



LUNDS UNIVERSITET
Ekonomihögskolan

Nationalekonomiska Institutionen

Kandidatuppsats VT 2016

Infrastrukturens direkta samt indirekta effekt på ekonomisk tillväxt

En studie som undersöker hur infrastruktur och humankapital direkt påverkar ekonomisk tillväxt samt hur infrastruktur indirekt påverkar tillväxten genom att ha en effekt på humankapitalbildningen

Författare

Lina Berg
Malin Olsson

Handledare

Pontus Hansson

SAMMANFATTNING

Syftet med denna studie är att undersöka om infrastruktur och humankapital direkt påverkar ekonomisk tillväxt samt om infrastrukturen därutöver även har en indirekt effekt genom att påverka humankapitalbildningen. Detta sätt att analysera infrastrukturens indirekta effekt på ekonomisk tillväxt skiljer sig från tidigare genomförda studier. Tillvägagångssättet för undersökningen är att genomföra två panelregressioner. Den första undersöker infrastrukturens påverkan på humankapitalet och den andra utreder infrastrukturens samt humankapitalets enskilda påverkan på ekonomisk tillväxt. Dessa två regressioner är tänkta att besvara om infrastruktur och humankapital bidrar till ekonomisk tillväxt samt om infrastruktur förstärker humankapitalets effekt. Denna effekt bör i sådana fall vara tydlig i länder som uppvisat hög tillväxt. Det har lett fram till att denna analys avgränsats till länder i Ostasien som är en region som uppvisat en enorm ekonomisk tillväxt under den senaste femtioårsperioden. Som utgångspunkt för undersökningen används en teknologispriidningsmodell som vi sedan utvidgat till att inkludera infrastruktur både som egen variabel samt som en bidragande faktor till humankapitalbildningen.

Det slutliga resultatet visar på att infrastruktur har en positiv påverkan på humankapitalbildningen samt att båda dessa variabler har en positiv effekt på ekonomisk tillväxt. Därigenom påvisas det samband som uppsatsen hade i syfte att undersöka.

Nyckelord: *Ekonomisk tillväxt, Humankapital, Infrastruktur, Utvidgad Teknologispriidningsmodell, Paneldata, Ostasien*

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	2
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
1. INTRODUKTION	5
2. DEFINITION AV INFRASTRUKTUR OCH HUMANKAPITAL	7
2.1 INFRASTRUKTUR	7
2.2 HUMANKAPITAL.....	7
3. TIDIGARE FORSKNING	8
3.1 INFRASTRUKTUR	8
3.2 HUMANKAPITAL.....	9
4. TEORETISK MODELL	11
4.1 EKONOMISK TILLVÄXT	11
4.2 TEKNOLOGISPRIDNINGSMODELLEN	11
4.2.1 <i>Steady state</i>	12
4.2.2 <i>Härledning av teknologispridningsmodellen</i>	12
4.3 VÅR UTVIDGNING AV TEKNOLOGISPRIDNINGSMODELLEN	14
5. METOD OCH DATA	17
5.1 DEFINITION AV REGRESSIONER	17
5.2 AVGRÄNSNING	18
5.3 BEROENDE VARIABLER	19
5.3.1 <i>Humankapital</i>	19
5.3.2 <i>BNP-tillväxt (Ekonomisk tillväxt)</i>	19
5.4 OBEROENDE VARIABLER OCH DERAS FÖRVÄNTADE EFFEKT	19
5.4.1 <i>Infrastruktur</i>	19
5.4.2 <i>Humankapital</i>	20
5.4.3 <i>Befolkningstillväxt</i>	20
5.4.4 <i>Förväntad livslängd</i>	20
5.4.5 <i>Handel</i>	21
5.4.6 <i>Kvinnor i utbildning</i>	21

5.4.7 Sparande	22
5.4.8 Sysselsättningsgrad.....	22
5.4.9 Utelämnad variabel	23
6. RESULTAT OCH ANALYS	24
6.1 TEST AV REGRESSION	24
6.1.1 Durbin-Wu-Hausman test.....	25
6.1.2 Multikollinearitet	25
6.1.3 Normalitetstest.....	26
6.1.4 Autokorrelation.....	26
6.1.5 Heteroskedasticitet.....	27
6.2 REGRESSION 1	28
6.3 REGRESSION 2.....	30
7. AVSLUTNING.....	34
REFERENSLISTA	36
APPENDIX.....	38
APPENDIX 1	38
APPENDIX 2	42
APPENDIX 3	48
APPENDIX 4	50

1. INTRODUKTION

Enligt tidigare forskning har infrastruktur samt humankapital en direkt effekt på ekonomisk tillväxt (Brenneman och Kerf, 2002; Solow, 1957). Vad som däremot inte har undersökts tidigare är om infrastruktur även har en indirekt effekt på tillväxten genom att påverka humankapitalbildningen.

Vår hypotes är att infrastruktur och humankapital har en direkt effekt på ekonomisk tillväxt samt att infrastruktur därutöver även har en indirekt effekt genom att påverka humankapitalbildningen. Infrastruktur kan vara en förutsättning för att individer ska kunna tillgodogöra sig humankapital i form av utbildning. Exempelvis kan infrastruktur i form av energi främja bland annat spridningen av kunskaper och idéer via olika informationssystem vilket är gynnsamt för humankapitalbildningen.

Den hypotes som denna studie syftar att undersöka bör gälla för länder som haft en hög ekonomisk tillväxt. Detta för att om infrastruktur och humankapital har en positiv effekt på tillväxt samtidigt som infrastruktur förstärker humankapitalets effekt, bör effekten noteras för särskilt växande länder. Därför avgränsas undersökningen till Ostasien som är en region som uppvisat en enorm tillväxt under de senaste femtio åren. Syftet med denna uppsats är således att undersöka hypotesen gällande infrastrukturens direkta samt indirekta effekt på ekonomisk tillväxt vilket lett fram till frågeställningen:

Har infrastruktur en indirekt effekt på ekonomisk tillväxt genom att påverka humankapitalbildningen?

Har infrastruktur och humankapital en direkt effekt på ekonomisk tillväxt?

Metoden som används för att besvara frågeställningen är en ekonometrisk metod. Data för de variabler och länder som inkluderas är hämtade från statistiska databaser. Ett urval av Ostasiatiska länder tas med i undersökningen och tidsperioden som analyseras är den mellan år 1970 och 2010. Regressionsanalysen görs i programmet Eviews och består av två panel-regressioner. Den första undersöker om infrastruktur har en påverkan på

humankapitalbildningen och den andra utreder om humankapital och infrastruktur var för sig har en påverkan på ekonomisk tillväxt.

Den modell som används som utgångspunkt för undersökningen är teknologispriidningsmodellen som vi sedan utvidgar (Jones & Vollrath, 2013). I vår nya utvidgade modell inkluderas infrastruktur både som en egen variabel samt som en bidragande faktor till humankapitalbildningen. Vår teoretiska modell överensstämmer med vår hypotes.

Resultatet av regression 1 visar på att infrastruktur har en direkt positiv effekt på humankapitalet. Samtidigt visar regression 2 att både infrastruktur och humankapital påverkar ekonomisk tillväxt positivt. Således har infrastruktur en indirekt effekt på ekonomisk tillväxt.

Uppsatsen disponeras enligt följande: I kapitel 2 definieras begreppen infrastruktur och humankapital. Det följs av kapitel 3 där tidigare forskning presenteras. I kapitel 4 redovisas den teori som är relevant för denna uppsats samt vår utvidgning av teknologispriidningsmodellen. Kapitel 5 presenterar den ekonometriska metod som använts. Kapitel 6 består av resultat och analys som sedan följs av en avslutning i kapitel 7.

2. DEFINITION AV INFRASTRUKTUR OCH HUMANKAPITAL

2.1 Infrastruktur

Infrastruktur är ett brett begrepp som av många skäl är svårt att mäta. Infrastruktur har till syfte att underlätta olika samhällsfunktioner. Begreppet innefattar vägar, flygplatser och järnvägar samt energisystem såsom elnät, vattenledningar, gasnät och så vidare. Flera av dessa bitar ses av många som en viktig del i ett välfungerande samhälle genom att det underlättar produktion, transport, export och mycket mer. Infrastruktur kan även innefatta viktiga kommunikationsmedel i form av internet och telenät. Uppbyggnad av infrastruktur finansieras generellt sett av statliga kapitalmedel men kan även finansieras av privata investerare. Enligt denna definition förväntas infrastruktur leda till förbättrade möjligheter att uppnå ekonomisk tillväxt (Investopedia, 2016). De delar av infrastruktur som är viktiga i denna studie är de som kan anses vara betydelsefulla för humankapitalbildningen. En sådan del kan vara energi vilket är hur infrastruktur definieras här.

2.2 Humankapital

Humankapital är ett mått på det ekonomiska värdet av en individs kunskaper. Detta mått avser visa vilken nivå av kunskaper och färdigheter individer i ett land besitter. Individer kan öka sitt humankapital genom att investera i utbildning samt ackumulera kunskaper genom arbetserfarenhet. Humankapital kan således tillgodogöras på olika sätt även om utbildning i många fall anses vara ett effektivt och relativt säkert sätt att öka sin egen kunskapsnivå på (Investopedia, 2016).

