justerade förklaringsgraden har ökat marginellt till 0,974. Modellen tycks beskriva hur de förklarande variablerna påverkar IKT-investeringar per capita marginellt bättre än modell 1. Precis som tidigare tycks det inte föreligga autokorrelation. DW-statistikan är högre än det kritiska värdet för att residualerna ska vara seriellt korrelerade med varandra. Den kritiska övre gränsen är 1,771 och 1,587 på 1 % respektive 5 % - nivån medan DW-statistikan i modellen är 2,12. Återigen kan förklaringsgraden och koefficienterna tolkas med bättre pålitlighet än om det förelegat autokorrelation.

Koefficienten för inkomst har ökat något och är 1,42. Om inkomsten ökar med 5 % stiger investeringarna i IKT med 7,1 %. En ökning med 5 % i antalet utbildningsår ökar

investeringsgraden i IKT med 3,3 %. Påverkan för öppenheten har inte ändrats i jämförelse med modell 1. I den senare av regressionerna är regleringar svagt signifikant. Påverkan är som väntat negativ.

I det stora hela är resultatet likt det som följer av tidigare forskning. Utbildningsnivån visade sig vara signifikant framförallt i modell 2. Detta stämmer överens med vad flera andra har kommit fram till (se Pohjola 2003; Caselli & Coleman 2001; Chinn & Fairlie 2006). Även inkomstnivån visade sig vara signifikant vilket även var fallet i flera andra arbeten (se Pohjola 2003; Chinn & Fairlie 2006). Regressionen i modell 2 pekar på ett liknande resultat som Pohjola (2003) finner. Av de förklarande variablerna påverkar inkomstnivån spridningen och anammandet av IKT mer än utbildningsnivån. Dock används inte samma variabler i detta arbete som i Pohjola (2003). Det är ändå värt att påpeka att inkomstnivån tycks ha stark påverkan på huruvida IKT börjar användas.

Resultatet av modell 2 pekar på att öppenhet är signifikant på 1 % -nivå. Detta påminner om resultatet som Caselli & Coleman (2001) når. De konstaterade, vilket även nämnts tidigare, att handel med OECD-länder var gynnsamt i processen att börja använda IKT. I detta arbete ingår enbart OECD-länder och därmed kan resultatet anses vara samma. Till skillnad från resultatet i Pohjola (2003) är öppenhet för handel med omvärlden signifikant. Påverkan på anammandet är som förväntat positivt. Viktigt att nämna är dock att Pohjolas studie inriktar sig på fler länder än de som ingår i OECD och resultaten är därför inte fullt jämförbara.

Regleringar visade sig vara signifikant på 15 % -nivå, vilket får ses som väldigt svagt. Bassanini & Scarpetta (2002) fann att regleringar hade stark negativ påverkan på investeringar i IKT. Resultatet i detta arbete skiljer sig därför något då sambandet visar sig vara betydligt svagare. Även Chinn & Fairlie (2006) finner att regleringar påverkar anammande av IKT negativt. Deras resultat visar att regleringar har starkare påverkan än vad utbildningsnivån har. I detta fall är det svårt att avgöra med tanke på att regleringar mäts som ett index och att utbildningsnivån tolkas som en semielasticitet.

Från regressionerna är det svårt att avgöra vilken av variablerna i modellen som ger starkast påverkan på IKT-investeringarna. Detta då både infrastruktur och regleringar beräknas med index. Jämförelser mellan indexenheter och procentuella ökningar blir svåra att utvärdera. Beträffande variablerna som tolkas som semielasticiteter kan dock vissa slutsatser dras. En ökning i inkomstnivån ger större påverkan på upptagandet av IKT än vad en motsvarande procentuell ökning i utbildningsnivån gör. Tolkningen av både BNP-gap, öppenhet och skatter

är jämförbara med den som görs om inkomst och utbildningsnivå. Detta trots att variablerna inte är logaritmerade eller tolkas som semielasticiteter. BNP-gapet, öppenheten och skatterna mäts nämligen i procent. Om en tolkning av de två förstnämnda variablerna görs kan det konstateras att en procentuell ökning i öppenheten påverkar anammandet mer än BNP-gapet skulle gjort (variabeln är som sagt inte signifikant). Att döma av det nyss sagda påverkar inkomsten och utbildningsnivån IKT-investeringarna mest medan öppenhet och BNP-gap i fallande ordning påverkar minst. Med tanke på att varken infrastruktur eller skatter ingår i regressionen av modell 2 görs inte någon tolkning av dessa. Tolkningen skulle för övrigt inte bidra med något med tanke på de höga p-värdena. Regleringar tolkas inte just på grund av att variabeln mäts med ett index.

