

LUNDS UNIVERSITET
Ekonomihögskolan

Nationalekonomiska institutionen

Lunds universitet

Kandidatuppsats 15 ECTS

Den nationella innovationskapaciteten

En empirisk och teoretisk studie av variabler som påverkar den nationella
innovationskapaciteten i OECD-länder

NEKH01

Författare: Tobias Holmström Andersson

Handledare: Pontus Hansson

Juni 2014

Förord

Denna kandidatuppsats skrevs på Ekonomihögskolan vid Lunds universitet vårterminen 2014. Jag vill passa på att rikta ett tack till min handledare Pontus Hansson för vägledning och behjälplighet. Jag vill också tacka Lina Ahlin vars kunskap i ämnet varit till nytta i skrivandet av denna uppsats.

Tobias Holmström Andersson

Juni 2014, Lund

Sammanfattning

- Titel:** Den nationella innovationskapaciteten – En empirisk och teoretisk studie av variabler som påverkar den nationella innovationskapaciteten i OECD-länder
- Seminariedatum:** 2 juni 2014
- Ämne:** Makroekonomi
- Författare:** Tobias Holmström Andersson
- Handledare:** Pontus Hansson
- Syfte:** Syftet med denna studie är att, utifrån studiens teoretiska ramverk, undersöka vilka variabler som påverkar den nationella innovationskapaciteten då denna kapacitet proximeras med antalet nationella patentansökningar.
- Metod:** En panelregression med tillhörande analys har genomförts i studien för att kunna utreda vilka variabler som har en inverkan på den nationella innovationskapaciteten.
- Slutsatser:** Ett signifikant samband mellan antalet patentansökningar och investering i forskning och utveckling samt antalet publicerade vetenskapliga artiklar kan påvisas i studien. I den empiriska modellen har investering i utbildning och humankapital en negativ inverkan på den nationella innovationskapaciteten. Detta går emot den teori som presenteras i undersökningen. Tänkbara orsaker till detta resultat diskuteras. Efter granskning av initialt datamaterial framkom det att antalet nationella patentansökningar tenderar att minska i de mest välutvecklade länderna trots att investeringar, vilka antas påverka den nationella innovationskapaciteten, successivt har ökat. Viss kritik riktas därför mot användandet av nationella patentansökningar som proxy för innovationskapacitet. Förslag på vidare forskning med alternativa mått på innovationskapacitet ges.
- Key words:** innovation economics, national innovation capacity, patent, macroeconomics

Innehållsförteckning

1. Introduktion	1
1.1 Inledning	1
2. Teoretisk utgångspunkt.....	3
2.1 Vad är innovation?.....	3
2.2 Innovationsprocessen på företagsnivå	4
2.3 Det nationella innovationssystemet	5
2.4 Ekonomisk tillväxt och innovation	7
2.5 Internationell handel och innovation	8
3. Tidigare empiriska studier.....	9
3.1 Tidigare empiriska studier	9
4. Empiriskt tillvägagångssätt	14
4.1 Paneldatas karaktäristiska	14
4.2 Den generella panelregressionen	15
5. Data och urval.....	17
5.1 Urval och beskrivning av variabler.....	17
5.1.1 Patentansökningar (PATN).....	18
5.1.2 Investering i forskning och utveckling (RDGDP).....	19
5.1.3 Personer verksamma i forskning och utveckling (LOGDP).....	20
5.1.4 Högteknologisk export (EXP)	20
5.1.5 Investering i utbildning (EDUGDP).....	21
5.1.6 Humankapital (GER)	21
5.1.7 Antal publicerade vetenskapliga artiklar (JOUR).....	22

6. Resultat	23
6.1 Beskrivning av övergripande teststrategi.....	23
6.2 Ekonometriska test för felkällor	23
6.2.1 Normalfördelning.....	24
6.2.2 Multikolinjäritet.....	25
6.2.3 Heteroskedasticitet.....	26
6.3 Skattning av modell	27
6.4 Analys	30
7. Avslutning	33
7.1 Slutsats	33
7.2 Vidare forskning	36
8. Bilagor	40
8.1 Variabelförteckning	40
8.2 Test för fixed effects	40
8.3 Länder i undersökningen	41

Tabell – och figurförteckning

- Figur 1** Innovationsprocessen på företagsnivå
- Figur 2** Triple Helix-modellen för innovation
- Figur 3** Geografisk indelning av regioner i Europa
- Figur 4** Nationella patentansökningar per miljon i population
- Figur 5** Normalfördelningstest
-
- Tabell 1** Korrelationsmatris
- Tabell 2** Resultat vid skattning av regressionsmodell

”Cutting the deficit by gutting our investments in innovation and education is like lightening an overloaded airplane by removing its engine. It may make you feel like you’re flying high at first, but it won’t take long before you feel the impact.”

(Barack Obama, 2011)

1. Introduktion

1.1 Inledning

Vikten av att vara innovativ har blivit en av de mest omdiskuterade frågorna i såväl politik som i organisationer under det senaste årtiondet. Innovationer och teknologiska framsteg anses idag vara en av de mest centrala drivkrafterna till välfärd och ekonomisk tillväxt (Löf 2008, s. 7).

I Sverige skapades 2001 en ny myndighet vid namn VINNOVA. Myndighetens huvudsakliga ansvar är att främja hållbar tillväxt genom att förbättra förutsättningarna för innovation. Detta i hopp om att kunna stärka Sveriges konkurrenskraft och innovationsförmåga på såväl regionalt som nationellt plan (Vinnova, 2014). Från ett mer holistiskt och internationellt perspektiv finns liknande incitament, främst genom EU:s projekt ”Horizon 2020” vilket berör medlemsländerna och dess forskning och innovation. Med en total budget på över 80 miljarder Euro ämnar projektet öka spetskompetensen inom forskning och innovationsrelaterade verksamheter, göra Europa mer attraktivt för investeringar inom innovation samt försöka finna lösningar på samhällsliga utmaningar vi står inför vilka utspelar sig inom bl.a. hälsa samt ren och hållbar energi (Tillväxtverket, 2014).

Dessa konkreta exempel styrker tesen att det finns tydliga incitament att öka innovationskapaciteten på såväl nationell som internationell nivå. Samtidigt är avsaknaden av ett explicit, erkänt och välfungerande mätverktyg för innovation påtaglig. Bristen på ett kvantitativt mått för utvärdering av innovationsrelaterade investeringar, i kombination med svårigheten att identifiera de variabler som har en inverkan på denna kapacitet, har gjort ämnet innovation svårt att fånga upp i en empirisk analys. Utifrån den teoretiska utgångspunkten ämnar denna studie att undersöka vilka variabler som har en inverkan på den nationella innovationskapaciteten då denna kapacitet proximeras med antalet nationella patentansökningar.

Historiskt sett har förklaringsvariabeln investeringar i forskning och utveckling använts i hopp om att kunna förklara vad som påverkar den nationella innovationskapaciteten. Detta antagande är även i dagsläget högst aktuellt. För att göra den Europeiska ekonomin konkurrens- och innovationskraftig gentemot omvärlden infördes år 2000 en strategi där målsättningen var att samtliga medlemsländer år 2010 skulle avsätta 3 % av respektive lands totala BNP till just forskning och utveckling (Ungureanu-Ivan, Marcu 2006, s. 76). Denna studie kommer bl.a. att undersöka om investering i forskning och utveckling har en inverkan på den nationella innovationskapaciteten. Då kapaciteten antas bero på fler variabler kommer investering i utbildning, antal publicerade vetenskapliga artiklar, antal verksamma inom forskning och utveckling, högteknologisk export och humankapital även att undersökas. Detta för att kunna besvara studiens syfte och frågeställning; vilka variabler som, utifrån studiens teoretiska ramverk, påverkar den nationella innovationskapaciteten.

För att ge läsaren en god insikt i hur dessa variabler antas påverka innovationskapaciteten kommer kapitel två att redogöra för uppsatsens teoretiska utgångspunkt. I detta kapitel presenteras den övergripande innovationsprocessen på företagsnivå. Genom att aggregera upp denna process och således anta ett mer holistiskt undersökningsperspektiv på innovation, presenteras teorierna bakom det nationella innovationssystemet och Triple Helix-modellen för innovation. Kapitlet avslutas med att beskriva förhållandet mellan innovation och ekonomisk tillväxt samt internationell handel där fokus ges åt kunskapens roll för den nationella innovationskapaciteten. I kapitel tre presenteras en kort resumé av den tidigare, empiriska forskningen. I kapitlet därefter, kapitel fyra, introduceras det empiriska tillvägagångssättet där ekonometrisk teori, datamaterialets struktur och den generella panelregressionen redogörs för. Utifrån studiens teoretiska ramverk presenteras studiens urval och de variabler som undersöks i kapitel fem. En djupare motivering och förklaring av variablerna ges. I kapitel sex testas studiens panelregression för eventuella felkällor relaterade till Gauss Markov- teoremet. Detta kommer att mynna ut i beskrivandet av den explicita panelregression som skattats. Därefter följer en panelregressionsanalys. Kapitel sju avslutar denna studie där en slutsats och förslag på vidare forskning inom ämnet ges.

2. Teoretisk utgångspunkt

Det inledande avsnittet avser att ge läsaren en god förståelse för vad innovation är. Utifrån begreppet innovation introduceras innovationsprocessen på företagsnivå. Genom att aggregera upp innovationsprocessen och undersöka innovation på nationell nivå presenteras det nationella innovationssystemet och Triple Helix- modellen för innovation. Därefter ges en redogörelse för sambandet mellan ekonomisk tillväxt och innovation. Kapitlet avslutas med att presentera internationell handels inverkan på den nationella innovationskapaciteten.