Ett ökat humankapital innebär att en individ kan tillgodogöra sig mer av den teknologi som finns tillgänglig i världen. Genom att öka befolkningens utbildningsgrad kan således ett land förbättra sina möjligheter att ta del av den teknologi som utvecklas i andra länder vilket är positivt ur ett tillväxtperspektiv (Jones & Vollrath, 2013).

3. TIDIGARE FORSKNING

3.1 Infrastruktur

Brenneman och Kerf (2002) argumenterar för att infrastruktur i form av energi, informations- och kommunikationsteknologi samt transport leder till förbättrad utbildning och därmed ökat humankapital. Energi i form av elektricitet till lampor gör att de barn som inte har möjlighet att gå till skolan under dagtid fortfarande kan öka sitt humankapital genom att studera trots mörker. Med utvecklad informations- och kommunikationsteknologi kan barn på landsbygden få tillgång till utbildning genom distansprogram. Likaså möjliggör detta att människor på skilda avstånd kan kommunicera med varandra och på så sätt få utbyte av varandras kunskaper och idéer vilket har en positiv effekt på humankapitalbildningen. Transport är en viktig faktor när det kommer till förbättrad utbildning. Med förbättrade vägar och transporttjänster kan tiden som det tar för barn i mindre utvecklade områden att ta sig till skolan minska drastiskt vilket ökar deras tillgång till utbildning. Från ett annat perspektiv leder även goda transportsystem till att utbildade lärare kan ta sig till skolorna vilket gör att kvalitén på utbildningen kan förbättras. Vad Brenneman och Kerf (2012) utelämnar i sin forskning är infrastrukturens indirekta effekt på tillväxten då de inte undersöker humankapitalets effekt på ekonomisk tillväxt.

Likväl argumenterar Brenneman och Kerf (2002) att infrastruktur i sig själv bidrar till ekonomisk tillväxt. Infrastruktur kan hjälpa till med att effektivisera produktionen av varor och tjänster, vilket i sin tur kan bidra till att ett lands BNP växer.

Det kan även resoneras kring att infrastruktur har en negativ effekt på ekonomisk tillväxt, även om det inte är lika troligt. Barro (1990) påpekar att beroende på hur infrastrukturen finansieras, kan detta påverka tillväxten på olika vis. Om infrastrukturen finansieras genom höjd inkomstskatt blir effekten negativ. Med höjd inkomstskatt blir privatpersoner tvungna att antingen minska deras konsumtion för att bibehålla deras sparande på samma nivå, eller minska deras sparande för att kunna ha samma konsumtionsnivå som tidigare.

3.2 Humankapital

Den allmänna uppfattningen är att humankapital har en positiv effekt på ekonomisk tillväxt. Endast ett fåtal anser att motsatsen gäller. För helhetens skull presenteras här båda perspektiven.

Ekonomisk tillväxt i utvecklingsländer kan bäst uppnås genom att minska skillnaden i teknologiutvecklingen mellan dessa länder och utvecklade länder. Högre utbildning förser befolkningen med förmågan att kunna använda den teknologi som utvecklats i andra länder och därmed minska skillnaden. Dock är inte endast utbildning tillräckligt. Andra faktorer såsom öppenhet gentemot omvärlden, ett stabilt ekonomiskt system, ett fungerande politiskt styre etc. är av väsentlig betydelse för att tillväxt ska kunna uppnås. Det argumenteras för att en kombination av dessa faktorer tillsammans med utbildning är det som gynnar ekonomisk tillväxt (Permani, 2009). Kwack och Lee (2006) menar på att ekonomisk tillväxt kan uppnås genom att utbildning kompletteras med öppenhet gentemot omvärlden.

Hur humankapital ackumuleras samt definieras finns det blandade åsikter kring. Goode (1959) samt Schultz (1961) argumenterade för att utbildning var den viktigaste faktorn gällande att öka mängden humankapital i ett land. Solow (1957) menade att en ökning av humankapital i form av teknologisk kunskap har som effekt att produktionen ökar, något som i sin tur gynnar den ekonomiska tillväxten. Dock hade Solow inget svar på hur teknologi ackumuleras, något som flera efterkommande forskare inom ämnet försökt svara på. Kwack och Lee (2006) ansåg att Koreas höga tillväxt kan kopplas till landets förmåga att ackumulera och anpassa sin teknologi till den teknologi och de idéer som utvecklats i andra länder. Detta har drivits på tack vare den höga utbildningsgraden hos landets befolkning samt deras förmåga att lära sig använda ny teknologi importerad från omvärlden.

Det bör dock nämnas att en investering i samt utveckling av utbildningssektorn i ett land inte kommer att ha en omedelbar effekt på den ekonomiska tillväxten. Detta grundar sig i att när en stor del av ett lands befolkning utbildar sig tas dessa från produktionssektorn vilket innebär att total produktion kan tänkas minska. Det i sin tur kan ha en negativ påverkan på den ekonomiska tillväxten i landet på kort sikt. Däremot kommer en investering i utbildningssektorn vara en lönsam investering för tillväxten i landet på lång sikt (Permani, 2009).

Asien har under senare år klassats som ett tillväxtmirakel med kraftig uppgång av den ekonomiska tillväxten i flera av regionens länder. Vad detta tros ha berott på skiljer sig dock åt mellan olika forskare. Mingat (1998) argumenterade för att den enorma utvecklingen av humankapital i Asienregionen stärkte dess tillväxt och är därmed en viktig förklaring till den väldiga utvecklingen. Samtidigt motsätter sig andra forskare denna teori. De menar på att när Ostasien uppvisade en hög tillväxt under 1990-talet kunde samtidigt en nedgång i utbildningssektorns produktivitet konstateras. Det innebär således enligt dessa forskare att den ekonomiska tillväxten och utbildningen i de ostasiatiska länderna inte är starkt korrelerade (Grundlach & Woessmann, 2001).

Ytterligare forskare som motsätter sig teorin om att humankapital har haft en positiv effekt på den ekonomiska tillväxten i Asienregionen är Haulman (1996) och Chen (1997). Istället visar dessa i sina undersökningar att humankapital blir mindre betydande i förhållande till andra faktorer såsom omfattande export och handelsliberalisering. I dessa studier sågs utbildning istället som gynnande för ekonomisk tillväxt på lång sikt, men att en investering i utbildning inte behövde vara en prioritering på kort sikt.

4. TEORETISK MODELL

I denna del kommer de teorier som används i uppsatsen att presenteras. Analysen sker med utgångspunkt i teknologispridningsmodellen (Jones & Vollrath, 2013). Denna modell beskrivs inledningsvis i sin ursprungliga form. Vi kommer sedan att utvidga modellen till att inkludera infrastruktur både som en egen variabel samt som en bidragande faktor till humankapitalbildningen. Detta görs dels för att undersöka infrastrukturens och humankapitalets direkta påverkan på ekonomisk tillväxt, dels för att analysera infrastrukturens indirekta effekt på ekonomisk tillväxt genom att studera dess effekt på humankapitalbildningen.

4.1 Ekonomisk tillväxt

Ekonomisk tillväxt mäter utvecklingen av ekonomin i ett land på lång sikt, det vill säga *potentiell* BNP. På kort sikt inträffar olika händelser som leder till att *faktisk* BNP fluktuerar kring potentiell BNP såsom i fallet med konjunktursvängningar. Vid undersökning av ekonomisk tillväxt är det den långsiktiga utvecklingen som är intressant då det är först på lång sikt som till synes små förändringar i ett lands BNP vid en viss tidpunkt får en påtaglig effekt (Jones & Vollrath, 2013).

4.2 Teknologispridningsmodellen

Teknologispridningsmodellen lämpar sig bra vid analys av länder som inte själva kan antas producera all den teknologi de använder. Denna modell tar hänsyn till att teknologi sprids över världen. Humankapital ses som en viktig aspekt i teknologispridningen då det enligt modellen är humankapital som är starkt avgörande för hur mycket samt hur avancerad teknologi ett land kan ackumulera. Det innebär att ett utvecklingsland som har en högutbildad befolkning kan ta till sig mer av den teknologi som andra länder producerar, än ett land vars befolkning är lågutbildad. Vidare pekar modellen på att öppenhet gentemot omvärlden har en positiv effekt på ett lands BNP. Detta kan förklaras med att öppenhet till andra länder indirekt leder till ökad teknologispridning då kunskap och idéer sprids mellan landsgränserna (Jones & Vollrath, 2013).

4.2.1 Steady state

Ett viktigt mål med teknologispridningsmodellen är att få fram ett lands steady state, eller ”jämviktsläge”. Skälet till detta är att få fram den långsiktiga ekonomiska tillväxten i ett land för att på så sätt undersöka vad det är som påverkar tillväxten. I steady state växer alla variabler i konstant takt. Det bör nämnas att ett land sällan befinner sig i jämvikt då nya händelser ständigt inträffar som påverkar ekonomin vilket gör att jämviktsläget i landet ändras (Jones & Vollrath, 2013).

4.2.2 Härledning av teknologispridningsmodellen

För att få fram BNP per capita i steady state härleds här teknologispridningsmodellen. Det följs sedan av vår utvidgning av modellen. Detta görs för att göra det enklare för läsaren att skilja mellan den ursprungliga och vår utvidgade modell.

