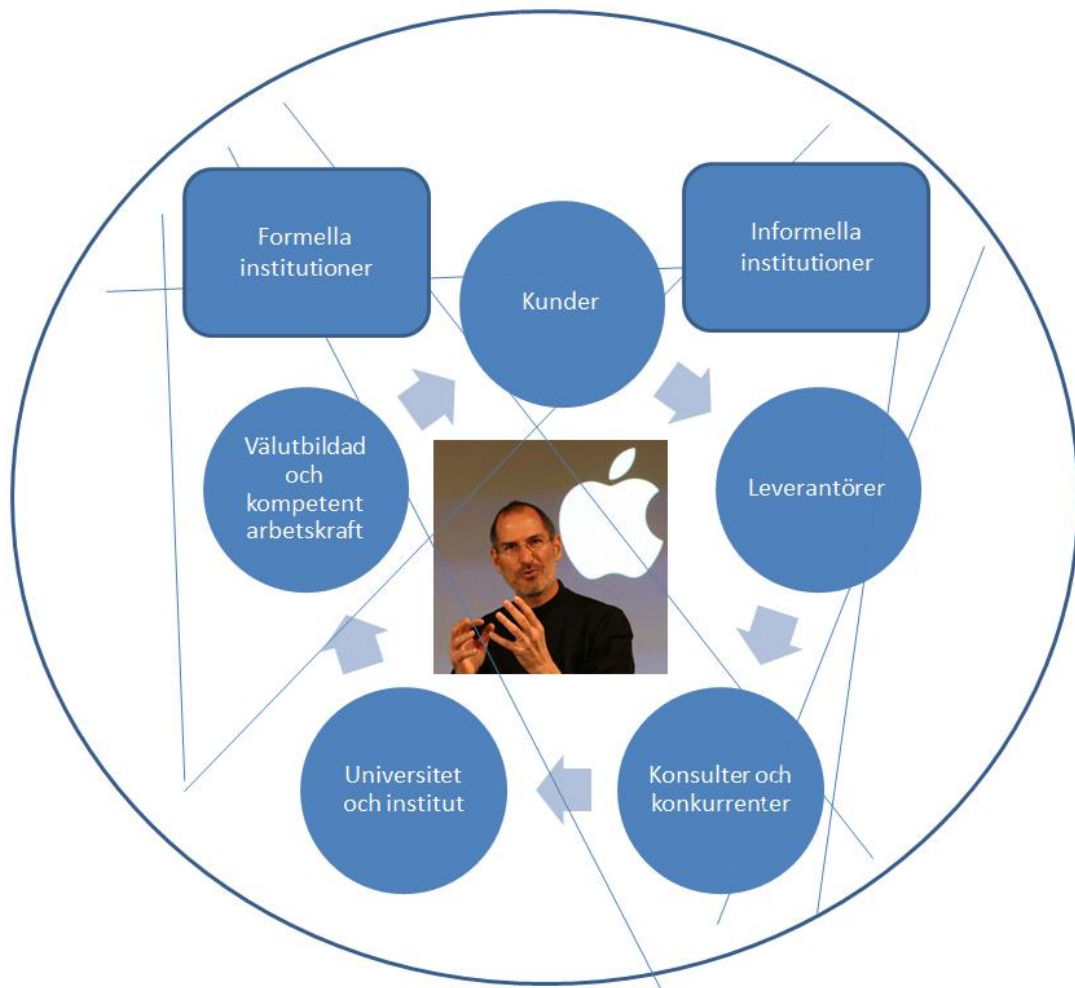


INNOVATIONSSTUDIE

På uppdrag av SCB

Hans Löf



| Innehåll | Sid |
|--|------------|
| 1. Inledning..... | 3 |
| 2. Ekonomisk-historiskt perspektiv på teknisk utveckling och innovation..... | 6 |
| 3. Marginella förbättringar och generiska innovationer..... | 12 |
| 4. Skillnader i produktivitet och innovationsförmåga..... | 21 |
| 5. Växande behov av kunskap..... | 27 |
| 6. Innovation: Klassisk och modern definition..... | 35 |
| 7. Vilken betydelse har ett innovationssystem?..... | 40 |
| 8. Externa drivkrafter till innovation..... | 47 |
| 9. Hur kan betydelsen av innovation mätas?..... | 52 |
| 10. Övergripande sammanfattningar av aktuella empiriska studier..... | 70 |
| 11. Tillämpning av SCB:s mikrodata..... | 77 |
| 12. Vilka slutsatser kan man dra om innovationer i Sverige med nuvarande statistik?..... | 81 |
| 13. Referenser..... | 85 |

1. Inledning

Regeringen har gett Statistiska centralbyrån i uppdrag att utifrån aktuell forskning förbättra tillgången på indikatorer för innovation. Syftet är att detta ska bidra till en djupare kunskap om förutsättningar och drivkrafter för innovation i den svenska ekonomin. Avsikten är att förbättra möjligheterna till att analysera samband, studera innovation över tiden samt att göra internationella och regionala jämförelser.

Att observera och värdera innovationer är ingen enkel uppgift, och att skapa meningsfulla indikatorer om innovationer är mycket komplicerat. I en klassisk artikel av Ariel Pakes och Zvi Griliches från 1984 formulerades denna utmaning på följande sätt:

”Den kanske svåraste uppgiften när det gäller det empiriska arbetet inom området teknisk utveckling, uppfinningar och innovationer är att skapa och tolka mått och indikatorer för utveckling av (ekonomiskt värdefull) kunskap.”

I bästa fall har företagen inkluderat innovationsutgifter in sin budget så att de kan identifieras i bokslutet och fångas i årsstatistik eller enkätundersökningar. I gynnsamma fall finns tillgång till resultat som kan kopplade till innovationsaktiviteter i form av av patentansökningar, beviljade patent, patentciteringar, nya produkter, nya processer eller försäljningsinkomster från nya innovationer. Men själva den ekonomiskt värdefulla kunskapen, den som förädlar resursinsatser av ett visst värde till ett högre värde, är till stora delar svår att observera. Den är sammansatt av en mängd saker, såsom individuella färdigheter, organisatorisk kompetens och skickligt ledarskap. Den består också av kunskap lagrad i form av insatsvaror, företagsrutiner, databaser och kollektivt minne. Den utgörs även av tillgången till extern kunskap inom företagsgruppen, hos kunder, leverantörer, konsulter och konkurrenter. Den inkluderar tillgång till kunskap hos strategiska samarbetspartners, universitet, högskolor och forskningsinstitut. Denna ekonomiskt värdefulla kunskap växer med förmågan att både generera egen kunskap, absorbera och att utnyttja kunskap som skapas av andra.

Det mesta av den ekonomiskt värdefulla kunskapen låter sig inte enkelt fångas i statistiska termer. Men förhoppningen är att väl dokumenterad statistik kan ge underlag för indikatorer som beskriver omfattning, spridning och utveckling av egenskaper hos individer, företag, industrier, regioner och samhället i stort, som främjar innovation och tillväxt.

En annan utmaning gäller observation och beräkning av sambandet mellan den ekonomiskt värdefulla kunskapen och produktivitet och tillväxt. Detta problem sammanfattas på följande sätt av en rapport till USA:s kongress 2005:

”... brister i tillgängliga data och de svårigheter som är förknippade med nuvarande beräkningsmetoder gör det svårt att med någon mer exakt precision uppskatta storleken på FoU-investeringarnas bidrag till den ekonomiska tillväxten. Det gör att vi hittar en stor spridning av FoU-estimaten beroende på dataurval, skattningsmetod och tidsperiod”.

Även OECD har identifierat ett antal luckor i den statistik som ligger till grund för mycket av innovationspolitiken. Ofullständigheterna gör det svårare att undersöka vilken roll innovation spelar i samhället i stort och vad som driver den. EU-kommissionens *Innovation Union påpekar* också att det krävs ytterligare insatser på data- och statistikområdet för att man bättre ska förstå olika aspekter av innovationsprocessen.

Denna rapport är ett underlag för SCB:s arbete med att förbättra innovationsstatistiken. Rapporten startar med den ekonomiska historiens bidrag till vår kunskap om ekonomiskt värdefull kunskap, teknisk utveckling och innovationer. Här är huvudkällan Joel Mokyr¹ och olika statistikällor. En huvudfråga i det inledande kapitlet är varför en mångtusenårig utveckling av knappt mätbar ekonomisk tillväxt, på en mycket kort tid kunde övergå till en tillväxtbana som *sjudubblar BNP per capita per sekel* för de moderna industriländerna.

Rapporten utgår från det enskilda privata företaget och dess förmåga och förutsättningar att skapa nya innovationer. I den klassiska definitionen är en innovation något helt unikt på den ekonomiska marknaden. Innovation kräver forskning för att skapa teknisk utveckling och sådan forskning bedrivs huvudsakligen inom industrin. Resultatet av innovationsprocessen är en tydligt observerad fysisk vara som används i produktionsprocessen eller som säljs i konsumentledet.

I ett samhälle där vi producerar allt mer tjänster, där tillväxten till stora delar handlar om kvalitet och där mycket av innovationsverksamheten sker utanför eller förutom forskningslaboratorier behövs en ny och bättre definition av innovation. Problemet är att vi inte är där ännu. Den så kallade Oslo-manualen markerar ett viktigt steg på vägen. I denna numera mycket använda definition handlar innovation om förnyelse av olika slag och den kan äga rum inom både industri- och tjänstesektor. En innovation kan exempelvis vara en ny organisation, en ny produkt (vara eller tjänst) eller öppnandet av en ny marknad. Det centrala är då vad som ryms inom begreppet ”ny”, men här lämnar Oslo-manualen fältet fritt för företagets eller respondenternas egen bedömning.

¹ The contribution of economic history to the study of innovation and technical change 1750-1914. I Bronwyn H Halls och Natan Rosenbergs *Economics of Innovation*. 2010

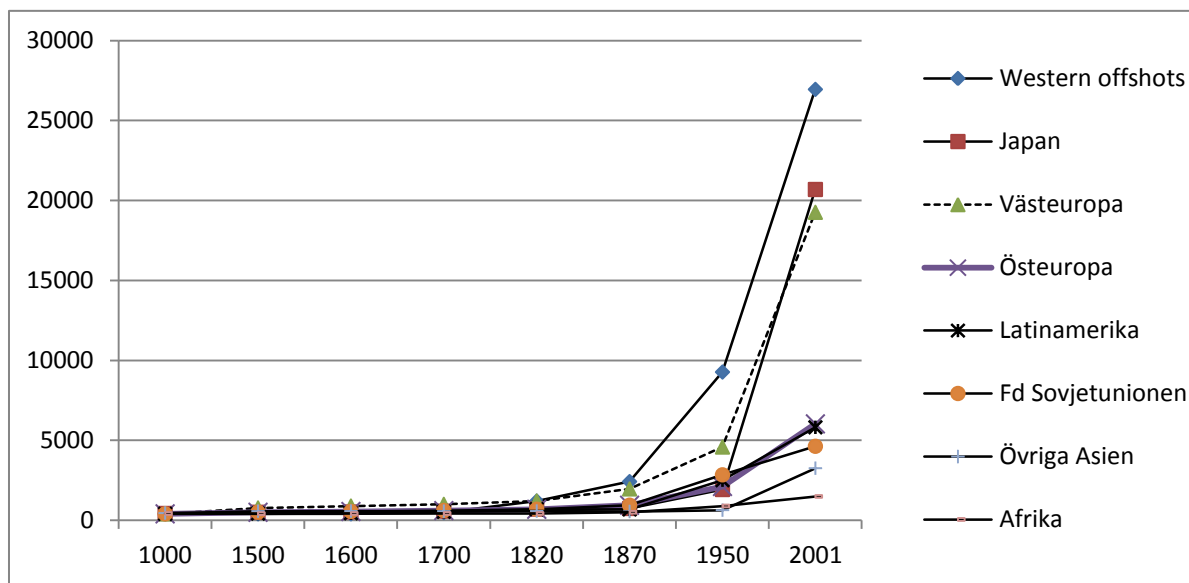
Gemensamt för såväl den gamla som den nya definitionen är att innovation är inriktad mot den kommersiella marknaden och att slutresultatet kan tolkas i monetära termer. Det betyder att den offentliga sektorn inte definieras som någon *direkt* arena för innovationer. Däremot har den en mycket viktig *indirekt* roll inom nationella, sektoriella och regionala innovationssystem för att stödja näringslivets innovationsverksamhet.

Rapporten börjar med breda penseldrag på makroekonomisk nivå för att successivt övergå till ett mikroperspektiv och diskussioner om data, mätmetoder och mätresultat. Det avslutande kapitlet försöker besvara frågan om vilka slutsatser man kan dra om innovationer i Sverige med hjälp av nuvarande statistik.

2. Ekonomisk-historiskt perspektiv på teknisk utveckling och innovation

Teknisk utveckling och innovation har förekommit inom alla samhällen under tiotusentals år eller mer. Men det är först från och med 1700-talet som de också har lett till kontinuerlig ekonomisk tillväxt.

Den snabba ekonomiska tillväxten under de senaste århundradena skiljer sig dessutom kraftigt åt mellan olika regioner. Medan BNP per capita i genomsnitt ökat med en faktor på omkring 50 i västvärlden, begränsas den till en ökning på omkring 5-15 i övriga regioner, vilket illustreras av figur 1.²



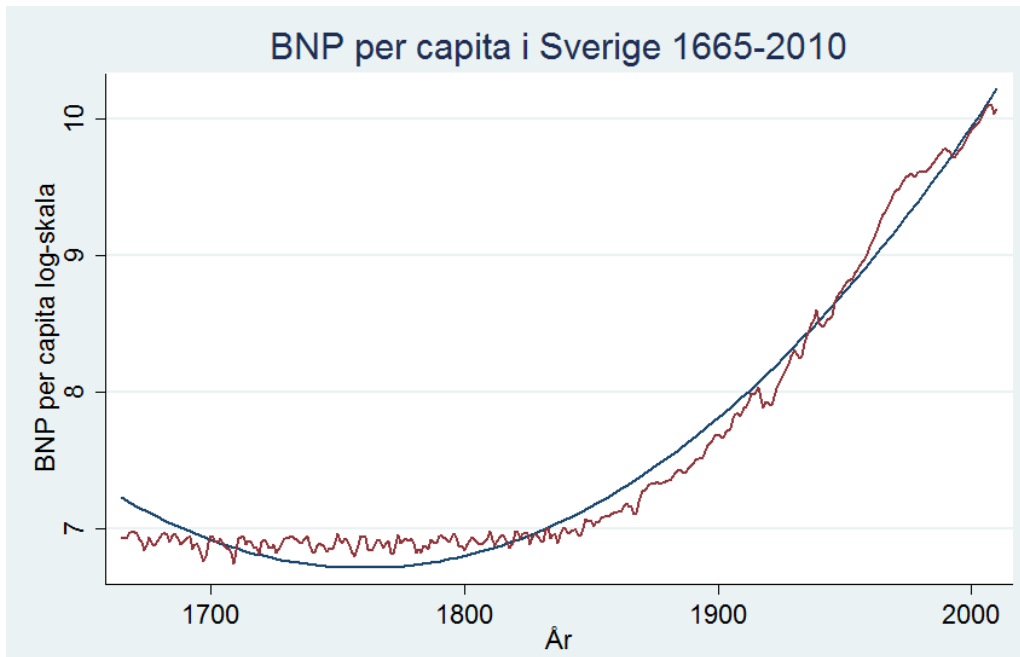
Figur 1:

Real BNP per capita i olika regioner mellan år 0 och 2000 uttryckt som 1990 international Geary-Khamis dollar. Western offshots är USA, Kanada, Australien och Nya Zeeland.

Källa: Maddison (2010).

Den ekonomiska tillväxtrevolutionen startade senare i Sverige än i de stora europeiska länderna, men från och med slutet av 1800-talet ingår Sverige i gruppen uthålligt snabbväxande länder. Under de senaste 130 åren har den årliga tillväxttakten av BNP per capita varit drygt 2 procent (se figur 2), vilket inneburit att vår levnadsnivå hamnar på tio-i-topp listan i världen när man använder olika sammanvägda välfärdsindikatorer (exempelvis FN:s human development index).

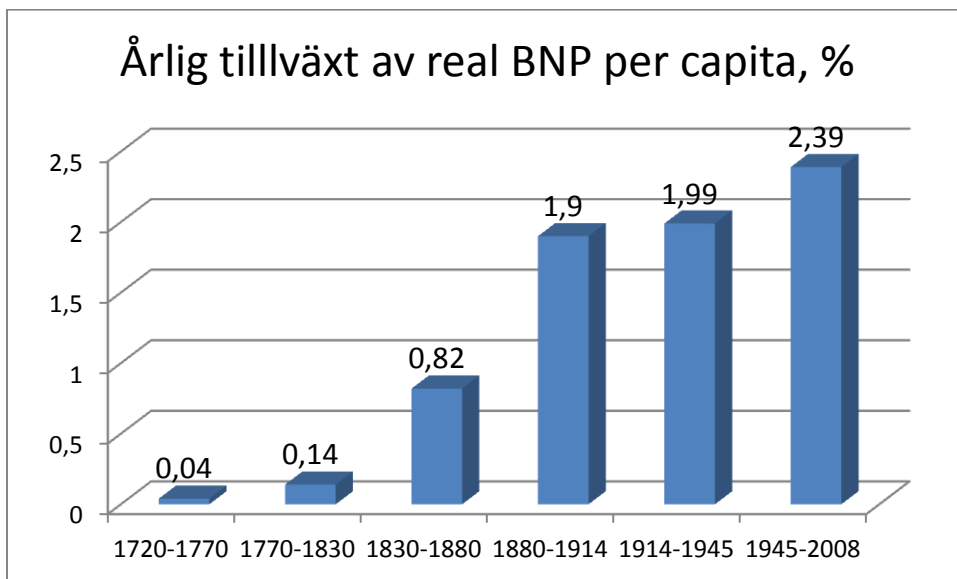
² Den stora spridningen av hur de ekonomiska tillgångarna fördelas inom de olika regionerna har inneburit att de allra fattigaste knappt har fått någon del av tillväxten, och att de är ungefär lika fattiga som fattiga människor på 1000-talet, eller ännu tidigare.



Figur 2a:

Logaritmen av BNP per capita i Sverige 1665-2010. Observerade värden och anpassad kurva.

Källa: Edvinsson, R., 2011. 5-års glidande medelvärde.



Figur 2b:

Sveriges tillväxttakt 1720-2008, glidande medelvärde över 5-årsperioder. Perioder: (1) Den förindustriella ekonomin 1720-1770, (2) Den första industriella revolutionen 1770-1830, (3) Övergångsperioden 1830-1880, (4) Den andra industriella revolutionen 1880-1914, (5) Krigs- och mellankrigsperioden 1914-1945, (6) Den moderna ekonomin 1945-2008.

Källa: Edvinsson (2011).

Vad var det då som inträffade i mitten av 1700-talet och som så radikalt bröt den historiska trenden med i princip nolltillväxt i samhället? Hur kunde denna utveckling ske? Det är en utveckling som exempelvis kan illustreras med den maskin för tillverkning av trossblock som uppfanns av Henry Maudslay och Marc Brunel vid 1800-talets början? Vid den aktuella tidpunkten behövde ett typiskt linjeskepp inom den kungliga brittiska flottan omkring 1000 block av olika storlekar, samtliga handgjorda, och den årliga efterfrågan låg på omkring 100 000. Med den nya maskinen kunde tio arbetare producera en större och en betydligt mer homogen mängd trossblock för det brittiska amiralitetet, än vad fler än 100 anställda kunde med hjälp av den traditionella tekniken. År 1841 menade en parlamentarisk brittisk kommitté, att Maudslays och Brunels uppfinning som kom till praktisk användning på 1820-talet, var en av samtidens bästa innovationer (Rolt, 1962).

Samhället fram till 1700-talet

Den ekonomiska tillväxttakten under perioden före den industriella revolutionen kännetecknades av ett lågt genomsnitt, stora variationer och djupa nedgångar i samband med krig, farsoter och missväxt. Men under en period som sträcker sig över 600 år, från medeltiden och framåt, innebar även låga tillväxttal att BNP per capita fördubblades. I vilken utsträckning berodde detta på den teknologiska utvecklingen?

Både i Europa och i andra delar av världen kunde människor långt innan den industriella revolutionen utveckla praktiskt användbar teknik, men oftast utan att förstå orsaken till att den fungerade. Exempelvis lyckades man framställa stål genom en förening av järn och kol långt innan den metallurgiska vetenskapen kunde förklara *hur* detta var möjligt. I det förindustriella samhället gjordes också påtagliga förbättringar av kommunikationer, transporter, material och energi. Men eftersom det inte fanns någon infrastruktur för att systematiskt samla och sprida lärdomar växte den totala mängden kunskap mycket långsamt.

Det har funnits många geniala vetenskapsmän innan den industriella revolutionen, till exempel Leonardo Da Vinci (1442-1519), Francis Bacon (1561-1626), Galileo Galilei (1564-1642), René Descartes (1596-1650) och Isaac Newton (1642-1727). Deras arbeten kännetecknas av samma egenskaper som vi idag betraktar som nödvändiga för att kunna flytta fram positionerna för kunskap och vetande: noggrannhet, systematik och omfattande analys. Men deras banbrytande insatser inom bland annat mekanik, fysik, astronomi, konst och arkitektur kom inte till någon banbrytande ekonomisk användning.

Det finns en bred konsensus om att den ekonomiska tillväxten före den industriella revolutionen huvudsakligen kan förklaras med handel samt marknadens utvidgning, och inte med teknisk

utveckling, uppfinningar och innovationer. Men den teknologiska utvecklingen stagnerade inte. Det skedde viktiga framsteg inom områden som jordbruk, textil, skeppsbyggnad, kommunikation, metallurgi och energianvändning. De flesta uppfinningar gjordes av hantverkare organiserade inom skråväsende. Men framstegen var i allmänhet små och till stor del av karaktären förbättringar och imitationer. Det avspeglas också i den långsamma ekonomiska tillväxttakten.

Den första industriella revolutionen

Den första industriella revolutionen dateras till perioden 1770-1830 och i England innebar den en revolutionerande niodubblad tillväxttakt (från 0.1 till 1.0 procent), jämfört med tillväxten under den föregående 50-årsperioden.³ Detta våldsamma språng i den ekonomiska utvecklingen kan knytas till ett litet antal innovationer inom några avgränsade delar av ekonomin, såsom spinnmaskinen, som gick under benämningen Spinning Jenny⁴ (textil), Puddelprocessen⁵ (järnframställning), samt ångkraften med dess generiska egenskaper som öppnade för olika användningsområden⁶. Framväxten av fabriker var också ett banbrytande inslag i den första industriella revolutionen. De möjliggjorde en rad nya saker, framför allt ackumulering och lagring av kunskap samt specialisering.

En annan viktig förändring under denna period var närmandet mellan naturvetenskap och samhällsnytta där personer som Euler, Leibniz och Franklin var engagerade i framställande av räknemaskiner, nya material osv. En betydelsefull naturvetenskaplig insats kan sammanfattas i de engelska C-orden: Counting, Cataloguing and Classifying. Dessa begrepp markerar övergången till en period med mer systematisk kunskapsuppbyggnad. Men många av framstegen under den första revolutionen hade inte någon direkt koppling till den växande kunskapsstocken. År 1794 skrev exempelvis James Watt, att när kunskapen om de naturvetenskapliga processer som ligger bakom tekniken är bristfällig, blir experiment den enda utvägen. När en sak inte fungerar försöker man med en annan.⁷

Perioden mellan de industriella revolutionerna

Transportteknologin, och då främst järnvägen, representerar den mest dramatiska teknikutvecklingen under perioden 1830-1880, alltså tiden mellan de båda industriella revolutionerna. Redan under tidig medeltid hade man använt sig av banor av trä för att med hjälp av djur dra tunga laster på fordon av hjul, och på 1700-talet användes denna teknik inom gruvindustrin. Men på 1830-talet började man introducera ångmotordrivna lokomotiv som gick på skenor av järn, där invigningen av den 56

³ I Sverige tredubblades den årliga tillväxttakten från 0.04 till 0,14 procent under denna period.

⁴ Patenterad av Samuel Crompton 1769

⁵ Patenterad av Henry Cort 1783

⁶ Patenterad av James Watt 1775

⁷ Se Stewart (2007)

kilometer långa sträckan Liverpool-Manchester den 15 september 1830 markerar övergången till en helt ny tidsepok.

Användandet av verktygsmaskineri inom industrin har jämförts med den betydelse som ångmaskinen hade för hela den industriella utvecklingen. Maskinerna skapade förutsättningar för arbetsdelning, specialisering och massproduktion. Istället för skickliga hantverkarens precisionsarbete med blott den egna handen, kunde arbetskraft med betydligt mindre krav på yrkesskicklighet tillverka standardiserade och identiska delar till olika produkter i långa serier med hjälp av motordriva maskiner.

Telegrafan kom att bli en tredje fundamental innovation under denna 50-års period, mellan den första och den andra industriella revolutionen, som för Sveriges del innebar att den årliga BNP-capitatillväxten ytterligare sexdubblades. Med den första industriella revolutionens tillväxttakt 770-1830 skulle ta 500 år att fördubbla BNP per capita-nivån. Den period krympte till bara 85 år med mellanperiodens (1830-1880) tillväxttakt. I ett historiskt perspektiv var det här en hisnande utveckling.

Den andra industriella revolutionen

Under den andra revolutionen 1880-1914 inträffade nästa dramatiska höjning av den ekonomiska tillväxttakten. För Sverige innebar den att vi hamnade i närheten av den långsiktiga tillväxtkurva där vi fortfarande befinner oss. Vad var det då som utmärkte den andra industriella revolutionen och som gör att den kan betraktas som en övergång till en modern form av ekonomi?

Slutet av 1800-talet och början av 1900-talet sammanfaller med en guldålder för kemin, utvecklingen av den fyrcylindriga motorn, fortsatta förbättringar av kommunikations- och transportsystemen, elektricitetens och generatorns genombrott, införandet av allmänna skolsystem samt radikala hälsoförbättringar. Mellan 1870 och 1914 minskade barnadödligheten i Västeuropa med 50 procent, samtidigt som den förväntade livslängden vid födseln steg från 40 till 50 år i exempelvis England.⁸

Fram till 1880-talet hade den industriella revolutionen inte medfört några stora förändringar i de flesta människors dagliga tillvaro, bortsett från att transporterna blivit billigare och snabbare och att man bar bomullskläder. Men 25 år senare såg världen radikalt annorlunda ut. Stålets betydelse för denna utveckling var central, och den radikala höjningen av kvaliteten, parallellt med snabbt fallande priser och växande användningsområden, har likheter med de senaste decenniernas IT-utveckling. Tack vare teknologiska framsteg i form av Bessemer- och Siemen-Martinprocesser kunde stål användas för att bygga längre skepp, högre hus, bättre verktyg och maskiner samt kraftfullare vapen. Stålet kom att

⁸Porter (1982) talar om den medicinska upplysningen. Upptäckten av betydelsen av färsk frukt och grönsaker, användandet av kinin samt vaccinet hade stor betydelse för folkhälsan.

förändra människors tillvaro via ökande internationell handel, växande stadsbebyggelse och förändringar av industrins och jordbrukets produktionsprocesser.

Den andra industriella revolutionen sammanfaller också med en av världshistoriens mest betydelsefulla uppfinningar. Det var den industriella framställningen av syntetisk ammoniak ur vätgas och luftkväve under högt tryck och hög temperatur samt med en järnyta som katalysator. Den tyske kemisten Fritz Haber fick Nobelpriset⁹ i kemi 1918 för denna metod som kom att få enorm betydelse för det moderna jordbruket, eftersom ammoniak är en beståndsdel i konstgödsel. Det har uppskattats att världens alla jordbruk endast skulle kunna frambringa föda till hälften av dagens befolkning utan konstgödselns hjälp. Det skulle även gälla även om kosten vore mer vegetariskt baserad.¹⁰

Om ångkraften var den första industriella revolutionens dynamo, så var det elektriciteten som fyllde denna roll under den andra industriella revolutionen. Men en betydande skillnad är att elektriciteten kom att ge upphov till en kaskad av nya innovationer, vilket gjorde att den blev viktig både på arbetsplatserna och i hemmen.

Sammanfattning

Sett i ett historiskt perspektiv råder det ingen tvekan om att uppfinningar, vetenskap, teknisk utveckling och innovationer har haft en stor, för att inte säga helt avgörande, betydelse för den ekonomiska utvecklingen samt för befolkningens hälsa och välfärd. Naturligtvis ska deras betydelse inte ses isolerat, utan i ett sammanhang där både nationella och internationella institutioner varit viktiga, liksom övriga produktionsfaktorer i form av arbetsutbud, humankapital och fysiskt kapital.

⁹ Ett mycket kritiserat nobelpris eftersom Haber hade en synnerligen aktiv roll framställningen av de stridgaser som Tyskland använde under första världskriget. En av dessa var kloggasen som massivt sattes in på fronten mot fransmännen 1915. Så här skriver kemisten Ingemar Ingemarsson i Svd 2/12 2012: ”En vårdag den 22 april 1915 när vinden låg på åt rätt håll öppnades närmare 6000 gasbehållare i närheten av den belgiska staden Ypres på västfronten. 150 ton kloggas rullade ut över fälten som en gulgrön dimma mot de franska ställningarna. Tusentals oförberedda soldater dog under svåra plågor och många av de sårade som överlevde blev blinda. Gasattacken ansågs lyckad och Haber befordrades till kapten i armén.”

http://www.svd.se/kultur/understreckat/nobelpristagare-med-gaskriget-pa-sitt-samvete_6779175.svd.

¹⁰ Idag ser vi dock alltmer baksidan av ammoniaksyntesen när överskott på kväveföreningar från handelsgödsel läcker ner i markerna och rinner ut i grundvatten, vattendrag, sjöar och hav och förorsakar algblooming, syrefattiga bottnar och fiskdöd.

3. Marginella förbättringar och generiska innovationer

General purpose technologies

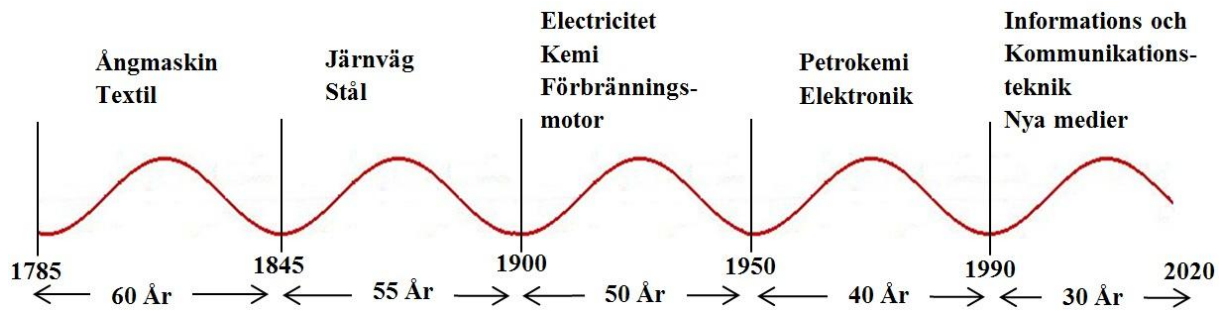
Hela områden av tekniska framsteg och ekonomisk tillväxt verkar drivas av ett fåtal generiska tekniker, så kallade General Purpose Technologies, GPT, på svenska genombrottsteknologier (Breshanan och Trajtenberg1992). Ångkraften, elektriciteten och informationsteknologin brukar framhållas som de tre mest betydelsefulla genombrottsteknologierna i historien. Alla tre har kunnat användas relativt brett i ekonomin, de har genomgått olika utvecklingsstadier som gjort dem allt mer betydelsefulla som produktionsfaktorer och de har varit grunden för olika innovationsprocesser. Men historien visar även på en rad ekonomiskt och socialt särskilt betydelsefulla teknologier, även före industrialismens tidsepok.