5. Avslutande diskussion

I analysen av hur arbetsproduktiviteten påverkas av IKT-investeringar konstateras att de direkta effekterna, det vill säga bidraget från IKT-kapitalfördjupning, inte verkar påverka produktivitetstillväxten i någon betydande omfattning. Sambandet mellan den direkta effekten av IKT-investeringar och tillväxten i arbetsproduktivitet är svagt. IKT-investeringarnas direkta bidrag till tillväxten kan varken ses som den drivande faktorn bakom tillväxten eller förklarande till de skillnader i arbetsproduktivitet som förekommer mellan länder. Det kan istället konstateras att tillväxten i TFP har varit den högst drivande faktorn bakom produktivitetstillväxten under de analyserade tidsperioderna, 1995 – 2001 och 2001 – 2004. Analysen visar att det förekommer ett starkt samband mellan tillväxt i TFP och arbetsproduktivitet. Även skillnader i arbetsproduktivitet mellan länder kan förklaras av olika tillväxttakter i TFP.

Att döma av vad som framkommer i ”Analys och resultat I” kan TFP-tillväxten uppkomma genom att användningen av IKT har ökat. Analysen visar att det finns ett samband mellan tillväxten i TFP och användningen av IKT (mätt som IKT-kapitalintensiteten). En förklaring till TFP-tillväxten kan därför vara de ”spill-over”-effekter som uppkommer vid användningen av IKT. Med tanke på att användningen av IKT ökar när det sker investeringar i IKT kan de senare trots allt påverka arbetsproduktiviteten positivt. Tillväxten sker dock genom TFP och de indirekta effekterna som uppstår av den ökade användningen. I grund och botten är det således IKT-investeringarna som ökar användningen. Därmed blir investeringarna viktiga för att framkalla tillväxt relaterade till användningen.

Nästa steg i arbetet var att undersöka vilka faktorer som gör att IKT börjar användas (se ”Analys och resultat II). I regressionsanalysen används IKT-investeringar per capita som mått på anammande av IKT. Resultatet av regressionsanalysen är att inkomst, utbildning, öppenhet och regleringar är signifikanta i beskrivningen av anammandet av den nya teknologin. Något förvånande är att flera av de variabler som ingår i regressionerna inte blir signifikanta. Det visar sig att varken BNP-gap, infrastruktur eller skatter påverkar huruvida det sker investeringar i IKT. Med utgångspunkt i teori och tidigare forskning är det fullt rimligt att dessa variabler skulle påverka. Sammanfattningsvis kan det konstateras att fyra av de totalt sju förklarande variablerna blir signifikanta. Det är dock bara inkomst, utbildning och öppenhet som kan anses vara starkt signifikanta. Regleringar är signifikant på 15 % - nivån och antas därmed inte kunna förklara anammandet lika väl som de övriga tre. Det går inte med någon större framgång avgöra vilken av de signifikanta variablerna som påverkar mest.

Dock kan det fastslås att inkomst- och utbildningsnivån, vilka tolkas som semi-elasticiteter, ger större påverkan än vad öppenhet för handel med omvärlden gör. Den senare av variablerna mäts som en procentuell andel vilket gör att jämförelser med inkomst- och utbildningsnivån blir möjlig. Beträffande regleringar är det svårt att ge variabeln någon meningsfull tolkning. Regleringar mäts med ett index därför blir en jämförelse med procentuella förändringar intetsägande.