Förändringen av en variabel kommer i följande fall förses med en prick ovanför variabeln, enligt \dot{x} .

Produktionsfunktionen i teknologispridningsmodellen kan skrivas om enligt nedan¹:

$$Y = K^\alpha (hL)^{1-\alpha} \quad (0 < \alpha < 1) \quad (4.1)$$

Där Y representerar BNP, K är landets realkapitalstock, L är arbetskraft och h står för humankapital.

I modellen antas realkapitalet ackumuleras enligt följande:

$$\dot{K} = sY - \delta K \quad (4.2)$$

Där \dot{K} är förändringen i realkapitalet, sY representerar andelen av inkomster som sparas och investeras samt δK som visar på hur realkapitalet deprecieras.

¹ För ursprunglig produktionsfunktion samt omskrivning se Appendix 1

Vidare gäller att tillväxttakten i befolkningsmängden är:

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \quad (4.3)$$

Samt att tillväxttakten i världsteknologin antas vara konstant, enligt:

$$\frac{\dot{A}}{A} = g_A = g \quad (4.4)$$

Ackumuleringen av humankapital sker enligt:

$$\dot{h} = \mu e^{\psi u} A^\gamma h^{1-\gamma} \quad (0 < \gamma < 1) \quad (4.5)$$

Där μ är allmän produktivitet i humankapitalutvecklingen, ψ är utbildningskvalitet, u är antal år i utbildning och A representerar världsteknologin (den teknologi som finns tillgänglig i världen). Denna formel pekar på att humankapitalet (h) spelar roll för hur mycket och hur avancerad teknologi i världen (A) som landet kan ackumulera. Även antalet utbildningsår (u) samt kvaliteten (μ) på utbildningen påverkar.

I steady state gäller som nämndes ovan att alla variabler växer i konstant takt vilket innebär att tillväxttakten i alla variabler är samma och konstanta enligt²:

$$g_y = g_k = g_h = g_A = g \quad (4.6)$$

Enligt ovanstående antaganden kan sedan ett uttryck för inkomstnivå (eller BNP) per capita i steady state skrivas som³:

$$y = \left(\frac{s}{n+g+\delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \left(\frac{\mu}{g} e^{\psi u} \right)^{\frac{1}{\gamma}} A \quad (4.7)$$

Den första parentesen representerar realkapital, den andra humankapital och slutligen representerar A världsteknologin.

² För bevisning se Jones & Vollrath (2013)

³ För uträkning se Appendix 1

4.3 Vår utvidgning av teknologispriidningsmodellen

Teknologispriidningsmodellen kommer nu att utvidgas för att inkludera infrastrukturens påverkan på ekonomisk tillväxt samt dess påverkan på humankapitalet för att kunna koppla modellen till studiens syfte. Vidare inkluderas den arbetsföra andelen av befolkningen som en del av vår utvidgade modell eftersom den finns med i studiens empiriska undersökning.

Produktionsfunktionen i den nya modellen ser ut enligt följande:

$$Y = I^\pi K^\alpha (hL_s)^{1-\alpha-\pi} \quad (0 < \alpha < 1)(0 < \pi < 1)(\alpha + \pi < 1) \quad (4.8)$$

Y är BNP, I är infrastruktur, K är realkapital, h är humankapital, L_s den arbetsföra andelen av befolkningen, α visar hur viktigt realkapitalet är för produktionen och π är den andel av BNP som tillfaller infrastrukturen. Den andel som nu går till (hL_s) blir $1 - \alpha - \pi$.

Realkapitalet ackumuleras såsom i den ursprungliga modellen, det vill säga enligt:

$$\dot{K} = s_K Y - \delta_K K \quad (4.9)$$

Med tillägg av ett index (κ) vid s och δ för att indikera att det handlar om realkapitalet.

Infrastrukturen ackumuleras enligt:

$$\dot{I} = \lambda \tau Y - \delta_I I \quad (0 < \lambda, 0 < \tau < 1) \quad (4.10)$$

Där I är infrastruktur, λ anger hur stor mängd infrastruktur som en viss mängd resurser producerar, τ anger den andel av BNP som läggs på infrastruktur och δ_I är infrastrukturens deprecieringstakt. Den andel av BNP som tillfaller infrastruktur, τ , antas vara större än noll men mindre än ett. Vidare antas den mängd infrastruktur som skapas utifrån en viss mängd resurser, λ , vara större än noll. Uttrycket säger att ju större andel av BNP som läggs på uppbyggnad av infrastruktur samtidigt som den effektiviseras, desto mer infrastruktur skapas av samma investering av kapital. Detta grundas i att det rimligen kan tänkas att det kapital

som investeras fördelas på mer eller mindre framgångsrika sätt. Infrastruktur slits likt realkapital vilket är anledningen till att deprecieringstermen δ_I inkluderas.

Humankapitalet ackumuleras på näst intill samma sätt som i den ursprungliga modellen med viss justering, enligt följande:

$$\dot{h} = \mu I^\phi e^{\psi u} A^\gamma h^{1-\gamma} \quad (0 < \phi \leq 1) \quad (4.11)$$

Den enda skillnaden här från den ursprungliga modellen är I^ϕ som lagts till och som representerar infrastruktur. Detta har gjorts för att undersöka hur infrastrukturen påverkar ackumuleringen av humankapital. I övrigt gäller samma som tidigare, det vill säga att h är humankapital, μ är den allmänna produktiviteten i humankapitalutvecklingen, ψ är kvalitén på utbildning, u är tid i utbildning och A representerar världsteknologin.

I övrigt gäller att:

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \quad (4.12)$$

$$\frac{\dot{A}}{A} = g \quad (4.13)$$

Det kan visas att i steady state gäller att tillväxttakten i BNP per capita, realkapitalet, infrastrukturen, humankapitalet och den teknologiska nivån är samma, enligt⁴:

$$g_Y = g_K = g_I = g_h = g_A = g \quad (4.14)$$

⁴ Se Appendix 2

Utifrån ovan gjorda förändringar av modellen samt de antaganden som gjorts räknas BNP per capita i steady state fram i vår nya modellen enligt⁵:

$$y = \left(\frac{\lambda\tau}{(\delta_I + g + n)} \right)^{\frac{\pi}{1-\alpha-\pi}} \left(\frac{s_K}{(\delta_K + g + n)} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\pi}} \left(\frac{L_S}{L} \right) \left(\frac{\mu I^\phi e^{\psi u}}{g} \right)^{\frac{1}{\gamma}} A \quad (4.15)$$

Den första parentesen representerar infrastruktur, den andra realkapital, den tredje sysselsättningsgraden, den fjärde humankapital och slutligen representerar A världsteknologin.

I det nya uttrycket har infrastruktur en positiv påverkan på BNP per capita. Därmed kommer en ökning av infrastruktur leda till en ökning av BNP per capita. Därigenom ökar den ekonomiska tillväxten under en övergångsperiod. Det framgår också att en ökad sysselsättningsgrad (kvoten $\frac{L_S}{L}$ blir större) har en positiv påverkan på tillväxten. Uttrycket säger även att infrastruktur har en effekt på humankapitalbildningen. Det antas här att infrastruktur är större än noll vilket innebär att det bortses från möjligheten att ingen infrastruktur skapas.

Vår utvidgade teknologispredningsmodell överensstämmer med vår hypotes såtillvida att den visar på att infrastruktur och humankapital har en direkt effekt på ekonomisk tillväxt. Vidare gäller att infrastrukturen har en indirekt effekt på tillväxten genom att påverka humankapitalet. Således bör en ökning av infrastruktur enligt vår modell leda till en högre ekonomisk tillväxt både genom att direkt påverka tillväxten positivt samt indirekt genom att ha en positiv inverkan på humankapitalbildningen.

⁵ För fullständig uträkning se Appendix 2

5. METOD OCH DATA

5.1 Definition av regressioner

I vår analys använder vi oss av paneldata vilket innebär att vi har observationer både över tid (t) samt för olika länder (i). Paneldata har som fördel att antal observationer ökar i förhållande till vad som gäller för tidsserie- och tvärsnittsdata enskilt. Att ha många observationer är önskvärt då det leder till att precisionen i skattningarna blir bättre (Dougherty, 2011).

Regression 1 skattas med random effect, består av 116 observationer och ser ut enligt följande:

$$\begin{aligned} \text{Humankapital} = & \alpha_i + \beta_1 \text{Infrastruktur}_{it} + \beta_2 \text{Sysselsättningsgrad}_{it} + \\ & \beta_3 \text{Förväntad livslängd}_{it} + \beta_4 \text{Kvinnor i utbildning}_{it} + u_{it} \end{aligned} \quad (5.1)$$

För att kunna besvara om infrastruktur har en indirekt effekt på ekonomisk tillväxt via humankapitalet genomförs regression 1. I vår utvidgade teknologispredningsmodell läggs infrastruktur till som en variabel som bör ha en effekt på humankapitalbildningen. De övriga tre variablerna som tas med i funktion 5.1 är sådana som kan tänkas påverka antal år i utbildning vilket är hur humankapital definieras i denna undersökning.