Under 10 000 år av mänsklighetens historia fram till 1400-talet, när vi knappt kan mäta någon som helst årlig tillväxt av ekonomin, uppfanns hjulet och vattenhjulet, människor lärde sig att smälta malm, tillverka järn och stål och uppfann skrivkonsten och tryckkonsten. Under de följande århundradena fram till den första industriella revolutionen skapades exempelvis de tremastade segelfartygen och tryckpressen, båda med stor samhällelig betydelse.

Sedan mitten av 1970-talet har informationsteknologin fått en allt mer central roll som genombrottsteknologi inom både varu- och tjänsteproduktionen. Vissa författare som exempelvis, Greenwood och Yorukoglu (1997) och Caselli (1999), beskriver IT-utbredningen som den tredje industriella revolutionen.

Kan vi förvänta oss nya genombrottsteknologier vid sidan av, tillsammans med eller efter informationsteknologin? Stora förhoppningar finns på områden som nanoteknologi, energi från fusion, avancerade material, hälsoinformation, personligt skräddarsydd medicin, personligt lärande, avancerat virtuellt lärande (virtue reality). Men vad som verkligen blir en GPT och vilken betydelse den får kan man bedöma först efter flera decennier. Minns att nobelprisstagaren i ekonomi, Robert Solow så sent som 1987 sa att ”man kan se datoråldern överallt utom i produktivitetsstatistiken.”

Enligt de så kallade Kondratieff-vågorna kan den moderna ekonomin beskrivas som regelbundet återkommande starka, långa vågor som bärs upp av olika genombrottsteknologiers livscykel och spridning i samhällsekonomin. Figuren nedan visar att Kondratieff-vågornas längd tenderar att minska, vilket skulle tyda på en accelererande teknologisk utvecklingstakt.

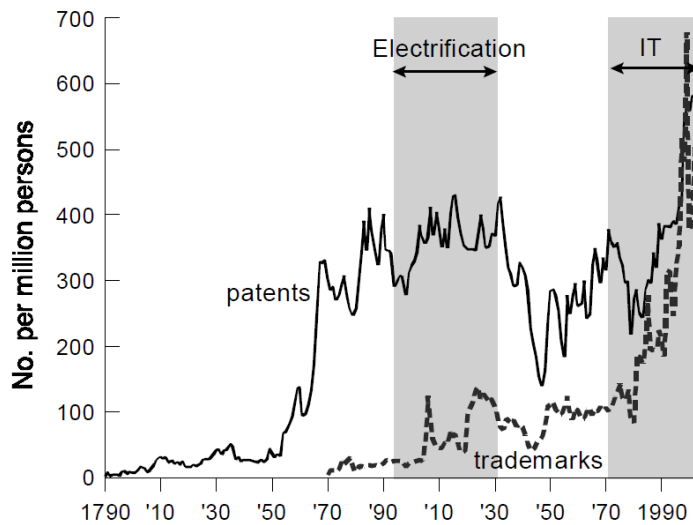


Figur 3:

Kondratieff-vågor av genombrottsteknologier.

Begreppet General Purpose Technologies, eller genombrottsteknologier introducerades i den ekonomiska analysen av tekniska förändringar i början av 1990-talet. Det främsta användningsområdet har varit makroekonomi, för att undersöka sambandet mellan långsiktig tillväxttakt å den ena sidan och vissa speciella teknologiska genombrott och innovationer å den andra. På det mera mikroinriktade området har GPT-analyser använts för att studera skillnader mellan olika typer av innovationer såsom inkrementella (stegvis ökande) och radikala (genomgripande). Den kanske mest fruktbara användningen av GPT handlar om mikro-makrosambandet och hur vi kan förstå förhållandet mellan den totala ekonomiska tillväxten och vissa specifika uppfinningars användning inom olika sektorer.

En genombrottsteknologi med generiska egenskaper, som till exempel IT, påverkar alla sorters produktionsprocesser, inklusive uppfinningar och innovationer. Vissa genombrottsteknologier är allra lämpligast för att understödja existerande produkter och processer, medan andra har stor potential för att skapa och implementera helt nya. Men generellt kan man förvänta sig att en genombrottsteknologi stimulerar innovationsverksamheten, och därmed också produktivitetstillväxten inom företagen, med en viss tidsfördröjning (för en genomgång av sambandet mellan innovation och tillväxt på företagsnivå, se OECD, 2010).



Figur 4:

Patenträttigheter beviljade för innovationer och varumärken registrerade i USA per miljoner invånare 1790-2002. Det finns en viss inflation i den amerikanska patentstatistiken under slutet av 1900-talet beroende på institutionella faktorer, men detta påverkar inte det generella mönster som figuren beskriver.

Figur 4 (från Jovanovic och Rousseau, 2005) illustrerar sambandet mellan genombrottsteknologier och innovationer i form av patent och varumärkesskydd per miljoner personer i USA under perioden 1970-1992. Innovationsaktiviteten fick ett starkt uppsving i samband med elektrifieringsperioden från slutet av 1800-talet och fram till 1930. IT-eran, däremot, inleds med ett fall i antalet beviljade patent under 1970-talet. Men från mitten av 1980-talet ökar antalet patent per miljoner invånare kraftigt från omkring 200 till nära 700 i slutet av 1990-talet.

Tabell 1 beskriver motsvarande utveckling av innovationstakten i den svenska ekonomin under den pågående IT-eran. För ett tjugotal olika industrier på tvåsiffrig SNI-nivå ökade patentansökningarna till European Patent Office (EPO) med 70-725 procent mellan 1986 och 2006.

Tabell 1: Förändring av patentansökningar till European patent Office (EPO) av svenska företag mellan 1987 och 2006.

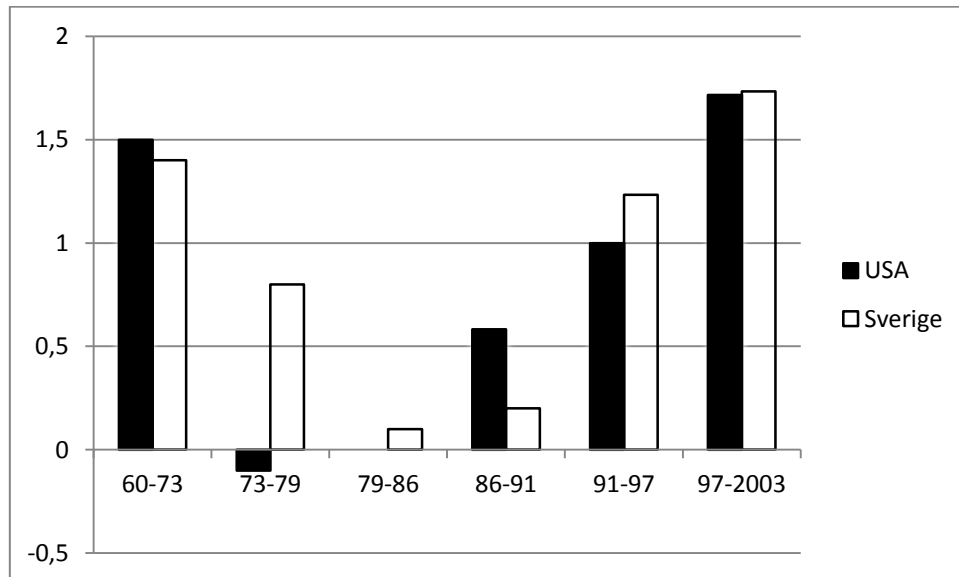
| Industri | Procent |
|--|----------------|
| Signalöverföring, telekommunikation | 724 |
| TV- och radioapparater, audiovisuell elektronik | 719 |
| Kontorsmaskiner och datorer | 385 |
| Elektroniska komponenter | 379 |
| Mätinstrument | 229 |
| Medicinsk utrustning | 186 |
| Motorfordon | 178 |
| Läkemedel | 174 |
| Elektrisk distribution, kontroll, tråd och kabel | 172 |
| Industriell processtyrning | 168 |
| Hushållsapparater | 157 |
| Optiska instrument | 145 |
| Jord- och skogsbruksmaskiner | 134 |
| Tvål, tvättmedel, toalettpreparat | 130 |
| Andra transportmedel | 121 |
| Papper | 103 |
| Metaller | 101 |
| Möbler, kund varor | 93 |
| Andra kemikalier | 92 |
| Grundläggande kemisk | 91 |
| Gummi- och plastvaror | 85 |
| Verktygsmaskiner | 84 |
| Icke-metalliska (mineral) produkter | 74 |
| Metallvaror | 70 |

Källa: OECD.

Tabell 1 visar att patentansökningarna ökade snabbast inom högteknologiska grenar. Men av tabellen framgår också att den höjda innovationsintensiteten, mätt i form av patent, är generell och kännetecknar alla bransch- och teknikområden. Detta är ett mönster som också går igen internationellt och mycket talar för att förutsättningarna för innovationsverksamhet har förbättrats under de senaste decennierna. Alternativt har kraven på att vara innovativ för att behålla konkurrenskraften skärpts.

I figur 5 belyses frågan om den högre innovationsfrekvensen i ekonomin (i form av fler patent) också avspeglas i produktivitetsstatistiken. Vi illustrerar med data över totalfaktorproduktivitets (TFP) tillväxttakt för USA och Sverige under fyra decennier. Totalfaktorproduktiviteten fångar den del av tillväxten som inte förklaras av ökade insatser av traditionella produktionsfaktorer, såsom arbete,

kapital och olika insatsvaror. Förbättringar av produkt- och processteknologi, kunskapsutveckling och innovation är bland de viktigaste drivkrafterna till TFP-tillväxten. Figuren visar att den minskade successivt i både USA och Sverige från 1960 och fram till mitten av 1980-talet. Men därefter har TFP-tillväxten ökat för att omkring decennieskiftet överträffa 1960-talets nivå.



Figur 5:

Totalfaktorproduktivitet i USA och Sverige 1960-2003. Källa: OECD.

Tabell 2 bryter ner den svenska TFP-tillväxten på bransch-, storleks- och sektornivå. De redovisade resultaten i tabellen kommer från Dong, Heshmati och Löf (2012), som undersöker takten på den tekniska utvecklingen i den svenska ekonomin mellan 1992 och 2000. Denna period är av speciellt intresse, eftersom den förutom att sammanfalla med fler patent också markerar övergången från en period när Sverige låg i botten vid en jämförelse av industriländernas produktivitetstillväxt, till att hamna i toppen.

Den starka svenska ökningen av produktivitetstillväxten startade 1993 och två år senare hade tillverkningsindustrins totala produktion stigit mer än 10 procent, trots att arbetskraften minskat med nära en femtedel. Inledningsvis hade produktivetsförbättringen en tydlig koppling till strukturomvandling, ökad efterfrågan från den internationella marknaden och företagens exportintensitet. Men kan vi också se förbättringar i den långsiktiga tillväxttakten?

I likhet med många andra länder är den svenska exporten starkt koncentrerad till en liten grupp företag. De 20 största företagen svarar för mer än en tredjedel av det totala exportvärdet och de multinationella företagen för 90 procent av exporten. Med ett fåtal undantag återfinns de mindre tillverknings- och tjänsteföretagen nästan enbart på hemmamarknaden. Utifrån denna bakgrund testas

Dong m.fl. (2012) två hypoteser som båda har implikationer för arbetsmarknadens lönestruktur. Den första är att den ökade tekniska förändringstakten i de stora multinationella exportföretagen gradvis spillde över till andra företag och sektorer. Det skulle innebära att skillnader i företagens förädlingsvärde inte nödvändigtvis samvarierar med deras storlek och exportintensitet. Den andra hypotesen är att potentialen för teknisk utveckling och produktivitetstillväxt är större inom högteknologisk tillverkning, jämfört med såväl andra tillverkningsföretag som tjänsteföretag. Förklaringen skulle vara att de högteknologiska branscherna kännetecknas av omfattande FoU-investeringar, innovativa produkter, stora krav på arbetskraftens kompetens och specialisering samt kontinuerligt lärande från den pågående innovationsprocessen.

Tabell 2 visar TFP utvecklingen i Sverige 1992-2000 baserad på data från närmare 6000 tillverknings- och tjänsteföretag. Utifrån en så kallad generell index-modell (Baltagi and Griffin, 1988) framgår av de empiriska resultaten, att 1990-talets tekniska utveckling och produktivetsförbättringar inte begränsades till de stora exporterande företagen. Via omfattade och komplexa nätverk i form av bland annat underleverantörer, samarbetspartner och konsulter, samt mobilitet av personer, uppköp, sammanslagningar och så vidare, spreds den starka produktivitetstillväxten över till andra tillverknings- och tjänsteföretag.

Företagen förefaller ha kunnat tillgodogöra sig den tekniska utvecklingen oavsett storlek, FoU och teknologisk intensitet. Den genomsnittliga TFP-tillväxten för hela ekonomin var 2 procent under perioden 1992-2000, vilket är en hög nivå jämfört med föregående decennier. Tillväxttakten var nästan lika kraftfull bland mikroföretagen (tio eller färre anställda) som bland storföretagen. Skillnaden var märkbart liten även mellan tillverkningsindustrin och den kunskapsintensiva tjänstesektorn: 2.1 procent jämfört med 1.6 procent. På motsvarande sätt som när det gäller den ökade patentfrekvensen, ser vi också att den ökade produktivitetstillväxten, med ett enda undantag för livsmedelsindustrin, kan spåras inom alla branscher och teknikområden.

Tabell 2: Genomsnittlig TFP-tillväxt 1992-2000 inom svenskt näringsliv. General Index (GI)-modell

| | TFP |
|--|--------|
| A. Årlig utveckling | |
| 1993 | 0.026 |
| 1994 | 0.083 |
| 1995 | 0.016 |
| 1996 | -0.025 |
| 1997 | 0.014 |
| 1998 | 0.019 |
| 1999 | 0.015 |
| 2000 | 0.030 |
| B. Genomsnitt för olika branscher | |
| LIVS | 0.007 |
| TEXTIL | 0.017 |
| TRÄ | 0.020 |
| PAPPER | 0.031 |
| KOL | 0.016 |
| MINERAL | 0.013 |
| METALL | 0.019 |
| MASKIN | 0.035 |
| EL | 0.020 |
| TRANSPORT | 0.026 |
| TILLVERKNING | 0.022 |
| EL OCH VATTEN | 0.016 |
| HANDEL | 0.026 |
| KOMMUNIKATION | 0.016 |
| KONSULT | 0.012 |
| C. TFP efter företagsstorlek | |
| Mikro, högst 10 anställda | 0.018 |
| Små, 11-50 anställda | 0.019 |
| Små-medium, 51-100 anställda | 0.020 |
| Medium, 101-300 anställda | 0.021 |
| Stora, 301 eller fler anställda | 0.022 |
| D. TFP efter sektor | |
| <i>Tillverkningsindustri</i> | 0.022 |
| Högteknologisk | 0.021 |
| Hög-medium teknologisk | 0.027 |
| Medium-låg teknologisk | 0.019 |
| Låg teknologisk | 0.021 |
| <i>Tjänster (kunskapsintensiva)</i> | 0.016 |
| E. Total | |
| Genomsnitt | 0.020 |
| Standardavvikelse | 0.038 |

Anmärkning

LIVS Livsmedel drycker och tobak 15-16, TXTL Textil-och textilprodukter, läder produkter 17-19, TRÄ Trä och trävaror 20, PAPPER Massa, papper, pappersprodukter, Förlag, tryckerier 21-22, KOL Koks, raffinerade petroleumprodukter, kemikalier, gummi-och plastvaror 23-25, MINERAL icke-metalliska mineraliska produkter 26, METALL Basmetaller och metallvaror 27-28, MASKIN Maskiner och inventarier n.e.c 29, EL El-och optikprodukter 30-33, TRANSPORT Transportutrustning 34-35, MNEC Tillverkning n.e.c 36-37, EL OCH VATTEN El-, gas-och vattenförsörjning 40-41, HANDEL Parti-och detaljhandel, reparation av motorfordon, hushållsartiklar och personliga artiklar och hushållsartiklar 50-52, KOMMUNIKATION Transport, magasinering och kommunikation 60-64, KONSULT Uthyrningsverksamhet och företagstjänster 71-74.

Hur sprids GPT i ekonomin?

Själva innebilden för en general purpose-technology är en revolutionerande teknologi förkroppsligad i en uppsättning av varor som elektriska motorer eller datorer. Men det kan också vara en tjänst i form av ett system för informationsbehandling eller metoder för effektiv produktion, såsom fabrikkssystem, massproduktion eller det som går under benämningen lean production.

Litteraturen framhåller flera kännetecken för en general purpose-teknologi. Den starka genomslagskraften innebär en potential för användning inom stora delar av ekonomin. Den kan skapa helt nya industrier eller förnya befintliga sektorer. En GPT har också egenskaper som innebär kontinuerlig utveckling och förbättring under en längre tidsperiod. Ett annat kännetecken för en GPT är att den stimulerar nya tillämpningar inom nedströmssektorer och skapar förutsättningar för nya innovationer inom de branscher där den används.

Den initiala ekonomiska effekten av en GPT är vanligen blygsam och det kan ta flera decennier innan de maximala tillväxteffekterna uppnås (David 1990). De allra mest kraftfulla general purpose-teknologierna har haft en direkt inverkan på den långsiktiga tillväxtprocessen i form av både acceleration i mognadsfasen och tillbakagång när dess betydelse börjar blekna.

GPT och den offentliga sektorn

Vilken betydelse har den offentliga sektorn för utveckling av genombrottsteknologier? Den offentliga sektorns roll i innovationssystemet kan motiveras med bland annat marknadsmisslyckanden och positiva externa effekter (externaliteter). När en ny teknik genererar sådana spridningseffekter att fördelarna blir större för hela samhället än för det investerande företaget är det ekonomiskt försvarbart med offentliga subventioner av olika slag. Men den offentliga sektorns potentiella betydelse är vidare än enbart rollen som finansär. Låt oss illustrera med Internet och World Wide Web. Både dessa teknologier har gynnats av offentliga initiativ.

Offentliga institutioner, såsom försvaret och forskningsorganet National Science Foundation (NSF), finansierade en stor del av den forskning som ledde fram till dessa båda digitala nätverk (Moverly och Simcoe, 2002). Men för ett genombrott krävdes inte bara direkt finansiellt stöd till denna forskning, utan också kompletterande politiska initiativ för att utveckla ett komplext tekniskt system (Martin och Scott, 2000). Ett sådant initiativ var anti-trustpolitiken som minskade de etablerade telekommunikationsföretagens möjligheter att utnyttja sin marknadsställning för att stänga ute nya aktörer. Ett annat var styrmedel för att främja FoU-samarbete, skapandet av broar mellan forskning och marknad i form av teknikparker, förbättrande institutionella förutsättningar för universitetsavknoppningar och så vidare.

Tack vare en rad nedströmsinnovationer som HTML- och HTTP-dokument, som gjorde det enkelt att skapa dokument med text, bilder och grafik, samt sökmotorer som Mosoak, Netscape och Mozilla för att komma åt och läsa filerna, har sedan IT-teknologin på kort tid blivit ett fundamentalt inslag i nästan alla företags verksamhet och människors liv.

De stora produktivitetsvinsterna från informationsteknologin, som inte kunde observeras i statistiken så sent som för två decennier sedan, skapades inte av de initiala innovationerna halvledare, mikroprocessorer, internet och www i sig, utan tack vare forskning, kontinuerligt nya innovationer, applikationer och lärande inom nedströmssektorer. De första stegen i denna process var de vetenskapliga genombrotten som öppnade de tekniska möjligheterna för kreativa personer som Bill Gates, Steve Jobs, Mark Zuckerberg, Niklas Zenström, Håkan Lans och andra innovatörer och entreprenörer som bidrar till att öka effektiviteten av den generiska GPT-funktionen.

Sammanfattning

Livscykeln för ovanligt kraftfulla teknologiska genombrott, GPT, har beskrivits i termer av två distinkta faser: en tid att så, en tid att skörda (Helpman och Trajtenberg 1998). Den omedelbara effekten av en ny GPT kan vara lägre produktion och lägre produktivitet jämfört med den rådande teknologin. När elektrifieringen kom på 1890-talet var ångkraften fortfarande effektivare och det var först i samband med spridningen av maskiner med fristående motorer flera decennier senare som några egentliga produktivitetseffekter kunde observeras. Detta mönster stämmer också ganska väl med informationsteknologins utveckling. Det är först i och med den andra fasen, efter tillräckligt med kompletterande innovationer, som man kan se tydliga ekonomiska resultat. De allra mest avancerade och kraftfulla genombrottsteknologierna förefaller kunna påverka hela ekonomins långsiktiga tillväxttakt.

4. Skillnader i produktivitet och innovationsförmåga

Stora skillnader mellan företagens produktivitet

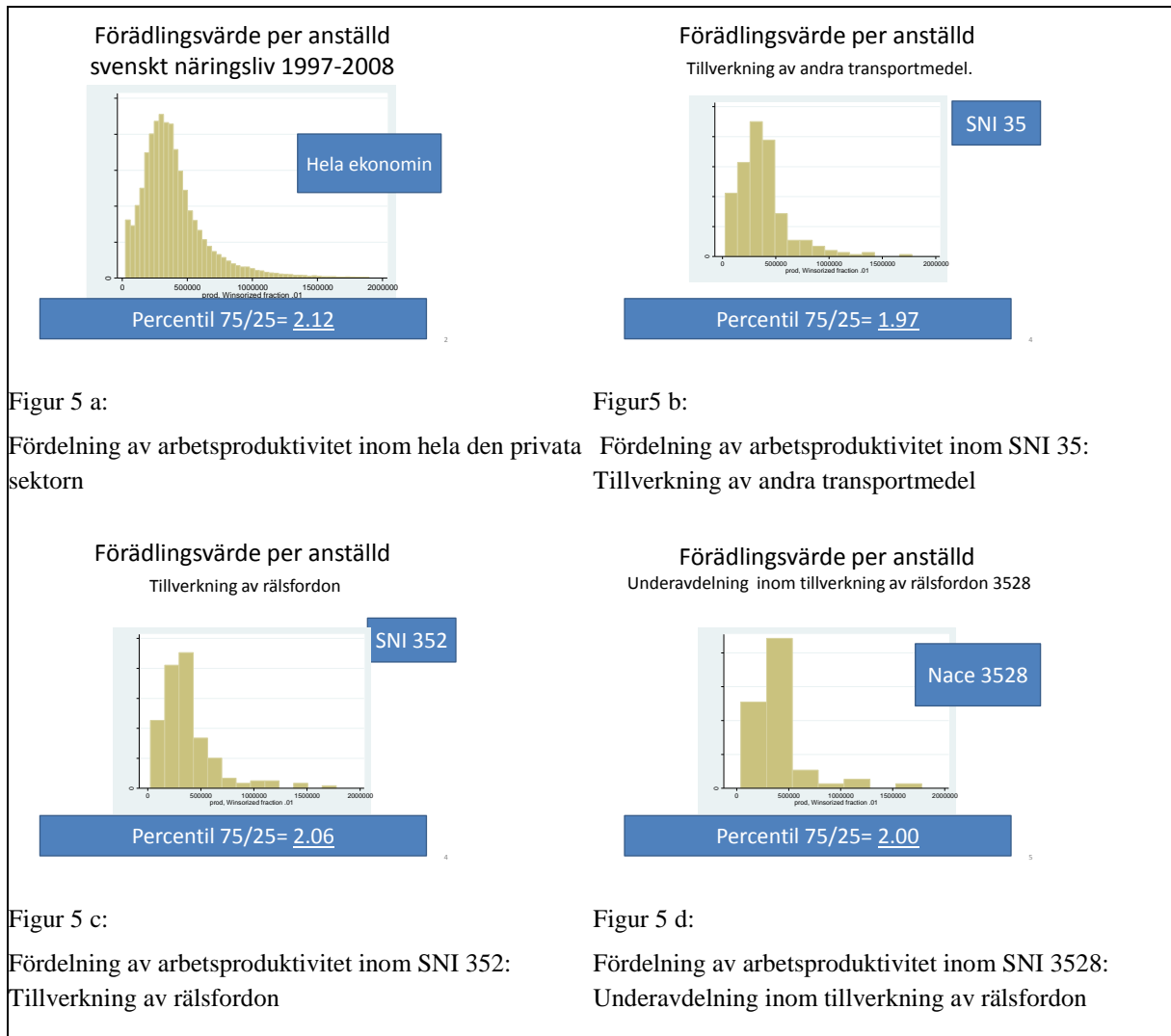
Kapitel 2 visade på ett tydligt trendbrott i den svenska produktivitetstillväxten sedan mitten av 1990-talet. Förbättringar av produkt- och processteknologi, kunskapsutveckling och innovation är bland de viktigaste drivkrafterna till högre produktivitet. Trendbrottet sammanfaller också med en kraftigt ökad frekvens av internationella patentansökningar från svenska företag.

Det faktum att den snabbare tekniska utvecklingstakten har haft stor betydelse för i stort sett alla branscher inom den svenska ekonomin i form av högre produktivitet, betyder dock inte att spridningen har varit jämn mellan företagen. Detta överensstämmer väl med hur ser ut även i andra länder. När Griliches och Mairesse (1998) studerar den franska ekonomin finner de till sin förvåning samma heterogenitet mellan olika bagerier, som mellan företag inom stål och maskinindustri:

” ...thought that one could reduce heterogeneity by going down from general mixtures as ‘total manufacturing’ to something more coherent, such as ‘petroleum refining’ or ‘the manufacture of cement’. But something like Mandelbrot’s fractal phenomenon seemed to be at work also: the observed variability-heterogeneity does not really decline as we cut our data finer and finer. There is a sense in which different bakeries are just as much different from each other’s as the steel industry is from the machinery industry.”

Figur 5 visar motsvarande ”Mandelbrots fraktal-fenomen” för det svenska näringslivet totalt och därefter nedbrutet på branschnivå. Skevheten kan exempelvis beskrivas som kvoten mellan den 75:e och 25:e percentilen i fördelningen av företagens arbetsproduktivitet. För hela näringslivet var denna kvot 2.12 under perioden 1998-2012. Det betyder mer än dubbelt så stort förädlingsvärde per sysselsatt när man jämför högproduktiva företag med lågproduktiva (figur 5 a).

Figur 5 b visar att denna kvot är liknande även för en enskild industri på tvåsiffrig SNI-nivå, såsom exempelvis tillverkning av andra transportmedel (kvot 1.97). Går man vidare nedåt i klassificeringshierarkin till SNI 352 (5 c), tillverkning av rälsfordon, är motsvarande kvot 2.06. Fortsätter man ytterligare ett steg nedåt inom detta branschområde till fyrsiffriga 3528, visar figur 6 d att den genomsnittliga arbetsproduktiviteten för företag i den 75:e percentilen av fördelningen är exakt dubbelt så hög som för företag i den 25:e percentilen (kvot 2.0).



Källa: Mikrodata från SCB.

Skillnaderna har ökat under senare decennier

Tabell 3 beskriver det fenomen som anges i figur 5, men i perspektivet av årliga förändringar och uppdelat på hela den privata sektorn samt för fyra breda samhällsekonomiska sektorer. Dessa är hög och hög-medium teknologisk tillverkningsindustri samt låg-medium och lågteknologisk tillverkning, kunskapsintensiv tjänstesektor och övrig privat tjänstesektor.

För perioden 1987-1995 erbjuder den svenska företagsstatistiken (SCB) enbart möjligheter att bedriva analyser baserade på ett mindre urval av företag (för år 1996 är urvalet större). Däremot finns totalstatistik från och med 1997 och framåt. Denna brist i det statistiska underlaget gör att vi inte kan jämföra de absoluta kvoterna mellan den 75:e och 25:e percentilen mellan de två perioderna. Men vi kan studera trenderna inom de båda perioderna. Dessa visar att produktivitetsskillnaderna inte bara är stora, utan också att de ökar trendmässigt under den period då vi hävdar att kunskap, teknik och innovationer har blivit allt viktigare för att skapa och höja förädlingsvärdet. Skillnaderna ökar också bland företagen inom alla fyra grupperingar som vi använt i tabell 3. Inom tillverkningssektorn är det

dels företag som med OECD:s terminologi kallas hög-, och medelhög-, lägre medel- samt lågteknologiska företag. För tjänstesektorn delar vi upp företagen mellan de mest kunskapsintensiva (KIBS) och övriga.

Tabell 3: Produktivitetsskillnader mellan företag. Kvoten mellan den 75:e och den 25:e percentilen.