5.1 Diskussion om främjande åtgärder

Under teoridelen diskuteras främjande åtgärder som kan medföra att möjligheterna att IKT anammas förbättras. Några av de åtgärder som diskuteras där får ses som aktuella med tanke på resultatet som framkommer i analyserna. Att döma av resultatet i ”Analys och resultat I” är investeringarna i IKT viktiga för att öka arbetsproduktiviteten. Ökningen sker som sagt inte genom de direkta bidraget som investeringarna ger utan genom att användningen ökar när investeringsgraden stiger. Användningen, som är en indirekt tillväxteffekt då tillväxten sker genom TFP, ger upphov till ”spill-over”-effekter vilka i förlängningen medför tillväxt i arbetsproduktiviteten. Åtgärder som kan främja investeringar av IKT är därför välkomna. Tidigare nämns avregleringar på marknader, nedbrytande av handelsbarriärer och skattereformer. Kort sagt måste kostnader för att investera i IKT reduceras.

Inkomstnivån visade sig vara signifikant i regressionsanalysen och därmed kan det diskuteras huruvida resurser ska läggas på att öka inkomstnivån och på så sätt främja upptagandet av IKT. Även om skatter visade sig att inte vara signifikanta för att förklara IKT-investeringar per capita kan dock inkomstnivån påverkas av skatter. Skattereformer kan därför välkomnas och förhoppningen är att inkomstnivån stiger vilket i sin tur medför att investeringarna och användningen av IKT ökar.

Utbildning blir, som nyligen diskuterats, signifikant i regressionsanalysen. En ökning i utbildningsnivån kan ses som en relativt enkel åtgärd att vidta. Det tar dock ett par år innan resultatet av sådana reformer ger effekt. Frågan är därför hur viktig den allmänna utbildningsnivån är för produktivitetstillväxten i relation till de uppoffringar som får göras. Är det ekonomiskt motiverat att lägga resurser på att öka utbildningsnivån eller bör resurserna fördelas till andra områden i ekonomin? För att kunna dra nytta av IKT-investeringar är det, med utgångspunkt i de resultat som framkommit av analyserna och vad som nämns under främjande åtgärder, försvarbart att lägga resurser på att öka utbildningsnivån. Dock kan

resurserna även behöva tilldelas andra områden som är fördelaktiga för att IKT ska börja användas. Med tanke på att alla reformer är förknippade med större eller mindre kostnader blir det en avvägningsfråga om var och hur resurserna ska allokeras för att få bästa möjliga effekt. Att döma av vad som framgår av teorin bör myndigheterna satsa på att utbilda arbetskraften. Detta för att arbetarna ska behärska de nya teknologierna. Det nämns även att matchningen av arbetskraften blir en viktig fråga och att ledningen över företagen bör utbildas. Detta för att en effektiv allokering av arbetskraften ska vara möjlig.

Öppenheten samt regleringar visade sig att påverka graden av IKT-investeringar och därmed huruvida teknologin anammas. Med dataanalysen som utgångspunkt (se figur 13) tycks merparten av länderna i studien vara ungefär lika öppna för handel med omvärlden även om det finns några avvikelser. Öppenhetens påverkan på investeringarna i IKT tycks även vara ganska svag och frågan är därför hur viktigt det är att vidta åtgärder för att öka öppenheten. Att döma av värdena ur panelregressionen för modell 2 skulle öppenheten behöva öka med 100 % för att IKT-investeringarna per capita ska öka med 1 %. Jämförs detta med att en inkomstökning på en procentenhet ger en ökning på 1.42 % i IKT-investeringar kan åtgärder för att öka öppenhet för handel med omvärlden vara ganska obetydliga. För länder som är slutna och det är möjligt att öka öppenheten i stor grad kan reformer dock vara fördelaktiga att genomföra. Beträffande regleringar framgår det i panelregressionen att variabeln är svagt signifikant. Därmed kan reformer för att avreglera marknader vara aktuella. Att döma av tidigare forskning är sådana åtgärder högst relevanta att vidta. Dock är resultatet i denna studie att regleringar påverkar graden av investeringar i IKT i så liten utsträckning att några betydande åtgärder inte är nödvändiga att vidta. Variabeln mäts dock som ett index. Därmed blir det svårt att avgöra hur mycket investeringarna faktiskt påverkas av regleringar.