Regression 2 skattas med random effect, består av 113 observationer och ser ut enligt följande:

$$\begin{aligned} \text{BNP-tillväxt} = & \alpha_i + \beta_1 \text{Infrastruktur}_{it} + \beta_2 \text{Humankapital}_{it} + \beta_3 \text{Handel}_{it} + \\ & \beta_4 \text{Sysselsättningsgrad}_{it} + \beta_5 \text{Befolkningstillväxt}_{it} + \\ & \beta_6 \text{Sparande}_{it} + \beta_7 \text{Förväntad livslängd}_{it} + u_{it} \end{aligned} \quad (5.2)$$

Regression 2 bygger på vår utvidgade teknologispredningsmodell och är tänkt att besvara om infrastruktur och humankapital har en direkt effekt på ekonomisk tillväxt. De variabler som finns med i funktion 5.2 finns även med i vår utvidgade teknologispredningsmodell (bortsett från *förväntad livslängd* som här antas ha en underliggande påverkan på tillväxten). Med

dessa två regressioner får vi svar på om infrastruktur och humankapital har en direkt effekt på ekonomisk tillväxt samt om infrastruktur även förstärker effekten av humankapitalet.

För de två regressionerna gäller vidare att humankapital och BNP-tillväxt är de beroende variablerna medan resterande variabler i funktion 5.1 och 5.2 är oberoende variabler. α_i representerar individspecifika effekter vilket innebär att det finns vissa specifika faktorer i ett land som kan skilja sig länder emellan. u_{it} är feltermen som fångar upp skillnaden mellan det verkliga värdet och det skattade värdet för samma observation (Dougherty, 2011).

5.2 Avgränsning

Det samband som denna studie syftar att påvisa bör gälla för länder som haft en hög ekonomisk tillväxt. Detta för att om infrastruktur förstärker humankapitalbildningen bör effekten vara tydlig för länder som växer särskilt fort. Därför avgränsas undersökningen till Ostasien som är en region som uppvisat en enorm tillväxt de senaste femtio åren. Mer specifikt undersöks sexton länder i Asien som ligger öster om Indien (inkluderat Indien).⁶ Det bör tilläggas att de länder som saknar data för en oberoende variabel har inte inkluderats.

I analysen inkluderas data för åren mellan 1970 och 2010 där data delas in i femårsperioder. Femårsperioder används för att jämma ut skillnader i BNP mellan länder samt för att undvika att konjunktursvängningar och andra kortsiktiga fluktuationer får stor inverkan på resultatet. För varje period räknas sedan den genomsnittliga förändringen per år över en femårsperiod fram enligt följande:

$$\left(\frac{BNP_{\text{ÅR } t}}{BNP_{\text{ÅR } t-5}} \right)^{\frac{1}{t-(t-5)}} - 1 \quad (5.3)$$

Alla variabler i analysen (exklusive befolkningstillväxt) är omräknade till tillväxtform och räknas ut enligt funktion 5.3 förutom där det saknas data för vissa år under en femårsperiod. Då görs samma uträkning fast med det antal år som det finns data på. Befolkningstillväxten räknas inte ut enligt funktion 5.3 eftersom denna redan står i tillväxtform i den databas som använts.

⁶ För listade länder se Appendix 4

5.3 Beroende variabler

5.3.1 Humankapital

Humankapital är generellt sett svårt att mäta. Den data som används i denna analys är hämtad från Barro-Lee och mäter den genomsnittliga tiden i utbildning för en individ i landet som fyllt femton år (Barro & Lee, 2013). Utbildningstid är relativt lätt att mäta samtidigt som det bör påpekas att detta mått inte tar hänsyn till kvalitet på utbildning. Variabeln är omräknad till tillväxtform.

5.3.2 BNP-tillväxt (Ekonomisk tillväxt)

BNP (Bruttonationalprodukt) är värdet av alla varor och tjänster som produceras för slutlig användning i ett land under en viss period, vanligtvis ett år (Investopedia, 2016). För att ta hänsyn till befolkningsutvecklingen i ett land används BNP per capita. Data för BNP-tillväxten är hämtad från World Bank under *GDP per capita* och är omräknad till tillväxtform (The World Bank, 2016).

5.4 Oberoende variabler och deras förväntade effekt

5.4.1 Infrastruktur

Infrastruktur är som nämnts tidigare svårt att mäta och det finns inget tydligt mått som kan användas. Vidare saknas mycket data över många potentiella mått på infrastruktur vilket försvårar situationen. Som mått på infrastruktur används i denna undersökning mängden konsumerad energi per capita. Data är hämtad från World Bank under *Energy use* och är omräknad till tillväxtform (The World Bank, 2016).

Enligt vår utvidgade teknologispridningsmodell kommer ökad infrastruktur gynna den ekonomiska tillväxten positivt. Vidare förväntas infrastrukturen ha en indirekt påverkan på tillväxten genom att ha en inverkan på humankapitalbildningen.

5.4.2 Humankapital

För definition och data, se 5.3.1 under ”*humankapital*”.

Humankapital är en viktig faktor för teknologispridning mellan länder och är därför relevant att inkludera i denna analys. Enligt vår utvidgade teknologispridningsmodell leder ökat humankapital till att ett lands befolkning kan tillgodogöra sig mer av värdsteknologin vilket gynnar landets BNP. Således förväntas ökat humankapital ha en positiv påverkan på ekonomisk tillväxt (Jones & Vollrath, 2013).

5.4.3 Befolkningstillväxt

Variabeln definieras här som tillväxten i antal individer som lever i ett land exklusive flyktingar utan uppehållstillstånd. Data är hämtad från World Bank under *population growth* där den står i tillväxtform (The World Bank, 2016).

Befolkningstillväxten kan tänkas ha en negativ effekt på ekonomisk tillväxt enligt vår teknologispridningsmodell då en ökad befolkning leder till att fler människor måste dela på de resurser som finns tillgängliga med minskat BNP per capita som tänkbart resultat (Jones och Vollrath, 2013). För att undersöka om detta stämmer i praktiken inkluderas variabeln i regression 2.

5.4.4 Förväntad livslängd

Förväntad livslängd är den ålder en nyfödd individ i ett land kan förväntas uppnå om det mönster dödligheten i landet följer vid den tidpunkten förblir densamma under individens livstid. Data är hämtad från World bank under *Life expectancy at birth* och är omräknad till tillväxtform (The World Bank, 2016).

Förväntad livslängd kan tänkas ha en direkt effekt på humankapitalet. En hög förväntad livslängd kan tänkas innebära att befolkningen finner incitament till att investera i utbildning då det finns tid att få avkastning på investeringen. Det kan resultera i högre humankapital och därigenom en hög ekonomisk tillväxt.

En hög förväntad livslängd bidrar vidare till en längre tidshorisont vilket kan uppmuntra långsiktiga investeringar i infrastruktur och av kapital. Detta kan gynna ekonomisk tillväxt på lång sikt. Det är av intresse att studera hur denna variabel påverkar både humankapitalet samt den ekonomiska tillväxten. Denna inkluderas därför både i regression 1 och 2.

5.4.5 Handel

Som ett mått på handel med omvärlden har vi valt att använda oss av export som andel av BNP. Export definieras som det värde av alla produkter (varor och tjänster) som landet säljer till andra länder. Data är hämtad från World Bank under *Exports of goods and services* och är omräknad till tillväxtform (The World Bank, 2016).

Handel kan visa på hur mycket landet integrerar med andra länder och blir därför ett mått på öppenhet. Öppenhet gör så att teknologi kan spridas mellan länder vilket enligt vår utvidgade teknologispredningsmodell har en positiv effekt på tillväxten. För att denna effekt ska uppstå krävs dock humankapital eftersom det är en förutsättning för att ett lands befolkning ska kunna tillgodogöra sig av världsteknologin. Genom att handel kan anses vara en viktig del av teknologispredningen och en förutsättning för att den positiva effekten av humankapital ska förstärkas inkluderas variabeln i undersökningen.

5.4.6 Kvinnor i utbildning

Denna variabel definieras som andelen kvinnor i landet som har en utbildning. Data är hämtad från Barro-Lee och mäter den genomsnittliga tiden i utbildning för kvinnor i landet över 15 år. Variabeln är sedan omräknad till tillväxtform (Barro & Lee, 2013).

Kvinnor i utbildning används för att analysera vad som påverkar humankapitalet.

Motiveringen är att en hög andel kvinnor i utbildning kan tänkas ha en positiv effekt på humankapitalbildningen. Det argumenteras enligt vissa studier att kvinnor överför mer humankapital till sina barn än vad män gör. En stor andel högutbildade kvinnor i ett land bör i sådana fall leda till att den yngre generationen tillgodogör sig mer humankapital under deras uppväxt (Sirageldin I, 2002).

5.4.7 Sparande

Sparande definieras som nya investeringar. Sparkvoten har räknats fram som bruttovärdet av investeringar i nytt realkapital såsom utrustning, byggnader samt intermediära varor som sedan används i produktionen i ett land. Data är hämtad från Penn World Tables under *Share of gross capital formation* och är omräknad till tillväxtform (Feenstra, Inklaar & Timmer, 2014).

Enligt den utvidgade teknologisprediktionsmodellen så förväntas ökat sparande leda till en ökad ekonomisk tillväxt. Detta kan förklaras med att investeringar kan anses generera avkastning i framtiden med ökat BNP som följd. För att utreda om detta gäller i praktiken inkluderas variabeln i regression 2 över vad som påverkar ekonomisk tillväxt.