2.1 Vad är innovation?

Begreppet innovation har sitt ursprung i latinets "innovare" och betyder förnyelse (NE, 2014). Förnyelser, eller innovationer, kategoriseras vanligen efter produkt- och processinnovationer där produktinnovation avser nya produkter eller signifikanta förändringar av redan befintliga produkter. Processinnovationer, å andra sidan, avser förnyelse i själva processen, d.v.s. i skapandet, av en ny produkt eller tjänst. Gemensamt för dessa två former av innovation är att de skapar ett värde för företaget, andra företag och slutkunden, men även samhället i sin helhet (Rogers, Greenhalgh 2010, ss. 4-5).

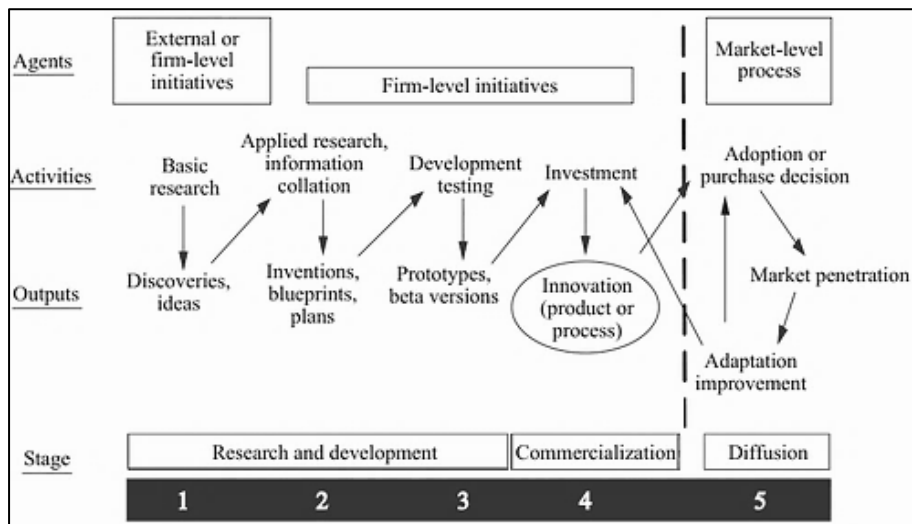
Ett exempel för att förklara detta värde av en produktinnovation är antibiotika. Denna produkt som utvecklades av Joseph Lister och Louis Pasteur under 1900-talets början gav upphov till ett värde för såväl samhället, som andra forskare och företag i utvecklandet av liknande medicin. En historisk processinnovation finner vi i form av införandet av löpandebandetprincipen vilket genererade högre produktivitet, lägre kostnad och större volymer, vilket likt produktinnovationen i tidigare exempel, skapade ett värde för samhället, det specifika företaget samt andra företag som implementerade principen i produktionen av varor.

2.2 Innovationsprocessen på företagsnivå

Innovationsprocessen och dess stadier på företagsnivå illustreras i Figur 1.1 på följande sida. Processen består av fem övergripande steg där varje steg kräver insatsfaktorer i form av kunskap och specialiserad utrustning. Om kedjan fortlöper inom ett företag antas varje steg producera en ”output” vilken förs vidare till nästa steg. Initialt är denna ”output” immateriell i form av ny kunskap, vilken transfereras i och med att kedjan fortlöper. Den nya kunskapen förvandlas genom processens gång till en materiell och tillämpad produkt eller process (Rogers, Greenhalgh 2010, s. 6).

Innovationsprocessens tre första steg producerar vetenskaplig kunskap, planer för nya processer och prototyper för nya varor och tjänster. Dessa första steg är starkt förknippade med själva uppfinnandet och det tekniska framställandet av nya processer, varor och tjänster. Aktiviteter, vilka berör detta uppfinnande och tekniska framställande går vanligen under ett samlingsnamn, forskning och utveckling. Denna forskning- och utvecklingsverksamhet är starkt beroende utav andra agenter i företagets nära omgivning. Universitet, som förmedlar nya forskningsresultat genom bl.a. vetenskapliga artiklar, investerare som tillhandahåller företaget med kapital samt andra företag har en stark inverkan på det specifika företagets forskning och utveckling.

Efter att kunskapen, som förvandlats till en faktisk produkt eller process, genomgått innovationsprocessens tre första stadier följer ett fjärde steg där den faktiska produkten eller processen övergår till en innovation och kommersialiseras. Det efterföljande stadiet, diffusion, avser förklara hur marknaden reagerar på den nya innovationen. Konsumenter och företag, vilka använder den nya innovationen, adapterar sig efter innovationen och kommer vanligen med förslag på förbättringar och alternativa användningsområden vilket gör att innovationen återgår till innovationsprocessen för att utvecklas utifrån marknadens behov och tycke (ibid, s. 7).



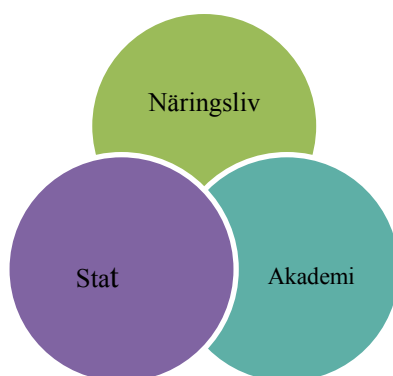
Figur 1: Innovationsprocessen på företagsnivå (Rogers, Greenhalgh 2010, s. 7)

2.3 Det nationella innovationssystemet

Genom att aggregera upp innovationsprocessen och således anta ett mer holistiskt perspektiv på innovation undersöker innovationskapaciteten, med fördel, på basis av ett s.k. innovationssystem. Det enskilda företaget har ett starkt beroende av andra agenter och aktörer i sin nära omgivning när det bl.a. gäller aktiviteter relaterade till forskning och utveckling vilket identifierades i innovationsprocessen på företagsnivå där vikten av bl.a. universitet och andra företag i omgivningen förs fram. För att förklara hur samhällets olika aktörer, nätverk och institutioner påverkar varandra i skapandet av innovation introduceras begreppet innovationssystem. Teorin bakom innovationssystemet avser förklara den samverkan och de relationer som finns mellan samhällets aktörer, nätverk och institutioner där samtliga antas vara ömsesidigt beroende av varandra, och tillsammans, påverkar ett lands innovationsklimat. Lundaprofessorn Charles Edquist definierar det nationella innovationssystemet som allt som påverkar utvecklingen och spridningen av innovationer där politiska, sociala, ekonomiska och institutionella faktorer framhävs som viktiga vid definierandet av det nationella innovationssystemet (Edquist 1997, s. 14).

År 2000 introducerades en konkretisering av innovationssystemet. Triple Helix-modellen för innovation, vilken även går under namnet kunskapstriangeln, identifierar till skillnad från teorin bakom det nationella innovationssystemet, tre aktörer som antas samverka i skapandet av innovation. Dessa tre aktörer benämns näringsliv, akademi och stat (Etzkowitz, Leydesdorff 2000, s.109). Denna samverkan illustreras i Figur 2 nedan. I modellen framhävs akademins roll i skapandet av innovation. Universitet bedriver inte enbart utbildning och forskning för egen räkning, ett större samspel finns med näringslivet och staten där akademien agerar kunskapsförsörjare och överföringsagent av ny teknologi (Etzkowitz et al. 2007, s. 15).

Samverkan i modellen kan illustreras genom ett exempel. Akademin är i starkt behov utav finansiering från stat för att kunna bedriva forskning och utveckling. Samtidigt är näringslivet, i form av företag, beroende av akademins nya forskningsresultat i innovationsprocessen vilket illustrerades i processens tre första stadier. Detta beroende är dock ej av envägskaraktär. För att forskningsresultaten ska medföra nytta för staten och samhället i sin helhet behöver akademien hjälp i kommersialiseringsfasen av forskningsresultat från såväl näringsliv som stat. I enighet med modellen har det traditionella perspektiv på innovation där innovation enbart berör företag internt ersatts av ett holistiskt perspektiv där fler institutioner och aktörer i samhället antas påverka innovationsprocessen och den nationella innovationskapaciteten (ibid, s. 15).



Figur 2: Triple Helix-modellen för innovation

2.4 Ekonomisk tillväxt och innovation

Kunskapens effekt på teknologisk utveckling och ekonomisk tillväxt är sedan länge akademiskt vedertagen. Samtidigt har det konstaterats att teknologisk utveckling och innovation är en av de mest centrala drivkrafterna till ekonomisk tillväxt och välfärd (Löf 2008, s. 7).

I avsnitt 2.2 introducerades innovationsprocessen på företagsnivå. I processen beskrevs forskning och utveckling som starkt beroende av kunskap där kunskapen och specialiserad utrustning beskrevs som de initiala källorna till skapandet av innovation. Utifrån resonemang kan det fastställas att det finns ett starkt samband mellan innovationskapacitet och graden av humankapital och kunskap. En av de mest framstående författarna som förklarat relationen mellan ekonomisk tillväxt och betydelsen av humankapital och kunskap är Paul M. Romer. Genom att inkludera en kunskapsvariabel med tilltagande marginalproduktivitet, kunde Romer (1986) förklara vad den långsiktiga, ekonomiska tillväxten beror på. Resultatet var att tillväxttakten i samhället är i starkt behov utav ackumuleringen av kunskap och humankapital och främst i form av storleken på humankapitalet inom forskning- och utvecklingssektorn.