I och med att det inte med säkerhet går att avgöra vilka av variablerna som påverkar anammandet av IKT mest och hur stora uppoffringar det krävs för att genomföra åtgärderna är det svårt att fastställa vilka åtgärder myndigheterna bör göra. Tendenser i "Analys och resultat II" gör gällande att inkomstnivån ger störst påverkan på anammandet av IKT följt av utbildningsnivån och öppenheten. Det låter därför rimligast att satsningar på att öka inkomsterna är lämpligast. Därefter bör satsningar på utbildning göras. Bedömningen som görs ovan är att det inte bör företas några åtgärder för att försöka öka öppenheten för handel med omvärlden (OECD-länderna). Detta gäller åtminstone för de länder som redan handlar med OECD-länder. Vilken av åtgärderna som är lämpligast att genomföra lämnas osagt. I och med att det förekommer motsättningar mellan åtgärderna blir det viktigt att göra noggranna

avvägningar vid varje beslut. Om myndigheterna beslutar sig för att satsa på utbildning går resurser som exempelvis kunnat satsas på skattereformer till spillo. Likaså gäller det omvända. Sammantaget kan det konstateras att myndigheterna i sitt arbete att främja användningen av IKT ställs inför flera besvärliga beslut.

5.2 Framtida forskning

Förslagsvis bör det rent allmänt forskas mer om IKT. Den största anledningen är inte att tillgången på forskning är för liten. Det är snarare att variationen mellan den forskning som finns tillgänglig är för liten. Stora delar av den tidigare forskningen är samstämmig på många punkter. Ett problem som dykt upp under arbetets gång har varit att hitta forskning som motsäger den som redan finns tillgänglig. Därmed har det varit svårt att föra en kritisk diskussion om den tidigare forskningen. Det vore intressant att kunna undersöka två motsatta resultat för att sedan kunna relatera resultatet i denna studie till vad övriga har funnit.

Med tanke på att forskningen har ökat först på senare år är uppfattningen att den fortfarande är i ett inledningsskede. Tillvägagångssättet för många av forskningsrapporterna som finns tillgängliga är mer eller mindre samma och uppfattningen är att det enbart är mindre variationer som förekommer. Detta gäller val av modeller och undersökningsvariabler. Av de refererade forskningsrapporterna i detta arbete är de egentligen bara Erumban & de Jong (2006) som skiljer sig från de övriga. De undersöker kulturella faktorer medan de flesta andra undersöker rent ekonomiska faktorer såsom regleringar, inkomstnivå, utbildningsnivå och pris på IKT. Med tanke på att anammandet av IKT visat sig vara gynnsamt för tillväxten i arbetsproduktivitet bör fler faktorer än sådana som enbart är av ekonomisk karaktär undersökas. Erumban & de Jong (2006) förespråkar detta synsätt.

Anknytningen till ämnet nationalekonomi försvinner inte för att faktorer som är av annan karaktär än rent ekonomiska undersöks. Sammanfattningsvis föreslås det att framtida forskning riktar sig mot nya områden och använder sig av andra tillvägagångssätt än de som redan finns tillgängliga. Förhoppningen är att detta kommer ske då fenomenet IKT fortfarande är ungt.

KÄLLFÖRTECKNING

Barro, R.J (1999), "Notes of growth accounting", *Journal of Economic Growth*. vol4.

Barro, R.J. & Lee, J-W. (2000), "International Data on Educational Attainment: Updates and Implications", Appendix Data Tables, www.cid.harvard.edu/ciddata/ciddata.html#Larson (2009-12-01).

Bassanini, A & Scarpetta, S (2002), "Growth, technological change, and ICT diffusion: Recent evidence from OECD countries", *Oxford Review of Economic Policy*. vol18. no3.

Brooks, C (2008), *Introductory Econometrics for Finance*, 2ED, Cambridge University Press.

Burda, M & Wyplosz, C (2005), *macroeconomics – A European Text*, 4ED, Oxford University Press.

Caselli, F & Coleman, WJ (2001), "Cross-Country Technology Diffusion: The Case of Computers", *The American Economic Review*. vol91. no2.