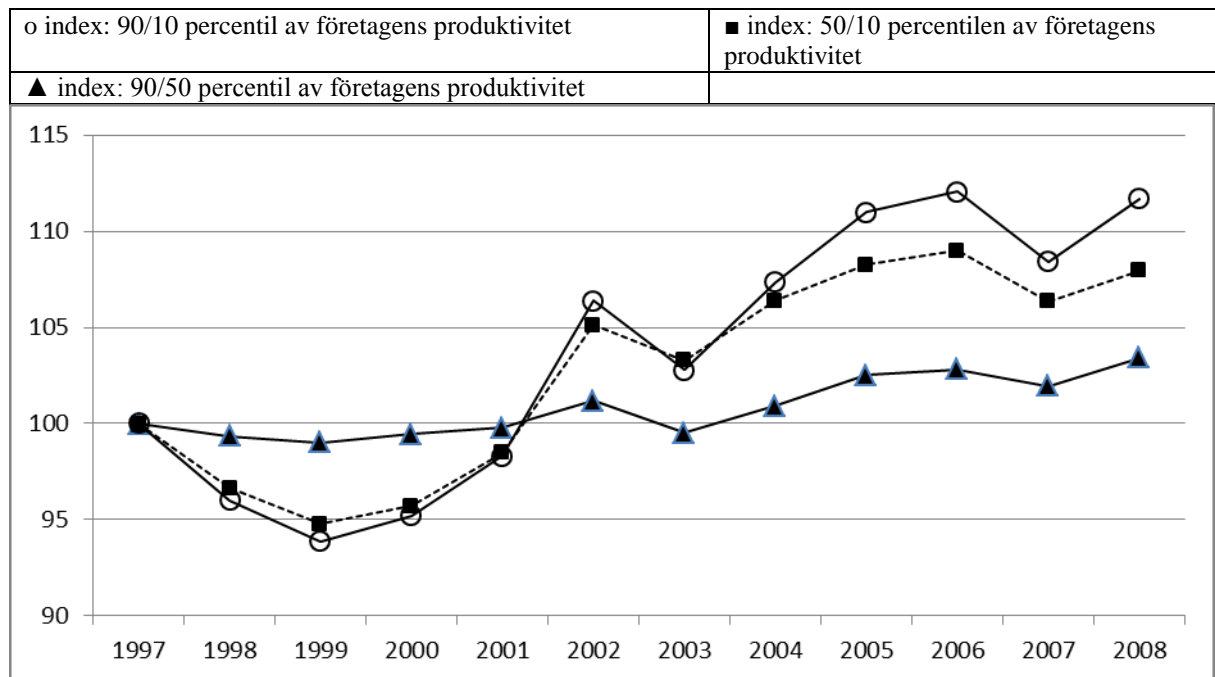
| | Totalt | Hög och högre medium tillv. | Lägre medium och låg tillv. | Kunskapsintensiva tj. | Övriga tj. |
|------|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 1987 | 1,53 | 1,45 | 1,42 | 1,58 | 1,64 |
| 1988 | 1,53 | 1,45 | 1,42 | 1,48 | 1,63 |
| 1989 | 1,62 | 1,48 | 1,44 | 1,56 | 1,79 |
| 1990 | 1,66 | 1,47 | 1,51 | 1,93 | 1,67 |
| 1991 | 1,66 | 1,54 | 1,52 | 1,99 | 1,68 |
| 1992 | 1,69 | 1,52 | 1,55 | 2,11 | 1,67 |
| 1993 | 1,71 | 1,55 | 1,58 | 2,01 | 1,73 |
| 1994 | 1,79 | 1,56 | 1,58 | 2,06 | 1,87 |
| 1995 | 1,78 | 1,54 | 1,54 | 2,06 | 1,89 |
| 1997 | 2,04 | 1,80 | 1,81 | 2,32 | 2,00 |
| 1998 | 2,05 | 1,81 | 1,80 | 2,23 | 2,02 |
| 1999 | 2,03 | 1,79 | 1,79 | 2,22 | 2,00 |
| 2000 | 2,01 | 1,79 | 1,79 | 2,21 | 2,00 |
| 2001 | 2,05 | 1,76 | 1,77 | 2,36 | 2,01 |
| 2002 | 2,10 | 1,83 | 1,83 | 2,50 | 2,03 |
| 2003 | 2,08 | 1,81 | 1,82 | 2,48 | 2,02 |
| 2004 | 2,10 | 1,84 | 1,86 | 2,51 | 2,04 |
| 2005 | 2,15 | 1,84 | 1,87 | 2,61 | 2,07 |
| 2006 | 2,16 | 1,83 | 1,87 | 2,46 | 2,10 |
| 2007 | 2,15 | 1,83 | 1,86 | 2,35 | 2,12 |
| 2008 | 2,18 | 1,88 | 1,89 | 2,45 | 2,14 |

Källa: Mikrodata från SCB

Figur 6 är begränsad till den statistik där SCB har tillgång till totalpopulationen av företag, det vill säga från och med 1997, och här jämförs tre olika mått att mäta den växande olikheten i arbetsproduktivitet mellan företagen i den privata sektorn. Det första måttet är skillnaden inom de mer högproduktiva företagen, vilket vi här försöker fånga som kvoten mellan den 90:e och 50:e percentilen. Det andra är skillnaden inom de mindre produktiva företagen (kvoten mellan percentil 50 och percentil 10). Det tredje måttet, slutligen beskriver skillnaden mellan de mest och de minst produktiva företagen (90/10 percentilen).

De tre måtten ger en samstämmig bild med tabell 3, nämligen att skillnaderna trendmässigt fortsätter att växa. Skillnaderna ökar dock snabbast inom den lägre halvan av produktivitetfördelningen

(50/10), jämfört med den övre halvan (90/50). En tolkning är att företag med en redan svag konkurrenskraft, får allt svårare hänga med i den förändringstakt som kännetecknar deras branschområde, medan genomsnittsföretaget inte tappar så mycket ytterligare konkurrenskraft gentemot de ledande företagen. Det snabbast växande gapet finns mellan den 90:e och den 10:e percentilen.



Figur 6:

Utveckling av skillnader i arbetsproduktivitet 1997-2008. Totalpopulation av företag inom privat sektor. 90/10 percentilen, 50/10 percentilen och 90/50 percentilen.

Källa: Mikrodata från SCB.

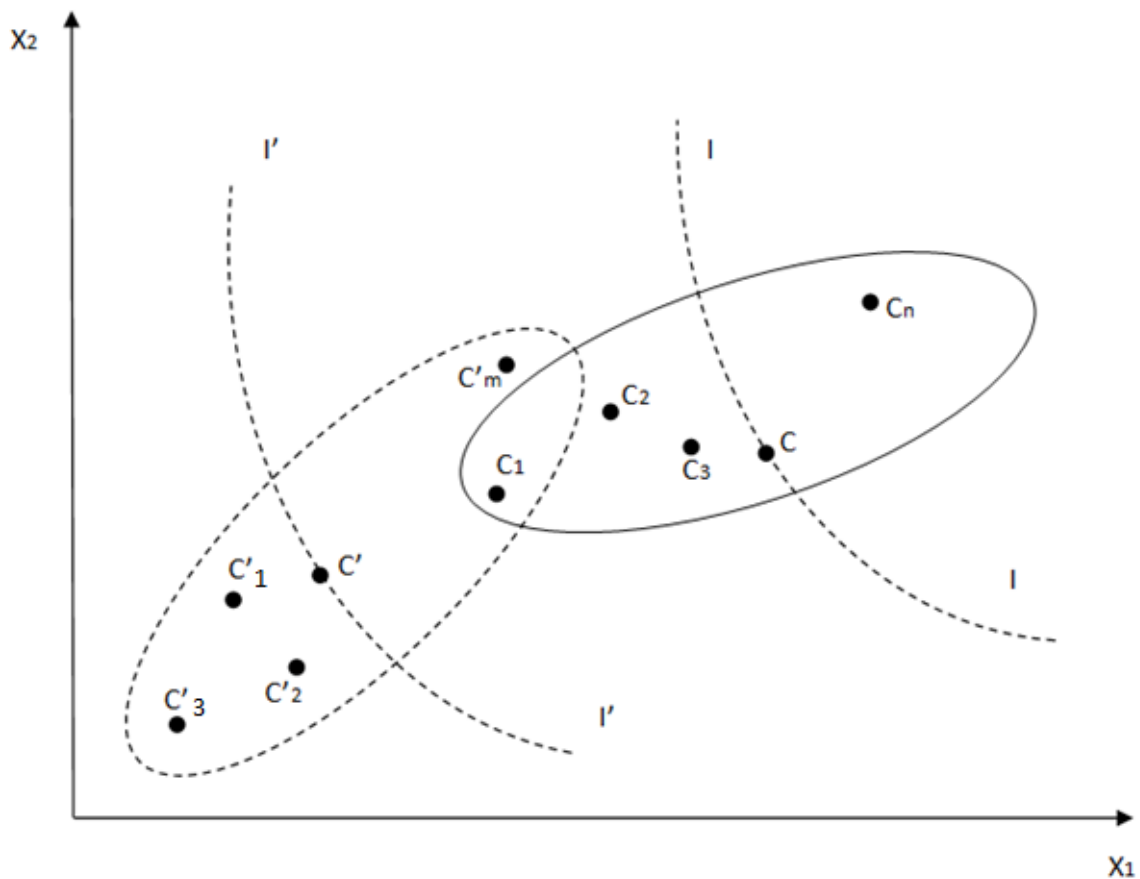
Grundläggande skillnader i innovationsförmåga

Enligt den ortodoxa, neoklassiska uppfattningen är alla individuella företag långsiktigt tvungna att imitera och anamma så kallade best-practice bland konkurrenterna för att överleva. Resultatet blir en konvergens mot ett jämviktstillstånd där företagen i varje industrigren eller produktsegment är lika effektiva. Om ett företag lyckas få en tillfällig monopolposition på marknaden, tack vare en framgångsrik innovation, kommer konkurrenterna snabbt att reagera och en process av jämviktsjustering inträffar.

En alternativ teoribildning är den schumpeterianska eller evolutionära synen på konkurrens. Enligt denna kan man förvänta sig betydande och uthålliga skillnader mellan företagen när det gäller storlek, marknadsandelar, innovationskapacitet, produktivitet, vinst och tillväxt. Den empiriska forskningen

ger stöd för denna tes. Dessutom gäller denna heterogenitet inte bara på aggregerad nivå utan även inom snävt avgränsade branschområden.

Men det råder stora, och även *uthålligt stora* skillnader i företagens förmåga att transformera arbete, kapital och kunskap till högre förädlingsvärde, ökade marknadsandelar och vinst. Hur kan detta förklaras? Inom produktionsteorin kan man med en kurva som kallas *isokvant* visa olika kombinationer av två insatsvaror som har samma totala kostnader. För isokvantkurvan *I* i Figur 7 (som är lånad från Dosi och Nelson, 2010) anger punkterna C_1 - C_n olika företag som har olika effektivitet i sin produktionsprocess. En position exakt på isokvantkurvan motsvarar i detta fall genomsnittet för branschen, och ju närmare origo, desto effektivare är företaget i sin produktionsprocess.



Figur 7:
Isokvantkurvor för två olika teknologiska regimer I och I'.

Dosi och Nelson (2010) ställer den uppenbara frågan varför de andra företagen inte anammar samma produktionsteknik som C_1 . Författarna hävdar att det enkla svaret är att de övriga företagen helt enkelt inte vet hur de ska göra för att bli lika effektiva. Och om de ändå skulle ha denna kunskap, så har de

inte den kapacitet som krävs. I allmänhet har det inget med egendomsrättigheter att göra. Istället handlar det om grundläggande skillnader i egen innovationsförmåga eller förmåga att imitera konkurrenternas innovationer. Dessa skillnader tenderar att vara uthålliga över tiden. Förklaringen är bland annat att teknologisk kunskap ofta är ”tyst”, det vill säga, den är inbäddad i komplexa organisatoriska processer och rutiner, den finns som en svårutbrytbar del i hjärnorna på flera samverkande enskilda individer och den har höga initiala kostnader jämfört med marginalkostnaderna för att tillämpa innovationerna.

I allmänhet är det endast i samband med grundläggande förändringar i den teknologiska regimen eller teknikkivån som det sker radikala förändringar i företagets relativa effektivitet. I figur 8, illustreras detta av att isokvantkurvan flyttar närmare origo (från I till I') samtidigt som C'_3 nu har den mest effektiva produktionsprocessen.

Andra förklaringar till långvarigt bestående skillnader i företagets prestanda, som framhålls av Dosi och Nelson (2010), liksom i annan litteratur om produktivitet, är organisering och ledarskap. Blom och Van Reenen (2007) rapporterar en av de mest omfattande studierna om sambandet mellan managementmetoder och produktivitet. Intervjuer med drygt 700 företagsledare på anläggningsnivå i medelstora företag i USA, England, Frankrike och Tyskland visar att högkvalitativa managementmetoder samvarierar positivt med flera olika resultatmått, såsom arbetsproduktivitet, TFP, kapitalavkastning, Tobins Q, försäljningstillväxt och sannolikheten att överleva.

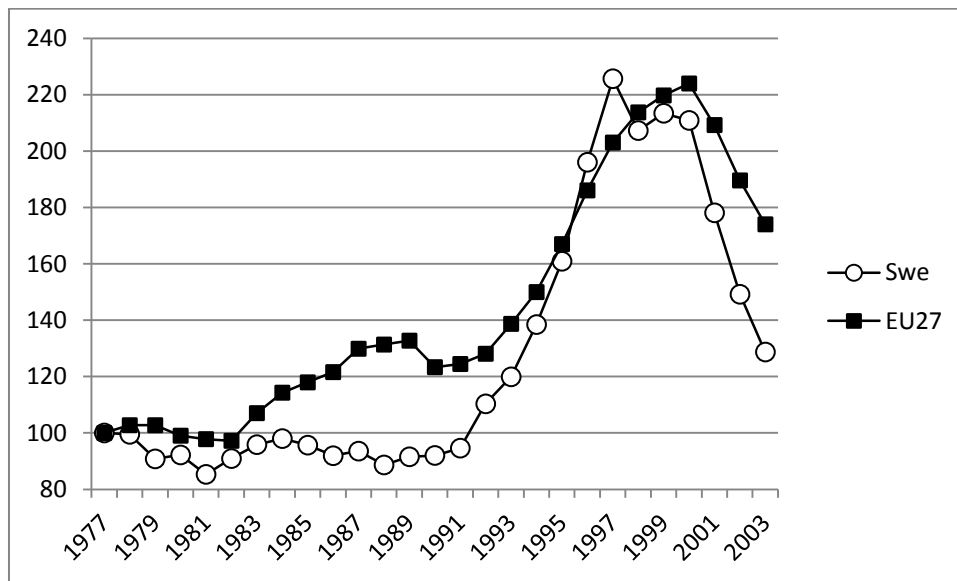
I sin genomgång av forskningslitteratur baserad på företagsdata hittar Dosi och Nelson (2010) tre huvudkandidater till den observerade uthålliga skillnaden i företagets resultat över tiden. De är (i) skillnad i förmåga att innovera eller att anamma innovationer genererade utanför företaget, (ii) skillnader i produktionseffektivitet och (iii) skillnader i organisatoriska lösningar och organisatorisk effektivitet. Ofta hänger dessa tre saker dessutom samman.

Sammanfattning

De senaste decenniernas tekniska utvecklingstakt har haft stor betydelse för i stort sett alla branscher inom den svenska ekonomin i form av högre produktivitet. Men det betyder inte att spridningen har varit jämn mellan företagen. Istället råder systematiska skillnader i deras förmåga att transformera arbete, kapital och kunskap till högre förädlingsvärde, ökade marknadsandelar och vinst. Det överensstämmer väl med hur det ser ut i andra länder. Litteraturen lyfter fram förmågan att vara innovativ, att utnyttja andras innovationer samt effektivitet i produktion och organisation som förklaringar.

5. Växande efterfrågan på kunskap

Motsvarigheten till utvecklingen av den svenska patentverksamheten, som ett mått på innovationsaktiviteten, återfinns också i de flesta ekonomier som liknar vår egen. Figur 8 beskriver i indexform beviljade patent på den amerikanska marknaden (USPTO) för Sverige och för EU27 mellan 1977 och 2003. Om vi här ignorerar nedgången i samband med IT-krisen med början år 2000, framgår trenderna som mycket likartade såväl för hela EU som för Sverige.



Figur 8:

Beviljade patentansökningar av USPTO (USA) 1977-2003, svenska företag och företag inom EU27. Index: 1977=100.

Notera att nedgången i början av 2000-talet förutom IT-krisen kan förklaras av att vi valt ett tidsperspektiv som innebär att slutperioden inte innehåller de ansökningar som senare kommit att beviljas. Det kan ta upp till 5 år (ibland mer) för att USPTO-patent att beviljas

Källa: OECD.

Jovanovic och Rousseau (2005) menar att det inte är någon tillfällighet att patentfrekvensen har ökat under de senaste decennierna. En genombrottsteknologi som IT påverkar alla sorters produktionsprocesser, inklusive uppfinningar och innovationer. Vissa genombrottsteknologier är allra lämpligast för att understödja existerande produkter och processer, medan andra har stor potential för att skapa och implementera helt nya. Generellt kan man förvänta sig att en genombrottsteknologi stimulerar innovationsverksamheten, och därmed också produktivitetstillväxten inom företagen. Men för att detta ska vara möjligt kan man också anta att det krävs humankapital, vilket oftast mäts i form av arbetskraftens utbildning. Det betyder också att utbildningsinvesteringarna bör ha varit lönsamma för årskull efter årskull av nya studenter. I annat fall skulle incitamenten för högre utbildning successivt sjunka och de utbildades andel av arbetskraften stagnera. Men så är inte fallet.

Efterfrågan på och utbud av humankapital

I hela industrivärlden har det skett en successiv ökning av den högre utbildningen under efterkrigstiden. Den ekonomiska forskningen har ägnat stor uppmärksamhet åt hur detta påverkar avkastningen. OECD har visat att lönespridningen ökat kontinuerligt bland medlemsländerna under de senaste decennierna, vilket kan indikera ett positivt samband mellan teknisk utveckling, humankapital, innovation och produktivitet.

Acemoglu (2002) hävdar att den teknologiska utvecklingen är den helt dominerande orsaken till växande löneskillnader. Det råder en bred konsensus om att det främst är den välutbildade arbetskraften som gynnas av en snabbare takt på den teknologiska utvecklingen.¹¹ En rad olika författare har såväl teoretiskt som empiriskt visat att införande av ny teknologi ökar den relativa lönen för personer med hög kompetens (Se Nelson och Phelps 1966, Griliches 1969, Goldin och Katz 1998, Krusell m.fl. 2000).

Enligt den så kallade *steady-demandhypotesen*, kan svängningarna mellan perioder då lönestrukturen endera pressas samman, förblir oförändrad eller utvidgas förklaras av kompetensutbudet. Efterfrågan på kvalificerad arbetskraft ökar kontinuerligt i takt med den tekniska utvecklingen och den ökar med en konstant takt. När utbudet av kompetens växer snabbare än efterfrågan minskas löneskillnaderna och det omvända gäller när utbudet av kompetens inte hänger med.¹² Enligt *steady-demandhypotesen* är orsaken till de senaste decenniernas växande löneskillnader att kompetensutvecklingen går för långsamt, trots den kraftiga utbyggnaden av högre utbildning som ett närmast globalt fenomen.

Till en stor del handlar forskningen kring *steady-demandhypotesen* om kunskapsutbudet från utbildningssystemet (Katz och Murphy, 1992, Card och Lemieux, 2001). Men en del av litteraturen diskuterar också betydelsen av arbetsorganisationer och lärande i arbete, mobilitet av arbetskraft och matchning, kunskapspridning i kluster och storstadsmiljöer, tillgänglighet till universitet, kunskapsintensiva tjänsteföretag och innovationer (Cohen Levinthal, 1990, Duranton och Puga, 2005, Glaeser och Mare 2001, Jakobs 1996 och 1994, Greenstone 2010). Om hypotesen är korrekt skulle det exempelvis betyda att företag som har stort behov av kompetens söker sig till storstäder och kunskapsintensiva miljöer, medan mer arbetsintensiv produktion flyttar därifrån, eftersom den kunskapsintensiva produktionen tenderar att driva upp löner, lokalkostnader och andra

¹¹ Detta har dock inte alltid varit fallet. Under vissa perioder, exempelvis vid perioden för den tidiga industrialismen, kunde företagen skapa stora produktivitetseffekter och ökad lönsamhet genom att ersätta avancerat hantverksarbete med maskiner som sköttes av utbildad arbetskraft. Men Goldin och Katz (1998) visar att den tekniska utvecklingen i samband med den andra industriella revolutionen, och övergången från ångkraft till elektricitet, på motsvarande sätt som idag, minskade efterfrågan på okvalificerad arbetskraft samtidigt som de nya produktionsprocesserna krävde specialiserad kunskap och bidrog till vidgade löneskillnader.

¹² För en mera detaljerad analys, se Paul Romer 1990.

produktionskostnader. Detta har också tydligt bekräftats av den empiriska forskningen. Denna tendens kan också illustreras av tabell 4, som skiljer på metro cities (Stockholm, Göteborg och Malmö), regionerna närmaste storstäderna, samt resten av Sverige. Mönstret är att tillverkningsföretagen lämnar storstäderna, men ökar sin lokalisering i närheten till storstadsmiljöerna.

Tabell 4: Fördelning av anställda inom tillverkningsföretag 1997 och 2008 efter geografisk lokalisering

| | 1997 | 2008 | Förändring, antal | Förändring, % |
|----------------|---------|---------|-------------------|---------------|
| Metro city | 301 407 | 237 627 | -63 780 | -21,2 |
| Metro regioner | 142 322 | 185 705 | 43 383 | 30,5 |
| Övriga Sverige | 483 519 | 501 842 | 18 323 | 3,8 |

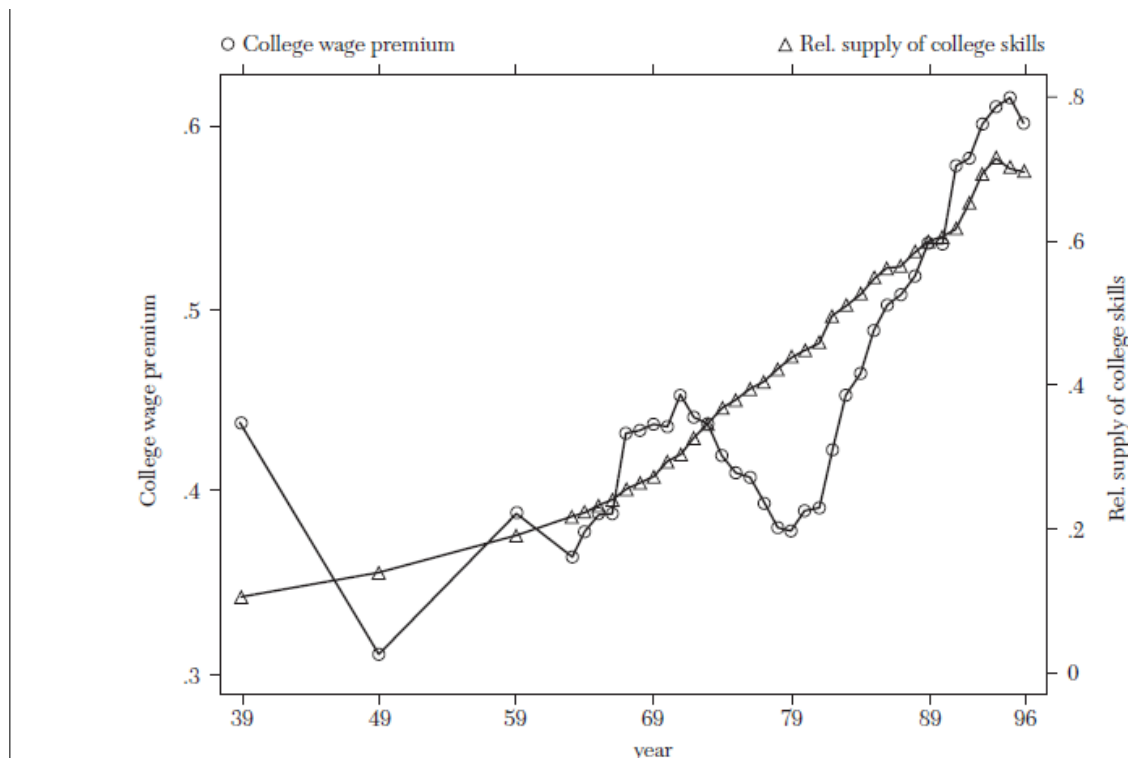
Källa: Mikrodata from SCB.

Enligt en alternativ eller snarare överlappande hypotes, *accelerationshypotesen*, kan trendbrottet från minskad till ökad lönespridning i Sverige och många andra OECD-länder under de senaste decennierna, förklaras av tempoförändringar i den tekniska utvecklingen. Anhängare av denna hypotes anser att bland annat informationsteknologins snabba framväxt har skapat ett underskott på kompetent arbetskraft. Detta har ökat premien på utbildning, yrkesskicklighet och specialistkompetens.

Den slutsats som exempelvis Acemoglo (2002) drar från accelerationshypotesen är att en allt större andel humankapital i ekonomin *endogen* (i sig) har stimulerat och påskyndat en utveckling med persondatorer, datorbaserad produktionsteknologi, robotar med mera, vilken i sin tur har ersatt arbetsintensiva uppgifter och lett till en ökad efterfrågan på mer kvalificerad arbetskraft. Accelerationen av den kompetenskrävande tekniska utvecklingen är alltså en konsekvens av det ökade utbudet på kompetens. Därmed kan det ökade utbudet på välutbildad arbetskraft alltså leda till ökad efterfrågan på välutbildad arbetskraft, istället för successivt fallande avkastning på utbildning i takt med att marknaden mättas. Den högra delen av figur 9, som beskriver utvecklingen i den amerikanska ekonomin mellan 1979 och 1996, stödjer denna hypotes. Samtidigt som det relativa utbudet av collegeutbildade ökar kontinuerligt stiger också den relativa avkastningen på denna utbildning från omkring 20 procent till 80 procent.

Figur 9 ger en god beskrivning av utvecklingen i de flesta industriländer: Andelen högutbildade ökar stadigt samtidigt som utbildningspremien i allmänhet inte visar någon tendens att falla.¹³ Nordström,

Skans med flera (2006) visar exempelvis att universitetspremien i Sverige har fortsatt att öka sedan 1990-talet.¹⁴



Figur 9:

Utbud av collegeutbildade relativt icke-collegeutbildade i USA 1939-1996 samt lönepremium på collegeutbildning.

Källa: Acemoglu 2002.

Utbildningspremie

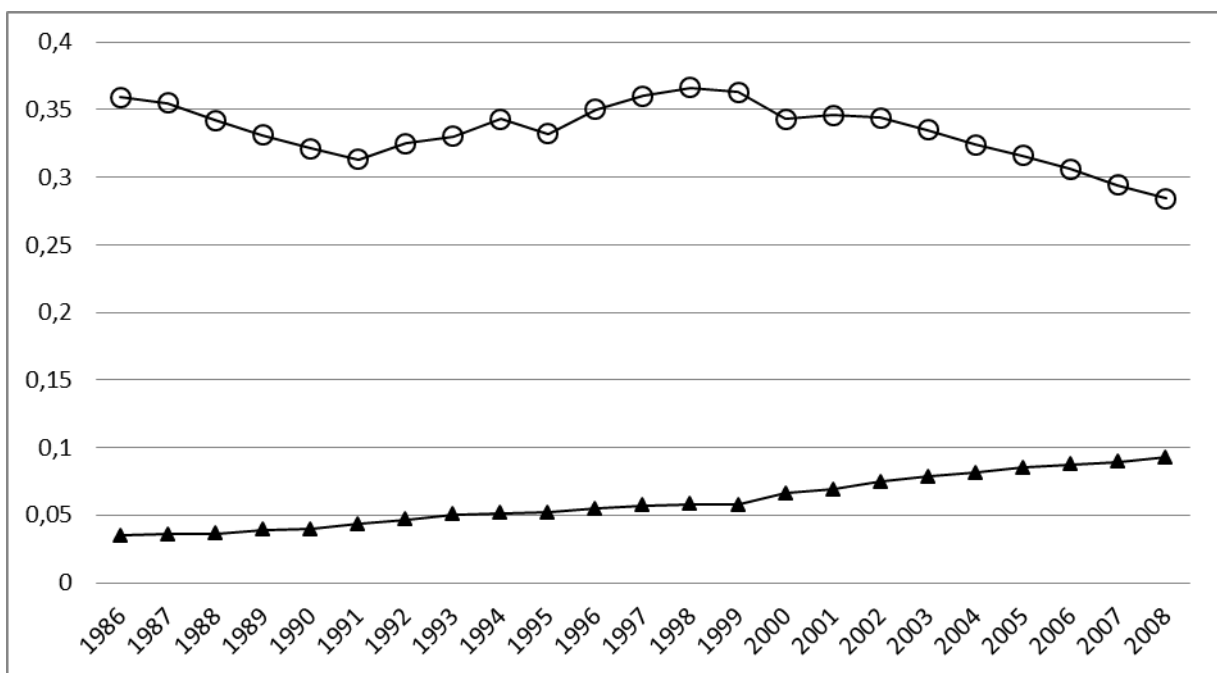
Den vanligaste metoden att beräkna utbildningspremie är att använda en så kallad Mincer-löneekvation. Som en ytterligare test på accelerationshypotesen kan vi använda den för att beräkna utbildningspremien för industrianställda med universitetsbakgrund i relation till övriga industrianställda, samt kontrollera eller ta hänsyn till vissa individ- och lokaliseringsspecifika egenskaper. Denna löneekvation kan då specificeras på följande sätt:

$$\ln w_{it} = \mathbf{X}'_{it} \boldsymbol{\beta}_t + v_{it} \quad (1)$$

¹⁴ Motiverat av teoretiska studier om hur den teknologiska förändringen sprids i ekonomin genom successiva teknikskiften i varierad omfattning och takt mellan olika arbetsplatser, undersöker Dunne m. fl. (2004) hur produktivitet, löner och löneskillnader korrelerar med den *nya tekniken*. Om arbetsplatsanläggningar implementerar ny teknik i olika takt, och om den nya tekniken inte är kompetensneutral utan "skill-biased", (snedvridande till fördel för välutbildade personer och personer med hög yrkesskicklighet) borde detta leda till ökade skillnader i både löner och produktivitet mellan företagen. Studien konstaterar att både produktivets- och löneskillnaderna mellan olika anläggningar ökar trendmässigt och relativt kraftigt.

där w_{it} är logaritmen av årliga lönekostnader för individ i år t , och X_{it}^* är en uppsättning kontrollvariabel som inkluderar utbildningsnivå (dummyvariabel för universitetsutbildning), ålder och funktionell arbetsmarknadsregion (FA-region). Den sista termen v_{it} är en så kallad felterm, och som kan utnyttjas för att beräkna den så kallade *residuallönen* eller residualolikheten.

Regressionsresultatet från Mincer-ekvationen visas av den övre linjen i figur 10. Under de senaste decennierna har utbildningspremien fluktuerat kring 30-35 procent, med en viss tendens till nedgång på 2000-talet. Samtidigt har andelen universitetsutbildade ökat trendmässigt till nära 10 procent år 2008. Slutsaten från diagrammet är att medan andelen högskoleutbildade mer än fördubblats, ligger utbildningspremien kvar på en hög nivå.



Figur 10:

Avkastning på universitetsutbildning för män 18-65 år samt universitetsutbildade om andel av arbetskraften inom tillverkningsindustrin i Sverige.

Källa: Mikrodata från SCB.