Från ett mer holistiskt perspektiv understryks akademins roll i Triple Helix-modellen för innovation där akademien agerar kunskapsförsörjare och spridningsagent av ny teknologi åt såväl näringsliv som stat. Enligt tidigare utsago är den långsiktiga ekonomiska tillväxten starkt beroende av ackumuleringen av kunskap. Samtidigt tenderar denna kunskap att leda till s.k. kunskapsöverföring. Detta kan tolkas som att ny kunskap har positiva externaliteter i samhället i form av en spridningseffekt. Denna spridningseffekt innebär att investeringar som en aktör gör i humankapital tenderar att spilla över till andra aktörer och individer (Glaeser et. al, 1992). Spridningseffekten av ny teknologi och kunskap mellan näringsliv och akademi är en viktig källa för den nationella innovationskapaciteten och ekonomisk tillväxt. Ju närmare aktörerna är koncentrerade geografiskt, desto högre spridningseffekt kan utvinnas. Denna teori förklarar uppkomsten av s.k. geografiska kluster (eg. Silicon Valley, Ideon Lund). Tack vare spridningseffekterna av kunskap inom klustret antas produktiviteten stiga, fler innovationer

skapas och fler företag bildas (Gilbert, McDougall, Audretsch 2008, ss. 407-408). Då näringslivet har en tendens att "underproducera" kunskap, p.g.a. dess spridningseffekt, är det viktigt att staten upprätthåller dessa investeringar för att kunna säkerställa fortsatt, långsiktig ekonomisk tillväxt och bibehålla den nationella innovationskapaciteten. Det kan alltså konstateras att staten, genom de offentliga institutionerna, har en viktig roll i uppbyggandet av humankapital och ny kunskap. Näringslivet är intresserat av avkastning och lönsamhet, varför incitamenten för investeringar i utbildning och forskning och utveckling tenderar att vara låga då spridningseffekten av dessa investeringar tenderar att gynna andra aktörer. Staten måste i detta skede kliva in och bidra och kompensera för de minskade investeringarna (OECD Publishing 2013, s. 135). Samspelet mellan näringsliv, akademi och stat i uppbyggandet av humankapital och kunskap är därför av största vikt för att främja tillväxt och nationell innovationskapacitet.

2.5 Internationell handel och innovation

Det nationella innovationssystemet, vilket beskrevs i avsnitt 2.2, utsätts idag för en högre grad av internationell påverkan. Internationell handel, globalisering av industrier och internationell produktion har resulterat i en högre grad av kunskapsöverföring mellan de nationella innovationssystemen.

Internationell handel har en viktig roll i spridningen av kunskap på internationellt plan. Med en högre global kunskap, tack vare internationell handel i form av export, är konsekvenserna av den internationella kunskapsöverföringen att nationella företag blir mer produktiva. Detta kan tolkas som att ett nationellt företag blir mer produktivt då det befinner sig på en exportmarknad. Den nya och internationella kunskapen, som erhållits från internationella handelspartners, bidrar exempelvis till nya arbetsmetoder och effektivare produktionsprocesser. Det nationella innovationssystemets öppenhet är därför en viktig faktor för analys av den nationella innovationskapaciteten. Genom internationell handel styrks de nationella kunskapsresurserna (Löf 2008, ss. 14-15).

3. Tidigare empiriska studier

Detta avsnitt beskriver den tidigare forskningen som berör innovationsfrämjande variabler och dess betydelse för innovationskapaciteten på regional och nationell nivå. En beskrivning av vad respektive studie undersöker, vilken tidsperiod som studeras, vilken metod som används, vilka länder/regioner som ingår i studien och vilken data som använts presenteras.

3.1 Tidigare empiriska studier

Flertalet studier har genomförts för att finna lämpliga variabler som förklarar innovationskapacitet. Studier har bedrivits på mikro, regionalt, nationellt och internationellt plan. Gemensamt bygger studierna på statistiska analyser över antingen företag, sektorer eller länder under en viss, given tidsperiod. För att ge läsaren en inblick och förståelse för samtliga variabler och dess samverkan kommer nedan att ges en kort resumé av den tidigare, kända forskningen och dess resultat.

Bland de första studierna, vilka berör ämnet innovation, framhålls förklaringsvariabeln investering i forskning och utveckling. Sambandet mellan patent och investeringar i forskning och utveckling fastställde Jacob Schmookler, till viss del, redan år 1966. Schmookler använde patentstatistik för att beskriva relationen mellan ett företags storlek och investeringar och graden av uppfinningar och teknologisk utveckling.

Då syftet med denna studie är att undersöka den nationella innovationskapaciteten kommer härnäst fokus att ges åt tidigare studier som berör innovationskapacitet och innovationssystem på nationell och regional nivå. Detta medför att undersökningar på sektoriell- och mikronivå, lik Schmooklers, kommer att utelämnas.

Furman, Porter och Stern (2000) undersöker i en omfattande studie variabler som antas främja den nationella innovationskapaciteten. Författarna skapar i undersökningen ett ramverk för att utreda denna innovationskapacitet. Detta ramverk består av tre grundpelare: idédriven endogen tillväxtteori, teorin bakom kluster och nationella, komparativa fördelar och det nationella innovationssystemet där samtliga beståndsdelar antas förklara uppkomsten och spridningen av innovation på nationell nivå.

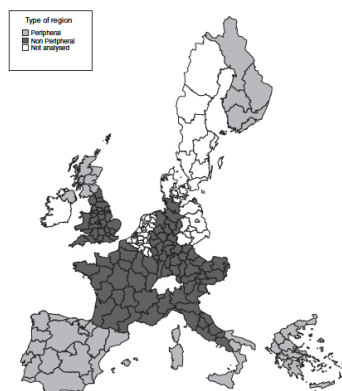
Undersökningen är baserad på tidsperioden 1973-1996 och 17 OECD-länder studeras. Som beroende variabel använder sig författarna av antalet patentregistreringar. De vidhåller att patent är det mest konkreta och komparativa verktyget vid undersökningar av innovation på nationell nivå. De oberoende variablerna, vilka antas påverka innovationskapaciteten, uppgår till 18 stycken vilka kategoriseras efter innovationsinfrastruktur, klusterspecifik innovationsomgivning och kvalitén av samspelet mellan innovationsinfrastrukturen och den klusterspecifika innovationsomgivningen. Genom en regressionsanalys kan författarna påvisa ett signifikant samband mellan antalet registrerade patent i utlandet och bl.a. investeringar i forskning och utveckling, investering i utbildning och högteknologisk export. Furman, Porter och Stern konstaterar att politik (public policy) har en stark inverkan på det nationella innovationssystemet. Politiska åtgärder som främjar investeringar i human kapital i främst vetenskap och teknologi är, enligt författarna, av stor vikt för den nationella innovationskapaciteten.

Vidare undersöker Faber och Heslen (2004) innovationskapaciteten hos medlemsländer i EU. Studien är baserad på 14 medlemsländer under tidsperioden 1992-1996. Undersökningen är baserad på data från CIS (Community Innovation Survey). Denna data är baserad på företagsundersökningar gjorda av EU. Företag har i enkäten fått svara på hur de hanterar och arbetar med innovation. Likt Furman, Porter och Sterns studie kategoriseras de oberoende variablerna i den empiriska modellen. Faber och Heslen kategoriserar dessa variabler som (1) innovation inom ett företag och mellan företag och (2) nationell innovationsstruktur. Den förstnämnda kategorin avser oberoende variabler så som privatfinansierad forskning och utveckling och samarbete mellan företag gällande forskning och utveckling

vilka anses vara ”inputs” i innovationsprocessen. ”Outputs” i den första kategorin beskrivs genom antalet registrerade patent och antalet sålda innovationsprodukter. Data för innovationsprodukter avser den del av försäljningen som består av nya produkter. Data för denna variabel är inhämtad från det nya datasetet CIS.

Den andra kategorin, nationell innovationsinfrastruktur, beskrivs genom ekonomiska och institutionella förhållanden. För att kunna förklara dessa förhållanden använder sig författarna av bl.a. andel investeringar i form av riskkapital i relation till BNP, andel skatteintäkter i relation till BNP, andel publika investeringar i forskning och utveckling i relation till BNP samt procentuell andel av arbetspopulationen som är entreprenörer. I studien genomför författarna två regressioner för att förklara den nationella innovationskapaciteten där antal registrerade patent och andel sålda innovationsprodukter används som beroende variabler. Författarna konstaterar att makroekonomiska förhållanden har en stor inverkan på båda variablerna. Författarna drar slutsatsen att investeringar och aktiviteter utförda av företag har en stor inverkan på antalet sålda innovationsprodukter medan institutionella förhållanden spelar en större roll för antalet registrerade patent.

Bilbao-Rosario och Rodríguez-Pose (2004) genomför en studie bestående av 9 EU-länder under 90-talet för att beskriva hur privata och publika investeringar i forskning och utveckling påverkar innovationskapaciteten i de nationella regionerna i länderna som undersöks. En kategorisering av regionerna har gjorts utifrån dess geografiska position vilket illustreras i Figur 3 nedan.



Figur 3: Geografisk indelning av regioner i Europa
(Bilbao-Osorio, Rodríguez-Pose, 2004)

Innovationskapaciteten proximeras i undersökningen genom antalet patentansökningar per miljon i population. Författarna utreder därefter sambandet mellan innovationskapacitet och ekonomisk tillväxt i dessa regioner. De oberoende variablerna som används för att beskriva innovationskapaciteten är BNP per capita, investeringar i forskning och utveckling i förhållande till BNP, kunskapsnivå vilket mäts genom andel av population som enbart genomgått grundskola samt den ekonomiska strukturen vilket speglas genom andel av arbetsför population som jobbar inom högteknologisk tillverkning och andel av population som arbetar. Genom två multipla OLS-regressioner för de två olika typerna av regioner påvisas en stark signifikans mellan antalet patentansökningar och den initiala inkomstnivån, kunskapsnivån och betydelsen av högteknologisk tillverkning för båda regressionerna. Resultatet är att den initiala inkomstnivån (BNP per capita) har en stor betydelse i skapandet av innovation. Regioner med en högre inkomstnivå tenderar att skapa fler patentansökningar, vilket således speglar en högre innovationskapacitet.

För att beskriva hur ekonomisk tillväxt påverkas av innovationskapaciteten hålls BNP per capita som den beroende variabeln och den relativa förändringen av antalet patentansökningar som en oberoende variabel som antas påverka den ekonomiska tillväxten. I övrigt används samma förklaringsvariabler som vid föregående regressioner. Resultatet är att den ekonomiska tillväxten beror på antalet patentansökningar och således bekräftas sambandet mellan ekonomisk tillväxt och innovationskapacitet. Dock vidhåller författarna att viss problematik gällande kausalitet kan råda. Det är svårt att avgöra huruvida BNP per capita påverkas av patent eller tvärtom.