5.4.8 Sysselsättningsgrad

Sysselsättningsgraden definieras som andelen av ett lands population som innehar en anställning. För att få fram ett mått på sysselsättningsgraden divideras andelen individer som arbetade under ett visst år med hur stor befolkningen var samma år enligt följande:

$$\frac{ANTAL\ ANSTÄLLDA_{\text{ÅR } 1}}{TOTAL\ BEFOLKNING_{\text{ÅR } 1}} \quad (5.4)$$

Data är hämtad från Penn World Tables under *employment* och *population* och är omräknad till tillväxtform (Feenstra, Inklaar & Timmer, 2014).

Sysselsättningsgraden inkluderas i både regression 1 och 2 då variabeln kan tänkas påverka både ekonomisk tillväxt samt humankapitalbildningen. Vad gäller tillväxten kan en ökad sysselsättningsgrad förväntas ha en positiv effekt då en större andel av befolkningen som arbetar förväntas leda till en ökad produktion och därmed ett högre BNP. Tanken om att sysselsättningsgraden påverkar humankapitalet grundas i att om ett land har en hög sysselsättningsgrad så kan det rimligen innebära att det finns goda arbetsmöjligheter. Det i sin tur kan tänkas uppmuntra individer att utbilda sig eftersom det finns anställningsmöjligheter.

5.4.9 Utelämnad variabel

Det finns många olika variabler som är värda att undersöka vid en analys av BNP-tillväxten i ett land. På grund av bristande data samt andra faktorer valde vi att utelämna några variabler som annars kan anses relevanta. En sådan är turism eftersom många av de länder som inkluderats i undersökningen rimligen kan anses ha uppvisat en hög tillväxt tack vare en omfattande turismsektor. Dessvärre var det svårt att få tillgång till data över detta vilket istället hade som effekt att skattningen i analysen försämrades genom att de år där data över turism saknades föll bort.

Sammanställning av förväntat resultat

Oberoende Variabler	Förväntad effekt på humankapital	Förväntad effekt på BNP-tillväxt
Infrastruktur	+	+
Humankapital	<i>Beroende variabel</i>	+
Befolkningstillväxt	<i>Ej med i regression 1</i>	-
Förväntad livslängd	+	+
Handel	<i>Ej med i regression 1</i>	+
Kvinnor i utbildning	+	<i>Ej med i regression 2</i>
Sparande	<i>Ej med i regression 1</i>	+
Sysselsättningsgrad	+	+

Tabell 1 visar på de oberoende variablernas förväntade effekt på de beroende variablerna.

6. RESULTAT OCH ANALYS

I denna del presenteras resultat och analys av de två regressioner som gjorts. Inledningsvis förklaras de tester som genomförts för att undersöka trovärdigheten i våra skattade värden. Detta följs av en presentation av regression 1 över vad som påverkar humankapitalbildningen. Därefter sammanställs resultatet av regression 2 gällande vad som påverkat den ekonomiska tillväxten i den valda regionen.

6.1 Test av regression

För att våra skattningar ska vara effektiva och ge tillförlitliga resultat testas regressionerna. Efter genomförda tester korrigeras vår modell när så krävs. Den signifikansnivå som använts är fem procent.

Regressionstester för regression 1

Durbin-Wu-Hausman	0,693 (p-värde)
Högsta korrelation	0,394
Jarque-Bera	0,000 (p-värde)
Durbin-Watson statistik	1,464
Breush-Pagan-Godfrey	0,000 (p-värde)

Tabell 2: Utskrift över de regressionstester som genomförts

Regressionstester för regression 2

Durbin-Wu-Hausman	0,385 (p-värde)
Högsta korrelation	0,506
Jarque-Bera	0,343 (p-värde)
Durbin-Watson statistik	1,839
Breush-Pagan-Godfrey	0,264 (p-värde)

Tabell 3: Utskrift över de regressionstester som genomförts

6.1.1 Durbin-Wu-Hausman test

Vid användning av paneldata tillåts variationer mellan länder och över tid genom att skatta regressionen antingen med *fixed effect* eller *random effect* (Dougherty, 2011).

För att ta reda på om regressionen skattas mest effektivt med fixed eller random effect genomförs ett Durbin-Wu-Hausman test. Testet grundar sig i en nollhypotes om att α_i (den individspecifika effekten) inte är korrelerad med feltermen.

H0: α_i är ej korrelerad med feltermen

Regression 1 och 2 uppvisar p-värden på 0,693 respektive 0,385 vilket innebär att nollhypotesen inte kan förkastas och de skattas därför båda med random effect. Vid användning av random effect utformas en modell med ett generellt intercept vilket är effektivt då en slumpmässig term adderas för varje tidsperiod och/eller tvärsnittsdata.

6.1.2 Multikollinearitet

Vid multipel regressionsanalys kan multikollinearitet uppkomma vilket innebär att de oberoende variablerna är högt korrelerade med varandra. Multikollinearitet bör till högsta grad undvikas då detta kan skapa missvisande p-värden, de enskilda resultaten gällande hur de oberoende variablerna påverkar den beroende variabeln blir svårare att dra några slutsatser om och standardfelen blir större vilket är en varningsklocka för att skattningarna inte är pålitliga (Dougherty, 2011).

För att undersöka om det föreligger multikollinearitet i data tas det fram en korrelationsmatris med de oberoende variablerna som underlag.⁷ Korrelationen mellan två variabler bör ej överstiga/understiga (+/-) 0,8. Korrelationssiffror utanför detta intervall kan vara ett tecken på multikollinearitet (Dougherty, 2011).

De högsta korrelationssiffrorna för regression 1 respektive regression 2 är 0,394 och 0,506. I båda fallen förkommer således ingen multikollinearitet vilket innebär att de enskilda resultaten blir tillförlitliga.

⁷ Se Appendix 3

6.1.3 Normalitetstest

Vid användning av en regressionsanalys bör feltermerna vara normalfördelade (Dougherty, 2011). I Eviews testas huruvida feltermerna är normalfördelade eller ej genom att rita upp feltermerna i ett histogram och genomföra ett Jarque-Bera test.⁸ Jarque-Bera statistiken ger ett p-värde som jämförs med nollhypotesen:

H0: Normalfördelade felterm

Regression 1 har ett p-värde på 0,000, vilket innebär att feltermerna inte är normalfördelade. Normalfördelning är något som bör förekomma i regressionsanalyser men ibland kan resultaten avvika. Då det ej gick att justera resultatet i regression 1 på grund av att inga outliers kunde kopplas till någon specifik händelse genomförs regressionen med icke normalfördelade felterm. Dock gäller att när man har tillräckligt många observationer så kan feltermerna antas vara approximativt normalfördelade.

Regression 2 har normalfördelade felterm då Jarque-Bera testet har ett p-värde på 0,343.

6.1.4 Autokorrelation

För att modellen ska kunna skatta de parametrar som inkluderats i regressionen effektivt samt ge giltiga standardfel, bör ingen autokorrelation föreligga. Autokorrelation innebär att kovariansen mellan feltermerna över tid inte är noll, det vill säga feltermerna är beroende av varandra. Detta är ett problem som kan uppstå när tidsseriedata används då en chock i ekonomin i föregående tidsperiod kan påverka nästkommande period (Dougherty, 2011).

För att ta reda på om autokorrelation föreligger används ett Durbin-Watson test. Denna statistik ges automatisk i regressionsutskriften och den jämförs med nollhypotesen:

H0: $\rho = 0$ (feltermerna är ej beroende av varandra)

Durbin-Watson statistik $\approx 2*(1-\rho)$

⁸ Se histogram i Appendix 3

Där p står för autokorrelationen som finns i regressionen. Nollhypotesen accepteras om Durbin-Watson statistiken inte skiljer sig betydligt från 2.

Durbin-Watson statistiken är 1,464 för regression 1. Därför är det viktigt att ha i åtanke att en viss tendens till autokorrelation kan förekomma vilket har som effekt att skattningen för regression 1 kan vara något ineffektiv. Regression 2 har en Durbin-Watson statistik på 1,893 vilket innebär att den inte är starkt skilt från 2 och ingen autokorrelation kan anses föreligga.

6.1.5 Heteroskedasticitet

Heteroskedasticitet uppkommer när feltermerna beror på de oberoende variablerna. Detta innebär att feltermerna har en tendens att växa när de oberoende variablernas värde växer vilket inte eftertraktas. Istället eftersträvas homoskedastiska feltermer som ger effektiva skattningar, korrekta hypotestester och variansformeln blir rätt (Dougherty, 2011).

Testet för heteroskedasticitet görs manuellt genom ett Breusch-Pagan-Godfrey test. Testet ger ett p-värde som jämförs med nollhypotesen:

H_0 : Homoskedasticitet i data

Regression 1 har ett p-värde på 0,000 och White-korrigeras för att eliminera heteroskedasticitet i feltermerna. Regressionen korrigeras för individheteroskedasticitet, vilket innebär att feltermerna korrigeras för att inte bero på avvikande data i de oberoende variablerna för varje land. Regression 2 uppvisar ett p-värde på 0,264 vilket innebär att dess data är homoskedastisk.