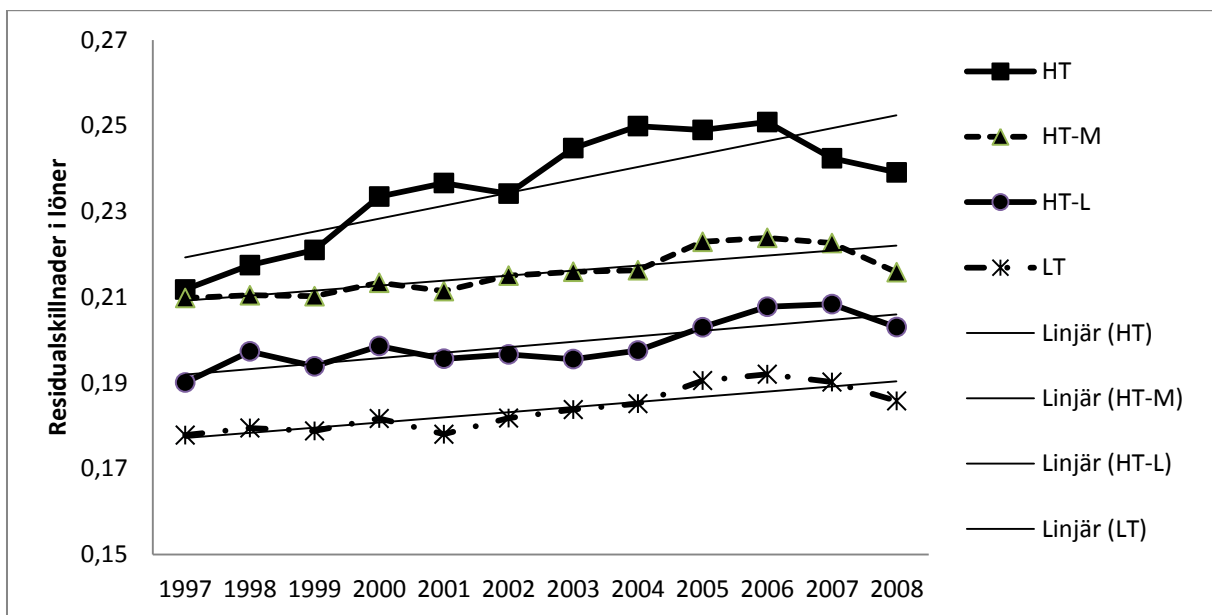
Betydelsen av icke formell kompetens

Utbildningsnivå är dock bara en av flera indikatorer på kompetens, och det finns röster som hävdar att detta mått blir svagare i takt med att allt fler i varje årskull investerar i högre utbildning. Residualolikheten som kan beräknas från Mincer-ekvationen är en metod att mäta annan kompetens än formell utbildning. Den fångar löneskillnader mellan till synes liknande personer med lika lång universitetsutbildning, samma ålder och kön, och där företagen är lika stora, lika gamla och finns inom samma bransch och FA-region. Det mest intressanta med denna löneskillnad som inte kan förklaras av modellen, är om dess storlek ökar eller minskar över tiden.

Om residualen i ekvation (1) ökar över tiden skulle det kunna tolkas som om utbildningssystemet kanske kvantitativt, men inte kvalitativt, motsvarar den ökade efterfrågan på kunskap. Alternativt kräver den nya tekniken betydligt mer av arbetskraften än enbart formell kunskap eller förmåga att utföra väl preciserade arbetsuppgifter. Det kan handla om initiativförmåga, ansvar, nyfikenhet, kreativitet, innovativitet och förmåga att samarbeta i olika konstellationer. Det kan handla om individuell förmåga att lära, utveckla och tillämpa kunskap och så vidare. Utvecklingen av residualolikheten är en indikator på företagens villighet att betala extra för en sådan kapacitet.

För den amerikanska ekonomin visar Acemoglu (2002), att skillnaden i residuallönen ökar parallellt med såväl växande löneskillnader totalt, som med en stadigt växande andel personer med högre utbildning. Liknande stöd för accelerationshypotesen återfinns också ett flertal andra studier baserade på europeiska data utöver vår egen i denna rapport, exempelvis Bingley och Eriksson (2001).

Figur 11 visar residualskillnad i lönekostnaderna för manliga industrianställda under perioden 1997-2008. Fram till 2007 ser vi att residualolikheten inom företagen har ökat parallellt med den ökade lönespridningen mellan företagen. Noterbart är att residualolikheten är störst och ökar mest inom de mest teknologiintensiva delarna av industrin.



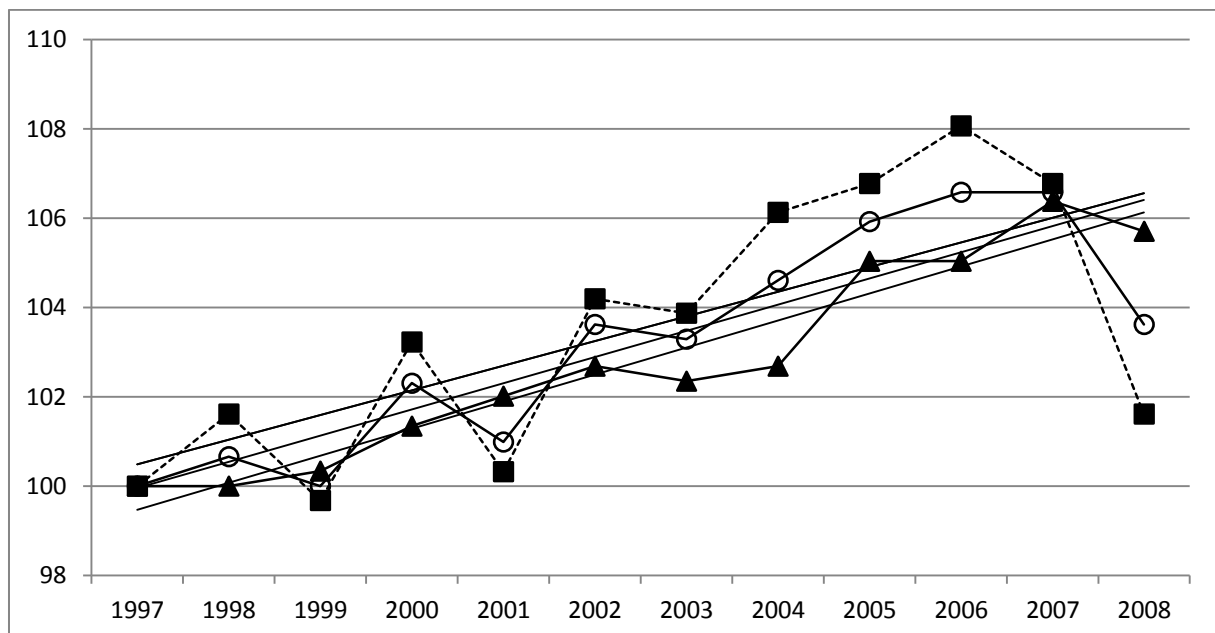
Figur 11:

Residualskillnader i löner och trendlinjer. Män anställda inom privat sektor 1997-2008. HT: Högteknologi, HT-M: Medelhögteknologi, HT-L: Lägre högteknologi, LT: Lågteknologi.

SCB:s mikrodata ger också möjlighet att undersöka residualolikheten för olika lönenivåer inom den svenska tillverkningsindustrin. På samma sätt som i kapitel 4, utnyttjas här tre olika mått på spridning:

90/50-, 50/10- och 90/10-percentilen av fördelningen av residualen i löneekvationen. Av figur 12 framgår att residualskillnaderna har samma trend för alla tre måtten under perioden 1997-2008: olikheterna fortsätter att stiga. Det kan tolkas som att de av oss icke-observerade, men av företagsledningen troligtvis kända, faktorer som påverkar lönespridningen inom den högre lönenivån (90–50-percentilerna), även påverkar fördelningen inom den lägre nivån (50–10-percentilerna). En slutsats här är att såväl formell kompetens som icke formell kompetens har fått ökad betydelse i den alltmer kunskapsintensiva och innovationsdrivna ekonomin.

| | |
|--|--|
| O=Index: 90/10-percentil av residual löneskillnad (Hög jämfört med låg lön) | ■ =Index: 50/10-percentil av residual löneskillnad (Medellön och jämfört med låg lön) |
| ▲ =Index: 90/50-percentil av residual löneskillnad (Hög lön jämfört med medellön) | |



Figur 12:

Residualskillnader i löner för manliga anställda inom svensk tillverkningsindustri 1997-2008 samt trendlinjer.

Kvoten mellan hög och låg lön, mätt som 90:e och 10:e percentilen.

Kvoten mellan medellön och låg lön, mätt som 50:e och 10:e percentilen

Kvoten mellan hög lön och medellön, mätt som 90:e and 50:e percentilen.

Förklaring: Residuallöneskillnader är den del av lönen för manliga industrianställda som inte beror på faktorer som utbildningsnivå, ålder eller i vilken av landets 80-tal funktionella arbetsregioner som man arbetar.

Sammanfattning

Såväl patentutveckling som olika mått på produktivitetstillväxt indikerar att den tekniska utvecklingstakten ökat under senare decennier. Denna period sammanfaller också med växande löneskillnader. Det finns ett omfattande teoretiskt och empiriskt stöd för att införande av ny teknologi ökar den relativa lönen för personer med hög kompetens. Betydelsen av denna kompetens kan

observeras och mätas i form av avkastning på formell utbildning. Men lönerna ökar också för vissa typer av icke-formell kompetens i form av personliga egenskaper, speciellt inom de mer teknologiintensiva delarna av ekonomin.

6. Innovation: klassisk och modern definition

Den klassiska definitionen av innovation

In en klassisk källa (Schmookler 1966) formulerades en definition av innovation som haft ett stort inflytande på nära ett halvt sekels innovationsforskning:

”When an enterprise produces a good or a service or uses a method or input that is new to it, it makes a technical change. The first enterprise to make a given technical change is an innovator. Its action is innovation.”

I sin bok *Innovation, Economics & Evolution*, drar Peter Hall (1996) tre viktiga slutsatser från denna formulering. För det första: innovation är en affärsverksamhet. Det betyder att innovation är något som i strikt mening är begränsat till den kommersiella marknaden. För det andra: varje gång som ett företag gör något i sin produktionsprocess som det inte gjort förut (ny produkt, ny process mm), kan detta ses som ett bidrag till teknisk förändring. Men endast om ett företag är först i hela ekonomin med ett introducera denna förändring kan den betraktas som en innovation. Företag som senare tillämpar samma tekniska nyget i sin produktion, definieras såsom imitatörer. För det tredje används begreppet teknisk förändring och inte teknologisk förändring.

Schmooklers inflytelserika definition är dock inte okontroversiell.¹⁵ Visserligen är det de kommersiella företagen som beslutar om innovationsverksamheten. Men det finns en rad andra aktörer som också är indirekt inblandade genom att de påverkar förutsättningarna för innovation inom det enskilda företaget. Det är stödjande funktioner inom olika innovationssystem, och de har både industriella, regionala, nationella och internationella kopplingar.

Schmooklers skarpa teoretiska åtskillnad mellan innovation och imitation är betydligt mer komplicerad i praktiken. När ett företag försöker imitera andra företags produkter eller processer gör de ofta saker annorlunda, avsiktligt eller oavsiktligt. En förklaring kan vara att man inte har tillräcklig kunskap, eftersom delar av den specifika kunskapen hos den ursprungliga innovatören är svårdokumenterad eller svårkommunicerad.¹⁶ Det gör att imitatören i själva verket kan bli innovatör, om än med en marginell innovation. Det stora flertalet av alla innovationer hör sannolikt till kategorin marginella. I en studie av innovationer i mindre företag fann Acs och Audretch (1990) att 85 procent av alla de innovationer som de identifierade var modesta förbättringar av existerande produkter.

¹⁵ För en mer utförlig diskussion, se Hall 1996. Här uppehåller vi oss bara på några av Halls huvudinvändningar till den smala tolkningen av begreppet innovation.

¹⁶ Mansfield, Schwartz och Wagner (1981) bedömer att imitationskostnaderna i genomsnitt är två tredjedelar av kostnaderna för att utveckla originaluppfinningen.

Endast 2 procent kunde betraktas som den första produkten i sitt slag på marknaden. Liknande resultat rapporteras från en rad andra studier, inklusive Harhoff m.fl. 1999; Scherer och Harhoff 2000; Hall m.fl. 2005.

Den semantiska skillnaden mellan teknologi och teknik, är att teknologisk utveckling handlar om ökning av den totala kunskapsnivån, medan teknik kan knytas till praktisk användning av den växande kunskapsbasen. Teknisk utveckling gör det möjligt att öka produktionsvärdet med en given kvantitet av insatsvaror. Många gånger kan den tekniska utveckling, som skapat produkter och processer som ökat företagets produktionsvärde, vara bärare av den teknologiska utvecklingen. Det finns ett otal exempel på sådana företeelser som saknar en tydlig skiljelinje mellan teknologi och teknik och där det kan vara svårt att skilja dessa båda begrepp från varandra.

Det är hellet inte lätt att tydligt tydligt skilja mellan teknisk utveckling och innovation, och vad som kommer först. Ibland säger man, i likhet med Schmookler, att en innovation är ett resultat av teknisk utveckling. Ibland hävdar man, såsom den amerikanska kongressens budgetkontor (CBO 2005), att tekniska framsteg sker genom innovationer, vilket är processen att uppfinna nya produkter, förbättra befintliga produkter och att minska kostnaden för att producera varor och tjänster. I allmänhet kan dock teknisk utveckling och innovation ses som två sammankopplade och ömsesidiga fenomen.

Forskning och utveckling

Forskning och utveckling (FoU) har - tillsammans med patent - traditionellt varit den term som använts för att fånga den verksamhet som bedrivs av forskare, ingenjörer, innovatörer, uppfinnare, entreprenörer och andra för att utveckla ny kunskap eller utveckla bättre sätt att göra saker och att göra nya saker. FoU brukar delas upp i tre olika kategorier: grundforskning, tillämpad forskning och utveckling. Ren grundforskning är en experimentell och ett teoretiskt verksamhet huvudsakligen syftar till att flytta fram gränserna för kunskapen.

Tillämpad forskning eftersträvar att förvärva ny kunskap (i form av t ex teknisk utveckling och innovation) med en specifik tillämpning som mål. Den kan syfta till att fastställa möjliga användningsområden för resultaten av grundforskningen eller att bestämma nya sätt att uppnå förutbestämda mål. Utvecklingsarbete är en systematisk forskningsaktivitet, som utifrån befintlig kunskap från forskning eller praktisk erfarenhet, inriktas mot att producera nya material, produkter eller enheter, att installera nya processer, system eller tjänster eller att avsevärt förbättra det som tidigare framställts eller installerats.

I de allra flesta företag svarar utvecklingsarbetet för huvuddelen av forskningsarbetet. På nationell nivå handlar det om storleksordningen 70 procent eller mera. Ungefär en fjärdedel av

forskningsbudgeten går till tillämpad forskning, medan grundforskningen endast representerar någon procent av de privata företagens forskning. Grundforskning sker främst på universiteten, och inte sällan i samarbete med företag.

Det finns stora variationer i FoU-intensitet i ekonomin. Tillverkningsindustrin har högre FoU-utgifter än tjänstesektorn, men även inom tillverkningsindustrin är skillnaderna stora. Det avspeglas även i patentstatistiken där patenten ska ses om ett outputmått (resultatmått) från FoU-investeringar. Tabell 5 beskriver FoU-intensitet och patentintensitet för 18 branscher inom elva europeiska länder. FoU-utgifterna per anställd är exempelvis 100 gånger större inom läkemedelsbranschen jämfört med branscherna textil, beklädnad och läder samt massa och papper. Antalet patent per sysselsatt är omkring 100 gånger så stort inom branschgruppen datorer och kontorsmaskiner som inom textil- och träindustrin. I den tredje kolumnen rapporteras ett innovationsindex som ett aritmetiskt medelvärde av både input och output i innovationsprocessen. Enligt detta mått är skillnaden faktor 10 mellan tillverkningsindustrins mest och minst innovativa branscher.

Tabell 5: FoU- och patentindex

| | FoU-index | Patent-index | Innovationsindex |
|--|-----------|--------------|------------------|
| 30 Kontorsmaskiner och data | 42,0 | 100,0 | 100 |
| 2423 Läkemedel | 100,0 | 38,3 | 98 |
| 32 Radio, TV och annan kommunikations utrustning | 64,8 | 30,6 | 82 |
| 24 (utom 2423) Kemikalier och kemiska produkter | 25,7 | 18,6 | 57 |
| 33 Optiska instrument | 25,5 | 13,1 | 53 |
| 23 Stenkol, petroleum och kärnbränsle | 16,4 | 15,4 | 48 |
| 35 Tillverkning av annan transportutrustning | 25,0 | 5,7 | 45 |
| 34 Motorfordon | 18,9 | 8,5 | 44 |
| 29 Maskin | 11,8 | 6,4 | 36 |
| 31 Elektriska maskiner | 13,6 | 3,7 | 34 |
| 25 Gummi och plast | 5,2 | 2,5 | 23 |
| 26 Icke-metalliska mineraliska produkter | 2,9 | 1,9 | 19 |
| 15-16 Livsmedel och tobak | 2,7 | 1,0 | 16 |
| 27 Metallframställning | 0,7 | 3,3 | 16 |
| 28 Metallprodukter | 1,7 | 1,2 | 14 |
| 36 Övrig tillverkning | 1,4 | 1,3 | 14 |
| 17-19 Textil, beklädnad och läder | 1,4 | 0,5 | 12 |
| 20-22 Trä, massa och papper | 0,4 | 0,5 | 8 |

Anmärkning

Tabellens innovationsindex är baserat på ett aritmetiskt genomsnitt av FoU-index (FoU per anställd i köpkraftsjusterade amerikanska dollar) och patentindex (patent per anställd).

Den moderna definitionen av innovation

Under det senaste decenniet har det skett en kraftig ökning av innovationsstudier baserade på enkätdata från företagen. Den mest omfattande av dessa studier utgår från OECDs så kallade *Oslo-manual* och genomförs i alla EU-länder vartannat år under ledning av Eurostat. Undersökningen heter Community Innovation Survey, CIS. Även en rad länder utanför EU genomför liknande innovationsundersökningar.¹⁷ Förutom den internationella harmoniseringen som möjliggör vissa jämförelser mellan länder, har Oslo-manualen fått stor attraktivitet med sin mer tidsenliga definition av innovation:

”An innovation is the implementation of a new or significantly improved product (good or service), or process, a new marketing method, or a new organizational method in business practices, workplace organization or external relations.”

I Oslo-manualen kan en innovation vara allt från en banbrytande nyhet på den kommersiella marknaden, som är unik för hela världen till en inkrementell förändring som bara är ny för själva företaget. Definitionen kan appliceras på både tillverkningsföretag och tjänsteföretag. Den används för att studera både stora företag och små företag, och oavsett kunskaps- eller teknologiintensitet.

Trots den vida tolkningen av vad som skall rymmas inom begreppet innovation, visar ekonometriska studier att företagens genomsnittliga avkastning på innovation ligger i ungefär samma storleksordning som när innovation mäts som en FoU-aktivitet.

Inom allt fler EU-länder kan man samköra data från CIS-undersökningarna med övriga företagsuppgifter såsom bokslutsdata, handelsdata och utbildningsdata med hjälp av unika ID-nummer.¹⁸ Detta har skapat ett stort intresse för fördjupade studier där man undersöker betydelsen av faktorer som företagsstorlek, kunskapsintensitet, sektor, internationalisering, ägarformer och geografisk lokalisering. En stor fördel med dessa samkörningar är också att det går att följa CIS-företagen över tiden för att bland annat studera långsiktiga effekter av innovation.

Sammanfattning

Traditionellt har forskning och utveckling samt patent inom tillverkningsindustrin varit de främsta observationerna för att mäta innovationsverksamheten i företag, branscher och industrier. Detta har också präglat de klassiska definitionerna av begrepp som teknisk utveckling, innovation och imitation. Tack vare insatser från OECD och andra har en ny definition av innovation arbetats fram som bättre stämmer överens med hur den moderna ekonomin ser ut. Denna definition återfinns i de regelbundet

¹⁷ Oslo Manual (OECD 2005), tredje upplagan, sid 46.

¹⁸ Se Innovation in Firm, a micro economic perspective, OECD 2009.

återkommande enkätundersökningarna, Community Innovation Survey. Dessa har bidragit till en starkt växande innovationsforskning, liksom fördjupade kunskaper om sambanden mellan innovation och olika resultatmått som vinst, produktivitet och sysselsättning inom nästan alla delar av näringslivet.

7. Vilken betydelse har ett innovationssystem

Begreppet innovationssystem har rötter tillbaka till Adam Smith (1776) och Fredrich List (1909). Den tidigaste moderna tolkningen kan knytas till Nelson och Winter (1977) och Nelson (1981), och deras kritik av den klassiska nationalekonomins oförmåga att inkludera institutionella förhållanden i sina modeller.

Institutioner kan definieras som ”spelreglerna i ett samhälle” (North, 1990), eller ”de formella normer som ger ramar för samspelet mellan medlemmarna i ett samhälle” (Balzat, 2002). Här finns en rad formella och icke formella inslag såsom lagar och förordningar, avtal och regler, liksom uppförandekoder och moraliska normer i förhållande till skriftliga och muntliga överenskommelser. Institutioner består också av kultur och synsätt på villkor som hur människor skaffar ny kunskap, hur företags organiserar sitt kunskapssökande samt hur intresserad marknaden är av ny kunskap i form av nya lösningar, ny teknik och nya innovationer. Det påverkar både utbildningssystem, inlärningsprocesser inom företag, offentliga myndigheters stöd till näringslivets innovationsverksamhet samt den finansiella marknads intresse för potentiellt lovande men riskfyllda investeringsprojekt.

Kunskap och kunskapsflöden från forskning och annan förnyelseverksamhet är viktiga delar i de institutionella förhållanden som skapar förutsättningar för innovation och tillväxt (Nelson och Winter 1982, Dosi m.fl. 1988). Men innovation är inte någon strikt linjär process från forskningslaboratoriet till marknaden via företagets produktionsprocess. Ofta handlar det istället om en sofistikerad interaktion mellan liknande eller kompletterande företag, leverantörer, kunder, konsulter, universitet och andra samt en icke obetydlig slumpkomponent. Denna interaktion sker tvärs över branscher och organisationer (Achibugi m.fl. 1998).

Överlappande innovationssystem

I praktiken består Sverige av en rad olika och överlappande innovationssystem. Vissa system, till exempel informationsteknologi och bioteknologi, är starkt integrerade i internationella nätverk för kunskapsspridning, medan andra är förankrade i en specifik lokal svensk miljö med kunskap som inte lätt låter sig kodifieras och därför är svåröverförbar. Det går att hitta innovationssystem på olika nivåer i ekonomin och de kan ha såväl nationella som regionala och sektoriella perspektiv.

Kärnan i det *nationella* perspektivet är institutioner för produktion, applicering och spridning av ny teknologisk och teknisk kunskap. Dessa institutioner spelar en avgörande roll för att försörja innovationssystemet med kunskapskapital, humankapital, finansiellt kapital och regelsystem för att båda skydda och sprida nya idéer.

Det *regionala* perspektivet är viktigt för att identifiera relationer mellan olika innovationsaktörer. Det krävs en rad olika faktorer för att skapa goda förutsättningar för de lokala företagens samverkan, kompetensuppbyggnad och innovationsaktiviteter. Hit hör en rik institutionell infrastruktur i form av företag med internationellt ledande forskning, välrenommerade universitet och högskolor, uthålliga nätverk för formella och informella företagsrelationer och variation i utbudet av finansiella aktörer. Av stor betydelse är också välutvecklade mekanismer för kunskapsöverföring, såsom multinationella företag och hög arbetskraftsmobilitet.

Sektorielle innovationssystem inbegriper en multidimensionell, integrerad och dynamisk mängd sektorer. De bygger på en uppsättning av produkter med liknande kunskapsbas och ekonomiska aktörer involverade i marknadsmässiga och icke marknadsmässiga interaktioner för att skapa, producera och sälja dessa produkter. Ett sektoriellt innovationssystem har specifika egenskaper inom sin kunskapsbas som beror på dess nyckelteknologier i produktionsprocessen och hos produkter samt på systemets marknad. Det finns en rad olika sektoriella innovationssystem och de kan skilja sig avsevärt från varandra.

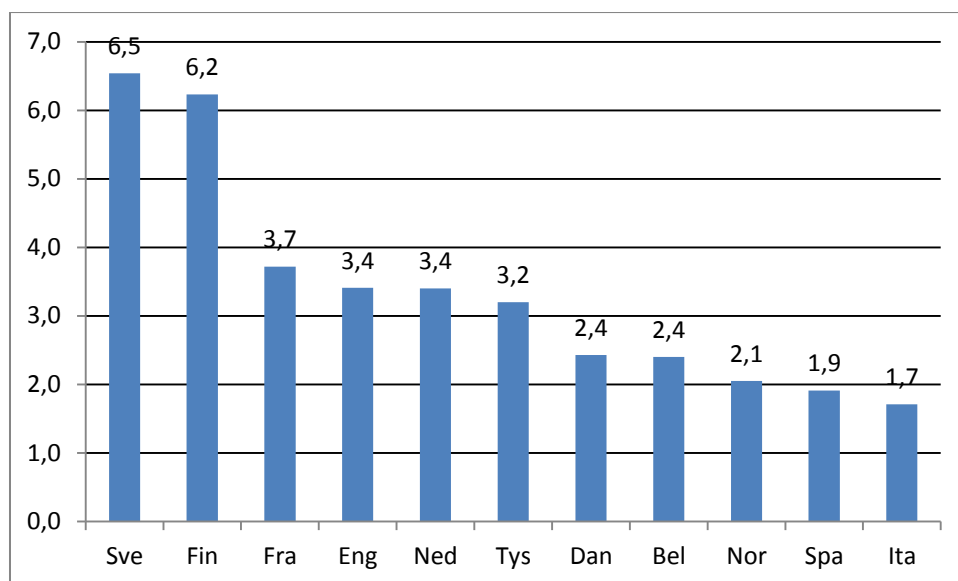
Kunskapsflöden inom nationella, regionala eller sektoriella innovationssystem som sker i nära samverkan med specifika typer av företag och industrier brukar beskrivas som klustersamverkan. Dessa klustereffekter kan uppstå runt vissa typer av nyckelteknologier inom olika branscher eller som resultat av nära länkar mellan leverantörer och producenter. Porter (1990) skiljer mellan kluster av företag sammanlänkade genom *vertikala* (från underleverantör till kund) eller mellan *horisontella* (konkurrenter, konsulter med mera) länkar. Relationerna mellan innovationssystemets aktörer är både formella och informella och de är av såväl teknologisk som social karaktär.

Studier av innovationssystem

Medan kapitalet lätt flyter över nationsgränser är den institutionella miljön mycket landsspecifik och resultat av den historiska utvecklingen. Just denna skillnad har bidragit till det växande intresset för innovationssystem från både forskning och policy. Medan 1980- och 1990-talets litteratur om innovationssystem till stor del handlade om att bygga ett grundläggande teoretisk ramverk (Lundvall, 1992, Nelson, 1993, Edquist, 1997) kännetecknas det senaste årtiondets studier alltmer av utvärdering, jämförelse och benchmarking av den nationella innovationsförmågan.

Alla de länder som ingår i OECD kan betraktas såsom kunskapsbaserade ekonomier vars konkurrenskraft till stor del beror på förmågan att skapa, absorbera, ackumulera och transformera kunskap till teknisk utveckling, innovation och slutligen tillväxt. Men som framgår av figuren nedan,

finns en stor variation i tillväxttakt. Det gör att man kan ställa frågan om dessa skillnader kan knytas till olikheter i ländernas innovationssystem.



Figur 13: Årlig produktivitetstillväxt inom tillverkningsindustrin 1991-2005.

Källa: U.S Department of Labour

Genom att använda patentstatistik, har några studier under senare år (Furman m.fl. 2002, Gans och Stern, 2003, Fu och Yang, 2009) försökt att undersöka skillnader i innovationsresultat mellan olika länder. En slutsats från dessa studier är att de mest framgångsrika länderna är de som bäst lyckats utveckla och anpassa sina institutioner till innovationsverksamhetens behov (Nelson, 2008).

Furman m.fl. (2002) representerar de tidiga försöken att integrera begreppet nationellt innovationssystem i en mera formell teoribildning som utgångspunkt för en internationell jämförelse av olika länders innovationsförmåga. Med hjälp av endogen teori om ekonomisk tillväxt (Romer, 1990, Jones, 1995), teori om internationell konkurrenskraft (Porter, 1990) samt insikter i den nationella innovationssystemslitteraturen¹⁹ formuleras en modell för att förklara variationen i patentering bland 17 OECD-länder under perioden 1976-1996.

¹⁹Hit hör exempelvis (i) nätverk av institutioner i den offentliga och privata sektorn vars aktiviteter och samband initierar, inhämtar, modifierar och sprider ny kunskap (Freeman, 1987), (ii) parter som interagerar i produktion, spridning och användning av ny och ekonomiskt användbar kunskap (Lundvall 1992), (iii) en uppsättning av institutioner vars inbördes samverkan har stort inflytande på de nationella företagens innovationseffektivitet, (iv) alla viktiga ekonomiska, sociala, politiska organisatoriska och andra faktorer som påverkar utveckling, spridning och användning av innovationer (Edquist, 1997).

Modellen beskriver hur ett land, som en politisk och ekonomisk enhet, uthålligt förmår att producera och kommersialisera flöden av ”ny-för-världen-teknik”. Författarna menar att ett lands nationella innovationsförmåga formas av ett antal faktorer som en övergripande innovationsstruktur (utformningen av politiken för vetenskap och teknik, utbildningens kvalitet samt beståndet av användbar kunskap) och vissa innovationsmiljöer, såsom specifika industriella kluster. Uttryckt som en kunskapsproduktionsfunktion (Griliches, 1979), beskriver modellen hur kopplingar mellan landets innovationsstruktur, industriella kluster, riskkapitalmarknader och universitet påverkar innovationskapaciteten.

Författarnas slutsats är att skillnader som den relativa storleken på FoU-utgifterna eller antalet forskare förklarar en stor del av skillnaderna i patentering mellan länderna. För andra variabler finns en positiv korrelation mellan patent och (i) andel av FoU som finansieras av näringslivet, (ii) andel av BNP som spenderas på utbildning, (iii) BNP per capita, (iv) öppenhet för internationell handel, (v) specifika egenskaper i form av universitetssektorns forskningsbidrag samt (vi) kvaliteten på IP-skydd. In sin jämförelsen mellan länder finner Furman m.fl. (2002) fem OECD-länder som har en ledande innovationskapacitet: USA, Schweiz, Japan, Tyskland och Sverige. Danmark, Finland, Norge, Frankrike och Storbritannien intar en mellanposition, medan Italien, Spanien och Nya Zeeland släpar efter.

Med hjälp av liknande metodik som den ovan beskrivna, genomför Gans och Stern (2003) en detaljerad empirisk undersökning av en panel bestående av 29 OECD-länder från 1980 till 2000 och beräknar ett innovationsindex som kan tolkas som det förväntade antalet internationella patentansökningar per miljoner personer givet ett lands specifika egenskaper i form av nationell politik och resurser. Författarna finner att de 29 länderna kan indelas i tre stabila grupper: *ledare* (USA, Schweiz, Japan och Sverige), *efterföljare* (Danmark, Finland, Frankrike och Tyskland) och *eftersläntrare* (Italien och Spanien). Rapporten från Gans och Stern (2003) har kontinuerligt uppdaterats (Gans och Hayes, 2004, 2005, 2006, 2007), och resultaten av den inledande studien har till stor del bekräftats.

Fu och Yang (2009) bryter ner de nationella innovationsresultaten på två skilda kategorier: kapaciteten att generera patent och hur effektivt patenten tillkommer. Författarna framhåller att ett lands förmåga att skapa nya innovationer inte bara beror på storleken på FoU-investeringarna i form av FoU-utgifter eller antalet forskare. Lika viktig är förmågan att hantera innovationsprocessen och konvertera investeringar i FoU och annan innovationsverksamhet till nya värdefulla produkter och processer. Det viktiga är alltså inte bara hur många miljarder kronor man satsar på FoU utan också hur många patent man får per FoU-miljard.

Wang och Huang (2007) tillämpar en så kallad Data Envelopment Analysis (DEA) för att bedöma patenteffektivitet i ett tvärsnitt av 30 länder och finner att mer än hälften kan klassificeras som ineffektiva: allt annat lika är resultatet per FoU-krona signifikant sämre än i de ledande länderna.