Fagerberg och Srholec (2008) studerar hur ekonomisk tillväxt och utveckling påverkas av kvalitén i styrning (i.e. governance), det politiska systemet, graden av öppenhet och kvalitén på innovationssystem. Studien är baserad på 115 länder och tidsperioden 1992-2004. Genom en faktoranalys konstaterar författarna att ett välfungerande innovationssystem är av största vikt för framförallt mindre, välutvecklade länder. Författarna kan påvisa ett starkt signifikant samband mellan den beroende variabeln BNP per capita och kvalitén av innovationssystem.

Doyle, O'Connor (2013) baserar sin studie på samma teoretiska ramverk som Furman, Porter och Stern (2000). Studien är baserad på 23 högutvecklade länder under tidsperioden 1993-2005. Likt tidigare författare använder sig Doyle och O'Connor av antalet registrerade patent som proxy för nationell innovationskapacitet. Studien undersöker dock om det finns skillnader mellan öppna, mindre höginkomstländer och de större ekonomierna vad gäller den nationella innovationskapaciteten. Någon sådan skillnad kan författarna ej påvisa i undersökningen. Likt tidigare studie konstateras att politik (public policy) spelar en avgörande roll för den nationella innovationskapaciteten när denna proximeras med antalet registrerade patent. Författarna framför dock kritik till användandet av patentstatistik som proxy för innovationskapacitet. Denna kritik grundar sig i att alla uppfinningar inte är patenterbara, faktumet att alla uppfinningar inte patenteras samt att det kan förekomma nationella skillnader i den övergripande inställningen gentemot patentskyddet.

4. Empiriskt tillvägagångssätt

Detta kapitel presenterar teorin bakom studiens empiriska modell. Kapitlet inleds med en beskrivning av datamaterialets struktur, paneldata, och dess karaktäristiska. Därefter presenteras den generella panelregressionen där teorin bakom införandet av fixed effect kommer att redogöras för.

4.1 Paneldatas karaktäristiska

Paneldata är en kombination av tvärsnittsdata och tidsseriedata. Detta innebär att man, vid panelstruktur, undersöker multipla individer under multipla tidsperioder. Strukturen är således av multidimensionell karaktär. Vidare kan paneldata anta två olika former. Balanserad paneldata innebär att det finns observationer i datamaterialet för samtliga individer och för samtliga tidsperioder. Vid obalanserad paneldata saknas observationer för vissa individer eller för vissa tidsperioder (Dougherty 2011, ss. 514-515).

Vid undersökning baserad på paneldata finns två övergripande modeller som kan användas vid skattning. Dessa benämns random- och fixed effect. I den förstnämnda låter man den individspecifika påverkan på modellen vara en del av en sammansatt felterm (Veerbeck 2010, ss. 377-378). I fixed effect-modeller får varje individ en dummy-variabel vilken motsvarar den enskilda individens intercept. Denna dummy-variabel tas sedan bort vid skattning av modell. Detta görs för att kunna exkludera de individeffekter som inte kan förklaras av modellens förklaringsvariabler, men som har en påverkan på modellens beroende variabel, y .

Liknande test kan genomföras för de tidsperioder som studien undersöker. Detta innebär att diverse tidseffekter som modellens förklaringsvariabler inte kan förklara, men som har en påverkan på den beroende variabeln, exkluderas. För att avgöra huruvida den empiriska modellen ska korrigeras för random eller fixed effect finns ett vanligt förekommande kriterium. Om observationerna i studien ej kan beskrivas och klassificeras som ett slumpmässigt stickprov från en population bör en fixed effect-modell användas (Dougherty 2011, s. 527).

4.2 Den generella panelregressionen

I denna studie har en panelregression utförts. Den generella panelregressionen har följande utseende:

$$y_{it} = \beta_0 + x'_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

där i representerar individ och t tidsperiod. Denna modell antar att interceptet β_0 och lutningen på β -koefficienterna är samma för alla individer och tidsperioder (Veerbeck 2010, s. 373). Då undersökningen är baserad på ett urval, och inte ett slumpmässigt stickprov, är fixed effect av intresse för att korrigera för eventuella tids- och individeffekter. För att kunna ta hänsyn till dessa effekter erhålls följande modell:

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + u_{it} \quad (2)$$

Den generella β_0 har i modellen utelämnats och ersatts av α_i , vilket är regressionens intercept som varierar över individ, i . Genom att inkludera en dummy-variabel kan modellen, vid skattning, exkludera de tids- och individeffekter som har en påverkan på den beroende variabeln, men som inte kan förklaras av de oberoende variablerna (ibid, s. 375-378).

5. Data och urval

Detta kapitel redogör för studiens urval och variabler. Kapitlet inleds med att beskriva och motivera studiens urval. Vidare presenteras tillvägagångssättet för hur studien behandlat avsaknad av data där en motivering ges för införandet av genomsnittliga tidsperioder. Avslutningsvis presenteras studiens undersökta variabler där en förklaring för hur respektive variabel mäts, var data hämtats ifrån och vilket det förväntade resultatet i den efterföljande empiriska analysen är.

5.1 Urval och beskrivning av variabler

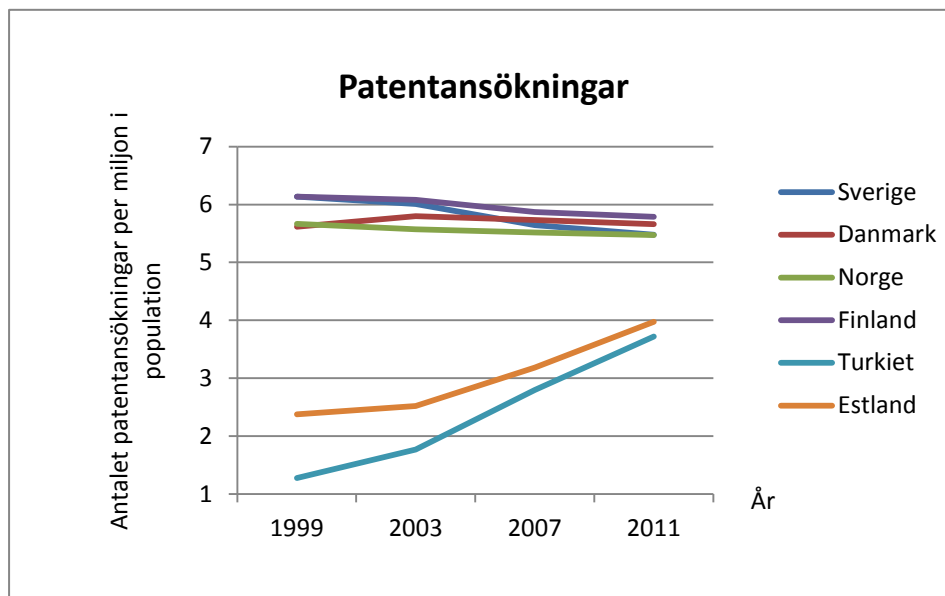
Denna studie är baserad på ett urval av 27 OECD-länder under tidsperioden 1996-2011. Studien begränsades till denna tidsperiod och dessa länder då det fanns en brist i tillgänglig och önskvärd data. Denna avsaknad medförde att länder, som initialt ingick i undersökningen, föll bort då data saknades för merparten av de undersökta åren. Beslutet att undersöka OECD-länder baserades på antagandet att höginkomstländer arbetar aktivt med innovation. En studie baserad på såväl låg- som höginkomstländer hade inte varit rättvis och hade troligen gett snedvridna resultat. Detta eftersom det får antas att låginkomstländer varken har ekonomiska förutsättningar eller infrastruktur för att arbeta aktivt med innovation.

I denna studie har fyraårsgenomsnittliga tidsperioder använts. Detta innebär att ett genomsnittligt medelvärde har beräknats för samtliga variabler under en fyraårsperiod. Fördelarna med att använda genomsnittliga tidsperioder är att datamaterialet justeras för eventuella konjunkturscyklar. Då observationer saknats i en tidsperiod har ett genomsnitt beräknats på den tillgängliga data. Detta innebär att ingen interpolering av värden har utförts. Med 27 länder i datamaterialet och fyra tidsperioder uppgår det totala antalet studerade observationer till 108.

5.1.1 Patentansökningar (PATN)

Patent beskrivs vanligen som en form av monopolitiskt skydd av en uppfinning där uppfinnaren erhåller en tidsbegränsad och lagbunden ensamrätt till uppfinningen (Patent- och registreringsverket, 2014). Data för antalet nationella patentansökningar är inhämtad från World Bank och avser antalet nationella patentansökningar per miljon i population i respektive land. Denna variabel har i studien använts som proxy för att beskriva innovationskapacitet. Flertalet tidigare studier, däribland Bilbao-Osorio och Rodríguez-Pose (2004) använder antalet patentansökningar i hopp om att kunna beskriva innovationskapaciteten. Genom att använda antalet patentansökningar som proxy för innovationskapacitet kan resultatet av nyproducerad vetenskaplig kunskap, planer och ritningar av nya processer samt prototyper för varor och tjänster kvantifieras. Ett uppenbart problem med proxyn är att den inte tar hänsyn till hela innovationsprocessen. En patentansökan är främst ett resultat av forskning och utveckling och de tre första stegen i innovationsprocessen. Denna variabel tar således inte hänsyn till efterföljande kommersialiserings- och diffusionsstadiet.