Chinn, M & Fairlie, R (2006), "The determinants of the global digital divide: a cross-country analysis of computer and internet penetration", *Oxford Economic Papers*. vol59.

Colecchia, A & Schreyer, P (2002), "ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case?", *Review of Economic Dynamics*. vol5.

Conway, P & Nicoletti, G (2006), "Product Market Regulation in the Non-Manufacturing Sectors of OECD Countries: Measurement and Highlights", *OECD Economics Department Working Papers 530*, OECD.

Conway, P., de Rosa, D., Nicoletti, G. & Steiner, F. (2006), "Product Market Regulation and Productivity Convergence", *OECD Economic Studies*. vol43. no2.

Daveri, F (2002), "The New Economy in Europe, 1992-2001", *Oxford Review of Economic Policy*. vol18. no3.

Edquist, H (2009), "Hur länge förblir IKT avgörande för svensk produktivitetsutveckling?", *Ekonomisk debatt*, årg 37. nr 1.

Erumban, A & de Jong, S (2006), "Cross-country differences in ICT adoption: A consequence of Culture?", *Journal of World Business*. vol41.

European Commission (2009), *External and intra-European trade – Statistical yearbook – Data 1958 – 2007*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg

GGDC & The Conference Board (2009), Total Economy Database, www.conference-board.org/economics/database.cfm (2009-12-01).

Griffith, R., Redding, S. & Simpson, H. (2004), "Foreign Ownership and Productivity: New Evidence from the Services Sector and the R&D Lab", *Oxford Review of Economic Policy*. vol20. no3.

Heston, A., Summers, R. & Aten, B. (2009), Penn World Table Version 6.3, *Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania*, Augusti 2009.

IMF (2009), World Economic Outlook Database, www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2009/02/weodata/index.aspx (2009-12-12).

ITU (2003), *Gauging ICT potential around the world*, www.itu.int/ITU-D/ict/dai/material/DAI_ITUNews_e.pdf (2009-11-20).

ITU (2009), World Telecommunication Indicators 2008, www.itu.int/ITU-D/ict/publications/world/world.html, Geneva: ITU; *erhållen via Earthtrends* <http://earthtrends.wri.org/index.php> (2009-11-20).

Konjunkturinstitutet (2007), "Konjunkturläget Augusti 2007", www.konj.se/download/18.70949694112f07101bc800099222/KL_Aug2007.pdf (2009-12-02).

Marcusson, M (2006), "Effects of ICT capital on economic growth", *Technology for innovation; ICT industries and E-business*, Bryssel 2006.

OECD (2003), *ICT and Economic Growth: Evidence from OECD countries, industries and firms*, OECD, Paris.

OECD (2004), *The Economic Impact of ICT: Measurement, evidence and implications*, OECD, Paris.

OECD (2008a), *Working party on Indicators for the Information Society*, www.oecd.org/dataoecd/16/46/42978297.pdf (2009-11-27).

OECD (2008b), *Schemata for the "Integrated PMR Indicator" 2008*, <http://www.oecd.org/dataoecd/32/9/42131723.pdf> (2009-12-29).

OECD (2009a), *Economic Policy Reforms: Going for Growth 2009*, OECD, Paris.

OECD (2009b), OECD Tax Database – Table II.1, http://www.oecd.org/document/60/0,3343,en_2649_34533_1942460_1_1_1_1,00.html (2009-11-18).

Oulton, N (2002), "ICT and productivity growth of the United Kingdom", *Oxford Review of Economic Policy*. vol18. no3.

Pohjola, M (2003), "The Adoption and Diffusion of ICT Across Countries: Patterns and Determinants", *The New Economy Handbook*, Academic Press, 2003.

Riksbanken (2007-06-20), "Penningpolitisk rapport 2007:2", www.riksbank.se/pagefolders/30860/PPR_07_2_sv.pdf (2009-12-03).

Shih, C.F., Kraemer, K.L. & Dedrick, J. (2002), "Determinants of information technology spending in developed and developing countries", *Unpublished manuscript*, CRITO, University of California, Irvine.

Solow, R (1957), "Technical Change and the Aggregate Production Function", *The Review of Economics and Statistics*. vol39. no3.