För att specifikt jämföra FoU-effektiviteten i olika länder har Fu och Yang (2009) tillämpat en så kallad frontproduktionsanalys (Stochastic Frontier Analysis eller SFA). Utifrån data från ett urval av 21 OECD-länder som omfattar en tidsperiod från 1990 till 2002, drar de slutsatsen att FoU-produktiviteten, mätt som patent per FoU-insats, påverkas av graden av IP-skydd, nivå av BNP per capita och den andel av forskningen som finansieras av den privata sektorn, liksom omfattningen av den högre utbildningen. Visserligen är detta vad som Furman m.fl. (2002) tidigare visat, men Fu och Yang (2009) fördjupar kunskapen med resultat som anger den relativa betydelsen för de olika faktorer som leder till ny teknik. Genom att jämföra kapacitet och effektivitet i patentverksamheten finner de till exempel att Japan, USA, Finland, Tyskland, Sverige och Frankrike ligger i topp när det gäller antalet patent per miljon invånare, medan Sverige, Kanada, USA, Finland och Danmark är mest effektiva på att generera nya patent per insatta FoU-resurser.

Sektorielle studier av innovationssystemen

Samtidigt som forskningen kring nationella innovationssystem har gett viktig information om drivkrafter och hinder inom ländernas gränser, har de också kritiserats för svårigheten att använda denna information för policyåtgärder på grund av den höga graden av aggregering och komplexitet (Balzat, 2002). Som ett försök att mildra detta problem föreslår Carlsson m.fl. (2002) att eftersom ett nationellt innovationssystem består av flera delar, kan det vara fördelaktigt att analysera dessa delar var för sig, och sedan montera ihop hela bilden från de separata resultaten. Att mäta prestanda hos ett system kan vara enklare om föremålet för analysen är en produkt, en industri eller en grupp av industrier.

Lööf och Savin (2012) representerar ett sådant tillvägagångssätt när de analyserar FoU och patentstatistik från elva europeiska länder och 18 olika industrier för perioden 1991-2005. Totalt studeras 355 000 patentansökningar som beviljats av US Patent and Trade Office (USPTO)

Genom att ta hänsyn till de branschspecifika skillnaderna i FoU och patent, ställer artikeln frågan: allt annat lika; i vilket av de elva länderna ger en investerad FoU-krona den största sannolikheten för ett USPTO-patent? Om den skillnad i patent som framgår av statistiken främst förklaras av hur landet industristruktur ser ut, bör patentavkastningen per FoU-krona vara likartad mellan länderna.

Studien finner att det råder en signifikant och systematisk skillnad i FoU-produktiviteten inom samma branscher tvärs över Europa, vilket tyder på att de som lyckas bäst är de länder som kan utveckla och anpassa sina institutioner till innovationsverksamhetens behov.

Artikeln huvudresultat är att Sverige har det mest stödjande eller effektiva innovationssystemet bland de undersökta länderna. Det gäller för både hög- och lågteknologiska industrier. Inom tolv av de undersökta industrierna är sannolikheten att en FoU-krona resulterar i ett nytt beviljat patent på den amerikanska marknaden störst eller näst störst i Sverige. Övriga länder med hög FoU-produktivitet är Nederländerna, Finland och Tyskland, medan framför allt Italien och Spanien men också England skapar relativt få patent per insatta resurser i alla branscher. Se Tabell 6.

Tabell 6: Ranking av länder efter skillnader i beviljade patent. Skattningsmetoden är en negativ binomialestimator

Panel A: Lågteknologiska industrier

| ISIC | LIVS 15-16 | TEXT 17-19 | TRÄ 20-22 | GUM 25 | MIN 26 | METF 27 | METP 28 | ÖT 36 | TOT |
|------|---------------|---------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1. | Dan | <u>Sve</u> | <u>Sve</u> | Tys | Ned | Fin | <u>Sve</u> | Fra | Sve |
| 2. | <u>Sve</u> | Tys | Tys | <u>Sve</u> | <u>Sve</u> | <u>Sve</u> | Tys | Tys | Tys |
| 3. | Bel | Nor | Bel | Ned | Tys | Ned | Nor | Nor | Ned |
| 4. | Ned | Ned | Fra | Fra | Fin | Tys | Fin | Fin | Fin |
| 5. | Fin | Dan | Dan | Bel | Bel | Fra | Fra | Dan | Fra |
| 6. | Tys | Fin | Fin | Nor | Dan | Dan | Ned | Eng | Dan |
| 7. | Eng | Fra | Ned | Den | Fra | Nor | Dan | <u>Sve</u> | Nor |
| 8. | Fra | Eng | Eng | Fin | Nor | Eng | Bel | Bel | Bel |
| 9. | Nor | Bel | Ita | Eng | Eng | Bel | Eng | Ita | Eng |
| 10. | Ita | Ita | Nor | Ita | Ita | Ita | Ita | Ned | Ita |
| 11. | Spa | Spa | Spa | Spa | Spa | Spa | Spa | Spa | Spa |

Panel B: Högteknologiska industrier

| ISIC | PETR 23 | KEMI 24 | LÄK 2433 | MAS 29 | KON 30 | ELE 31 | DAT 32 | INS 33 | MOT3 4 | TRA 35 | TOT |
|------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1. | Bel | <u>Sve</u> | Dan | Ned | Ned | Tys | Fin | <u>Sve</u> | Fin | Tys | Sve |
| 2. | Ned | Dan | Ned | <u>Sve</u> | Bel | <u>Sve</u> | Tys | Ned | Nor | <u>Sve</u> | Ned |
| 3. | Tys | Nor | Fin | Fin | Eng | Fin | Fra | Fin | Dan | Bel | Fin |
| 4. | <u>Sve</u> | Fin | Bel | Bel | Tys | Ned | <u>Sve</u> | Bel | Fra | Ned | Bel |
| 5. | Dan | Fra | <u>Sve</u> | Nor | Dan | Fra | Bel | Dan | Tys | Fra | Tys |
| 6. | Fin | Bel | Nor | Tys | Ital | Eng | Ned | Tys | <u>Sve</u> | Fin | Dan |
| 7. | Eng | Ned | Fra | Fra | Fra | Dan | Dan | Eng | Eng | Dan | Fra |
| 8. | Nor | Tys | Tys | Eng | <u>Sve</u> | Nor | Eng | Nor | Ned | Eng | Nor |
| 9. | Fra | Eng | Eng | Dan | Nor | Bel | Nor | Fra | Bel | Nor | Eng |
| 10. | Ita | Ita | Ita | Ita | Spa | Ita | Ita | Ita | Ita | Ita | Ita |
| 11. | Spa | Spa | Spa | Spa | Fin | Spa | Spa | Spa | Spa | Spa | Spa |

Sammanfattning

Begreppet innovationssystem kan historiskt länkas till kritik av den klassiska nationalekonomins oförmåga att inkludera institutionella förhållanden i sina modeller. Institutioner definieras som spelreglerna i ett samhälle. Här ingår både formella och informella institutioner, mjuka och hårda institutioner, ekonomiska och politiska institutioner, samt grundläggande och stödjande institutioner för de kommersiella företagens innovationsverksamhet. Medan 1980-talets och 1990-talets litteratur om innovationssystem till stor del handlade om att bygga ett grundläggande teoretisk ramverk kännetecknas det senaste årtiondets studier alltmer av utvärdering, jämförelse och benchmarking av den nationella innovationsförmågan. Aktuella studier visar på stora skillnader i innovationssystemens effektivitet även inom kunskapsbaserade ekonomier vars konkurrenskraft till stor del beror på förmågan att skapa, absorbera, ackumulera och transformera kunskap till teknisk utveckling, innovation och slutligen tillväxt.

8. Externa drivkrafter till innovation

Den interna kunskapsuppbyggnaden är avgörande för företagets konkurrenskraft och tillväxtpotentialer. Forskning och innovationsverksamhet är centrala mekanismer för ständigt lärande och påfyllning av företagets interna kunskapsbank i form av nya rutiner, nya insikter, nya lösningar med mera. Den arbetskraft som finns i företag som regelbundet engagerar sig i innovationsverksamhet har ett större lärande i arbetet än andra och det påverkar produktiviteten och därmed också lönerna, vilket troligtvis är huvudförklaringen till den skeva fördelningen av produktivitet och de vidgade löneskillnader som diskuterades i kapitel 3 och 4.

Men det finns också en konsensus inom forskningslitteraturen om att företagen inte bara bygger sin konkurrenskraft och skapar interna fördelar i form av innovation, produktion och organisation. Den interna kunskapsprocessen resulterar också sannolikt i att en idé spillas över till andra, vilket antas vara en funktion av teknologisk eller geografisk närhet. Fujita och Thisse (2002) beskriver detta fenomen som *kommunikationsexternaliteter*. Nelson (1988), liksom Cohen och Levinthal (1990) påpekar att sannolikheten för idéspredning också beror på företagets interna kunskap och absorberingsförmåga. Företag som själva bedriver innovationsverksamhet har normalt större möjlighet att ta till sig nyheter utifrån än vad icke-innovativa företag har.²⁰

Svårigheter att observera spillovers

På grund av svårigheten att systematiskt mäta spridningseffekter på hela ekonomin vet vi betydligt mindre om deras omfattning jämfört med storleken på företagets egen avkastning från forskning och innovation. Men det finns en växande mängd bevis på förekomsten av kunskapsspredning. Mansfield (1985) har visat att ny teknik läcker ut till konkurrerande företag inom ett år eller två. Caballero och Jaffe (1993) rapporterar liknande resultat.

Men det är inte självklart att idéflödet mellan företagen kan spåras direkt i resultatbalansen. Exempelvis så fann Jaffe (1986) att mängden närliggande forskning påverkade företagets tekniska framsteg, i form av antalet patent, starkare än den påverkar vinsten eller marknadsvärdet på företagen. En förklaring är att spridningseffekterna inte är helt gratis. När ett företag vill använda extern kunskap i sina egna produktionsprocesser krävs ofta nya investeringar. Sådana kompletterande investeringar är en viktig, indirekt effekt av kunskapsspredning. Griliches (1979) visade också på ett annat mätproblem, nämligen att inputs från en kunskapsintensiv bransch kan ge kvalitetsförbättringar som inte fullt avspeglar sig i priset. Likaså kan konsumenterna få del av denna avkastning i form av bättre

²⁰ På nationell nivå kan ett lands förmåga att dra nytta av spridningseffekter relateras till nivån utbildning (Verspagen, 1995).

eller billigare produkter, och det är inte okomplicerat att försöka mäta denna spillover-effekt. Därutöver finns andra svårsmätbara effekter av kunskaps-spridning, som vissa typer av medicinska framsteg och andra folkhälsoaspekter som inte enkelt låter sig utvärderas genom marknadspriser.

Beräknade effekter

Oavsett mätsvårigheter bör förekomsten av externa kunskapsflöden och spridningseffekter i form av vinster för andra företag än idékällan, visa sig även i den samhälleliga (sociala) avkastningen från innovationsinvesteringarna, inte bara i den privata avkastningen. En lång rad empiriska studier har visat att den sociala avkastningen varierar mellan orter, och att kunskapsflöden minskar i volym och intensitet då avståndet mellan ursprung och destination växer.

I en aktuell analys som bygger på teknikflödena över branscher finner Wolff (2012) att den direkta avkastningen till FoU i USA under åren 1958 till 2007 är 22 procent och den indirekta avkastningen på FoU är 37 procent. I denna typ av studier har den teknologiska närheten mellan branscher betydelse för teknikflödet. Andra studier har undersökt betydelsen av geografisk närhet och hög densitet i form av befolkningstäthet. Glaeser och Mare (2001) rapporterar en lönepremie i USA på 33 procent mellan de största storstadsområdena och icke-urbana platser. Glaeser och Gottlieb (2009) uppskattar att elasticiteten av inkomsten i förhållande till stadens storlek i USA är inom intervallet 0.04-0.08 för olika modellspecifikationer. Ciccone och Hall (1996) beräknar att en fördubbling av sysselsättningens densitet i en region resulterar i 6 procents högre arbetsproduktivitet.

Man har också försökt att svara på frågan om det är någon skillnad i spridningseffekt mellan olika innovationer. Med hjälp av paneldata från spanska tillverkningsföretag under perioden 1990 till 1999, fann Ornaghi (2006) en större kunskaps-spridning från produktinnovationer jämfört med processinnovationer.

Med införandet av informationsteknologi (IT) och dess stora spridning början i början av 1970-talet, skulle man kunna anta att hastigheten på kunskapsöverföring har accelererat över tiden. I sin studie av teknikflöden mellan olika branscher i USA drar Wolff (2012) slutsatsen att IT är en av förklaringarna till att den sociala avkastningen från privata FoU-investeringar ökat från 53 till 59 procent under de senaste decennierna.

Spridningseffekterna kan ta många former. Ofta förekommer de bland företag i samma bransch, exempelvis i form av att företagen imiterar sina konkurrenter eller förbättrar andras innovationer.²¹ Spridningseffekter kan också ske i form av överföringar av kunskap mellan olika typer av institutioner

²¹ Pavitt (1984) uppskattar att av 2 000 nyheter som införts i Storbritannien, utvecklades endast cirka 40 procent inom sektorn och utifrån egna innovationer. Resten lånades från ny teknik utvecklad inom andra sektorer.

som bedriver forskning, till exempel informationsflöden från universitet till företag som bedriver FoU, och vice versa. Dessutom har många fallstudier dokumenterat en omfattande kunskapsöverföring från leverantörer och kunder, särskilt inom högteknologisk verksamhet.

Sherer (1999) ger ett illustrativt exempel på hur spillover kan leda till stora skillnader mellan avkastningen till den ursprungliga uppfinnaren och den samhälleliga effekten av den nya teknologin: Efter att forskare vid Bell Telephone Laboratoriers upptäckt transistoreffekten 1947 ansökte de om en rad olika patent kring transistorkonceptet och processer för att tillverka transistorer. Om Bell System hade försökt att behålla exklusiv rätt till dessa innovationer skulle det ha skapat starka reaktioner. AT&T, med sin roll som myndighetsutövare, insåg sitt bredare ansvar att sprida kunskap om denna genombrottsinnovation. 1951 och 1952 genomfördes konferenser för att förklara principerna bakom innovationen för inhemska och utländska forskare. Den specifika produktionsteknologin vill man dock hemlighålla så länge som möjligt. Efter utfallet av en anti-trusträttegång år 1957 försvann Bell Systems möjligheter till licensinkomster från transistorpatent. I historiskt perspektiv har Bell System bara fått en liten andel av de totala ekonomiska avkastningar som transistorn gett upphov till.

Ökad betydelse för agglomerationer

Enligt den så kallade nya ekonomiska geografins teoribildning får företagens val av lokalisering allt större betydelse i takt med den tekniska utvecklingen och det växande behovet av kunskap, innovationer och entreprenörskap (Henderson och Thisse, 2004, Marigee, Blum och Strange, 2009, Glaeser, Rosenthal och Strange, 2010). Det vanliga argumentet är att företag som finns i samma geografiska områden eller i närheten har större möjligheter att kommunicera än de längre bort. Geografisk närhet kan leda till bildandet av sociala nätverk som kan underlätta lärandet. En närliggande miljö med ett brett spektrum av kunskapsresurser, kvalifikationer och kompetensprofiler för arbetskraftsutbudet ger rika möjligheter till kunskapsutbyte och kreativt samspel mellan företag och individer.

En omfattande litteratur har undersökt hur samlade kunskapskällor och FoU-verksamhet inom en stadsregion skapar spridningseffekter och påverkar innovationsverksamhet och deras resultat bland regionens företag. Kunskapsinteraktion sker i form av direkta kontakter och möjligheter till sådan interaktion underlättas när de samverkande parterna finns i samma funktionella region och särskilt när de bor i samma lokala ekonomi (t ex Jaffe, 1986; Audretsch 2003, Andersson och Beckmann, 2009). I en aktuell undersökning av Lööf, Johansson and Nabavi-Larijani beräknas agglomerationseffekten från lokalisering till större städer till omkring 10 procent på produktivitetsnivån, men bara för företag som själva bedriver innovationsverksamhet. För övriga företag finner de ingen effekt alls.

Internationell spridning

Om kunskap kan spridas mellan olika branscher som är integrerade i varandra i den inhemska ekonomin, då bör kunskap också kunna spilla över internationella gränser. Under de senaste 15 åren har mycket av uppmärksamheten riktats mot internationella spridningseffekter. Coe och Helpman (1995) var bland de första att presentera bevis för handel som ett verktyg för internationell spridning av teknik, baserat på data för 22 OECD-länder för perioden 1971 till 1990. Coe och Helpman beräknade en inhemsk FoU-elasticitet till 23 procent för G7 länder och till cirka 8 procent för de 15 mindre OECD-länderna. Men deras viktigaste slutsats var att utländskt kapital också är en betydande faktor för TFP-tillväxten i ett land. De uppskattade att elasticiteten för utländsk FoU via importen är 6 procent för G-7 länderna och 12 procent för övriga OECD-länder.

Coe och Helpmans studie ställde också ytterligare två frågor som inspirerat till en omfattande internationell forskning inom detta område. Den första är om effekten av kunskapsspridningen är en ökande funktion av FoU-intensiteten i det land som man importerar från. Den andra är om den internationella kunskapsspridningen är en växande funktion av importandelen i ekonomin. Coe och Helpman fann stöd för båda dessa antaganden. Senare studier har kommit fram till liknande resultat (exempelvis Park 1995 samt Löf och Andersson 2010).

Det finns andra potentiella kanaler för kunskapsöverföring än den internationella handeln, exempelvis närvaron av multinationella företag (Gorg och Strobl, 2001), betydelsen av utländska inhemska investeringar (Borensztein, De Gregorio, och Lee, 1998), (Aitken och Harrison, 1999) eller inomvetenskapligt kunskapsutbyte i form av konferenser och artiklar (Al Azzawi, 2004).

Universitet

Universiteten och den akademiska forskningen har i vissa fall kunnat ge betydande bidrag till företagens innovation och prestanda. Detta samband verkar vara starkare för företag i geografisk närhet till universitet och för mindre företag i jämförelse med större företag (Jaffe, 1989, Audretsch och Feldman, 1992, Jaffe, Trajtenberg, och Henderson, 1993, Broström och Löf 2008).

Men endast en mindre del av den akademiska forskningen är inriktad på kommersiell avkastning. Richard Levin, rektor vid Yale University, har formulerat universitetens roll på följande sätt: "We're not trying to drive university science by commercial objectives. We want to do great science. Some of that will have commercial potential; most of it won't...Our technology transfer strategy is not to maximize revenue. Our primary goal is to get the findings of our laboratories out into practice."

²²Sannolikt har universiteten sin största betydelse för kunskapsspridningen när den försörjer samhället med humankapital i form av välutbildad arbetskraft.

Sammanfattning

Den indirekta effekten av företagens investeringar i innovationsverksamhet är betydande, men delvis svårämbar. Aktuell forskning tyder på att teknologisk och geografisk närhet underlättar kunskapsspridningen. Den mätbara samhällsliga avkastningen från privata innovationsinvesteringar är i storleksordningen dubbelt så stor som avkastningen som går till det investerande företaget. Företag som själva är engagerade i innovativ verksamhet har en större kapacitet än andra att dra nytta av extern kunskap.

1. ²² Citat från Bureau of Labor Statistics Multifactor Productivity July 23, 2012. Technical note on Public R&D and Productivity Growth www.bls.gov/mfp/publicrd.pdf

9. Hur kan betydelsen av innovation mätas?

”Det är ganska troligt att FoU har en positiv inverkan på produktiviteten, med en avkastning som är minst lika stor som avkastningen på andra typer av investeringar. Emellertid brister tillgängliga data och de svårigheter som är förknippade med nuvarande beräkningsmetoder gör det svårt att med någon mera exakt precision uppskatta storleken på FoU-investeringarnas bidrag till den ekonomiska tillväxten. Det gör att vi hittar en stor spridning av FoU-estimaterna beroende på data urval, skattningsmetod och tidsperiod.” (R&D and Productivity Growth, U.S. Congressional Budget Office, 2005).

Teknik och innovationer doldes i residualen

Tidiga försök att mäta den ekonomiska utvecklingen i form av produktivitetstillväxt visade att ökningen av antalet arbetade timmar eller antalet arbetande personer samt ökningen av det fysiska kapitalet i form av maskiner och anläggningar, kunde förklara mindre än hälften av tillväxten i många industriländer. Den övriga delen, residualen, tillskrevs tekniska förändringar. Dessa kunde bestå av bättre kvalitet på maskinerna, vilket har varit mycket relevant under perioder som till exempel när elektriciteten revolutionerade ekonomin samt när informationsteknologin fick sitt stora genombrott i produktionen. Residualen kunde även fånga bättre kvalitet på arbetskraften, liksom effekten av FoU. Men denna residual, som uppmärksammades först på 1950-talet²³, förblev länge outforskad på grund av bristande tillgång på relevant data.

På 1950-talet gjordes grundläggande pionjärsatser av Fabrikant, Abramovitz och Solow för att bättre förstå tillväxtens drivkrafter. Sedan dess har stora framsteg gjorts tack vare kombinationen av bättre ekonomiska modeller, utveckling inom statistik och ekonometri samt bättre tillgång på data, framför allt mikrodata. Numera har FoU och patent liksom innovation fått en central roll i studier av ”teknikfaktorn.” Dessutom har analyser baserade på Community Innovation Survey-data visat att det går att undersöka en stor del av tjänstesektorn med samma typ av verktyg som används för tillverkningsindustrin. Men trots detta finns fortfarande ett missnöje med att det inte går att mer exakt fastställa hur FoU och andra innovativa investeringar bidrar till ekonomisk tillväxt, såsom det framgår av den rapport till USA:s kongress som citeras ovan.

²³ “Forty years ago economists discovered the “residual.” The main message of this literature, that growth in conventional inputs explains little of the observed growth in output, was first articulated by Solomon Fabricant in 1954 and emphasized further by Moses Abramovitz (1956), John Kendrick (1956), and Robert Solow (1957). The pioneers of this subject were quite clear that this finding of large residuals was an embarrassment, at best ‘a measure of our ignorance’ (Abramovitz, 1956 p. 11).” Zvi Griliches, American Economic Review 1994, 8.

Viktiga erfarenheter från fallstudier

Från att ha startat på nationell nivå, med ambitionen att bättre förklara BNP-tillväxten, har sökandet efter ”teknikfaktorns” konkreta innebörd och innehåll successivt fortsatt ner på industrinivå, företagsnivå och arbetsplatsnivå. I detta sökande efter systematiska förklaringar har man också haft nytta av erfarenheter från fallstudier och direkta observationer av mera betydelsefulla innovationer.

I en undersökning av 99 nya läkemedel som introducerades på den amerikanska marknaden, visade Scherer (1999) att de tio mest lönsamma läkemedlen svarade för 55 procent av intäkterna. I genomsnitt var vinsten för dessa tio nära sex gånger större än vad de kostat i FoU, klinisk testning, marknads lansering med mera. För de tio näst mest lönsamma läkemedlen var avkastningen knappt två gånger kostnaderna från idé till marknadsintroduktion. För de tio läkemedel som hörde till de tredje mest lönsamma gruppen var intäkterna ungefär lika stora som kostnaderna. För övriga läkemedel var intäkterna lägre eller mycket lägre än kostnaderna. Sammantaget täckte visserligen vinsten från de lönsamma läkemedlen förlusten från de olönsamma, men nettovinsten var ändå relativt blygsam.

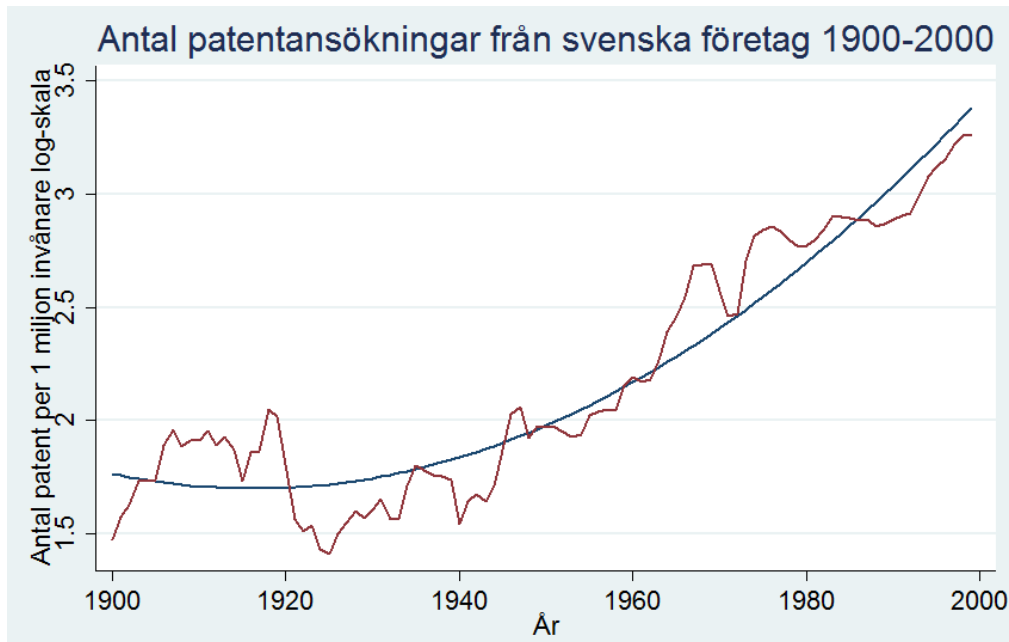
Andra viktiga erfarenheter från fallstudierna är den osäkerhet som präglar skapande av ny kunskap och nya produkter. Innovationsarbetet innehåller många komplexa moment, det kännetecknas av risktagande och slumpmässighet och marknadens reaktion på nya produkter är svår att prognostisera. I en studie från 1977 försökte Manfield uppskatta storleken på denna osäkerhet i samband med FoU-projekt. Med hjälp av information från individuella FoU-projekt i 16 amerikanska företag inom branscherna kemi, läkemedel, elektronik och petroleum identifierades tre kritiska stadier för ett innovationsprojekt. Dessa stadier är: 1. sannolikheten för att ett projekts tekniska målsättningar uppnås (57 %), 2. sannolikheten för att den resulterande produkten eller processen kommersialiseras om den tekniska målsättningen lyckas (65 %) samt 3. sannolikheten att det kommersialiserade projektet ger en avkastning på investeringen som åtminstone är i nivå med vad företaget använder som en kritisk nivå för investeringsprojekt generellt (74 %).

Den genomsnittliga sannolikheten för att ett innovationsprojekt ska bli en finansiell framgång kan i exemplet ovan beräknas genom att multiplicera de tre sannolikheterna: $0.57 * 0.65 * 0.74 = 0.27$. Manfield fann alltså att endast vart fjärde innovationsprojekt kan förväntas leda fram till kommersiell succé. För att företagens innovationsverksamhet ska vara lönsam måste de framgångsrika projekten ge en tillräckligt hög avkastning, så att de också täcker kostnaderna för de misslyckade projekten. Huvudslutsatsen från denna studie har bekräftats i en rad senare undersökningar.

Patent

Patentstatistiken har rönt stor uppmärksamhet från forskare främst på grund av det faktum att den hittills har det varit den enda källan till standardiserad information om ny teknik som insamlats på ett

systematiskt sätt under en lång tidsperiod. Dokumenten innehåller information om ansökningsdatum, eventuellt beviljande, tekniskt innehåll, teknikklasser, citeringar, namn och adressuppgifter och så vidare. Dessutom växer tillgängligheten till patentdata snabbt med utvecklingen av nya databaser, kraftfullare datorer och bättre programvaror. Till skillnad från andra mått på innovativ verksamhet är patent direkt relaterade till nya uppfinningar, eftersom patentsystemet kräver att ansökningarna ska innehålla ett visst nyhetsvärde. Vidare innebär patentsystemens harmonisering en god förutsättning för internationella jämförelser (Danguy m. fl. 2010).



Figur 14:

Alla nationella och internationella patentansökningar från svenska företag under perioden 1878-2008. Patentansökningar per 1 miljon invånare i logaritmisk skala på y-axeln och tid på x-axeln.

Källa: European Patent Office/OECDs databas PATSTAT och befolkningsutveckling från SCB.

Figur 14 visar utvecklingen av patentansökningar från svenska företag under 1900-talet, normerat för befolkningsutvecklingen. Den genomsnittliga ökningen av patentfrekvensen ökade från 2.3 procent per år under den första halvan av perioden till 6.2 procent under den andra, vilket tyder på en växande betydelse för innovationer.

Statistik baserad på patentdata och dess tillämplighet har dock ifrågasatts sedan lång tid tillbaka (Schmookler, 1957, Griliches, 1990). Studier har visat att patentstatistiken inte är befriad från nackdelar och problem. Zvi Griliches, en av de tidiga och mest citerade forskarna när det gäller innovationsstudier baserade på patentstatistik sammanfattar de viktigaste fallgropar som är förknippade med patent på följande sätt:

“Not all inventions are patentable, not all inventions are patented, and the inventions that are patented differ greatly in ‘quality’, in the magnitude of inventive output associated with them.” (Griliches 1990).

Det faktum att inte alla uppfinningar är patenterbara innebär att vissa uppfinningar inte uppfyller de allmänna krav som ställs av flertalet patentsystem. Exempelvis måste en uppfinning vara ny, icke uppenbar, industriellt användbar, ha uppfinningshöjd och vara just patenterbar. Det senare utesluter sådana områden som vetenskapliga teorier, matematiska formler, konstnärliga skapelser, datorprogram och affärsmetoder, men även en rad andra resultat från aktiviteter för att utveckla ny kunskap, teknik och metoder. Det har uppskattats att patentstatistiken fångar mindre än 50 procent av alla innovationer (de Rassenfosse, 2009). Men med den breda CIS-tolkningen av innovationer sjunker denna andel betydligt. Dessutom är patentstatistik betydligt mer lämpad för mätning av innovationer i tillverkningsföretag än inom tjänstesektorn. Men antalet patent varierar också starkt mellan olika branscher inom tillverkningsindustrin.

Men som Griliches påpekar, även bland de patenterade uppfinningarna finns betydande värderingsproblem. De stora skillnader i kvalitet som konstaterats, innebär en skev fördelning av patentens ekonomiska värde. Den stora merparten av alla patent speglar mindre tekniska förbättringar, medan en ytterst liten andel är stora vetenskapliga genombrott.

Denna skevhet har granskats av många författare, inklusive Pakes och Schankerman (1984), Pakes (1986) och Griliches (1990). Griliches (1990, p.1702), drar slutsatsen att den skeva fördelningen av patentens värde begränsar möjligheten att använda *antalet patent* som innovationsmått. Det gäller däremot inte patent som sådana, om man hitta metoder för att minska effekten av den sneda fördelningen. Man kan exempelvis vikta patent efter antalet gånger varje patent citeras i efterföljande patentpublikationer, det vill säga användning av citat som ett index på patentens ekonomiska betydelse (Jaffe and Trajtenberg, 2005). Ett annat alternativ är att använda registrering för förnyelse av existerande patent och förlängning av deras giltighetstid som mått (så gör exempelvis Schankerman och Pakes (1986) och van Pottelsberghe och van Zeebroeck (2008)). Motiveringen här är att företag och uppfinnare prioriterar de patent som har visat sig vara av störst ekonomisk betydelse.