6.2 Regression 1

Sammanställning av faktiskt resultat

Oberoende variabler	Skattad koefficient	Standardfel	P-värde	Signifikans (5% -nivå)
Intercept	0,007	0,003	0,014	JA
Infrastruktur	0,077	0,025	0,002	JA
Förväntad livslängd	1,325	0,550	0,018	JA
Kvinnor i utbildning	0,201	0,125	0,110	NEJ
Sysselsättningsgrad	0,000	0,108	0,997	NEJ

Antal observationer	116
R ² -värde	0,46

Tabell 4: Resultat av oberoende variabelers påverkan på humankapital utifrån vald signifikansnivå på 5 %.

Regression 1 har ett R²- värde på 0,46, det vill säga en förklaringsgrad på 46 %.

Resultatet för regression 1 stämmer relativt bra överens med förväntat resultat. Både *infrastruktur* och *förväntad livslängd* visar på en signifikant positiv påverkan på humankapitalet. Gällande *infrastruktur* stämmer resultatet överens med den del av hypotesen som talade för att *infrastruktur* har en indirekt effekt på ekonomisk tillväxt genom att påverka humankapitalbildningen. I den utvidgade teknologisprediktionsmodellen inkluderades *infrastruktur* både skild från övriga variabler samt som en bidragande faktor till humankapitalbildningen. Regression 1 kunde visa att *infrastruktur* har en positiv effekt på humankapitalet.

Infrastruktur definieras i denna uppsats som mängden energi som används per capita i ett land. Det kan tänkas att det finns ett behov av att använda energi i form av elektricitet till lampor, datorer, projektorer och mycket mer i utbildningssyfte. Det kan även röra sig om elanvändning för att de byggnader som används till utbildning ska kunna fungera på ett tillfredställande sätt.

Vidare kan *infrastruktur* tänkas påverka utbildning genom att utbredd elanvändning kan indikera välfungerande elledningar. Då elledningar inte sällan byggs längs vägar kan det

innebära att goda sammanbindningar och transportmöjligheter existerar. Finns möjligheten att ta sig till andra platser på ett välfungerande vis kan förutsättningen att utbilda sig rimligen vara större än om det inte vore fallet. Detta för att individer och utbildade lärare som befinner sig på mindre orter får möjligheten att kunna ta sig effektivt till en annan ort där utbildning finns. Samtidigt bör nämnas att ett högre humankapital kan leda till utvecklade metoder för effektivisering av energianvändning. Således kan ökat humankapital leda till en lägre *energianvändning* vilket gör att landet kan spara på de resurser som finns tillgängliga.

Den *förväntade livslängden* påverkar humankapitalet positivt enligt regression 1. Det kan rimligen bero på att en individs incitament att utbilda sig blir större desto längre denna kan förvänta sig få avkastningen på investerad tid i utbildning. Det innebär att ett land med hög *förväntad livslängd* bör ha en högre tillväxt i sitt humankapital än ett land där den *förväntade livslängden* är lägre. Denna variabel finns inte direkt definierad i vår teknologispredningsmodell utan kan istället tänkas ha en direkt påverkan på humankapitalet. I modellen kan således den *förväntade livslängden* ha en påverkan på termen u , det vill säga hur många år en individ väljer att utbilda sig.

Ingen signifikans kunde visas för variablerna *kvinnor i utbildning* och *sysselsättningsgrad*. Resonemanget kring att *kvinnor i utbildning* skulle påverka humankapitalet positivt var att kvinnor som utbildade sig skulle påverka sina barn positivt genom att få dem att vidareutbilda sig. *Sysselsättningsgraden* inkluderades i vår utvidgade teknologispredningsmodell där tänkt effekt var att desto fler som arbetar i ett land desto högre ekonomisk tillväxt. Men precis som i fallet med *kvinnor i utbildning* kunde inte detta samband bevisas.

6.3 Regression 2

Sammanställning av faktiskt resultat

Oberoende variabler	Skattad koefficient	Standardfel	P-värde	Signifikans (5% -nivå)
Intercept	0,018	0,016	0,260	NEJ
Infrastruktur	0,546	0,203	0,008	JA
Humankapital	0,880	0,352	0,014	JA
Förväntad livslängd	-3,642	1,748	0,040	JA
Handel	0,538	0,068	0,000	JA
Befolkningstillväxt	-0,012	0,007	0,094	NEJ
Sparande	-0,033	0,081	0,688	NEJ
Sysselsättningsgrad	0,062	0,453	0,891	NEJ

Antal observationer	113
R ² -värde	0,56

Tabell 5: Resultat av oberoende variabelers påverkan på BNP-tillväxt utifrån vald signifikansnivå på 5 %.

Regression 2 har ett R²- värde på 0,56, det vill säga en förklaringsgrad på 56 %.

Enligt ställd hypotes förväntades *infrastruktur* och *humankapital* ha en positiv påverkan på den ekonomiska tillväxten. Detta ställdes också upp i vår utvidgade teknologispridningsmodell som presenterades i teoriavsnittet. Enligt genomförd regression visar sig dessa två variabler ha en signifikant positiv påverkan på BNP-tillväxten. *Infrastruktur* ställdes i vår utvidgade modell upp både som egen påverkande variabel och inbäddad i *humankapitalets* påverkan på den ekonomiska tillväxten. I regression 1 kunde variabeln visas påverka *humankapitalet* positivt. I regression 2 undersöktes sedan dess effekt på tillväxten skild från övriga variabler där variabeln alltså visades ha en positiv påverkan. Således stämmer resultatet överens med vår hypotes. *Infrastruktur* har enligt denna undersökning både en direkt effekt på ekonomisk tillväxt samt en indirekt effekt på tillväxten genom att påverka *humankapitalet*.

Infrastruktur kan tänkas påverka tillväxten positivt genom att energianvändning ofta är en nödvändighet vid produktion av olika produkter. Eftersom hög produktion gynnar tillväxten är utifrån detta resonemang *infrastruktur* en förutsättning för ekonomisk tillväxt. Vidare kan variabeln tänkas påverka genom att en hög energianvändning kan som nämndes ovan indikera att ett land har välfungerande elledningar. Detta kan tyda på bra sammanbindningar mellan olika regioner. Finns väletablerad *infrastruktur* kan det innebära goda förutsättningar för transport av produkter mellan länder, vilket är ett nödvändigt krav för utbredd och välfungerande export av varor och tjänster. Enligt vår teknologispridningsmodell har öppenhet gentemot omvärlden en positiv påverkan på den ekonomiska tillväxten och således kan välfungerande exportmöjligheter i form av utbredd *infrastruktur* gynna tillväxten.

Humankapital förväntas enligt vår utvidgade teknologispridningsmodell påverka den ekonomiska tillväxten positivt. Modellen säger att teknologi som utvecklats i andra länder sprids över världen genom ett flöde av produkter och idéer över landsgränser. Modellen säger vidare att desto mer *humankapital* ett lands befolkning besitter desto mer kunskap och teknologi som utvecklats i andra länder kan det egna landet ackumulera. Regression 2 kunde visa att *humankapital* har en signifikant påverkan på BNP per capita och därmed den ekonomiska tillväxten. Således stämmer resultatet överens med hypotesen att *humankapitalet* påverkar ekonomiskt tillväxt. Detta är vidare vad som förväntades enligt vår utvidgade teknologispridningsmodell.

Den *förväntade livslängden* visar sig ha en negativ effekt på den ekonomiska tillväxten vilket går emot vad som förväntades innan regressionen genomfördes. Resonemanget kring detta var att desto längre en individ i ett land kan förväntas leva, desto större incitament har denna att investera i att utbilda sig. Detta genom att förväntad avkastning på investerad tid i utbildning blir större ju längre tid en individ kan förväntas arbeta för en högre lön som ett resultat av högre utbildning. Denna variabel finns med som en tänkbar indirekt effekt på *humankapitalet* genom att vara inbäddad i u i vår teknologispridningsmodell. Samtidigt kan det tilläggas att *förväntad livslängd* kunde visas påverka *humankapitalet* i regression 1. Således syns den förväntade effekten i regression 1, även om den dock inte sedan kunde visas i regression 2. Det kan således tänkas att variabeln har en indirekt positiv påverkan på tillväxten eftersom den visades ha en signifikant positiv påverkan på *humankapitalet* i regression 1.

Vidare har *handel* en signifikant positiv påverkan på den ekonomiska tillväxten, vilket stämmer överens med förväntat resultat. Detta går också hand i hand med tidigare forskning som visat att handel varit en viktig aspekt i den valda regionens enorma tillväxt under den senaste femtioårsperioden. Resultatet stämmer även med vår utvidgade teknologispridningsmodell som pekade på att ju mer *handel* med omvärlden, desto högre ekonomisk tillväxt kommer landet att uppvisa. Detta eftersom att omfattande *handel* med andra länder är ett tecken på öppenhet gentemot omvärlden. Enligt vår teknologispridningsmodell har öppenhet som effekt att idéer och teknologi sprids över världen vilket sedan ackumuleras av andra länder. Hur mycket teknologi ett land tillgodogör sig styrs av mängden *humankapital* som befolkningen i landet besitter.