UNESCO (2009), World Education Indicators, Paris, *Institute for Statistics*, Paris: UNESCO, [www.uis.unesco.org/ev.php?URL_ID=5263&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201;erhållen via Earthtrends](http://www.uis.unesco.org/ev.php?URL_ID=5263&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201;erhållen%20via%20Earthtrends) <http://earthtrends.wri.org/index.php> (2009-11-24).

van Ark, B & Timmer, M.P (2005), "Does information and communication technology drive EU-US growth differentials?", *Oxford Economic Papers*. vol57.

van Ark, B., Timmer, M.P. & Ypma, G. (2003), "IT in the European Union: Driving Productivity Divergence?", *Groningen Growth and Development Centre Research Memorandum GD-67*, Groningen: University of Groningen, Appendix Tables, uppdaterad juni 2005.

Vijselaar, F & Albers, R (2004), "New technologies and productivity growth in the euro area", *Empirical Economics*. vol29.

Appendix I – Modell till tillväxtbokföring

I traditionell tillväxtbokföring ingår kapital (K), arbetsinsatsen (L) och totalfaktorproduktivitet (TFP) för att beskriva förädlingsvärdet. Förädlingsvärdet är således en funktion av K, L och TFP:

$$Y = F(K, L, TFP) \quad (1.1)$$

Vid tillväxtbokföring används en Cobb-douglas funktion som innehåller A, K och L. α står för kapitalets inkomstandel medan $(1-\alpha)$ är arbetsinsatsens inkomstandel. Ekvation (1.2) är en Cobb-Douglas funktion.

$$Y_t = K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} TFP_t \quad (1.2)$$

Med tanke på att det är tillväxten i arbetsproduktivitet som mäts måste ekvation (1.2) divideras med det totala antalet arbetade timmar (L). Därmed blir tillväxtfunktionen:

$$y_t = \left(\frac{K_t}{L_t}\right)^\alpha TFP_t \Rightarrow y_t = k^\alpha TFP_t \quad (1.3)$$

Ekvation (1.3) visar produktionsfunktionen för arbetsproduktiviteten. Med tanke på att uppsatsen avser att undersöka tillväxten i IKT-kapital krävs det att kapitalet delas upp i två typer – IKT-kapital och övrigt kapital. I ekvation (1.4) står β för IKT-kapitalets andel av det totala kapitalet medan $(1-\beta)$ representerar andelen övrigt kapitalet. Efter denna uppdelning blir produktionsfunktionen:

$$y_t = \left[k_{IKT_t}^\beta k_{OVR_t}^{1-\beta} \right]^\alpha TFP_t \quad (1.4)$$

För att få fram en funktion som beskriver tillväxttakterna krävs det att produktionsfunktionen (1.4) logaritmeras och deriveras med avseende på tiden:

Logaritmerar $\log y_t = \alpha\beta \log k_{IKT_t} + \alpha(1 - \beta) \log k_{OVR_t} + TFP_t$

Deriverar
$$\frac{d \log y_t}{dt} = \alpha\beta \frac{d \log k_{IKT_t}}{dt} + \alpha(1 - \beta) \frac{d \log k_{OVR_t}}{dt} + \frac{d TFP_t}{dt}$$

Tillväxtfunktionen är $\Delta \log y_t = \alpha\beta \Delta \log k_{IKT_t} + \alpha(1 - \beta) \Delta \log k_{OVR_t} + \Delta TFP_t$. Efter omskrivning erhålls:

$$\Delta \log y_t = \omega_{IKT} \Delta \log k_{IKT_t} + \omega_{OVR} \Delta \log k_{OVR_t} + \Delta TFP_t \quad (1.5)$$

Där $\alpha\beta = \omega_{IKT}$ = IKT-kapitalets inkomstandel av förädlingsvärdet och $\alpha(1 - \beta) = \omega_{OVR}$ = ersättningen till övrigt kapital som andel av förädlingsvärdet.