En annan metod för att fånga de mest värdefulla patenten kan vara att ha enbart internationella patentansökningar som tröskelvärde. Antagandet är att endast värdefulla patent kommer att sökas vid internationella organ som Europeiska patentverket, EPO (en organisation som är överstatlig i förhållande till de nationella patentverken i Europa), U.S Trademark Office (USPTO), eller sökas samtidigt vid EPO, USPTO, och JPO (Japan patent Office). Det senare benämns som triadiska patent.

FoU

Teknisk utveckling är en avgörande drivkraft för ekonomisk tillväxt och ökad välfärd. För att åstadkomma tekniska framsteg krävs investeringar i verksamheter som kan leda till ny kunskap. FoU har traditionellt varit en kärnan i hela den moderna innovationsforskningen genom sin roll för att generera ny kunskap.

När företag tar beslut om att investera i forskning och utveckling sker detta med sikte på en förväntad specifik avkastning på investerat belopp. Om investerare är obenägna att utsätta sig för stora risker, vilket de antas vara enligt modern kapitalmarknadsteori, kommer investering i forskning att vara känslig för den höga risknivå som kännetecknar innovationsverksamhet. Därför finns det också ett betydande intresse från företag och kapitalmarknad att verkligen kunna beräkna FoU-avkastningen.

I vissa studier har man lyckat särskilja olika FoU-komponenter från varandra. Även om dessa resultat ska tolkas med försiktighet förefaller avkastningen till grundläggande forskning vara större än avkastningen till tillämpad forskning. Företag som satsar en större andel av sin FoU-budget till grundforskning har högre produktivitet än andra FoU-företag. Varför? Den troliga förklaringen är att företag som sysslar med grundforskning också är långsiktigt engagerade i forskning. Grundforskningen ska då ses som en indikator för ett mer uthålligt FoU-engagemang snarare än den främsta metoden för tillväxt. (Se Mansfield 1980).

Ett ofta uppmärksammat problem vid beräkning av FoU-avkastningen är ledtiden mellan projektstart och en ny process eller vara. Det gör det svårt att bedöma hur FoU påverkar produktiviteten. Motargumenten är att en betydande andel av FoU handlar om förbättringsarbete kring pågående produktion och här finns inga ledtider alls att tala om. Vidare så tenderar företagens FoU-budget att vara relativt konstant över tiden, jämfört med exempelvis de fysiska investeringarna. Med tillgång till tidsseriedata kan man dessutom specificera ekvationen med FoU-investeringar i förfluten tid.

Mera svårhanterligt i innovationsstudierna är att företagens förnyelseverksamhet sträcker sig långt utöver FoU. Exempelvis fann Corrado, Hulten och Sichel (2007) att FoU-utgifterna bara svarade för cirka 15 procent av de totala investeringarna i kunskap bland undersökta amerikanska företag. Övriga utgifter inkluderar investeringar i kunskap i form av böcker, programvara och personalutbildning. En annan aspekt på FoU är att detta mått är betydligt bättre anpassat till industrins kunskapsutveckling jämfört med tjänsteproduktionen. Den så kallade Oslo-manualen (OECD 2005) med riktlinjer för definition av olika typer av innovationer inom både industri och tjänsteföretag, erbjuder alternativ till det traditionella FoU-begreppet. Flera slags innovativa utgifter som inte kan knytas direkt till forskning ingår i manualen. Hit hör till exempel de senare faserna av utveckling och testning, kompletterande investeringar i samband med införandet av nya processer, marknadsföringsutgifter

relaterade till nya produkter, vissa typer av personalutbildning, utgifter för utformning och tekniska specifikationer etcetera.

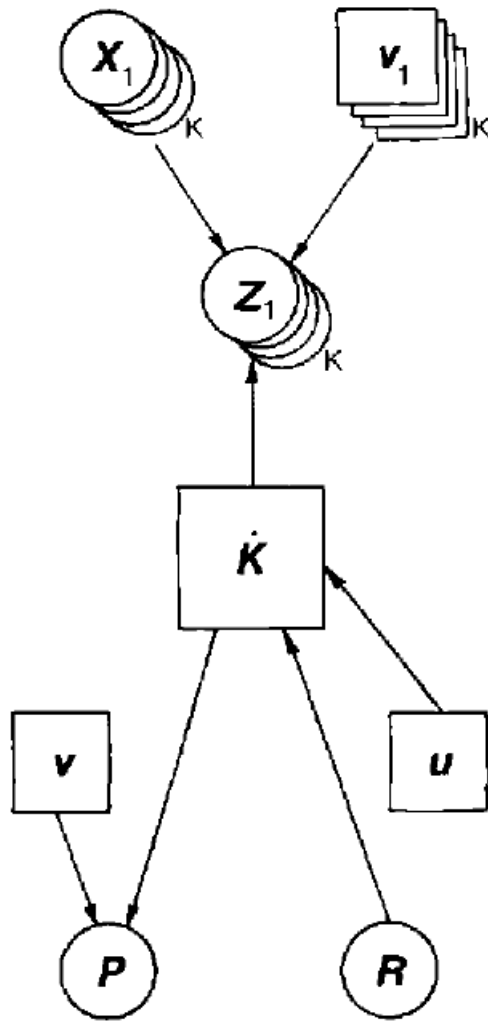
Men trots uppenbara brister med både patent och FoU som innovationsmått, finns det en omfattande internationell forskningslitteratur som med stöd av dessa båda lagt grunden till det mesta som vi idag vet om sambandet mellan innovation och tillväxt. Tack vare CIS-undersökningarna har man kunnat bredda studierna till fler företag, sektorer och regioner. Men huvudslutsatserna från de samlade internationella FoU-studierna äger generell giltighet även med CIS-data, vilket framgår av nästa kapitel.

Kunskapsproduktionsfunktion

I den mycket uppmärksammade artikeln *R & D and Patent and The Firm Level: A First Look*, lanserade Pakes och Griliches (1984) en så kallad kunskapsproduktionsfunktion (knowledge production function eller KPF), där idén är att patent och FoU båda ska ses som inputmått för att skapa ny ekonomiskt värdefull kunskap. I nästa steg är det denna kunskap som tillsammans med olika fysiska investeringar kan generera uppfinningar och innovationer. Artikelns kärna är att den direkta drivkraften till den ekonomiska utvecklingen finns i det abstrakta och svårfångade begreppet ”ekonomiskt värdefull kunskap.” Den kanske största utmaningen inom innovationsforskningen handlar om att förklara hur detta skapas och hur det sedan påverkar tillväxten:

”Perhaps the most serious task facing empirical work in the area of ‘technological change’ and ‘invention and innovation’ is the construction and interpretation of measures (indicies) of advance in knowledge.” Pakes and Griliches (1984).

Figur 15 illustrerar en schematisk modell för Pakes och Griliches KPF. Tack vare introduceringen av ett faktiskt mått på innovationer, nämligen försäljningsintäkter från nya produkter i ett antal enkätundersökningar på 1990-talet, blev det möjligt att praktiskt utnyttja KPF-modellen för att skatta sambandet från *innovation input* till *innovation output*, och sedan från *innovation output* till produktivitet. Denna praktiska tillämpning och utvidgning av KPF-modellen som lanserades av Crépon, Duguet och Mairesse i slutet av 1990-talet, och där Lööf och Heshmati (2002) visade på en förenklad användningsmetod som passar för Community Innovation Survey-data, har inspirerat till ett stort antal internationella studier. I dessa ingår kunskapsproduktionsfunktionen som en integrerad del av produktionsfunktionen.



Figur 15:

Den centrala variabeln i figuren är K som står för "ekonomiskt värdefull kunskap", och $\dot{K} = dK/dt$ beskriver då hur K ökar över tiden. \dot{K} är en funktion av forskning och utveckling (R) och patent (P) och Z är det ekonomiska värdet av de innovationer som skapats från FoU och patent. Förutom ekonomiskt värdefull kunskap krävs också investeringar i fysiskt kapital (X) för att generera nya innovationer. Variablerna v , u och vI är icke observerade faktorer som påverkar sannolikheten för att generera ett patent (P), ökad ekonomiskt värdefull kunskap (\dot{K}) och nya innovationer (Z).

Hur ser då en kunskapsproduktionsfunktion ut applicerad på svenska data? Figur 18-20 visar en tvåvariabelanalys med svenska CIS-data för både tillverknings- och tjänsteföretag för åren 2004, 2006 och 2008. Inputvariabeln är beräknad som totala utgifter för innovationsverksamhet och outputvariabeln är försäljningsintäkter från nya innovationer lanserade på marknaden under den innevarande treårsperioden. Båda variablerna, som är uttryckta i logaritmisk form, är normaliserade för antalet anställda. För alla tre åren ser vi att för genomsnittsföretaget (illustrerat av trendlinjen) är intäkterna från innovationsverksamheten en stigande funktion av innovationsutgifterna. Men figuren visar också en omfattande varians (avvikelse) från denna trend för alla kategorier av företag.

Tillverkningsföretag i Sverige 2004-2008

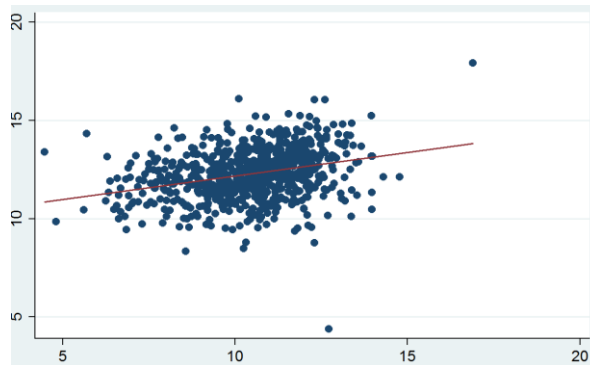


Fig 16a CIS 2004. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 345. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.24.

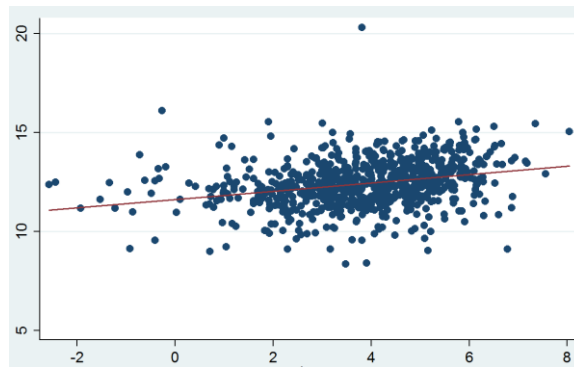


Fig 16b CIS 2006. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 732. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.17.

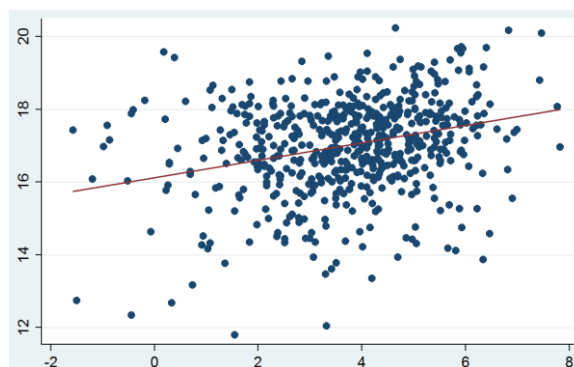


Fig 16c CIS 2008. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 914. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.24.

Anmärkning

Figuren visar ett tydligt samband mellan input och output i kunskapsproduktionsfunktionen för genomsnittsföretagen, spridningen är stor. Mindre lutningskoefficient år 2006 jämfört med 2004 och 2008.

Tjänsteföretag i Sverige 2004-2008

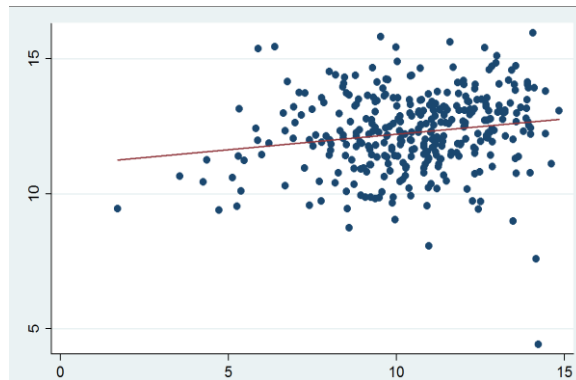


Fig 17a CIS 2004. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 766. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.12.

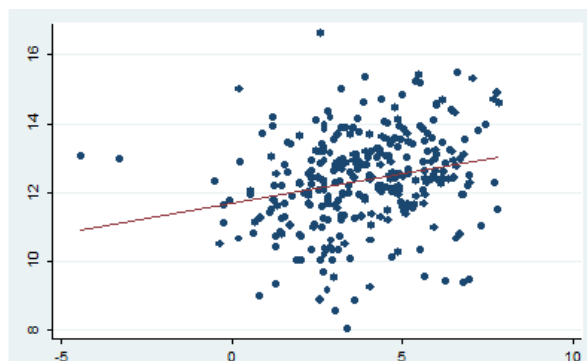


Fig 17b CIS 2006. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 306. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.21.

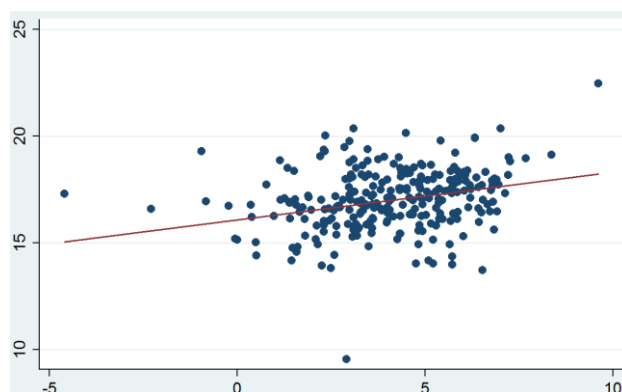


Fig 17c CIS 2008. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 601. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.22.

Anmärkning

Figuren visar ett tydligt samband mellan input och output i kunskapsproduktionsfunktionen för genomsnittsföretagen, spridningen är stor. Elasticiteten ligger i nivå med tillverkningsföretagen för åren 2006 och 2008.

Små företag inom tillverkning och tjänster i Sverige 2004-2008

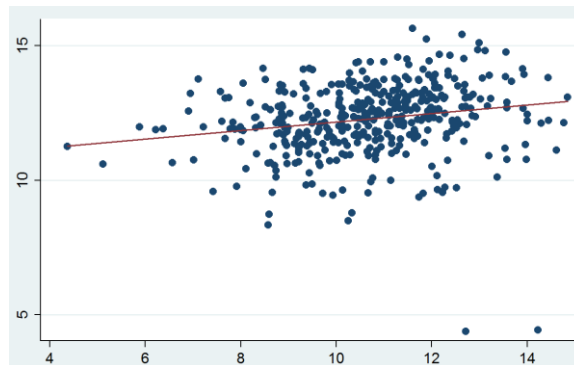


Fig 18a CIS 2004. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 413. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.16.

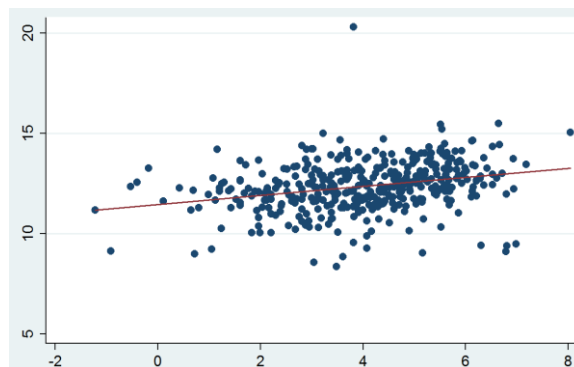


Fig 18b CIS 2006. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 405. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.22.

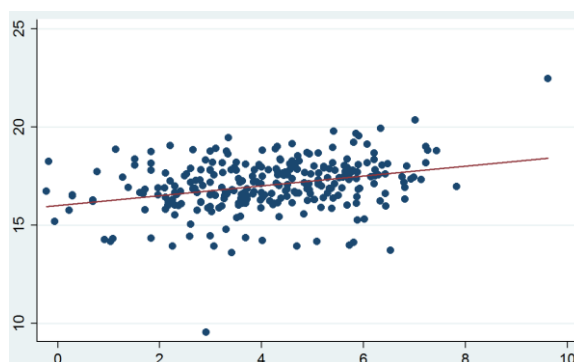


Fig 18c CIS 2008. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 568. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.25.

Anmärkning

Med små företag avses företag i storleksklassen 10-25 anställda.

Figuren visar ett tydligt samband mellan input och output i kunskapsproduktionsfunktionen för genomsnittsföretagen, spridningen är stor. Sambandet har successivt ökat under perioden.

Medelstora företag inom tillverkning och tjänster i Sverige 2004-2008

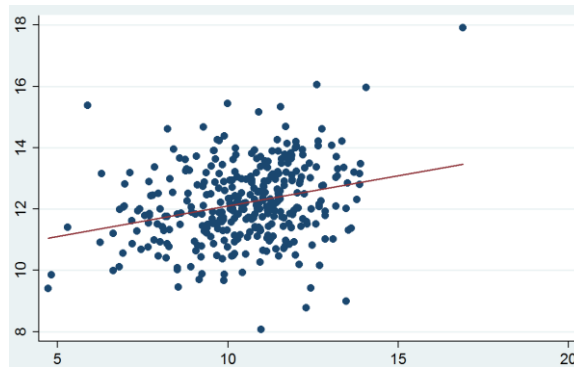


Fig 19a CIS 2004. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 344. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.20.

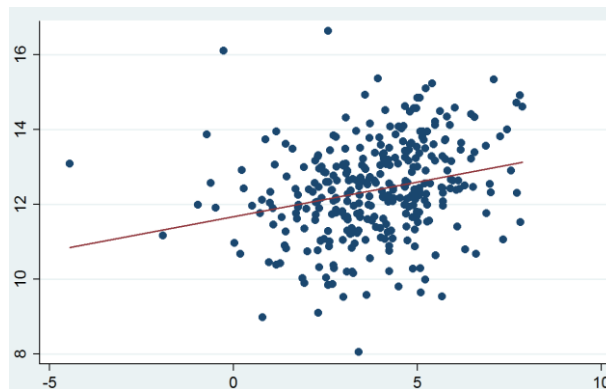


Fig 19b CIS 2006. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 326. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.19.

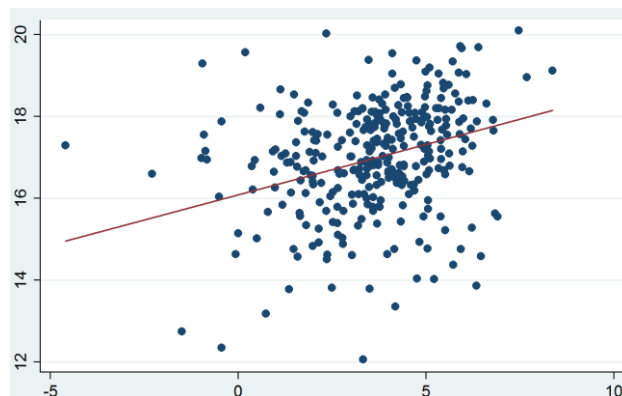


Fig 19c CIS 2008. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 421. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.18.

Anmärkning

Med medelstora företag avses företag i storleksklassen 26-100 anställda.

Figuren visar ett tydligt samband mellan input och output i kunskapsproduktionsfunktionen för

genomsnittsföretagen, spridningen är stor. Sambandet har varit konstant under perioden.

Stora företag inom tillverkning och tjänster i Sverige 2004-2008

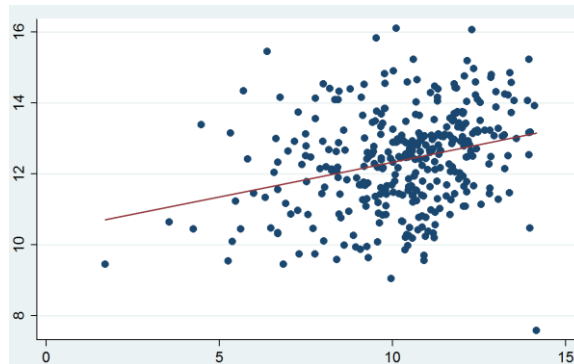


Fig 20a CIS 2004. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 354. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.20.

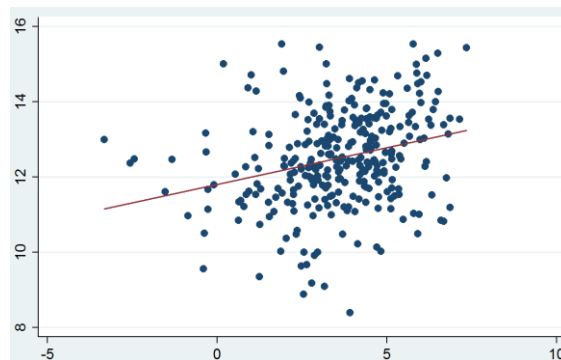


Fig 20b CIS 2006. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal företag 307. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.19.

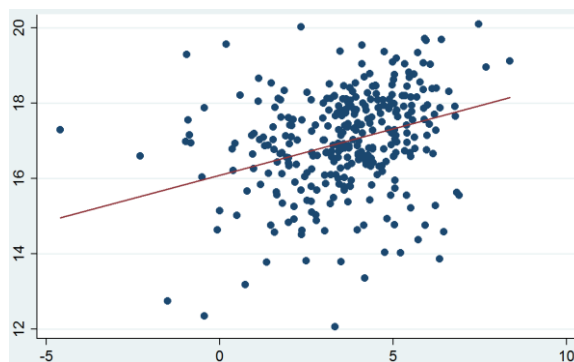


Fig 20c CIS 2008. Log innovationsinkomster (y-axel) och log innovationsutgifter (x-axel)
Antal 522. Lutningskoefficient (elasticitet) 0.25.

Anmärkning

Med stora företag avses företag i storleksklassen 101 anställda och fler.

Figuren visar ett tydligt samband mellan input och output i kunskapsproduktionsfunktionen för genomsnittsföretagen, spridningen är stor. Sambandet är högre under den sista perioden (2008) jämfört med de

två föregående.

Det mest slående med diagrammen i figurerna ovan är att kunskapsproduktionsfunktionen är användbar för alla typer av företag i ekonomin. De visar tydligt att det finns ett positivt samband mellan storleken på innovationsutgifterna under ett givet år och innovationsinkomsterna samma år från innovationer lanserade på marknaden under den innevarande treårsperioden. Det är givetvis något ologiskt att använda innovationsutgifter för ett givet år för att beräkna hur det hänger samman med innovationer lanserade under en tidigare period. Men antagandet här är att innovationsutgifterna är relativt konstanta i det kortare tidsperspektivet, något som finner stöd i litteraturen.

Produktionsfunktion, generell metod

Huvudintresset i innovationsstudier är vanligtvis inte relationen mellan innovationsutgifter och innovationsinkomster, utan hur innovationsverksamheten påverkar produktiviteten. Då vill man också justera specifika företagsegenskaper för exempelvis bransch och företagsstorlek. En vanlig metod för att göra sådana analyser är med hjälp av ekonometri.

Utgångspunkten för de flesta ekonometriska studier av hur innovationsverksamheten bidrar till produktivitet är en så kallad produktionsfunktion. Det är en matematisk ekvation som beskriver hur arbetsinsatser, fysiskt kapital (materiellt), kunskapskapital (immateriellt), extern kunskap och andra faktorinsatser kombineras för att förklara produktivetsnivå eller produktivitetstillväxt. Ofta används Cobb-Douglas produktionsfunktion som generellt kan beskrivas i följande form:

$$Y = A^\lambda L^\alpha K^\beta F^\kappa H^\gamma E^\varphi S^\delta e^\varepsilon \quad (2)$$

där

| | | | |
|-----|--|---------------|--------------------------------------|
| Y = | produktionsvärde | | |
| A = | teknisk utveckling | $\lambda =$ | tidseffekt |
| L = | arbetskraft | $\alpha =$ | output elasticitet med avseende på L |
| K = | kapitalstock (värdet av det fysiska kapitalet) | β | output elasticitet med avseende på K |
| F = | internt kunskapskapital (FoU, innovation) | κ | output elasticitet med avseende på F |
| H = | humankapital | γ | output elasticitet med avseende på H |
| X = | externt kunskapskapital (spillovers) | φ | output elasticitet med avseende på E |
| S = | branschtillhörighet | δ | branscheffekt |
| e = | residualterm | ε | felterm |

Vanligtvis uttrycks ekvation (2) i logaritmisk form, vilket konverterar den till en linjär modell som är attraktiv både när det gäller att skatta och tolka resultaten. En outputelasticitet är en skattning av den procentuella ökningen av produktionsvärdet som en följd av att en produktionsfaktor ökar med en procent. Om man betecknar tiden med t och det observerade företaget eller branschen med i , blir logformen av ekvation (2):

$$y_{it} = \eta_i + \lambda_t + \alpha l_{it} + \beta k_{it} + \kappa f_{it} + \gamma h_{it} + \varphi x_{it} + \delta s_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Notera att man med denna ekvation implicit har antagit att den tekniska utvecklingen (A) kan skrivas som summan av en individuell effekt för företaget eller branschen (η_i) och tidseffekten (λ_t). Genom att derivera ekvation (3) kan den konverteras till en tillväxtversion

$$\Delta y_{it} = \lambda_t + \alpha \Delta l_{it} + \beta \Delta k_{it} + \kappa \Delta f_{it} + \gamma \Delta h_{it} + \varphi \Delta x_{it} + \delta \Delta s_i + \Delta \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Eftersom den individuella effekten (η_i) är en konstant eller en så kallad fixe effekt försvinner den vid deriveringen. Det finns ett stort antal varianter av hur den generella modellen ovan specificeras, framför allt beroende på datatillgången. Vanligtvis brukar inte spillover-komponenten ingå i studier på företagsnivå, men oftast inte heller på industrinivå.

De exakta definitionerna av variablerna i produktionsfunktionen varierar beroende på studie. Till exempel studier på aggregerad nivå använder vanligtvis BNP eller industrins försäljningsvärde som mått på *produktion*, medan studier som använder mikro-data använder företagets försäljningsintäkter eller förädlingsvärde. *Arbetsinsatsen* mäts i form av antal arbetade timmar eller antalet arbetande personer. Det *fysiska kapitalet* är endera de totala tillgångarna av produktiva tillgångar (exempelvis maskiner och anläggningar) eller de årliga investeringarna i fysiskt kapital. Den interna kunskaps- eller innovationsvariabeln kan mätas i form av *FoU eller investeringar i innovationsverksamheten (CIS)*. När det gäller FoU varierar studierna mellan det ackumulerade FoU-värdet från årliga investeringar minus avskrivning, eller de årliga investeringarna. *Humankapitalet* mäts vanligen i form av universitetsutbildning. Det *externa kunskapsinflödet* fångas på olika sätt, exempelvis genom patentciteringar, närhet till kunskapsmiljöer, regional täthet av företag och människor och genom import.

Ekvation (2) kan beräknas med hjälp av tvärsnittsdata, tidsseriedata eller paneldata. Tvärsnittsstudier utnyttjar data för enskilda företag, bransch eller industri vid en given tidpunkt. Dessa studier visar exempelvis att företag som investerar mera i FoU har högre nivåer av output (eller produktivitet) än företag som investerar mindre. Tidsseriedata innehåller uppgifter om en rad år för en specifik bransch eller en ekonomi. Tidsseriestudier mäter effekten på produktionen av förändringar i variabler på den högra sidan av ekvationen, såsom FoU för en given observationsenhet. Oftast används tidsseriedata i form av panelskattningar där man utnyttjar information om såväl tvärsnittsdimensionen och tidsseriedimensionen samtidigt.

Den huvudsakliga fördelen med skattningsekvationer såsom (2)-(4) är deras enkelhet. Dessa ekvationer kräver mycket få antaganden om produktionsfunktionen, och de kräver relativt lite data och

ger resultat som har en enkel tolkning. Exempelvis mäter κ -koefficienten för innovationsvariabeln F elasticiteten av produktionen med avseende på innovationsinvesteringarna. Om κ lika 0.17 (vilket är genomsnittsvärdet av de internationella studier som anges in tabell 7), motsvarar 10 procents ökning av FoU eller andra innovationsutgifter en ökning av produktionsvärdet med 1.6 procent. Ett alternativ till att mäta betydelsen av innovationer för produktionsvärdet är att uppskatta företagets avkastning från innovationsinvesteringarna.

Mätfrågor

Den tidigaste forskningen för att undersöka effekterna av innovationsverksamhet på produktiviteten handlade om avkastningen på FoU-investeringar inom jordbruket samt inom delar av tillverkningsindustrin. Dessa sektorer lämpade sig väl för studier eftersom slutproduktionen (output) oftast var tydligt definierad och observerbar, samtidigt som tillgången på data på branschnivå var god eller relativt god. Allt eftersom mera data har blivit tillgänglig för allt fler sektorer har studierna i ökad utsträckning förflyttats från branschnivå till företagsnivå och arbetsplatsnivå.

Att mäta avkastningen på forskning och innovation är ingen trivial uppgift. En första fråga är om det finns relevanta data för att mäta innovationsverksamheten i form av ekonomiskt värdefull kunskap. Men till skillnad från fysiskt kapitalet existerar denna kunskap inte i någon konkret form även om den kan förkroppsligas i ritningar, tekniska manualer, rutiner och annat. Företagens ekonomiskt värdefulla kunskap för sin innovationsverksamhet är en samling kunskap som växer på otaliga sätt genom utbildning på arbetsplatsen, lärande organisationer, lärande genom upprepning och rutiner, imitation, forskning och utveckling och så vidare. En del av denna verksamhet finns observerad som innovationsutgifter, en del finns inte observerad alls.

I allmänhet antas det i innovationsstudierna att de utgifter som finns i FoU-statistiken eller i CIS och andra innovationsundersökningar kan ses som en acceptabel proxy eller indikator. Idealt skulle man vilja veta om en förändring av dessa utgifter hos ett enskilt företag också förändrar produktiviteten. Men eftersom de dokumenterade innovationsutgifterna tenderar att vara ganska konstanta mellan olika år, utgår man istället från den variation i utgifter som finns mellan en grupp företag under en och samma tidsperiod. Sedan jämför man om skillnaden i dessa utgifter systematiskt samvarierar med skillnaden i företagets produktivitet. Informationen i CIS-undersökningarna ger dessutom möjlighet att använda ett outputmått på innovationsverksamheten istället för inputmättet. Då undersöker man om skillnader i intäkter från nya innovationer samvarierar med skillnader i produktivitet.

Ekonometriska studier ger svar på frågor som: ”Bidrar innovation till produktivitet och tillväxt, och om så är fallet, hur starkt är sambandet?” De flesta empiriska studier bedömer den *privata avkastningen* av innovation. Studierna bygger antingen på tvärsnittsdata eller på tidsseriedata på olika

nivåer av aggregering, oftast på företags- eller branschnivå. En mindre del av dessa studier handlar om den *samhällsekonomiska avkastningen*, vilken består av den direkta avkastningen till den ursprungliga innovatören och den indirekta avkastningen i form av eventuella vinster som spillas över till andra företag. Olika studier tyder på att det är större sannolikhet att kunskap spillas över till ett innovativt företag än en ett icke-innovativt.