Efter att ha studerat det initiala datamaterialet visade det sig att antalet nationella patentansökningar tenderar att minska över tiden i urvalet. Trots att samtlig data är baserad på höginkomstländer (OECD) finns dock skillnader mellan de olika observationerna gällande patentansökningar. De nordiska länderna uppvisar en relativt entydig trend medan Turkiet och Estland har en betydligt mer tillväxtartad och positiv utveckling vad gäller antalet nationella patentansökningar per miljon i population. Detta illustreras i Figur 4 på nästkommande sida. Det får antas att denna nedåtgående trend har effekt på studiens resultat.



Figur 4: Nationella patentansökningar per miljon i population

5.1.2 Investering i forskning och utveckling (RDGDP)

Investeringar i forskning och utveckling avser både publika och privata investeringar i systematiskt och kreativt arbete för att öka kunskap, humankapital, kultur, och användandet av kunskap för nya ändamål. Måttet på investeringar i forskning och utveckling täcker grundläggande forskning, tillämpad forskning och experimentell utveckling och är i relation till respektive lands BNP. Tidiga studier, däribland Furman, Porter och Stern (2000), kan påvisa signifikans mellan patentstatistik som proxy för innovationskapacitet och investeringar i forskning och utveckling. Likt tidigare forskning torde denna variabel ha en positiv inverkan på den nationella innovationskapaciteten i denna studie. En högre andel nationell forskning och utveckling bör resultera i högre vetenskaplig kunskap och fler prototyper för varor och tjänster i de nationella innovationsprocesserna. Data för variabeln är inhämtad från World Bank.

5.1.3 Personer verksamma i forskning och utveckling (LOGDP)

Variabeln mäter antalet verksamma personer inom forskning och utveckling per miljon i population. Dessa personer antas vara involverade i skapandet av ny kunskap, nya produkter, processer, metoder eller system för hur projekt inom forskning och utveckling bedrivs. Likt investering i forskning och utveckling bör en högre andel verksamma personer i forskning och utveckling resultera i högre vetenskaplig kunskap och fler prototyper för varor och tjänster i de nationella företagens innovationsprocesser vilket påverkar den nationella innovationskapaciteten. Ett problem med detta kvantitativa mått är att det inte speglar kvalitén och kunskapen hos de verksamma personerna. Stora skillnader finns troligen mellan länderna i studien. Denna skillnad grundar sig i utbildningsnivå, relevant kunskap och erfarenhet samt resurstillgång personerna inom forskning och utveckling besitter. Data för variabeln är inhämtad från World Bank.

5.1.4 Högteknologisk export (EXP)

Högteknologisk export avser exporterade varor vilka kräver en högintensiv forskning och utveckling i framställandet där flygplansindustri, datateknik, läkemedel och olika former av elektroniska maskiner framhålls som typiska branscher. Måttet är baserat på den del av exporten som består av högteknologiska varor i relation till det totala antalet exporterade varor. Internationell handel, i form av export, antas generera en högre internationell kunskapsöverföring och speglar det nationella innovationssystemet öppenhet. Genom internationell handel ökar den internationella kunskapsöverföringen och som konsekvens styrks de nationella kunskapsresurserna. Ett resultat av de ökade nationella kunskapsresurserna är att de nationella företagen blir mer produktiva. En högre andel högteknologisk export torde därför ha en positiv inverkan på den nationella innovationskapaciteten. Data för variabeln är inhämtad från World Bank.

5.1.5 Investering i utbildning (EDUGDP)

Investering i utbildning avser hur mycket staten investerar i publik och privat utbildning i förhållande till respektive lands BNP. Data, vilken ligger till grund för variabeln, är inhämtad från World Bank. I studiens teoretiska utgångspunkt framhölls kunskap som en utav de viktigare drivkrafterna till nationell innovationskapacitet. Samtidigt kunde det konstateras att näringslivet har en tendens att underproducera denna kunskap p.g.a. dess spridningseffekt till andra organisationer och individer. Det är således viktigt att staten upprätthåller dessa investeringar för att säkerställa den nationella innovationskapaciteten och således den långsiktiga ekonomiska tillväxten. En högre andel investering i utbildning borde därför påverka innovationskapaciteten positivt.

Ett problem med utbildningsrelaterade mått är dock att de vanligen lider av en s.k. tidsfördröjning. För denna variabel innebär detta att det kan vara svårt att se en konkret effekt på antalet patentansökningar som är ett resultat av ökade investeringar i utbildning. Detta p.g.a. studiens relativt korta undersökningsperiod. Denna tidsfördröjning kan medföra att variabeln, oväntat, blir insignifikant i den empiriska modellen. Då studien är baserad på genomsnittliga tidsperioder hoppas jag att denna tidsfördröjning kan reduceras något.

5.1.6 Humankapital (GER)

För att beskriva humankapitalets inverkan på innovationskapaciteten har GER-måttet använts. GER (Gross Enrollment Ratio) är ett relativt mått baserat på den totala antagningen till högre utbildning som en procentuell andel av den totala populationen. Den totala populationen avser en femårsgrupp vilken följer från gymnasieskolan. Detta innebär att måttet mäter hur många gymnasieelever som under en femårsperiod påbörjar en högre utbildning efter examen från en gymnasieutbildning. Likt investering i utbildning kan detta mått lida av en tidsfördröjning. Troligen har antagning vid en högre utbildning ingen inverkan på antalet patentansökningar under samma år.

Då studien är baserad på genomsnittliga fyraårsperioder hoppas jag att denna tidsfördröjning kan reduceras något. Man bör dock ha i åtanke att det troligen krävs fler år än så för att se något direkt samband mellan högre utbildning och innovationskapaciteten i form av antalet patentansökningar. Data för variabeln är inhämtad från UNESCO.

5.1.7 Antal publicerade vetenskapliga artiklar (JOUR)

Denna variabel mäter antalet publicerade akademiska artiklar inom vetenskap- och ingenjörskonst per miljon i population. Dessa artiklar berör ämnen så som fysik, biologi, kemi, matematik, teknologi och biomedicinsk forskning. Dessa artiklar publiceras då forskningsresultat är framstående och forskare kan bevisa nya upptäckter eller ytterligare perspektiv på redan befintliga resultat. Data för antal publicerade vetenskapliga artiklar är inhämtad från World Bank.

I innovationsprocessen illustrerades ett beroende där företagets forskning- och utvecklingsverksamhet är beroende av agenter i företagets omgivning. Akademin som förmedlar nya forskningsresultat framställs som en viktig källa till producerandet av ny vetenskaplig kunskap, planer och ritningar av nya processer samt prototyper för varor och tjänster vilka beskrivs som de initiala aktiviteterna i skapandet av innovationer. Ett tydligt mål från EU:s sida är att göra vetenskapliga artiklar och data mer lättillgängligt. Detta för att underlätta för forskare och företag att bygga på och utveckla forskningsresultaten ytterligare. Målsättningen är att ge Europas innovationskapacitet ett uppsving (EU, 2012). En högre andel publicerade forskningsresultat bör således ha en positiv inverkan på de nationella företagens innovationsprocess och således den nationella innovationskapaciteten.

6. Resultat

Kapitlet inleds med att ge en kort överblick av studiens övergripande teststrategi. Därefter redogör kapitlet för de ekonometriska tester som utförts i studien. Vidare introduceras den explicita panelregression som skattats. Resultaten från skattningen presenteras och detta mynnar ut i studiens analys.

6.1 Beskrivning av övergripande teststrategi

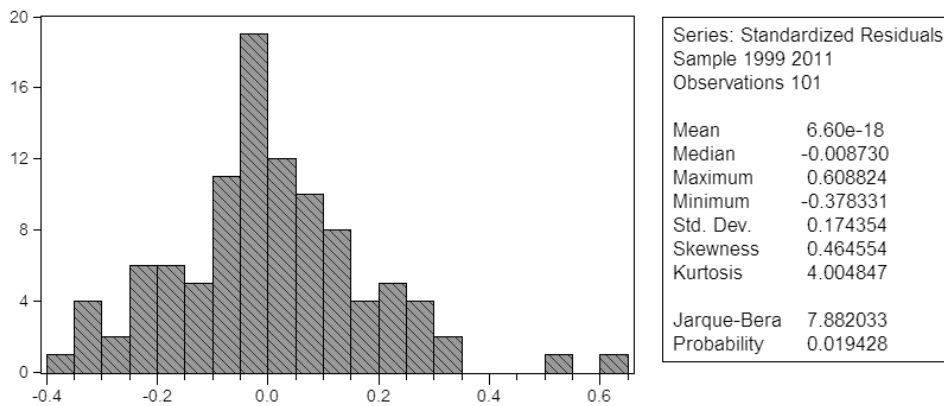
En panelregression har utförts i studien där patentansökningar använts som proxy för innovationskapacitet. Kapitlet inleds med att testa för de vanliga, ekonometriska fallgroparna relaterade till Gauss Markov-teoremet. Efter att ha testat för dessa felkällor presenteras den panelregression som ligger till grund för studiens empiriska modell. Resultatet från skattningen av regressionen kommer att presenteras och tolkas där bl.a. autokorrelation, förklaringsgrad och de olika variabelernas inverkan på den nationella innovationskapaciteten kommer att diskuteras. Kapitlet avslutas med en analys där resultaten diskuteras mer ingående och sätts i relation till studiens teoretiska utgångspunkt.

6.2 Ekonometriska test för felkällor

Kapitlet inleds med att redogöra för det test som utförts för att kontrollera om regressionens slumpterm är normalfördelad. Därefter skapades en korrelationsmatris för att undersöka om förklaringsvariablerna i studien lider av multikolinjäritet. Vidare motiveras varför studien antar att heteroskedasticitet förekom i datamaterialet samt vilken metod som använts för att korrigera mot denna.