Enligt vår teknologispridningsmodell förväntades *befolkningstillväxten* ha en negativ effekt på den ekonomiska tillväxten. Resultatet visar på en negativt skattad koefficient, men eftersom denna skattning inte är signifikant kan ingen slutsats dras. Orsaken till att *befolkningstillväxten* förväntades påverka tillväxten negativt är att en ökad befolkning innebär att ett större antal individer ska dela på samma mängd resurser. Det i sin tur leder till ett minskat BNP per capita. Eftersom den ekonomiska tillväxten här mäts som tillväxten i BNP per capita kommer således en hög *befolkningstillväxt* ha en negativ påverkan på den ekonomiska tillväxten. Dock kunde inte detta samband påvisas i genomförd regression.

Ett motsägande tillägg till ovan resonemang kan vara att en större befolkning kan innebära att fler arbetar med produktion och därmed producerar mer. Detta påverkar BNP per capita positivt eftersom BNP representerar allt det som produceras i ett land för slutlig användning under en period. Således finns två tänkbara resultat av en hög *befolkningstillväxt* som motsäger varandra, vilket kan förklara varför inget signifikant samband kunde påvisas gällande denna variabel.

Vad gäller signifikans kunde inte detta heller påvisas för variablerna *sparande* och *sysselsättningsgrad*, vilket även det skiljer sig från vad som förväntades. Enligt vår teknologispridningsmodell kommer ett högt *sparande* att leda till högre ekonomisk tillväxt genom att de resurser som sparas kan investeras i nytt realkapital som i sin tur kan påverka landets BNP positivt. Dock kunde inte detta göras gällande enligt den data som användes i denna regression. *Sysselsättningsgraden* är en utvidgning av teknologispridningsmodellen,

men som alltså inte visar sig ha en signifikant effekt på tillväxten enligt genomförd regression.

Avslutningsvis kan här således ges svar på den fråga som ställdes upp i introduktionen och som var enligt följande:

Har infrastruktur en indirekt effekt på ekonomisk tillväxt genom att påverka humankapitalbildningen?

Har infrastruktur och humankapital en direkt effekt på ekonomisk tillväxt?

Som ovan presenterats och analyserats kan konstateras att svaret på frågeställningen blir att infrastruktur har både en indirekt effekt genom att signifikant påverka humankapitalbildningen i regression 1 samt en direkt effekt på ekonomisk tillväxt genom att visa på en positiv signifikant påverkan på BNP-tillväxten i regression 2. Denna slutsats kan dras då humankapitalet visades ha en positiv påverkan på BNP-tillväxten, och därmed ekonomisk tillväxt, i regression 2. Med detta resultat bedöms att en investering i infrastruktur gynnar ett lands ekonomiska tillväxt. Vidare blir avkastningen på investeringen potentiellt större än den som observeras då den positiva effekten av investeringen även kommer att påverka humankapitalet i landet positivt.

7. AVSLUTNING

Syftet med denna uppsats var att undersöka om infrastruktur och humankapital har en direkt påverkan på ekonomisk tillväxt samt om infrastruktur därutöver har en indirekt effekt på tillväxten genom att påverka humankapitalbildningen.

Den modell som användes som utgångspunkt för undersökningen var vår utvidgning av teknologispridningsmodellen där infrastruktur inkluderades i modellen både som en egen variabel samt som en bidragande faktor till humankapitalbildningen. Enligt modellen förväntades både humankapital samt infrastruktur ha en effekt på ekonomisk tillväxt. Vidare ställdes modellen upp så att infrastrukturen även förväntades ha en positiv inverkan på humankapitalet och därmed en indirekt effekt på tillväxten.

Analysen skedde med hjälp av en ekonometrisk metod. Två panelregressioner genomfördes varav den första undersökte infrastrukturens påverkan på humankapitalet och den andra tittade på dessa två variabelers enskilda påverkan på ekonomisk tillväxt. Länder som undersöktes avgränsades till ett urval i Ostasien som uppvisat en hög tillväxt under de senaste femtio åren. Detta för att om infrastruktur och humankapital har en positiv effekt på tillväxt samtidigt som infrastruktur förstärker humankapitalets effekt, bör effekten noteras för särskilt växande länder.

Resultatet av de två regressionerna visade på att både humankapital och infrastruktur har en signifikant positiv påverkan på den ekonomiska tillväxten i regionen. Således kan dessa två variabler delvis förklara den tillväxt regionen uppvisat under den senaste femtioårsperioden. Vidare visades att infrastruktur hade en positiv effekt på humankapitalbildningen och därigenom en indirekt påverkan på den ekonomiska tillväxten i området. Resultatet överensstämmer med det som förväntades enligt vår utvidgade teknologispridningsmodell samt med den hypotes som ställdes upp i introduktionen.

För framtida forskning hade det varit intressant att undersöka om infrastruktur i form av tillgången till vägar hade haft en positiv påverkan på ett lands BNP-tillväxt. Brenneman och

Kerf (2002) argumenterar just för att transport är en väldigt viktig del för att kunna ackumulera humankapital. Tillgången till vägar gör att möjligheten att ta sig till utbildning påverkas. Bra vägar gör att personer bosatta på landsbygden har möjligheten att integrera med mer välutvecklade områden vilket är positivt i form av utbyte av kunskap och teknologi. Då omfattande data idag saknas för tillgången till vägar gick det inte att genomföra en sådan undersökning.

Baserat på våra resultat i denna undersökning bedöms att en investering i infrastruktur gynnar ett lands ekonomiska tillväxt. En sådan satsning bör vidare få en potentiellt ännu större avkastning än den som observeras genom att den positiva effekten av investeringen även kommer att ha en positiv påverkan på humankapitalet i landet. Således uppmuntras investeringar i infrastruktur för länder som vill uppnå en hög ekonomisk tillväxt.

REFERENSLISTA

Barro, R.J. (1990). Government spending in a simple model of endogenous growth. *The Journal of Political Economy*, 98 (5):103–125. Hämtad från: <http://www1.worldbank.org/publicsector/pe/pfma06/BarroEndogGrowthJPE88.pdf> (2016-05-03)

Barro, R., Lee J.W. (2013). A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010. *Journal of Development Economics*, vol 104, pp.184-198. Hämtad från: <http://www.barrolee.com> (2016-05-01)

Brenneman, A., Kerf, M. (2002). Infrastructure & Poverty Linkages, A Literature Review. *The World Bank, Washington, D.C.* Processed. Hämtad från: <http://www.sadcpppnetwork.org/wp-content/uploads/2015/01/The-Impact-of-Infrastructure-on-Poverty-Reduction.pdf> (2016-04-28)

Chen, E.K.Y. (1997). The total factor productivity debate: determinants of economic growth in East Asia. *Asian-Pacific Economic Literature*, 11(1):18–38. Hämtad från: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-8411.00002/epdf> (2016-04-27)

Doughery, C. (2011). *Introduction to Econometrics*. 4 Uppl. Oxford: Oxford University Press

Feenstra, R.C., Inklaar, R., Timmer, M.P. (2014). Penn World table, version 8.1. *University of Groningen*. Hämtad från <http://www.rug.nl/research/ggdc/data/pwt/pwt-8.1> (2016-02-02)

Goode, R.B. (1959). Adding to the stock of physical and human capital. *American Economic Review*, 49(2):147–55. Hämtad från: http://www.jstor.org/stable/1816110?seq=1#page_scan_tab_contents (2016-05-03)

Gundlach, E., Woessmann, L. (2001). The fading productivity of schooling in East Asia. *Journal of Asian Economics*, 12(3):401–17. Hämtad från: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104900780100094X> (2016-05-25)

Haulman, C.A. (1996). Asia-Pacific economic links and the future of Hong Kong. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 547:153–64. Hämtad från: http://www.jstor.org/stable/1048371?seq=1#page_scan_tab_contents (2016-05-03)

Investopedia. (2016). *Gross Domestic Product - GDP*. (Online) Hämtad från: <http://www.investopedia.com/terms/g/gdp.asp> (2016-04-20)

Investopedia. (2016). *Human Capital*. (Online) Hämtad från: <http://www.investopedia.com/terms/h/humancapital.asp> (2016-04-20)

Investopedia. (2016). *Infrastructure*. (Online) Hämtad från:
<http://www.investopedia.com/terms/i/infrastructure.asp> (2016-04-20)

Jones, C., Vollrath, D. (2013). *Introduction to Economic Growth*. 3 Uppl. New York: W.W Norton

Kwack, S.Y., Lee, Y.S. (2006). Analyzing the Korea's growth experience: the application of R&D and human capital based growth models with demography. *Journal of Asian Economics*, 17(5):818–831. Hämtad från:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049007806001102> (2016-05-03)

Mingat, A. (1998). The strategy used by high-performing Asian economies in education: some lessons for developing countries. *World Development*, 26(4):695–715.
Hämtad från: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X98000011> (2016-05-03)

Permani, R. (2009). The Role of Education in Economic Growth in East Asia: a survey. *Asian-Pacific Economic Literature*, 23(1):1-20 Hämtad från:
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8411.2009.01220.x/abstract> (2016-05-03)

Schultz, T.W. (1961). Investment in human capital. *American Economic Review*, 51(1):1–17.
Hämtad från: <http://www.ssc.wisc.edu/~walker/wp/wp-content/uploads/2012/04/schultz61.pdf> (2016-05-03)