Det finns en betydande variation i både nationella och internationella studier av sambandet mellan innovation och produktivitet, även när man använder mer eller mindre identiska modeller. En orsak är skillnader i data som används för att specificera modellerna. En annan kan vara valet av produktivitetsmått.

Produktivitet kan i generell mening definieras som kvoten mellan ett output-index och ett input-index. Output mäts vanligen i form av omsättning, förädlingsvärde eller totalfaktorproduktivitet. Studier av Griliches och Mairesse (1984) tyder på att den skattade FoU-elasticiteten är i stor sett densamma om output mäts som försäljning eller förädlingsvärde. Löf och Heshmati (2006) finner samma sak för innovationsaktivitet uppmätt med den mindre strikta CIS-definitionen.

Förutom att bekräfta att skillnader i FoU-insats är en viktig förklaring till skillnader i produktivitet mellan företag, har forskningen också identifierat en stor mängd mätproblem. Nedan ges en kort resumé av några mera uppmärksammade problem.

1. FoU och innovationsutgifter består av kostnader för arbete, kapital och material. Om man inte justerar för dessa utgifter vid beräkning av övriga utgifter för arbete, material och kapital kommer innovationsutgifterna att dubbelräknas. Vissa studier hävdar att FoU-elasticiteten underskattas om man inte justerar för dubbelräkning av innovationsutgifterna (se Mairesse och Hall 1994, Hall och Mairesse 1995, Harhoff 1998). Andra studier menar dock att betydelsen av denna dubbelräkning är begränsad.
2. FoU kan mätas som ett årligt flöde eller som den sammanlagda mängden FoU från de årliga flödena, vanligen kallat FoU-stock. Ett korrekt mått av FoU-stocken kräver att man lyckas deflatera den ekonomiskt värdefulla kunskapen och gissa rätt takt på avskrivningen. Det är svårt av många skäl. Bland annat finns skillnader i hur kunskapen åldras mellan branscher och även inom branscher.
3. För att beräkna hur innovationsverksamheten bidrar till produktivitetstillväxten måste man kunna mäta ökningen i produktionen av ett företag, en industri, eller en sektor som ett resultat av ökad innovation. Men ett huvudresultat av innovationsverksamheten kan vara bättre

produkter för samma pris (på grund av konkurrensen), och då överförs innovationsresultatet till konsumentledet.

4. Praktiskt taget alla studier av sambandet mellan innovation och företagets produktion över en viss tidsperiod deflaterar företagets försäljning med ett branschomfattande prisindex. Även om denna metod oftast är det enda alternativet, är det sannolikt att den ger en missvisande beräkning av produktivitet och innovation för de företag som lyckas ovanligt bra, eftersom ett av målen med innovationsverksamheten är att kunna ta ut högre priser än konkurrenterna. Men delar av denna monopolvinst deflateras bort med ett branschindex.
5. Tjänstesektorn är speciellt svår att mäta i inflations- och kvalitetsjusterade termer. Inte minst IT har förändrat det sätt på vilket många tjänstebranscher fungerar. Banker, resebyråer fastighetsmäklare, konsulter, flygbolag och andra tjänsteföretag har alla kunnat öka sin effektivitet betydligt med hjälp av informationsteknologi. Men dessa förbättringar har inte fått fullt genomslag i produktiviteten.
6. Företagen producerar varor och tjänster med hjälp arbetskraft, kapital, och kunskap från den egna innovationsverksamheten. Men dessutom kan företag i många fall dra nytta av kunskapsutveckling i andra företag inom samma bransch eller i företag inom andra branscher eller länder, liksom från den akademiska forskningen. Det finns en rad olika faktorer som påverkar storleken på spillovers, och de flesta har sina egna mätproblem. Hit hör exempelvis betydelsen av geografisk närhet mellan FoU-investeraren och det kunskapsmottagande företaget, samt likheten mellan de båda företagens produktionsprocesser. Förmodligen har företagens möjligheter att i sin innovationsprocess dra nytta av kunskap som har sitt ursprung utanför företaget ökat i takt med internets utbredning. Men för att fånga upp detta krävs långa tidsserier med specifika krav på dataunderlaget.

Sammanfattning

Det finns en stor enighet om att FoU och innovation har en positiv inverkan på företagets produktivitet och samhällsekonomin tillväxt. Men innovationsstudierna har haft svårt att med någon mer exakt precision uppskatta den innovativa verksamhetens bidrag till produktionsresultatet. En förklaring är svårigheten att mäta den ekonomiskt värdefulla kunskapen som sådan. En annan är problemen att observera den myriad av olika processer som leder fram till denna kunskap. En tredje förklaring är svårigheten att mäta hur denna kunskap sedan kan transformeras till nya eller förbättrade varor och tjänster. Till mätsvårigheten hör också att processen från idé till kommersialiserad innovation påverkas av såväl företagets inre förhållanden som av en rad externa förhållanden, såsom kunder och leverantörer, konsulter och konkurrenter, universitet och andra formella och informella

institutioner. Dessutom är sambandet mellan idé och nya innovationer många gånger långt ifrån en linjär process. Istället kännetecknas innovationsverksamheten av både osäkerhet och slump och detta ökar sannolikt med hur radikala de nya idéerna är. Men trots alla mät- och metodproblem finns en tydlig, positiv relation mellan innovation och produktivitet. Det gäller för små företag och för stora företag, och det gäller för tillverkningsindustrin och för tjänstesektorn.

10. Övergripande sammanfattning av aktuella empiriska studier

FoU-avkastning

Tabell 7 är en sammanställning av nio olika tvärsnittsstudier. Dessa baseras på information om skillnader i FoU och produktivitet *mellan* företagen. Dessa studier använder variationer av ekvation (2) i kapitel 8. Tvärsnittsdelstudier kan också inkludera skillnader mellan företagen i tillväxttakt, det vill säga om företagets varierande FoU-investeringar avspeglar skillnader i produktivitetstillväxt. Generellt sett är sambandet svagare mellan nivån på innovationsutgifterna och produktivetsnivån, jämfört med sambandet mellan innovationsutgifternas nivå och produktivitetens *tillväxt*. Samma sak gäller om man använder paneldata (tvärsnitt och tidsserie).

Tabell 7: Sambandet mellan investeringar i FoU (nivå) och produktivitet (nivå). FoU-elasticitet och intern avkastning på den totala ackumulerade FoU-stocken. Olika undersökningar baserade på varianter av ekvation (2) och totalfaktorproduktivitet eller förädlingsvärde som resultatmått. Endast tillverkningsföretag.

| <i>Land</i> | <i>Skattad betydelse av FoU: FoU-elasticitet</i> | <i>Skattad betydelse av FoU; Egen FoU-avkastning</i> | <i>Observationer År och typ av Företag</i> | <i>Output mått</i> | <i>Författare och år</i> |
|---------------------------------|--|--|--|--------------------|------------------------------|
| Europa | 0.10 | 35 % | 2000-2005 532 företag | log TFP | Ortega-Argilés m.fl. 2009 |
| Tyskl. | 0.14 | 71 % | 1979-1989 443 företag | log TFP | Harhoff 1998 |
| USA | 0.05 | 35 % | 1966-1977 133 företag | log TFP | Griliches, Mairesse 1984 |
| USA | 0.10 | 23 % | 2004-2006 1513 företag | log TFP | Hall m. fl. 2009 |
| England | 0.14 | 49 % | 1989-2000 719 företag | log FV | Rogers 2009 |
| Frankr | 0.25 | 78 % | 1980-1987 197 företag | log FV | Hall, Mairesse 1995 |
| Frankr. | 0.20 | 90 % | 1974-1979 182 företag | log FV | Cunéo, Mairesse 1984 |
| Taiwan | 0.20 | 21 % | 1994-2000 136 företag | log FV | Wang, Tsai 2003 |
| USA | 0.13 | 63 % | 1967-1977 386 företag | log FV | Griliches 1986 |
| Genom- snitt TFP | 0.10 | 42 % | | | |
| Genom- snitt FV | 0.17 | 60 % | | | |

Anmärkning

I de fall studierna presenterar estimat inom ett intervall anges här genomsnitt. TFP är totalfaktorproduktivitet, FV är förädlingsvärde.

De studier som bygger på ekvation (3) och tidsseriedata finner sällan något signifikant samband mellan ökningstakten av innovationsutgifterna och produktivitetstillväxten. I en statistisk mening är detta resultat inte förvånande eftersom innovationsutgifter är mycket mer varierade när man jämför olika företag vid en speciell tidpunkt i förhållande till när man jämför ett och samma företag vid olika tidpunkter (Se Hall, Mairesse och Mohnen, 2010).

De fyra första exemplen på produktivetsstudier baseras på data för företag i Europa och USA. De visar en FoU-elasticitet med avseende på totalfaktorproduktiviteten, TFP, i storleksordningen 0.10. Det är i nivå med genomsnittet för det stora flertalet internationella studier. I de fem övriga studierna som rapporteras i tabellen är outputmättet förädlingsvärde och här är FoU-elasticiteten ungefär dubbelt så hög. Genomsnittet för de fem länderna ligger på 0.17 och detta stämmer också relativt väl överens med genomsnittet för en stor mängd internationella studier.

I tabellen redovisas också ett annat innovationsmått, nämligen egenavkastningen på FoU. Även om de båda måtten är relaterade, så är beräkningen av avkastningen till FoU är inte direkt jämförbar med elasticitetsskattningar. Avkastningen mäter förändringen i produktionen som resultat av en kronas ökning av FoU stocken, medan elasticiteten mäter den procentuella ökningen av produktionen som är resultatet av en marginell ökning av FoU-investeringarna. Avkastningen på FoU-investeringarna uppgår till omkring 40 procent med TFP som output och 60 procent när outputmättet är arbetsproduktivitet.

Tabell 8: Sambandet mellan olika mått på innovation (input eller output) och produktivitetstillväxt.

| <i>Land</i> | <i>Skattad betydelse av innovation</i> | <i>Observationer</i> | <i>Outputmått</i> | <i>Innovationsmått</i> | <i>År och författare</i> |
|---------------|--|----------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|
| England | 0.03 | 1976-1979 79 industrier | log output/kapital | Antal innovationer | Geroski 1989 |
| Frankrike | 0.02 | 1986-1990 5000TVF | TFP | IID | Duguet 2006 |
| Frankrike | 0.00 | 1986-1990 5000 TVF | TFP | ID | Duguet 2006 |
| Nederländerna | 0.01 | 1994-1998 1929 FOU | FV | ID | Van Leuven 2002 |
| Spanien | 0.02 | 1990-1998 2300 TVF | TFP | ID | Huergo, Jaumandreu 2004 |
| Tyskland | 0.04 | 2000-2003 522 FoU | FV | log IS | Peters, 2006 |
| Genomsnitt | 0.02 | | | | |

Anmärkning

TFP: Totalfaktorproduktivitet

FV: Förädlingsvärde, totalt eller per anställd

ID: Indikator för innovation eller inte

TVF: Tillverkningsföretag

SF: Serviceföretag

FoU: FoU-företag

Community Innovation Survey och CDM-modellen

En ofta återkommande invändning mot FoU-studier är att företagens formella FoU-utgifter bara återspeglar en mindre del av de verkliga FoU-insatserna. Dessutom finns det många som argumenterar för att en allt mindre del av innovationerna baseras på FoU i den pågående strukturella, samhällsliga omvandlingen mot tjänstesamhället. Ett tredje argument är att FoU är ett inputmått medan det ekonomiskt mest intressanta är det faktiska FoU-resultatet i form av nya innovationer. Den så kallade Oslo-manualen och dess applikation i form av Community Innovation Survey, CIS, kan ses som en reaktion på denna kritik.

I Oslo-manualen har just innovationerna en central roll. En innovation definieras i mycket vida termer och innefattar genomförandet av en ny eller väsentligt förbättrad produkt (vara eller tjänst) eller process, en ny marknadsföringsmetod eller en nyorganisatorisk metod, nya affärsmetoder, en ny arbetsplatsorganisation eller nya externa samarbetsformer. (Oslo-manualen, OECD2005, tredje upplagan). Användare av både denna manual och CIS-data ställs dock inför problemet att begreppet ”nytt” kan tolkas ganska fritt. Det gör att man kan förvänta sig en stor spridning i resultaten mellan olika användare.

Tabell 9: Sambandet mellan output från innovationsverksamheten (årlig försäljningsintäkt från nya innovationer).

Olika undersökningar baserade på data från Community Innovation Survey, eller likande och den så kallade CDM-modellen. Både tillverkningsföretag och tjänsteföretag.

| <i>Land</i> | <i>Skattad betydelse av innovation: Innovations-elasticitet</i> | <i>Observationer</i> | <i>Outputmått</i> | <i>Innovations-mått</i> | <i>År och författare</i> |
|-------------------|---|------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Brasilien | 0.22 | 1998-2001 9452 FG | log OMS | ID | Raffo, Lhuiller, Miotto 2008 |
| Chile | 0.18 | 1995-1998 438 TVF | log FV | IS | Benevente 2006 |
| Estland | 0.21 | 1998-200 1467 TVF | log FV | ID | Masso, Vater 2008 |
| Finland | 0.09 | 1994-1996 323 TVF | log FV | log IS | Lööf, Heshmati, Asplund, Nås 2001 |
| Frankrike | 0.07 | 1986-1990 5000 FoU | log FV | log IS | Crépon, Duguet, Mairese 1998 |
| Irland | 0.11 | 2004-2008 723 FG | log OMS | log IS | Siedschlag, Zhang, Cahill 2010 |
| Kina | 0.04 | 1995-1999 5500 FoU | log OMS | log IS | Jefferso m.fl. 2006 |
| Nederländerna | 0.13 | 1994-1996 1400 FoU | log FV | ID | Van Leeuwen, Klomp 2006 |
| Norge | 0.26 | 1994-1996 485 TVF | log FV | log IS | Lööf m.fl. 2001 |
| Schweiz | 0.10 | 1998-2001 3559 FG | log OMS | ID | Raffo, Lhuiller, Miotto 2008) |
| Spanien | 0.16 | 1998-2001 3559 FG | log OMS | ID | Raffo, Lhuiller, Miotto (2008) |
| Sverige | 0.12 | 1996-1998 01071 TFG | log FV | log IS | Lööf, Heshmati 2002 |
| Sverige | 0.09 | 2000-2002 718 SF | log FV | log IS | Lööf, Heshmati 2006 |
| Sverige | 0.29 | 1998-2000 474 KI | log FV | log IS | Janz, Lööf, Peters 2003 |
| Tyskland | 0.27 | 1998-2000 526 KI | log FV | log IS | Janz, Lööf, Peters 2003 |
| Genomsnitt | 0.16 | | | | |

Anmärkning

FV: Förädlingsvärde, totalt eller per anställd

OMS: Omsättning, total eller per anställd

ID: Indikator för innovation eller inte

IS: Försäljningsintäkter från nya produkter, totalt eller per anställd

TVF: Tillverkningsföretag

SF: Serviceföretag

FG: Företag (opreciserat)

KI: Kunskapsintensiva tillverkningsföretag

FOU: FoU-företag

Men som framgår av Tabell 9 är uppvisar olika internationella ekonometriska studier av innovation och produktivitet förvånansvärt homogena resultat. Samtliga resultat från 14 olika länder bygger på varianter av den så kallade CDM-modellen. I vissa fall anges företagets innovationsverksamhet enbart som en indikator med värdena 1 eller 0. I andra fall är innovationsmålet kvoten mellan försäljningsintäkter från produkter som är nya för hela marknaden eller nya för enbart företaget och företagets totala försäljning. Elasticitetstalen hamnar i allmänhet på ungefär samma nivå som FoU-elasticiteten. Genomsnittet för urvalet av studier i tabell 9 är 0.16 och det befinner sig inom intervallet för merparten av alla CIS-studier som bygger på CDM-modellen. De flesta FoU-studier rapporterar också liknande elasticitetstal.

I tabell 9 ingår endast en studie med tjänsteföretag. Det är en svensk studie baserad på CIS-liknande data för perioden 2000-2002, som antyder att sambandet mellan innovation och produktivitet är svagare inom tjänstesektorn. Men i senare studier, bland annat med svenska CIS-data, går det inte att se någon systematisk skillnad mellan tjänster och tillverkning. Däremot finns det en tendens till att kunskapsintensiv verksamhet har en högre elasticitet. I studier på svenska och tyska data ligger innovationselasticiteten på 0.3 för kunskapsintensiva tillverknings- och tjänsteproduktion.

Privat avkastning och samhällelig avkastning.

Det främsta motivet för offentligt innovationsstöd i olika former är att den privata avkastningen på FoU och annan innovationsverksamhet, är klart mindre än hela samhällets avkastning. Orsaken är att kunskap läcker ut från ett företag och kan absorberas av ett annat. Det har gjorts många försök att med olika metoder försöka skatta storleken på denna överspillning. Det beror framför allt på otillräckligt dataunderlag. Ett problem är att det krävs långa tidsserier eftersom spridningseffekten inte bara finns i rummet utan också i tiden. Det tar i allmänhet betydligt längre tid för ett företag att utnyttja den externa kunskap som läcker ut från andra företag än den kunskap man genererat internt.

På grund av stora mätproblem är det inte förvånande att de genomförda studierna rapporterar resultat inom ett mycket brett intervall. Tabell 10 visar resultat för studier som skattar både intern och extern FoU-avkastning. Den genomsnittliga interna avkastningen ligger på omkring 40 procent, vilket är i nivå med Tabell 7. Den externa (indirekta) avkastningen förefaller vara i samma storleksordning som den interna (direkta) eller rent av något högre. Det indikerar att man grovt underskattar samhällets betydelse av innovationsaktiviteter när analysen begränsas till enbart företagen.

Tabell 10: Studier på industrinivå som jämför direkt och indirekt avkastning av FoU-investeringar.

| <i>Land</i> | <i>Direkt avkastning till den egna branschen</i> | <i>Indirekt avkastning till andra branscher</i> | <i>Observation</i> | <i>Författare</i> |
|---------------|--|---|--------------------|--------------------------------|
| England | 16 % | 20 % | 1945-1983 | Sterlacchini 1989 |
| England | 57 % | 77 % | 1975-1990 | Griffith m.fl. 2004 |
| Japan | 26 % | 80 % | 1978-1983 | Gote, Suzuki 1989 |
| Kanada | 36 % | 62 % | 1963-1983 | Bernstein 1989 |
| Kanada | 56 % | 30 % | 1975-1979 | Mohnen, Lépine 1991 |
| USA | 20 % | 70 % | 1959-1978 | Griliches, Lichtenberg 1984 |
| USA | 22 % | 37 % | 1958-2007 | Wolff 2012 |
| Sprid. | 16-56% | 20-80% | | |

Sammanfattning

Studier av FoU och produktivitet i olika länder visar på ett robust positivt samband. Men FoU fångar bara en del av företagets innovationsverksamhet och detta innovationsmått passar generellt bättre för industriell verksamhet än för tjänsteverksamhet. Dessutom är FoU ett inputmått. Men omfattande internationella studier baserade på Community Innovation Survey och en betydligt bredare tolkning av innovativ verksamhet, redovisar i allmänhet liknande sambandsresultat som FoU-studierna. De försök som gjorts att beräkna den externa avkastningen på individuella företags interna innovationsverksamhet tyder på att man underskattar samhällets betydelse av innovationsaktiviteter när analysen begränsas till enbart företagen.

11. Tillämpning av SCB:s mikrodata

I detta kapitel diskuteras några tillämpningar av SCB:s mikrodata. Utgångspunkten för dessa tillämpningar är individuella företag och deras egenskaper redovisade i företagsstatistiken. Sedan matchas olika datakällor ihop med denna företagsstatistik.

Betydelsen av egen och andras kunskapsutveckling

Tabell 11 visar huvudresultatet från en studie (Johansson, Löf, Nabavi-Larijani, 2012) där frågeställningen är hur mycket av skillnaden i företagets produktivitetsnivå som kan förklaras av intern kunskap och hur mycket som beror på kunskap i den omgivande miljön. Följande datakällor har kombinerats ihop med företagsstatistiken: utbildningsstatistik för de anställda, Community Innovation Survey-data, patentdata samt data för genomsnittligt tidsavstånd mellan alla olika kommuner i Sverige. Två av dessa datakällor, patentstatistiken och tidsavstånden, har användarna själva skapat och adderat till SCB:s data via det så kallade mOnasystemet.

En central del i studien är betydelsen av långvarigt engagemang i innovationsverksamhet. Det är väl dokumenterat i den litteratur som fokuserar på teknisk utveckling och innovation att den resulterande kunskapen har kumulativa egenskaper; dagens resultat bygger på gårdagens ansträngningar. Erfarenheter från ett innovationsprojekt skapar ett lärande hos individer och organisationer som spiller över till nästa projekt och som därför tenderar att minska kostnaderna och öka effektiviteten för nya innovationer (Nelson och Winter 1982, Attewell 1992, Cohen och Levinthal 1990, Åstebro 2002, Teece 2010). Tyvärr saknas årligt återkommande innovationsstatistik i Mona för att kunna dokumentera företagets regelbundna engagemang. CIS-statistiken ger en viss möjlighet att lösa detta problem genom överlappande undersökningar bakåt i tiden²⁴ för företag med minst tio anställda. Ett annat alternativ är patentdata, och här finns ingen nedre gräns för företagsstorleken.

Men företagen drar inte bara nytta av sin sina egna innovationsaktiviteter. Det föregående kapitlet visade att omkring hälften av innovationernas totala ekonomiska värde spiller över till andra företag. Storleken på denna överspillning beror bland annat på teknologisk och geografisk närhet. Johansson, Löf och Nabavi-Larijani fokuserar på den senare aspekten och antar med stöd av litteraturen att sannolikheten för effektiv kunskapsöverspillning ökar med koncentrationen av företag och människor inom ett geografiskt område.

I den aktuella studien skapas nio olika indikatorer för kombinationen av innovationsstrategi och lokalisering i två olika dataset. I det första baseras innovationsstrategin på patentansökningar och i den

²⁴ Från år 2008 är CIS obligatorisk för företag med minst tio anställda inom relevanta branschområden

andra används CIS-information. För bägge panelerna används företagsstatistik som storlek, utbildningsintensitet, kapitalintensitet, ägarformer och branschtillhörighet som kontrollvariabler.

Tabell 11 visar att företag som bedriver uthållig innovationsverksamhet har en högre produktivitetsnivå än andra företag. Denna effekt ökar om företagen finns i en befolknings- och företagstät region. Tabellen visar också att icke-innovativa företag inte har någon produktivetsfördel av att befinna sig i en tät region.

Tabell 11: Företag med skilda innovationsstrategier och med olika geografiska lokaliseringar. Två olika paneler med data för perioden 1997-2008. Panel baserad på patentintensitet och panel baserad på företag som ingår i minst två CIS-undersökningar av tre möjliga under perioden 2004-2008.

Skattad betydelse av innovationsaktivitet och lokalisering på företagets produktivitetsnivå.

| <i>Innovations-intensitet</i> | <i>Koncentration av företag och befolkning</i> | <i>Skattad betydelse av innovation</i> | |
|-------------------------------|--|---|---|
| | | Panel 1: Företag med patent som indikator | Panel 2: Företag med CIS-data som indikator |
| Persistent | Hög | 0.17** | 0.35** |
| Persistent | Medel | 0.16** | 0.26** |
| Persistent | Låg | 0.11* | 0.19* |
| Tillfällig | Hög | 0.09* | 0.14** |
| Tillfällig | Medel | 0.04 | 0.09* |
| Tillfällig | Låg | 0.04 | 0.03 |
| Ingen | Hög | 0.02 | 0.05 |
| Ingen | Medel | 0.00 | 0.00 |
| Ingen | Låg | Referens | Referens |
| Antal unika företag | | 6 202 | 2 400 |

Anmärkning

* signifikant på 10 % -nivå. ** signifikant på 5 % -nivå

Källa: Johansson, Löf och Nabavi-Larijani 2012.

Kunskapsöverspillning mellan moderföretag och avknoppade företag

Vid sidan av teknologisk och geografisk närhet har forskningen alltmer börjat uppmärksamma kunskapsspridning mellan moderföretag och avknoppade företag, så kallade spin-offs. Löf, Navabi-Larijani och Bazzasian (2012) använder två olika datakällor i SCB-statistiken för att med hjälp av en tredje datakälla, patentstatistik, undersöka om avknoppningar från innovativa företag är mer produktiva än andra avknoppade företag. De två olika datakällorna är företagsstatistik och individstatistik från Företagens arbetsmarknadsdemografi (FAD).

Man skiljer mellan uthålligt och tillfälligt innovativa moderföretag. Studien innehåller två olika paneler. Den ena observerar moderföretagets innovationsaktiviteter under en fyraårsperiod, medan den andra observerar dem under en tolvårsperiod. Med nya företag avknoppade från icke innovativa företag som jämförelsegrupp, visar resultaten att företag som har sin grund i uthålligt innovativa företag har en signifikant och substantiellt högre produktivitet. Däremot går det inte att spåra någon skillnad i produktivitet bland mellan nya företag från icke innovativa och tillfälligt innovativa moderföretag. Se tabell 12.

Tabell 12: Spin-offs från innovativa moderföretag. Innovationsmått hos moderföretaget är patent beskrivet i form av en innovationsindikator.

Skattad betydelse av moderföretagets innovationsaktivitet på det avkoppade företags produktivitetsnivå

| <i>Innovationsintensitet hos moderföretaget</i> | <i>Period som moderföretagets innovationsaktivitet är observerad</i> | |
|---|--|----------|
| | 4 år | 12 år |
| | Skattad betydelse av innovation | |
| Persistent | 0.25*** | 0.55*** |
| Tillfällig | 0.10 | 0.08 |
| Ingen | Referens | Referens |
| Antal unika företag | 2 744 | 2 744 |

Anmärkning

* signifikant på 10 % -nivå. ** signifikant på 5 % -nivå. ***signifikant på 1 % -nivå.

Källa: Löf och Nabavi-Larijani, Bazzaziani 2012.

Innovativa och icke-innovativa exportföretag

Det tredje exemplet på innovationsstudier med hjälp av mikrodata från SCB avser endast företag som exporterat under minst ett år inom en sjuårsperiod. Löf and Nabavi-Larijani (2012) använder fyra olika innovationsmått för de exporterande företagen: (i) patentansökningar, (ii) introduktion av minst en ny produkt på exportmarknaden, där informationen om den nya produkten bygger på klassificering i exportstatistiken, (iii) företag som exporterar regelbundet under alla observerade år, (iv) företag som både ansöker om patent, lanserar en eller flera nya produkter och som exporterar regelbundet. Dessutom skiljer studien på företag lokaliserade i olika regioner beroende på koncentration av företag och människor.

Tabell 13 visar på studiens resultat, när jämförelsegruppen är exporterande företag i regioner med låg befolknings- och företagkoncentration som inte kan klassificeras som innovativa. Med produktivitetstillväxt som outputmått (både TFP och förädlingsvärde) visar studien på två huvudresultat. Det första är att innovativa exportföretag har en signifikant snabbare tillväxt av

produktiviteten än andra exportföretag. Det andra är att de innovativa exportföretagen förefaller få en extra tillväxtkraft av att vara lokaliserade till befolknings- och företagstäta miljöer.

Tabell 13: Svenska tillverkningsföretag som exporterat under minst ett år under perioden 1997-2008, och som existerat under minst sju år under perioden 1997-2008. Antal unika företag är 9,607.

Skattad betydelse av det exporterande företagens innovation på dess produktivitetstillväxt

| Skattad betydelse av innovation | Befolkningskoncentration | Outputmått | Innovationsmått |
|---|--------------------------|------------|--|
| <i>Innovation observerat som patentansökan</i> | | | Företag med minst en patentansökning under en 12-årsperiod |
| 0.107*** | Hög | log TFP | |
| 0.064*** | Medelstor | log TFP | |
| 0.043*** | Låg | log TFP | |
| 0.070*** | Hög | log FV | |
| 0.051*** | Medelstor | log FV | |
| 0.041*** | Låg | log FV | |
| <i>Innovation observerat som ny exportprodukt</i> | | | Företag med minst en ny exportprodukt under den observerade perioden |
| 0.039*** | Hög | log TFP | |
| 0.025*** | Medelstor | log TFP | |
| 0.022*** | Låg | log TFP | |
| 0.031*** | Hög | log FV | |
| 0.028*** | Medelstor | log FV | |
| 0.026*** | Låg | log FV | |
| <i>Innovation observerat som regelbunden exportör</i> | | | Företag som exporterar alla år |
| 0.058*** | Hög | log TFP | |
| 0.038*** | Medelstor | log TFP | |
| 0.040*** | Låg | log TFP | |
| 0.024*** | Hög | log FV | |
| 0.024*** | Medelstor | log FV | |
| 0.027*** | Låg | log FV | |
| <i>Innovation observerat som patentansökan, ny exportprodukt och regelbunden exportör</i> | | | Företag med minst en patentansökan, som introducerat minst en ny produkt på exportmarknaden och som exporterar alla år |
| 0.111*** | Hög | log TFP | |
| 0.087*** | Medelstor | log TFP | |
| 0.065*** | Låg | log TFP | |
| 0.080*** | Hög | log FV | |
| 0.077*** | Medelstor | log FV | |
| 0.064*** | Låg | log FV | |

Anmärkning:

* signifikant på 10 % -nivå. ** signifikant på 5 % -nivå. ***signifikant på 1 % -nivå.

Jämförelsegruppen är exporterande företag i region med låg befolknings- och företagskoncentration som inte

- (a) ansökt om något patent under den observerade perioden,
- (b) förnyat sina produkter under den observerade perioden,
- (c) förnyat sina produkter eller gjort någon patentansökan under perioden,
- (d) gjort någon patentansökan, och som inte förnyat sin produktion och som inte exporterat under alla observerade år.

Källa: Lööf och Nabavi-Larijani, pågående arbete.

Sammanfattning

Statistiska Centralbyråns mikrodata är en rik datakälla för att bedriva innovationsstudier i Sverige. Det så kallade Monasystemet ger också möjlighet att lägga till externa data såsom patentstatistik och information om restider mellan olika kommuner som ett tillgänglighetsmått. I tre olika exempel i detta kapitel visades att indikatorer för innovationsbenägenhet och lokalisering kan ge viktig information om orsaker till skillnader i produktivitet och tillväxt mellan företag.

12. Vilka slutsatser kan man dra om innovationer i Sverige med nuvarande statistik?

Bättre indikatorer för innovation

Regeringen har gett SCB i uppdrag att utifrån aktuell forskning skapa bättre indikatorer för innovation. Syftet är att öka kunskapen om sambandet mellan innovationsaktiviteter, produktivitet och ekonomisk tillväxt. Men det är inget enkelt uppdrag. Innovationsforskningen har sysslat med detta problem sedan åtminstone 1950-talet. Stora framsteg har gjorts, men mycket har fortfarande karaktären av ”black box”. En av dagens ledande innovationsforskare, Bronwyn H Hall (2011), har föreslagit den radikala metoden att man startar i slutänden på den förmodade orsakskedjan och använder produktivitetstillväxten som indikator på innovation.