6.2.1 Normalfördelning

Enligt Gauss-Markov teoremet, antagande sex, måste residualerna i stickprovet vara normalfördelade. Ett normalitetstest har utförts för att kontrollera för detta antagande. Om residualerna är normalfördelade är skevheten (skewness) nära noll, kurtosisen nära 3 och Jarque Bera-statistiskan nära noll (Veerbeck 2010, s. 202). Resultatet från normalitetstestet illustreras nedan i Figur 3. Det kan utläsas att skevheten är 0.464554, kurtosisen 4.004847 och Jarque Bera-statistiskan 7.882033. Dessa resultat innebär att residualerna i stickprovet ej är normalfördelade. Genom att använda den centrala gränsvärdessatsen och dess antagande kan denna problematik elimineras. Enligt denna teori kommer fördelningen att närma sig en normalfördelning då antalet observationer (N) i stickprovet växer. För att kunna använda denna approximation måste antalet observationer i stickprovet överstiga 30 (Westerlund 2005, s. 59). Då antalet observationer i undersökningen uppgår till 101 kan en sådan approximation utföras.



Figur 5: Normalfördelningstest

6.2.2 Multikolinjäritet

Vid skapandet av regressionsmodeller bör datamaterialet testas för multikolinjäritet. Detta innebär att man testas om det finns ett systematiskt beroende mellan regressionens förklaringsvariabler. Om ett systematiskt beroende existerar mellan förklaringsvariablerna försvåras tolkningen av regressionen. Detta eftersom det då är svårt att urskilja de individeffekter förklaringsvariablerna har på den beroende y-variabeln. Genom att undersöka korrelationen mellan de olika förklaringsvariablerna kan en slutsats dras huruvida datamaterialet lider av multikolinjäritet eller ej. En tumregel som vanligen används är att om variablerna har en positiv korrelationsgrad över 0,80 lider data av multikolinjäritet och man bör vidta åtgärder då undersökningen påverkas. På samma sätt om den negativa korrelationsgraden är mindre än -0,80 bör åtgärder vidtas (Westerlund 2005, ss. 159-160).

	EDUGDP	GER	EXP	JOUR	RDGDP	LOGDP
EDUGDP	1.000	0.378	0.114	-0.268	0.371	0.611
GER	0.378	1.000	0.195	0.148	0.408	0.610
EXP	0.114	0.195	1.000	0.127	0.453	0.438
JOUR	-0.268	0.148	0.127	1.000	0.306	0.097
RDGDP	0.371	0.408	0.453	0.306	1.000	0.791
LOGDP	0.611	0.610	0.438	0.097	0.791	1.000

Tabell 1: Förklaringsvariabler i en korrelationsmatris

Genom att studera undersökningens förklaringsvariabler i en korrelationsmatris kan det bekräftas att datamaterialet lider av viss multikolinjäritet. Denna kolinjäritet återfinns mellan variablerna antalet verksamma inom forskning och utveckling (LOGRD) samt investering i forskning och utveckling (RDGDP). Korrelationsgraden mellan dessa variabler uppgår till 0.7919, vilket ligger precis vid gränsen av tumregeln 0.80.

Denna multikolinjäritet var relativt väntad då båda variablerna är kvantitativa mått på insatsfaktorer i forskning- och utvecklingsverksamhet. En rimlig hypotes är att antalet verksamma personer beror på investeringar. Ett förekommande angreppssätt mot variabler som uppvisar detta beroende är att utesluta en av dem i regressionsmodellen. Dock skall man vara försiktig med att utelämna variabler då det kan ställa till problem gällande regressionens väntevärdesriktighet (Westerlund 2005, s. 161). I denna studie togs beslutet att exkludera en av dessa variabler för att förhindra eventuella problem i tolkandet av regressionens resultat. Verksamma inom forskning och utveckling uteslöts eftersom detta kvantitativa mått inte speglar den kunskap, utbildningsnivå och resurstillgång som personer verksamma i forskning och utveckling besitter. Variabeln uppvisar även högst korrelation med de övriga förklaringsvariablerna.

6.2.3 Heteroskedasticitet

Studier där datamaterialet är av panelstruktur lider ofta av heteroskedasticitet. Heteroskedasticitet innebär att regressionens slumpterm, ε_i , inte har samma varians för alla observationer i datamaterialet (Westerlund 2005, s. 173). I denna undersökning har det antagits att heteroskedasticitet förekommer. Detta antagande har gjorts i brist på lämpligt test för heteroskedasticitet i paneldata i Eviews.

För att korrigera mot denna felkälla finns två lämpliga metoder. White's robusta standardfel är en utav dessa. Genom att applicera dessa robusta standardfel korrigeras varianserna och en varians-kovarians matris som är robust mot heteroskedasticitet erhålls (Westerlund 2005, s. 176). Den andra metoden innebär att variablerna i datamaterialet logaritmeras eller transformeras till mindre värden, exempelvis per capita och naturliga logaritmer (Brooks 2008, s. 138). I studien har den senare metoden använts. Detta eftersom merparten av det ursprungliga datamaterialet var av denna karaktär.

6.3 Skattning av modell

Utifrån det empiriska tillvägagångssättet i kapitel fyra där den generella panelregressionen presenterades, motiverandet och beskrivandet av studiens variabler i kapitel fem samt de test som utförts i detta kapitel för att kontrollera för vanliga felkällor, har följande panelregression ställts upp för att finna de variabler som har en inverkan på den nationella innovationskapaciteten:

$$\begin{aligned} \log(\text{PATN}_{it}) = & \alpha_i + \beta_2 \text{EDUGDP}_{it} + \beta_3 \text{GER}_{it} + \beta_4 \text{EXP}_{it} \\ & + \beta_5 \log(\text{JOUR}_{it}) + \beta_6 \text{RDGDP}_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (3)$$

Efter att ha utfört ett redundant test i Eviews kunde det konstateras att modellen skulle korrigeras för individeffekter (fixed effect). Den teoretiska förklaringen bakom införandet återfinns i kapitel fyra. Testet har för läsvänlighetens skull bifogats och återfinns i studiens bilaga, avsnitt 8.2. Då observationer för vissa individer saknas för vissa tidsperioder, är paneldata av obalanserad struktur. Detta innebär att modellen baseras på 101 observationer och inte de ursprungliga 108. Resultatet från skattningen av regressionen återfinns på nästkommande sida.

Tabell 2: Resultat från skattning av panelregression

Investering i utbildning (EDUGDP)	-10.7476* (1.3588)
Humankapital (GER)	-0.9028*** (0.3572)
Högteknologisk export (EXP)	1.0083 (0.6180)
Publicerade vetenskapliga artiklar (JOURN)	1.0865*** (0.1738)
Investering i forskning och utveckling (RDGDP)	32.3355*** (11.8746)
Konstant (C)	-4.1051*** (1.3588)

N	101
R ²	0.9839
F	136.7935
s	4.9388
Durbin-Watson stat	1.9730

Standardfel anges i parantes, signifikansnivå illustreras enligt * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

Regressionsmodellen tyder på att ingen autokorrelation förekommer bland de oberoende variablerna då Durbin-Watson stat ligger i närheten av två. Detta är önskvärt ur ett ekonometriskt perspektiv då autokorrelation, eller seriell korrelation som det även kallas, återges i ett intervall mellan 0 och 4. Ett värde närmare två visar således att varken negativ eller positiv autokorrelation förekommer mellan studiens oberoende variabler (Veerbeck 2010, s. 117).

Vidare erhålls en hög förklaringsgrad ($R^2 = 0,9839$) vilket är önskvärt då detta R^2 -värdet återger hur pass väl variationen i antalet patentansökningar förklaras av de oberoende variablerna (Veerbeck 2010, s. 22). Detta värde måste dock tolkas med viss försiktighet då individeffekt har brukats i regressionsmodellen. Detta innebär att individeffekter som inte kan förklaras av regressionsmodellens förklaringsvariabler har exkluderats. Detta tenderar att påverka förklaringsgraden och vanligen erhålls ett högre förklaringsvärde som ett resultat av detta införande.

Dock kan ett högt R^2 -värde vara en indikator på att *spurious regression* existerar. Detta innebär att två, självständiga variabler som inte uppvisar någon korrelation i korrelationsmatrisen, är korrelerade p.g.a. en tredje icke-uppmärksammas faktor. (Dougherty 2011, s. 475). Vanliga indikatorer som tyder på att regressionen lider *spurious regression* är ett högt R^2 -värde och låg Durbin-Watson statistiska (Veerbeck 2010, s. 342). Då Durbin Watson-statistiska är 1.9730 antar studien att panelregressionen inte lider av *spurious regression*.

Vid signifikansnivå 1 % kan det utläsas ur tabellen ovan att investeringar inom forskning och utveckling har en stark inverkan på den nationella innovationskapaciteten, vilket stämmer väl överens med tidigare forskning. En högre andel investeringar i forskning och utveckling resulterar i en högre innovationskapacitet. Enligt modellen har denna variabel, tveklöst, den största inverkan på innovationskapaciteten. Resultatet kan tolkas som att en ökning av investering i forskning och utveckling motsvarande 0.001 enhet resulterar i en ökning av antalet patentansökningar med 0.032 %. Orsaken till att resultatet tolkas i som 0.001 enhet är att en ökning motsvarande en hel enhet inte ger en rättvis tolkning av varken det initiala datamaterialet eller de resultat som framkommit ur skattningen.

En ytterligare variabel som påvisas signifikant i modellen vid signifikansnivå 1 % är antalet publicerade vetenskapliga artiklar. Detta resultat kan tolkas som koefficientens elasticitet då båda variablerna är i logaritmerad form. En ökning av antal publicerade artiklar motsvarande 1 % resulterar i en ökning av antal patentansökningar med 1.0865%.

Precis över enstjärnig signifikansnivå, det vill säga 10 %, kan variabeln högteknologisk export identifieras. Denna variabel kan konstateras ha en viss inverkan på den nationella innovationskapaciteten. Variabeln är dock ej signifikant. Måttet på humankapital, GER, uppvisar i den empiriska modellen en stark negativ signifikans. Detta går emot den tidigare presenterad teori där kunskap framhölls som en utav de viktigare drivkrafterna till en högre nationell innovationskapacitet. Vid skattning av modellen visar även investering i utbildning en negativ inverkan på antalet nationella patentansökningar.