Appendix II – Beräkning av genomsnittligt antal utbildningsår

<i>Land</i>	<i>Genomsnittligt antal utbildningsår</i>
Luxemburg	14,0*
USA	12,0
Sverige	11,4
Tyskland	10,2
Finland	10,0
Danmark	9,6
Storbritannien	9,4
Nederländerna	9,3
Irland	9,3
Belgien	9,3
Grekland	8,6
Österrike	8,3
Frankrike	7,8
Spanien	7,2
Italien	7,1
Portugal	5,8

Källa: Barro & Lee (2000) och UNESCO (2009).

Anmärkning: I Barro & Lee (2000) finns det inte några data för Luxemburg. Data för Luxemburg (*) har hämtats från UNESCO (2009).

I Barro & Lee (2000) finns enbart värden på utbildningsnivån för femårsperioder (1995, 2000, ...). Lösningen för att få värden för alla årtal har varit att interpolera tidsperioden 1995 – 2000. Med tanke på att det inte finns några värden mer än fram till år 2000 måste årtalen 2001 – 2004 extrapoleras. Tillvägagångssättet har varit att beräkna den genomsnittliga förändringstakten under perioden 1995 – 2000. Tillväxttakten som erhållits från beräkningen har sedan använts för att inter- respektive extrapolera fram värden för de årtal som saknas. Den genomsnittliga tillväxttakten har beräknats med formel (2.1). U_t representerar det genomsnittliga antalet utbildningsår för året (t).

$$\text{Genomsnittlig förändringstakt (1995 – 2000)} = 1 - \frac{U_{1995}}{U_{2000}}^{\frac{1}{2000-1995}} \quad (2.1)$$

Värden för Luxemburg finns inte tillgängliga i Barro & Lee (2000) och därför används data från UNESCO (2009). Data mäts något annorlunda jämfört med Barro & Lee (2000). I måttet ingår även antalet år som individer spenderar på repetition av utbildning (UNESCO 2009). Förslagsvis är sådan repetition studier på komvux. Av denna anledning kan det genomsnittliga antalet skolår bli något högre för Luxemburg än för övriga länder.

Appendix III – Indexberäkning för infrastruktur

Land	Infrastruktur
Sverige	0,86
Danmark	0,83
Luxemburg	0,78
Finland	0,76
Storbritannien	0,74
Tyskland	0,71
USA	0,71
Nederländerna	0,69
Italien	0,67
Österrike	0,67
Frankrike	0,67
Grekland	0,66
Irland	0,63
Belgien	0,62
Portugal	0,60
Spanien	0,57

Källa: ITU 2009 (via Earthtrends).

Anmärkning: Istället för att använda antalet abonnenter av fast telefoni per 100 invånare används antalet fasta telefoner per 100 invånare vid beräkningen av indexet.

Beräkningarna av infrastrukturindexet sker enligt samma princip som i ITU (2003). I DAI består indexkategorin infrastruktur av antalet fasta telefonabonnenter per 100 invånare och antalet mobiltelefonabonnenter per 100 invånare. På grund av brist på data för antalet abonnenter av fast telefoni används antalet fasta telefoner per 100 invånare istället. Indexet beräknas enligt formel (3.1).

$$Index_{Infrastruktur} = \left(\frac{Fasta100}{Goalpost_{Fixed}} \right) \left(\frac{1}{2} \right) + \left(\frac{Mobil100}{Goalpost_{Mobile}} \right) \left(\frac{1}{2} \right) \quad (3.1)$$

$Fasta100 =$ fasta telefoner per 100 invånare

$Mobil100 =$ mobiltelefonabonnenter per 100 invånare

$Goalpost_{Fixed} = 60$

$Goalpost_{Mobile} = 100$

$vikter = \left(\frac{1}{2} \right)$

Variablerna sätts i relation till ett antaget högsta värde (se goalpost). I DAI har värdena satts till 60 respektive 100 (se ITU 2003). Antagandena är att antalet abonnenter av linjetelefoner per 100 invånare inte överstiger 60 och att antalet mobiltelefonabonnenter per 100 invånare

inte är fler än 100. Kvoterna i ekvation (3.1) vägs samman i jämna proportioner (se vikter ovan). För att få det högsta värdet på infrastruktur krävs det således att antalet abonnenter av linjetelefoner per 100 invånare är 60 och att det går 100 mobiltelefonabonnenter per 100 person. I sådana fall blir indexvärdet 1.