I stort sett alla mått på innovation är indikatorer och med varierande osäkerhetsgrad. Till osäkerheten hör att innovation inte är någon självklar avgränsad del av ekonomin, eller av företagets verksamhet. Såväl inom det enskilda företaget som inom näringslivet och den offentliga sektorn förekommer omfattande och komplexa kanaler och nätverk, som på ett eller annat sätt påverkar företagets beslut att investera i innovationsverksamhet liksom deras resultat.

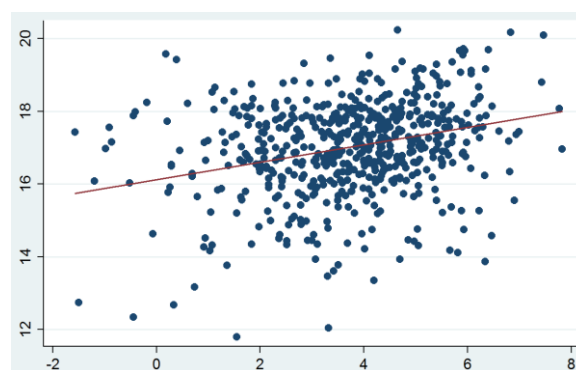
Visserligen har OECD via Community Innovation Survey (CIS) lanserat en brett accepterad definition av innovation för användning i enkätundersökningar med fokus på både interna och externa resurser. CIS-definitionen utgår från ett nära släktskap mellan en nyhet och en innovation. Men denna definition är långt ifrån problemfri vid praktisk tillämpning i form av statistiska analyser. Ett skäl är att begreppet ”nytt” lämnar stor utrymme för respondenternas subjektiva tolkningar, som kan skilja sig mellan branscher, över nationer och över tid. Ett annat är att resultatet av den innovativa verksamheten ska mätas i form av företagets försäljningsintäkter från nya produkter. Men detta mått riskerar att reducera betydelsen av andra innovationer inom organisation, marknadsföring och dylikt. Ett tredje skäl till analytiska svårigheter är att CIS mäter effekten av innovationer tre år tillbaka i tiden som resultat av dagens investeringar i innovativ verksamhet.

Man kan dela upp indikatorer i två huvudkategorier. Den ena använder en indikator som proxy för något där det statistiska underlaget är bristfälligt. Eftersom innovation generellt är ett icke precist begrepp med kopplingar till ”faktisk eller potentiellt ekonomiskt värdefull kunskap”, kommer de flesta mått på innovation per definition att vara en sådan proxy. Hit hör både investeringar i innovationsverksamhet och olika resultat från dessa investeringar. Det går inte att skapa några perfekta indikatorer över egenskaper som är svåra att dokumentera.

En annan typ av indikator används för att generalisera information från en rad olika observationer. I kapitel 11 såg vi att endast ett fåtal övergripande indikatorer för innovation och lokalisering kunde kombineras på ett sätt som förklarar stora skillnader i produktivitet och tillväxt mellan företag.

Ett bra statistiskt underlag med observerbara egenskaper hos individer, företag samt företagets teknologiska och geografiska närhet till extern kunskap är viktigt för att skapa bra indikatorer. Men det finns också behov av att bättre kunna beskriva lokala, regionala, nationella och internationella länkar för kunskap och ekonomiskt utbyte. Ju bättre detta statistiska underlag är, desto mera precist kan man beräkna grundläggande statistiska mått som *medelvärde* och *spridning* runt medelvärdet för en hel population eller ett eller representativt urval av populationen.

Figuren nedan illustrerar hur dessa två mått kan användas för att med *minsta kvadratmetoden* för att beräkna samband och fastställa deras statistiska pålitlighet. Figuren är hämtad från kapitel 9 och beskriver innovationsproduktivitet för 914 svenska tillverkningsföretag år 2008. Längs den vågräta axeln visas innovationsutgifter per anställd, medan innovationsinkomster per anställd visas längs den lodräta axeln. Informationen kommer från CIS 2008 och anges här i logaritmiska termer. Den skattade regressionslinjen tyder på att innovationsinkomsterna är positivt korrelerade med innovationsutgifterna för genomsnittsföretaget. Men figuren säger också att det finns en stor spridning kring medelvärdet. Företagen längst upp till vänster i figuren har en hög avkastning på sina innovationsinvesteringar, medan det motsatta gäller för företagen längst ner till höger. De intressanta frågorna är om det finns systematiska förklaringar till de stora skillnaderna, om olikheterna är tillfälliga eller tenderar att bestå över tiden samt om måtten är relevanta för innovationsverksamhetens kostnader och intäkter.



Resultat med befintlig svensk statistik

På många områden har Sverige en internationellt sett god statistik för att bedriva innovationsstudier. Det beror främst på systemet med unik identifikation av företag och individer och möjligheten att koppla ihop olika datakällor. Därmed kan man exempelvis utnyttja ägarskapsdata, data om

lokalisering ända ner på detaljeringsnivå, företagsstatistik, utbildningsstatistik, handelsstatistik och till en viss grad FoU- och patentstatistik för att komplettera den information som kommer från Community Innovation Survey. Dessutom möjliggör SCB:s mikrodata med unika identifikationsnummer att man kan följa företagen över tiden.

Vad kan då sägas om innovationer i Sverige med nuvarande statistik? En slutsats är att företag som bedriver uthållig innovationsverksamhet år från år är en särskiljande grupp. Oavsett var de är belägna geografiskt, och oavsett branschtillhörighet, så har de en större närvaro på internationella marknader, produktiviteten är högre och tillväxten snabbare. Dessutom har avknoppningar från dessa företag en högre kvalitet mätt i termer av produktivitet än alla andra nya företag. De uthålligt innovativa företagen får dessutom en extra avkastning om de är lokaliserade till regioner med en hög täthet i form av företag och människor. Det finns ett antal faktorer som samvarierar positivt med innovation och produktivitet. Hit hör både immateriellt kapital i form av personalens utbildningsnivå och omfattningen av fysiskt kapital i form av IT-utrustning, maskiner och anläggningar. Detta gäller för både tillverknings- och tjänsteföretag.

Varken CIS-datan eller SCB:s registerdata kan ge någon egentlig vägledning om det svenska innovationsklimatet jämfört med andra länder. En sådan jämförelse skulle bland annat kräva att man använde mer eller mindre samma slags data i en och samma datamatrix med specifika dummyvariabler för de olika länderna. Däremot kan man använda olika internationella datakällor från OECD, FN, Världsbanken, ILO, WTO, European Patent Office, World Development Forum med flera för att göra länderjämförelser. I denna rapport redovisas en sådan studie baserad på främst OECD-data. Den antyder att det svenska innovationssystemet håller en hög internationell kvalitet. Sannolikheten att en investerad FoU-krona ska leda till ett beviljat internationellt patent är större i Sverige än i de flesta jämförda länder inom Europa.

Några av de uppenbara svagheterna i den svenska innovationsstatistiken gäller möjligheten att studera företagens utgifter för innovationsinvesteringar över tiden. Sverige tillhör ett av de OECD-länder som saknar mikrodata över årliga innovationsinvesteringar. För de allra minsta företagen vet vi nästan ingenting om innovationsverksamheten. På grund av oklarheter om var innovationerna faktiskt äger rum rent geografiskt bland koncernföretag, är regionala analyser klart mindre tillförlitliga än de nationella.

Dessutom finns det bara begränsade möjligheter att med dagens statistik beräkna värdet av kunskapsöverspilling mellan företag. Internationella studier antyder att detta värde kan vara betydande. Den indirekta avkastningen, som kommer hela samhället till del från ett enskilt företags

egna innovationsinvesteringar förefaller vara minst lika stor företagens egen avkastning. Det innebär enorma belopp som vi i princip inte har någon som helst detaljerad kunskap om.²⁵

²⁵ Vi har också begränsad kunskap om kunskapsspridningens dubbla karaktär, det vill säga den positiva effekten från spillover och den negativa effekten av som beskrivs i termer av idéstöld ("business stealing effects").

Referenser

- Acemoglu, D. (2002), 'Technical Change, Inequality, and the Labor Market', *Journal of Economic Literature*, 40(1): 7-72.
- Acs, Z. J., Audretsch, D. B. (1990), *Innovation and Small Firms*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Acs, Z. J., Audretsch, D. B. Feldman, M. P. (1992). 'Real Effects of Academic Research: Comment', *American Economic Review*, 82(1): 363-67.
- Aitken, B. J., Harrison, A. E. (1999), 'Do Domestic Firms Benefit from Foreign Direct Investment? Evidence from Venezuela', *American Economic Review* (June 1999): 605-618.
- Anderson, Å. E., Beckmann, M. J. (2009), *Economics of Knowledge: Theory, Models and Measurements*, Edward Elgar: Cheltenham
- Archibugi, D., Howells, J., Michie, J. (1998), 'Innovation systems in a global economy', CRIC Discussion Paper Nr.18.
- Attewell, P. (1992), 'Technology Diffusion and Organizational Learning: The Case of Business Computing', *Organizational Science* 3 (February): 1-19.
- Audretsch, D. (2003), 'Innovation and Spatial Externalities', *International Regional Science Review* 26: 67-174
- AlAzzawi, S. (2004), 'Foreign Direct Investment and Knowledge Flows: Evidence from Patent Citations', University of California, Davis, January 2004.
- Baltagi, B. H., Griffin, J. M. (1988), 'A General Index of Technical Change', *Journal of Political Economy*, 96(1): 20-41.
- Balzat, M (2002), 'The theoretical basis and the empirical treatment of National Innovation Systems', Beitrag: Nr. 232.
- Benavente, H. J. M. (2006), 'The role of research and innovation in promoting productivity in Chile', *Economics of Innovation and New Technology*, 15: 301-315.
- Bernstein, J. I. (1989), 'The Structure of Canadian Inter-industry R&D Spillovers, and the Rates of Return to R&D', *Journal of Industrial Economics*, XXXVII (3): 315-328.
- Bingley, P, Eriksson, T. (2001), 'Pay Spread and Skewness, Employee Effort and Firm Productivity', Working Paper: 01-2, Department of Economics, Aarhus, Denmark.
- Bloom, N., Van Reenen, John. (2007), 'Measuring and Explaining Management Practices Across Firms and Countries', *The Quarterly Journal of Economics*, 122(4): 1351-1408.

- Bloom, N., Van Reenen, J. (2007), 'Measuring and Explaining Management Practices Across Firms and Countries', *The Quarterly Journal of Economics*, 122(4): 351-1408.
- Borensztein, E., De Gregorio, J., Lee, J.W. (1998), 'How Does Foreign Direct Investment Affect Economic Growth?', *Journal of International Economics* (June 1998):115-135.
- Bresnahan, T, Trajtenberg, M. (1995), 'General purpose technologies "Engines of growth"?'', *Journal of Econometrics*, 65(1): 83-108.
- Broström, A., Lööf, H. (2008), 'How Does University Interaction Contribute to Successful R&D Management? An Examination of the Swedish Setting', *The IUP Journal of Managerial Economics*, IUP Publications, (4): 7-24.
- Card, D., Lemieux, T. (2001), 'Can Falling Supply Explain the Rising Return to College for Younger Men?', *Quarterly Journal of Economics*, 116(2): 705–46.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmen, M., Rickne, A. (2002), 'Innovation systems: Analytical and methodological issues', *Research Policy*, 31(2): 233-245.
- Caselli, F. (1999), 'Technological Revolutions', *American Economic Review*, 89(1), 78–102.
- Caballero, R., Jaffe, A. (1993), 'How High are the Giant's Shoulders: An Empirical Assessment of Knowledge Spillovers and Creative Destruction in a Model of Economic Growth', *NBER Macroeconomics Annual*: 15-73.
- Crepon, B., Duguet, E., Mairesse, J. (1998), 'Research, Innovation And Productivity: An Econometric Analysis At The Firm Level', *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2): 115-158.
- Ciccone, A., Hall, R.E. (1996), 'Productivity and the Density of Economic Activity', *NBER Working Papers* 4313.
- CBO. (2005), 'R&D and productivity growth', Congressional Budget Office. Background Paper.
- Coe, D.T., Helpam, E. (1995), 'International R&D Spillovers', *European Economic Review*, 39: 859-887.
- Cohen, W., Levinthal, D. (1990), 'Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation', *Administrative Science Quarterly*, 35(1): 128-158.
- Corrado, C., Hulten, C., Sichel, D. (2003), 'Measuring Capital and Technology: An Expanded Framework', presented at Conference on Research and Wealth, Washington, D.C.
- Cunéo, P., Mairesse, J. (1984), 'Productivity and R&D at the firm level in French manufacturing', in Z. Griliches (ed.), *R&D, Patents and Productivity*. Chicago, IL: University of Chicago Press: 375-392.
- David, P (1990), 'The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Productivity Paradox', *Levine's Working Paper Archive* 115, David K. Levine.

- Danguy, J., De Rassenfosse, G., Van Pottelsberghe de la Potterie, B. (201), 'The R&D-patent relationship: An industry perspective', 2010; ECORE Discussion Paper.
- Donghyun, O, Heshmati, A, Lööf, H. (2012), 'Technical change and total factor productivity growth for Swedish manufacturing and service industries', *Applied Economics*, 44(18): 2373-2391.
- Duguet, E. (2006), 'Innovation Height, Spillovers and TFP Growth At the Firm Level: Evidence From French Manufacturing', *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4-5): 415-442.
- Dunne, T., Foster, L., Haltiwanger, J., Troske, K. T. (2004). 'Wage and Productivity Dispersion in United States Manufacturing: The Role of Computer Investment', *Journal of Labor Economics*, vol. 22(2): 397-430.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. (1988), 'Technical change and economic theory', London & New York: Pinter Publishers
- Dosi, G., Nelson, R.R. (2010), 'Technical Change and Industrial Dynamics as Evolutionary Processes', in B. Hall and N. Rosenberg (eds.), *The Economics of Innovation*, Elsevier.
- Duranton, G., Puga, D. (2005), 'From sectoral to functional urban specialisation', *Journal of Urban Economics*, 57(2): 343-370
- Edquist, C. (1997), 'Systems of innovation: Technologies. Institutions and Organizations', London, Pinter Publishers/Cassell Academic.
- Edvinsson, R. (2011), 'New estimates of Swedish GDP by activity 1665-2010', Stockholm Papers in Economic History No. 12.
- Fu, X., Yang, Q.G. (2009), 'Exploring the cross-country gap in patenting: A stochastic frontier approach', *Research Policy*, 38(7):1203-1213.
- Fujita, M., Thisse, J.F. (2002), 'Economics of Agglomeration. Cities, Industrial Location and Regional Growth. Cambridge', Cambridge University Press.
- Furman, J., Porter, M., Stern, S. (2002), 'The determinants of national innovative capacity', *Research Policy*, 31(6): 899-933.
- Gans, J., Stern, S. (2003), 'Assessing Australia's innovative capacity in the 21st Century', IPRIA Report 2003,
<http://www.mbs.edu/home/jgans/papers/Innovation%20Index%20Australia.pdf>
- Gans, J., Hayes, R. (2004), '*Assessing Australia's Innovative Capacity: 2004*', Updated 2005, 2006, 2007, IPRIA.
- Glaeser, E.L., Mare, D.C. (2001), 'Cities and skills', *Journal of Labor Economics*, 19 (2): 316-342.
- Glaeser, E. L., Rosenthal, S.S., Strange, W.C. (2010), 'Urban Economics and Entrepreneurship', NBER Chapters, in: Cities and Entrepreneurship National Bureau of Economic Research, Inc.

- Glaeser, E. L., Gottlieb, J. D. (2009), 'The Wealth of Cities: Agglomeration Economies and Spatial Equilibrium in the United States', NBER Working Paper 14806.
- Geroski, P. A. (1989), 'Entry, Innovation and Productivity Growth', *Review of Economics and Statistics*, 71(4): 572-578.
- Goldin, C., Katz, L. F. (1995), 'The Decline of Non-Competing Groups: Changes in the Premium to Education, 1890 to 1940', NBER working paper 5202.
- Gorg, H., Strobl, Eric. (2001), 'Multinational Companies and Productivity Spillovers: A Meta-Analysis', *Economic Journal* (November 2001): 723-739.
- Goto, A., Suzuki, K. (1989), 'R&D capital, rate of return on R&D investment and spillover of R&D in Japanese manufacturing industries', *Review of Economics and Statistics*, 71(4): 555-564.
- Greenwood, J., Yorukoglu, M. (1997), '1974', *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Elsevier, vol. 46(1): 49-95.
- Griffith, R., S. Redding, and J. Van Reenen (2004), 'Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Manufacturing Industries', *Review of Economics and Statistics* 86(4): 883-895.
- Griliches, Z. (1969), 'Capital-Skill Complementarity', *Review of Economics and Statistics*, 51: 465-68.
- Griliches, Z. (1979), 'Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth', *Bell Journal of Economics*: 92-116.
- Griliches, Z., Mairesse, J. (1984), 'Productivity and R&D at the Firm Level', in Z. Griliches (ed.), *R&D, Patents, and Productivity*. Chicago, IL: Chicago University Press: 339-374.
- Griliches, Z., Lichtenberg, F. R. (1984), 'R&D and Productivity Growth At the Industry Level: Is There Still a Relationship?', in *R&D, Patents, and Productivity*, Ed. By Z. Griliches. Chicago, Ill.: Chicago University Press: 465-501.
- Griliches, Z. (1986), 'Productivity, R&D, and Basic Research At the Firm Level in the 1970s', *American Economic Review*, 76:141-154.
- Griliches, Z. (1990), 'Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey', *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVIII: 1661-1707.
- Griliches, Z., Mairesse, J. (1995), 'Production Functions: The Search for Identification', Harvard Institute of Economic Research Working Papers 1719, Harvard - Institute of Economic Research.
- Griliches, Z., Mairesse, J. (1997), 'Production function: The search for identification', in: Ström, S. (Ed.), *Econometrics and Economic Theory in the Twentieth Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Greenstone, M., Hornbeck, R., Moretti, E. (2010), 'Identifying Agglomeration Spillovers: Evidence from Winners and Losers of Large Plant Openings', *Journal of Political Economy*, 118(3): 536-598.
- Hall, B. H., Mairesse, J. (1995), 'Exploring the Relationship Between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms', *Journal of Econometrics*, 65: 263-293.
- Hall, B. H., Jaffe, A. B., Trajtenberg, M. (2005), 'Market Value and Patent Citations', *Rand Journal of Economics*, 36: 16-38.
- Hall, B. H., D. Foray, Mairesse, J. (2009), 'Pitfalls in Estimating the Returns to Corporate R&D Using Accounting Data', Revised version of a paper presented at the First European Conference on Knowledge for Growth, October 8-9, 2007, Seville, Spain.
- Hall, B. H., Mairesse, J., Mohnen, P. (2009), 'Measuring the Returns to R&D', NBER Working Papers 15622.
- Hall, B. H. (2011), 'Innovation and productivity', *Nordic economic Policy Review*:167-206.
- Hall, P. (1994), 'Innovation, Economics and Evolution. Theoretical perspectives on Changing Technology in Economic Systems', Harvester, Wheatsheaf, New York.
- Harhoff, D. (1998), 'R&D and productivity in German manufacturing firms', *Economics of Innovation and New Technology*, 6(1): 29-49.
- Harhoff, D., Narin, F., Scherer, F. M., Vopel, K. (1999), 'Citation Frequency and the Value of Patented Inventions', *Review of Economics and Statistics* 81: 511-515.
- Henderson, J. V., Thisse, J. F. (2004), 'Handbook of Regional and Urban Economics, Elsevier.
- Huergo, E., Jaumandreu, J. (2004), 'Firms' age, process innovation and productivity growth', *International Journal of Industrial Organization* 22: 541-559.
- Jacobs, J. (1969), 'The Economy of Cities', New York; Vintage.
- Jacobs, J. (1984), 'Cities and the Wealth of Nations', Random House.
- Janz, N., Lööf, H., Peters, B. (2003), 'Firm Level Innovation and Productivity – Is there a Common Story Across Countries?' Mannheim, Germany: ZEW Discussion Paper No. 03-26.
- Jones, C.I. (1995), 'R & D-based models of economic growth', *Journal of Political Economy*, 103(4):759-784.
- Jaffe, A. B. (1986), 'Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firm's Patents, Profits, and Market Value', *American Economic Review*: 984-1001.
- Jaffe, A. B. (1989), 'Real Effects of Academic Research', *American Economic Review*, 79(5): 957-70.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M. (2005), '*Patents, Citations, and Innovations: A Window on the Knowledge Economy*', MIT Press Books, The MIT Press.

- Jefferson, G. H., Bai, H., Guan, X., Yu, X. (2006), 'R&D Performance in Chinese industry', *Economics of Innovation and New Technology*, 15: 345-366.
- Jovanovic, B, Rousseau. P. L. (2005), 'General Purpose Technologies, Handbook of Economic Growth', in: Philippe Aghion & Steven Durlauf (ed.), *Handbook of Economic Growth*, volume 1, chapter 18: 1181-1224 Elsevier.
- Katz, L., Murphy, K. (1992), 'Changes in Relative Wages: Supply and Demand Factors', *Quarterly Journal of Economics*, 107: 35-78.
- Krusell, P., Ohanian, L., Rios-Rull, V., Violante, G. (2000), 'Capital Skill Complementary and Inequality', *Econometrica*, 68: 1029-1053.
- List, F. (1909), 'The National System of Political Economy', London: Longmans, Green and Co.
- Lundvall, B.Å.(1992), '*National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*', Pinter Publishers, London.
- Lööf, H., Heshmati, A., Asplund, R., Näs, S.O. (2001), 'Innovation and Performance in Manufacturing Industries: A Comparison of Nordic Countries', Stockholm, Sweden: SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance No.457.
- Lööf, H. Heshmati, A. (2002), 'Knowledge Capital and Performance Heterogeneity: A Firm Level Innovation Study', *International Journal of Production Economics*, 76(1): 61-85.
- Lööf, H. Heshmati, A. (2006), 'On the Relationship Between Innovation and Performance: A Sensitivity Analysis', *Economics of Innovation and New Technology*, 15 (4/5): 317-345.
- Lööf, H, Nabavi-Larijani, P. Johansson, B. (2012), 'How can firm benefit from access to knowledge-intensive producer services?', CESIS WP 282
- Lööf, H., Bazzazian, N., Nabavi-Larijani, P. (2012), 'Patenting and Entrepreneurial Spawning: An Innovation Strategy Approach', CESIS WP 283.
- Lööf, H., Andersson, M. (2010), 'Imports, Productivity and Origin Markets: The Role of Knowledge-intensive Economies', *The World Economy*, 33(3): 458-481.
- Lööf, H., Savin, M. (2012), 'A Cross-country comparison of R&D-productivity', CESIS WP 291.
- Maddison, A.(2010), 'Statistics on World Population, GDP and Per Capita GDP, 1-2008 AD', <http://www.ggd.net/maddison/Maddison.html>.
- Mansfield, E. (1977), '*The Production and Application of New Industrial technology*', New York: Norton : 22-32.
- Mairesse, J., Hall, B. H. (1994), 'Estimating the Productivity of R&D in French and U.S. Manufacturing Firms: An Exploration of Simultaneity Issues With GMM', in *International Productivity Comparisons*, Ed. By K. Wagner. Amsterdam: Elsevier-North Holland.

- Marigee, B., Blum, B. S., Strange, W. C. (2010), 'Elements Of Skill: Traits, Intelligences, Education, And Agglomeration', *Journal of Regional Science*, vol. 50(1): 245-280.
- Mansfield, E., Schwartz. M., Wagner, S. (1981), 'Imitation Costs and Patents: An Empirical Study, *Economic Journal*', 91: 907-918.
- Mansfield, E. (1985), 'How Rapidly Does New Industrial Technology Leak Out?', *Journal of Industrial Economics* (December): 217-223.
- Martin, E. Scott, A. (2000), 'Sticky prices and volatile output', *Journal of Monetary Economics*, 46(3): 621-632.
- Masso, J., P. Vahter, P. (2008), 'Technological innovation and productivity in late-transition Estonia: econometric evidence from innovation surveys', *European Journal of Development Research* 20: 240-261.
- Mohnen, P., Lépine, N. (1991), 'R&D, R&D Spillovers and Payments For Technology: Canadian Evidence', *Structural Change and Economic Dynamics*, 2: 213-228.
- Mokyr, J. (2010), 'The Contribution of Economic History to the Study of Innovation and technical Change: 1750-1914', in in B. Hall and N. Rosenberg (eds.) , *The Economics of Innovation*, Elsevier.
- Mowery, D. C., Simcoe, T. (2002), 'Is the Internet a US invention?- an economic and technological history of computer networking', *Research Policy*, 31:1369–1387.
- Nelson, R., Phelps, E. (1966), 'Investment in Humans, Technological Diffusion and Economic Growth', *American Economic Association Papers and Proceedings*, volume 5: 69-75.
- Nelson R.R., Winter S. (1977), 'Simulation of Schumpeterian competition', *American Economic Review*, 67(1):71-76.
- Nelson, R. R. (1981), 'Research on Productivity Growth and Productivity Differences: Dead Ends and New Departures', *Journal of Economic Literature*, 19(3): 1029-1064.
- Nelson R.R., Winter S. (1982), 'An Evolutionary Theory of Economic Change', Belknap Press, Cambridge, MA.
- Nelson R. R. (1993), 'National innovation systems: A comparative study', Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R. R. (2008), 'What enables rapid economic progress: what are the needed institutions?', *Research Policy*, 37 (1): 1-11.
- Nordström Skans, O., Edin, P.A., Holmlund, B. (2006), 'Löneskillnader i svenskt näringsliv 1985-2000', IFAU Rapport 2006:8.
- North, D. C. (1990) 'Institutions, institutional change and economic performance', Cambridge: Cambridge University Press.

- Ornaghi, C. (2006), 'Spillovers in product and process innovation: Evidence from manufacturing firms', *International Journal of Industrial Organization*, 24:349-380.
- OECD (2005), *Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data*, third edition, Paris: OECD.
- OECD (2006), 'Employment Outlook', Paris.
- OECD (2010), 'Innovation in Firms: a Microeconomic perspective', Paris.
- Ortega-Argilés, R., M. Piva, L. Potters, Vivarelli, M. (2009), 'Is Corporate R&D Investment in High-Tech Sectors More Effective?', Some Guidelines for European Research Policy. Bonn, Germany: IZA DP No. 3945.
- Pakes, A. and Griliches, Z. (1984), 'Patents and R&D at the Firm Level: A First Look', in Zvi Griliches (ed.) *R&D, Patent and Productivity*, University of Chicago Press : 55-72.
- Pakes, A., Schankerman, M. (1984), 'The rate of obsolescence of patents, research gestation lags, and the private rate of return of research resources', in Z. Griliches (Ed.), *R&D, patents, and productivity*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Pakes, A. (1986), 'Patents as options: Some estimates of the value of holding European patent stocks', *Econometrica*, 54(4):755-784
- Park, W. G. (1995), 'International R&D Spillovers and OECD economic growth', *Economic Inquiry*, 23:571-591.
- Peters, B. (2006), 'Productivity effects of innovation activities', Chapter 4 of Peters, B., *Innovation and Firm Performance: An Empirical Investigation for German Firms*, University of Wurzburg: PhD thesis.
- Porter, R. (1982), 'Was there a medical Enlightenment?', *British Journal for Eighteenth-Century Studies* 5: 49-63.
- Porter, M. (1990), 'The Competitive Advantage of Nations', Free Press, New York.
- Pottelsberghe De La Potterie Van, B., Van Zeebroeck N. (2008), 'A brief history of space and time: The scope-year index as a patent value indicator based on families and renewals', *Scientometrics*, 75(2): 319-338.
- Raffo, J., l'Huillery, S. Miotti, L. (2008), 'Northern and southern innovativity: a comparison across European and Latin American countries', *European Journal of Development Research*, 20: 219-239.
- de Rassenfosse G, van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2009), 'A policy insight into the R&D-patent relationship', *Research Policy*, 38(5):779-792.
- Rogers, M. (2009), 'R&D and productivity: Using UK firm-level data to inform policy', *Empirica*. DOI 10.1007/s10663-009-9111-x.

- Rolt, L.T.C. (1962), 'Great Engineers', G. Bell and Sons Ltd, ISBN
- Romer, P. (1990), 'Endogenous Technological Change', *Journal of Political Economy*, 98(5): 71-102.
- Scherer, F. M., Harhoff, D. (2000), 'Technology Policy for a World of Skew-distributed Outcomes', *Research Policy* 29: 559-566.
- Scherer, F. M. (1999), '*New perspectives on Economic Growth and Technological Innovation*', Brookings Institute press Washington DC.
- Schmookler, J. (1957), 'Inventors past and present. The Review of Economics and Statistics', 39:321-333.
- Schmookler, J. (1966), 'Invention and Economic Growth', Cambridge, Harvard University Press, 1966.
- Smith, A. (1776), 'An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations', 1776.
- Siedschlag, I., Zhang, Z., Cahill, B. (2010), 'The effects of the internationalisation of firms on innovation and productivity', ESRI Working Paper No. 363 (Economic and Social Research Institute, Dublin, Ireland).
- Solow, R. (1987), 'We'd better watch out', *New York Times Book Review*, July 12:36.
- Sterlacchini, A. (1989), R&D, innovations and total factor productivity growth in British manufacturing, *Applied Economics*, 21: 1549-1562.
- Stewart, L. (2007), 'Experimental spaces and the knowledge economy', *History of Science* 45 (148): 155-177.
- Teece, D.J. (2010), 'Technological Innovation and the Theory of the Firm: The Role of Enterprise-Level Knowledge, Complementarities, and (Dynamic) Capabilities', in Eds. B. Hall and N. Rosenberg *Handbook of the Economics of Innovation*, Elsevier North-Holland.
- van Leeuwen, G. (2002), 'Linking Innovation to Productivity Growth Using Two Waves of the Community Innovation Survey', OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2002/8. (OECD/OCDE, Paris).
- van Leeuwen, G., Klomp, L. (2006), 'On the contribution of innovation to multi-factor productivity growth', *Economics of Innovation and New Technology*, 15: 367-390.
- Wang, E.C., Huang, W. (2007), 'Relative efficiency of R&D activities: A cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach', *Research Policy*, 36(2): 260-273
- Verspagen, B. (1995), 'R&D and Productivity: A Broad Cross-Section Cross-Country Look', *Journal of Productivity Analysis*, 6: 117-135.

- Wang, J. C., Tsai, K.H. (2003), 'Productivity Growth and R&D Expenditure in Taiwan's Manufacturing Firms', Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research Working Paper Series No. 9724.
- Wolff, E. (2012), 'Spillover, Linkages, and Productivity Growth in the US Economy, 1958 to 2007', in Andersson, M., Karlsson, C., Johansson, B., Lööf, H (Eds) *Innovation and Growth: From R&D Strategies of Innovating Firms to Economy-wide Technological Change*. Oxford University Press.
- Åstebro, T. (2002). 'Noncapital Investment Costs and the Adoption of CAD and CNC in U.S.Metalworking Industries', *Rand Journal of Economics* 33(4): 672–8.