6.4 Analys

Den empiriska modellen tyder på att investering i forskning och utveckling och antalet publicerade vetenskapliga artiklar har en positiv inverkan på innovationskapaciteten vid signifikansnivå 1 %. Likt tidigare studier finns ett starkt signifikant samband mellan investering forskning och utveckling och patentstatistik. I studiens inledande kapitel presenterades två konkreta innovationspolitiska åtgärder i form av ”Horizon 2020” och ”Lissabonstrategin”. Båda av dessa åtgärder har som målsättning att öka investeringar i forskning och utveckling för att stärka EU:s konkurrens- och innovationskraft. Studiens resultat stödjer därför dessa åtgärder och dess inverkan på den nationella innovationskapaciteten kan bekräftas då patentansökningar används som proxy. Investering i forskning och utveckling är den variabel, som i studien, har högst inverkan på den nationella innovationskapaciteten. Ur policysynpunkt bör därför fortsatt fokus att ges åt investeringar i forskning och utveckling då dessa har en stor inverkan på den övergripande, nationella innovationskapaciteten.

Då akademien erhållit en prominent roll i skapandet av innovation i enighet med Triple Helix-modellen får det antas att en väsentlig del av dessa investeringar tillfaller akademien och kunskapsinfrastrukturen. Med en högre andel investeringar och anslag torde fler patentansökningar produceras från universitet och högskolor. Då patent inte tar hänsyn till kommersialisering av en uppfinning, utan snarare speglar ett forskningsresultat, blir distinktionen mellan uppfinning och innovation uppenbar. Att kunna kommersialisera och ta den slutgiltiga innovationen till marknaden blir därför av yttersta vikt, vilket speglas i innovationsprocessens fjärde steg i studiens teoretiska utgångspunkt. I detta skede behövs kompetens och erfarenhet som berör kommersialiseringsfasen. Denna form av kunskap och kompetens är essentiell för att uppfinningen ska nå slutstadiet i innovationsprocessen där uppfinningen och patentet övergår till en innovation.

Här träder innovationssystemet och de överlappande rollerna mellan näringsliv, stat och akademi in. Akademin behöver assistans i kommersialiseringsfasen av forskningsresultat och uppfinningar. Ett effektivt innovationssystem där näringsliv, stat och akademi möts för att omvandla forskningsresultat till innovationer och sedermera samhällsnytta och tillväxt kan reducera problematiken gällande denna kommersialisering. Försök till att skapa sådana mötesplatser ter sig i bl.a. forskningsparker och inkubatorprogram. Båda är konkreta exempel på hur dessa tre aktörer möts, samverkar och utbyter kunskap och erfarenheter för att kunna omvandla forskningsresultat till just innovationer. Etablerandet av dessa forskningsparker stöds av klusterteorin där ackumuleringen av kunskap tenderar att leda till spridningseffekter vilket ger upphov till geografiska- och industriella kluster. Tack vare spridningseffekterna av kunskap inom kluster antas produktiviteten stiga, fler innovationer skapas och fler företag bildas.

I studiens teoretiska utgångspunkt kunde det konstateras att det inte enbart är den nationella spridningseffekten av kunskap som påverkar innovationskapaciteten. Det nationella innovationssystemet utsätts för en högre grad av internationell kunskapsöverföring. Genom bl.a. internationell produktion, globalisering av industrier och internationell handel antas de nationella kunskapsresurserna stärkas. Det nationella innovationssystemets öppenhet är därför en viktig faktor vid analys av den nationella innovationskapaciteten. I denna studie brukades högteknologisk export som variabel för att beskriva denna öppenhet. Variabeln är ej signifikant i den empiriska modellen. Dock har den en positiv inverkan på innovationskapaciteten och överstiger precis enstjärnig signifikansnivå (10 %).

Då näringslivet har en tendens att ”underproducera” kunskap p.g.a. spridningseffekten är det av stor vikt att staten inte enbart garanterar lagstiftning och säkra utbyten utan även upprätthåller och kompenserar för de förlorade investeringarna för att således kunna säkerställa långsiktig ekonomisk tillväxt. Den empiriska modellen indikerar dock att investeringar i utbildning och humankapitalmättet, GER, har en negativ inverkan på den nationella innovationskapaciteten. I enighet med den teori som presenterats och ovanstående resonemang bör detta resultat tolkas med viss försiktighet.

Troligen lider dessa variabler av en tidsfördröjning vilken är större än de genomsnittliga tidsperioder som undersökes i studien. Beslutet att undersöka genomsnittliga tidsperioder istället för årsdata baserades på faktumet att avsaknaden av tillgänglig data stor. Ett ytterligare argument för detta val var att datamaterialet kunde justeras för eventuella konjunkturcykler. Om mer data hade varit tillgänglig hade studien kunnat baseras på en större tidsperiod, årsdata och en laggad variabel för investering i utbildning och humankapital. Detta hade möjligen gett ett något annorlunda resultat.

Det kan dock konstateras att användandet av genomsnittliga tidsperioder i denna modell försvårar införandet av laggade variabler eftersom man vid en sådan förskjutning förlorar en tidsperiod. Troligen hade ingen effekt av ett sådant införande kunnat påvisas då antalet tidsperioder i studien helt enkelt är för få. Förmodligen finns stor tidsförskjutning av dessa variabler i denna studie vilken är större än de genomsnittliga tidsperioderna. Detta torde vara en rimlig observation då humankapitalmättet är baserat på andelen som påbörjar en högre utbildning motsvarande högskola och universitet. Sannolikt tar det lång tid innan man kan se någon direkt positiv effekt i patentstatistiken som är ett resultat av ökad antagning vid högre utbildning och ökade investeringar i utbildning.

I den empiriska modellen har antalet publicerade vetenskapliga artiklar en stark signifikant inverkan på antalet patentansökningar och således den nationella innovationskapaciteten. En högre andel publicerade artiklar resulterar således i en högre innovationskapacitet och torde spegla det forskningsklimat som råder på nationell nivå. Ett bättre, mer effektivt och välutvecklat forskningsklimat kan således konstateras ha en stark inverkan på den nationella innovationskapaciteten. Näringslivet är beroende utav den nya kunskapen vilket illustreras i innovationsprocessens tre första stadier vilka är starkt förknippade med forskning och utveckling i form av uppfinnande och tekniskt framställande av nya processer, varor och tjänster. Med en högre andel publicerade vetenskapliga artiklar kan forskare och företag bygga vidare på redan befintlig kunskap. EU:s målsättning, att öka innovationstakten genom att göra vetenskapliga artiklar och data mer lättillgängligt, stöds således av studiens resultat.

7. Avslutning

Det avslutande kapitlet presenterar studiens slutsatser. De resultat och problem som uppstått under studiens gång kommer att redogöras för. Avslutningsvis ges förslag på vidare forskning inom ämnet där ytterligare proxies för innovationskapacitet och intressanta variabler för fortsatta studier återges.

7.1 Slutsats

Då det inte finns ett explicit mått på innovationskapacitet har denna studie använt antalet patentansökningar som proxy för innovationskapacitet. Genom att utgå från innovationsprocessen på företagsnivå för att sedermera aggregera upp undersökningsperspektivet, och således anta ett mer holistiskt synsätt på innovation, har studien undersökt vilka variabler som har en inverkan på den nationella innovationskapaciteten. I studien har det konstaterats att innovationskapaciteten inte kan beskrivas av en variabel utan graden av kapacitet beror på flertalet variabler och dimensioner.

Av studiens undersökta variabler är investering i forskning och utveckling den variabel som uppvisar starkast inverkan på den nationella innovationskapaciteten. Detta resultat stödjer tesen att en högre andel nationell forskning och utveckling resulterar i en högre vetenskaplig kunskap och fler prototyper för varor och tjänster, vilka speglar innovationsprocessens första tre stadier. Ur policysynpunkt motiverar detta resultat innovationspolitiska åtgärder i form av bl.a. ”Horizon 2020” och ”Lissabonstrategin” vilka ämnar öka investeringarna i forskning och utveckling för att främja den Europeiska innovationskapaciteten och den ekonomiska konkurrenskraften. Studiens resultat stödjer därför sambandet mellan investering i forskning och utveckling och nationell innovationskapacitet.

Studien kan även påvisa att antalet publicerade vetenskapliga artiklar har en positiv inverkan på den nationella innovationskapaciteten. Med fler tillgängliga forskningsresultat antas företag och forskare bygga vidare på redan befintlig kunskap. Detta resultat styrker Triple Helix-modellens antagande, att akademien fått en mer prominent roll i skapandet av innovation. Akademien agerar, i enighet med modellen, kunskapsförsörjare och överföringsagent av teknologi. Företag är i stort behov av denna nya kunskap i skapandet av innovation. Detta eftersom kunskapen beskrivs som en av de initiala källorna för innovation i innovationsprocessen. En högre andel nya, utvidgade och lättillgängliga forskningsresultat får antas generera fler faktiska innovationer och en högre innovationskapacitet, vilken även speglas i EU:s målsättning att öka innovationstakten genom att göra vetenskapliga resultat mer tillgängliga.

Då studiens mått på nationell innovationskapacitet, patent, inte tar hänsyn till kommersialiseringen av en uppfinning, utan snarare speglar ett forskningsresultat och en immateriell rättighet som går att producera industriellt, är vikten av ett effektivt innovationssystem stor. Genom innovationssystemet samverkar akademi, stat och näringsliv för att skapa förutsättningar för ett innovativt klimat där en omvandling av patent till en faktisk och kommersialiserad innovation kan äga rum. Med ett effektivt innovationssystem kommersialiseras fler patent, vilket ger upphov till att fler företag och jobb bildas. Detta resulterar i slutändan i en högre samhällsnytta, ett ökat välstånd och en högre ekonomisk tillväxt.

I studiens empiriska modell erhålls en negativ signifikans av variablerna investering i utbildning och humankapital. Detta resultat går emot den presenterade teori vilken berör innovation och ekonomisk tillväxt. Vad denna negativa signifikans kan bero på diskuteras ingående i studiens analys. Förmodligen finns en stor tidsfördröjning mellan investering i utbildning och humankapital och antalet patentansökningar. Önskvärt hade därför varit att införa en s.k. lagging av dessa variabler. Då studiens empiriska modell är baserad på fyra genomsnittliga tidsperioder och en relativt kort undersökningsperiod hade en sådan lagging troligen inte gett något direkt resultat. Sannolikt tar det lång tid innan en positiv effekt i patentstatistiken kan utläsas som ett resultat av en ökning av dessa två förklaringsvariabler.

Efter att ha studerat studiens initiala data kunde det konstateras att antalet patentansökningar tenderar att minska över tiden bland de mest välutvecklade länderna i urvalet. Det får antas att denna nedåtgående trend som illustrerades i kapitel 5 har effekt på de resultat som framkom ur panelregressionen. Vad som föranlett denna trend är okänd. Processen för ansökan av patent präglas av en hög grad av byråkrati och kostnader. En rimlig tes är att mindre aktörer inte har de ekonomiska förutsättningarna för att ansöka, vidhålla och skydda patent ur ett juridiskt perspektiv. Dessa aktörer har möjligen bytt strategi och förlitar sig istället på s.k. ”först på marknaden”-fördelar där större vikt läggs vid att nå den slutgiltiga marknaden först med en explicit produkt.

En ytterligare tänkbar orsak till denna nedåtgående trend är att aktörer vänt sig till det Europeiska patent- och registreringsverket (EPO) istället för de nationella patent- och registreringsverken. Denna studie har använt antalet nationella patentansökningar per miljon i population som proxy för den nationella innovationskapaciteten. Med en ökad internationell produktion och forskning och utveckling är den mest troliga förklaring till denna nedåtgående trend att aktörer vänt sig till EPO för att erhålla ett internationellt skydd som omfattar ett större geografiskt område.

7.2 Vidare forskning

Att finna en proxy för innovationskapacitet som fångar upp innovationsprocessens samtliga stadier är av stort intresse för fortsatta studier i ämnet. Hesen och Faben (2004) undersöker variabler som påverkar antalet sålda innovationsprodukter. Den beroende variabeln, antalet sålda innovationsprodukter, erhålls från det nya datasetet CIS som redogjordes för i den tidigare, empiriska forskningen. Med denna nya form av data kan, möjligen, ett bättre mått på innovation erhållas vilken speglar innovationsprocessens samtliga stadier. Ett uppenbart problem med datasetet, vilken även författarna uppmärksammar, är att storleken på tillgänglig data är liten då setet är relativt nytt vilket försvårar förutsättningarna för omfattande undersökningar.

För fortsatta studier inom ämnet kan möjligen varumärkesskydd vara en lämplig variabel för att beskriva den nationella innovationskapaciteten. Varumärkesskyddet täcker, till skillnad från patent, både varor och tjänster och är inte lika förknippat med höga kostnader och hög grad av byråkratisk process. Fördelen med detta mått är att det speglar en explicit vara eller tjänst och måttet kan troligen fånga upp fler, mindre aktörer i en empirisk analys. Ett tänkbart problem med måttet är dess bredd. Troligen påverkas varumärkesskyddet av variabler som inte direkt har någon anknytning till innovationskapaciteten.

En förklaringsvariabel som denna studie ej undersökt, men som är av intresse för fortsatta studier är ett mått på det nationella, finansiella systemets effektivitet. För att en uppfinning ska nå kommersialiseringsfasen och övergå till en innovation krävs vanligen en investering. Tillgången till riskkapital och ett innovationsfrämjande finansiellt system påverkar innovationskapaciteten i enighet med innovationsprocessens fjärde steg där det specifika företaget antas vara beroende utav investerare som tillhandahåller företaget med kapital.

Käll- och litteraturförteckning

Litteratur

Brooks Chris (2008). *Introductory Econometrics for Finance*. Andra uppl. New York: Cambridge University Press

Dougherty Christopher (2011). *Introduction to Econometrics*. Fjärde uppl. Oxford: Oxford University Press

Edquist Charles (1997, ed). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter Publishers/Cassell Academic

Rogers Mark, Greenhalgh Christine (2010). *Innovation, Intellectual Property and Economic Growth*. Första uppl. New Jersey: Princeton University Press

Schmookler Jakob (1966). *Invention and Economic Growth*. Första uppl. Boston: Harvard University Press

Verbeek Marno (2012). *A Guide to Modern Econometrics*. Fjärde uppl. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

Westerlund Joakim (2005). *Introduktion till Ekonometri*. Första uppl. Lund: Studentlitteratur

Artiklar

Bilbao-Osorio Benat, Rodríguez-Pose Andrés (2004). "From R&D to Innovation and Economic Growth in the EU". *Growth and Change*, vol. 35, no. 4, ss. 434-455

- Doyle Eleanor, O'Connor Fergal (2013). "Innovation Capacities in Advanced Economies: Relative Performance of Small Open Economies". *Research in International Business and Finance*, vol. 27, no.1, ss. 106-123
- Etxkowitz Henry, Leydesdorff Loet (2000). "From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government relations". *Research Policy*, vol. 29, ss. 109-123
- Etxkowitz Henry, Dzisah James, Ranga Marina, Zhou Chunyan (2007). "The Triple Helix Model For Innovation – University-Industry-Government Interactions". *Tech Monitor*, Jan-Feb 2007, ss. 14-23
- Faber Jan, Heslen Annaloes Barbara (2004). "Innovation Capabilities of European Nations: Cross-National Analyses of Patents and Sales of Product Innovations". *Research Policy*, vol. 33, no. 2 ss. 193-207
- Fagerberg Jan, Srholec Martin (2008). "National Innovation System, Capabilities and Economic Development". *Research Policy*, vol. 37, ss. 1417-1435
- Gilbert Brett Anitra, McDougall Patricia P., Audretsch David B (2008). "Clusters, Knowledge Spillovers and New Venture Performance: An Empirical Examination". *Journal of Business Venturing*, vol. 23, no. 4, ss. 405-422
- Glaeser L. Edward, Kallal D. Heidi, Scheinkman A. Jose, Shleifer Andrei (1992). "Growth in Cities". *Journal of Political Economy*, vol. 100, no. 6, ss. 1126-1152
- Lööf Hans (2008). "Innovationssystem, Globalisering och Ekonomisk Tillväxt" Underlagsrapport nummer 6 till globaliseringsrådet: ISBN 978-91-85935- 05-5
- Romer M. Paul (1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth". *The Journal of Political Economy*, vol. 94, no. 5, ss. 1002-1037
- Scott Stern, Porter E. Michael, Furman L. Jeffrey (2002). "The Determinants of National Innovative Capacity." *Research Policy*, vol. 31, ss. 899-933.
- Ungureanu-Ivan Clementina, Marcu Monica (2006). "The Lisbon Strategy". *The Romanian Journal of Economic Forecasting*, no.1, ss. 74-83

Elektroniska källor

Nationalencyklopedin (2014). ”Innovation”.

<http://www.ne.se/lang/innovation> [hämtad 2014-05-21]

Vinnova (2014). ”Vinnova- Sveriges innovationsmyndighet”.

<http://www.vinnova.se/sv/Om-VINNOVA/VINNOVA---Sveriges-innovationsmyndighet/> [hämtad 2014-05-15]

Tillväxtverket (2014). ”Horisont 2020 - EU:s nya ramverk för forskning och innovation”. <http://www.tillvaxtverket.se/huvudmeny/>

[insatserfortillvaxt/flerochvaxandeforetag/horisont2020.4.32e88512143a838073989a.html](http://www.tillvaxtverket.se/huvudmeny/insatserfortillvaxt/flerochvaxandeforetag/horisont2020.4.32e88512143a838073989a.html) [hämtad 2014-05-23]

Patent- och registreringsverket (2014). ”Frågor om patent”.

<http://www.prv.se/sv/Kunskapscenter/Fragor-och-svar/fragor-om-patent/> [hämtad 2014-05-23]

OECD Publishing (2013). ”Supporting investments in knowledge capital, growth and innovation”. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264193307-en>

[hämtad 2014-05-23]

Barack Obama (2011). Citerad av David Jackson. *USA Today*. 2011-01-26

<http://content.usatoday.com/communities/theoval/post/2011/01/cbo-projects-15-trillion-budget-deficit-this-year/1#.U38GdVSezcs>

[hämtad 2014-05-23]

EU (2012). ”Vetenskaplig data: Öppen tillgång till forskningsresultat kommer att ge Europas innovationskapacitet ett uppsving”. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-790_sv.htm

[hämtad 2014-05-27]

8. Bilagor

8.1 Variabelförteckning

Variabel	Enhet	Förkortning
Nationella patentansökningar	Per miljon i population	PATN
Investering i utbildning	Procentuell andel av BNP	EDUGDP
Investering i forskning och utveckling	Procentuell andel av BNP	RDGDP
Humankapital	GER (se kap. 5)	GER
Högteknologisk export	Procentuell andel av total export	EXP
Publicerade vetenskapliga artiklar	Per miljon i population	JOUR
Verksamma i forskning och utveckling	Per miljon i population	LOGDP

8.2 Test för fixed effects

Tabell 3: Test för individeffekt	Statistics	d.f.	Prob.
Cross-section F	48.4220	(26,69)	0.0000
Cross section Chi-square	298.6874	26	0.0000

8.3 Länder i undersökningen

Sydkorea

USA

Sverige

Danmark

Spanien

Australien

Belgien

Finland

Storbritannien

Irland

Island

Italien

Japan

Norge

Österrike

Kanada

Schweiz

Tjeckien

Tyskland

Estland

Grekland

Ungern

Polen

Portugal

Turkiet

Nya Zealand