Sirageldin, I. (2002). *Human capital: Population Economics in the Middle East*. I.B. Tauris Publishers. Hämtad från:
https://books.google.se/books?id=N2nLdZvb250C&pg=PA152&lpg=PA152&dq=women+transfer+more+human+capital+to+their+children&source=bl&ots=fBkcoX05y9&sig=K8YwGTSiLD8gnG9hYakFgGZMSpM&hl=sv&sa=X&ved=0ahUKEwjftc7x8szMAhXF_SwKHUIncicQ6AEIGzAA#v=onepage&q=women%20transfer%20more%20human%20capital%20to%20their%20children&f=false (2016-05-09)

Solow, R.M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, 39(3):312–20.
Hämtad från: <http://faculty.georgetown.edu/mh5/class/econ489/Solow-Growth-Accounting.pdf> (2016-04-27)

The World Bank. (2016). *Energy use (kg of oil equivalent per capita)*. (Online) Hämtad från:
<http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE> (2016-04-21)

The World Bank. (2016). *Exports of goods and services (% of GDP)*. (Online) Hämtad från:
<http://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.ZS> (2016-04-07)

The World Bank. (2016). *GDP per capita (current US dollar)*. (Online) Hämtad från:
<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD> (2016-04-21)

The World Bank. (2016). *Life expectancy at birth, total (years)*. (Online) Hämtad från:
<http://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.LE00.IN> (2016-04-20)

The World Bank. (2016). *Population growth (annual %)*. (Online) Hämtad från:
<http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.GROW> (2016-04-07) Appendix

APPENDIX

Appendix 1

Teknologispidningsmodellen skrivs ursprungligen enligt nedan:

$$Y = L^{1-\alpha} \int_{j=0}^h x_j^\alpha d_j \quad (0 < \alpha < 1) \quad (\text{A1.1})$$

Där Y är BNP, L är arbetskraften, h är arbetskraftens humankapital vilket är avgörande för hur mycket realkapital som kan användas och x är antalet enheter av realkapitalet.

Intermediära varor är något som används vid produktion av något annat, såsom exempelvis maskiner. Dessa kan således definieras som realkapital. Det innebär i sin tur att summan av realkapitalet är:

$$\int_0^{h(t)} x_j(t) d_j = K(t) \quad (\text{A1.2})$$

Där K representerar landets realkapital.

Baserat på funktion A1.2 kan totalt BNP skrivas om enligt nedan:

$$Y = L^{1-\alpha} (hx^\alpha) \quad (\text{A1.3})$$

Där h kan ses som ett mått på hur avancerad teknologi landet klarar av att använda.

Följande gäller att:

$$hx = K \quad (\text{A1.4})$$

Således kan funktion A1.4 skrivas enligt:

$$x = \frac{K}{h} \quad (\text{A1.5})$$

Vilket innebär att:

$$Y = L^{1-\alpha} h \left(\frac{K}{h}\right)^\alpha = L^{1-\alpha} h^{1-\alpha} K^\alpha = K^\alpha (hL)^{1-\alpha} \quad (\text{A1.6})$$

Realkapitalet ackumuleras enligt:

$$\dot{K} = sY - \delta K \quad (\text{A1.7})$$

Där sY representerar den andelen av inkomster som sparas och investeras samt δK som representerar deprecieringen av realkapitalet (det vill säga hur det minskar i värde).

Humankapitalet ackumuleras enligt:

$$\dot{h} = \mu e^{\psi u} A^\gamma h^{1-\gamma} \quad (\text{A1.8})$$

Där μ representerar den allmänna produktiviteten i humankapitalutvecklingen, ψ är utbildningskvaliteten, u är antalet år i utbildning och A representerar den teknologiska nivån i världen.

Befolkningsmängden antas växa enligt:

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \quad (\text{A1.9})$$

Därutöver förväntas teknologin växa i konstant takt enligt:

$$\frac{\dot{A}}{A} = g \quad (\text{A1.10})$$

Vidare gäller att alla variabler (BNP, realkapital, humankapital samt teknologi) växer i samma konstanta tillväxttakt i steady state enligt⁹:

$$g_y = g_k = g_h = g_A = g \quad (\text{A1.11})$$

För att få fram inkomstnivån i steady state görs följande:

$$\tilde{y} = \frac{Y}{hL} = \frac{K^\alpha (hL)^{1-\alpha}}{(hL)^\alpha (hL)^{1-\alpha}} = \tilde{k}^\alpha \quad (\text{A1.12})$$

$$\tilde{k} = \frac{\dot{K}}{hL} = \frac{K}{hL} \left[\frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{h}}{h} - \frac{\dot{L}}{L} \right] = 0 \text{ (i jämvikt)} \quad (\text{A1.13})$$

Enligt antagandet om att tillväxttakten i steady state är konstant och lika med g gäller:

$$\frac{\dot{h}}{h} = g \quad (\text{A1.14})$$

$$\frac{K}{hL} \left[\frac{sY - \delta K}{K} - g - n \right] = 0 \text{ (i jämvikt)} \quad (\text{A1.15})$$

Ovanstående ger:

$$\frac{sY}{hL} = (\delta + g + n) \frac{K}{hL} \quad (\text{A1.16})$$

Eftersom $\frac{Y}{hL} = \tilde{y}$ och $\frac{K}{hL} = \tilde{k}$ kan funktion A1.16 skrivas om till:

$$s\tilde{y} = (\delta + g + n)\tilde{k} \quad (\text{A1.17})$$

Då $\tilde{y} = \tilde{k}^\alpha$ kan funktion A1.17 skrivas om och formuleras enligt:

$$s\tilde{k}^\alpha = (\delta + g + n)\tilde{k} \quad (\text{A1.18})$$

$$\tilde{k}^{1-\alpha} = \frac{s}{(\delta + g + n)} \quad (\text{A1.19})$$

⁹ För bevisning se Jones & Vollrath (2013)

$$\tilde{k} = \left(\frac{s}{\delta+g+n} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (\text{A1.20})$$

$$\tilde{y} = \tilde{k}^\alpha = \left(\frac{s}{\delta+g+n} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (\text{A1.21})$$

$$\tilde{y} = \frac{Y}{hL} = \frac{Y/L}{h} = \frac{y}{h} \quad (\text{A1.22})$$

$$y = \tilde{y} * h \quad (\text{A1.23})$$

$$y = \left(\frac{s}{\delta+g+n} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} * h \quad (\text{A1.24})$$

Eftersom $\dot{h} = \mu e^{\psi u} A^\gamma h^{1-\gamma}$, skrivs $\frac{\dot{h}}{h} = \mu e^{\psi u} \left(\frac{A}{h} \right)^\gamma$ (A1.25)

Enligt antagande i funktion A1.14 kan A1.25 skrivas om enligt:

$$\frac{\dot{h}}{h} = \mu e^{\psi u} \left(\frac{A}{h} \right)^\gamma = g \quad (\text{A1.26})$$

Vilket ger:

$$h = \left(\frac{\mu}{g} e^{\psi u} \right)^{\frac{1}{\gamma}} * A \quad (\text{A1.27})$$

I steady state gäller således att:

$$y^*(t) = \left(\frac{s}{n+g+\delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \left(\frac{\mu}{g} e^{\psi u} \right)^{\frac{1}{\gamma}} A^*(t) \quad (\text{A1.28})$$

Appendix 2

Produktionsfunktionen enligt den modifierade modellen ser ut enligt nedan:

$$Y = I^\pi K^\alpha (hL_S)^{1-\alpha-\pi} \quad (\text{A2.1})$$

Infrastrukturen ackumuleras enligt:

$$\dot{I} = \lambda\tau Y - \delta_I I \quad (\text{A2.2})$$

Realkapitalet ackumuleras enligt:

$$\dot{K} = s_K Y - \delta_K K \quad (\text{A2.3})$$

Humankapitalet ackumuleras enligt:

$$\dot{h} = \mu I \phi e^{\psi u} A^\gamma h^{1-\gamma} \quad (\text{A2.4})$$

Befolkningens mängden antas växa enligt:

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \quad (\text{A2.5})$$

Därutöver förväntas teknologin växa i konstant takt enligt:

$$g_A = \frac{\dot{A}}{A} = g \quad (\text{A2.6})$$

Nedan visas att variablernas tillväxttakter är samma i steady state:

Tillväxttakten i realkapitalet sker enligt:

$$g_k = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{s_K Y - \delta_K K}{K} = s_K \frac{Y}{K} - \delta_K \quad (\text{A2.7})$$

I steady state växer alla variabler i konstant takt. I ovan formel innebär det således att Y och K måste växa i samma takt för att kvoten $\frac{Y}{K}$ ska vara konstant och därmed även tillväxttakten i realkapitalet i steady state. Således gäller att:

$$g_y = g_k \quad (\text{A2.8})$$

Tillväxttakten i infrastruktur sker enligt:

$$g_I = \frac{\dot{I}}{I} = \frac{\lambda\tau Y - \delta_I I}{I} = \lambda\tau \frac{Y}{I} - \delta_I \quad (\text{A2.9})$$

Liksom i ovanstående resonemang krävs att Y och I växer i samma takt för att tillväxttakten i infrastruktur ska vara konstant i steady state. Det innebär att:

$$g_y = g_I \quad (\text{A2.10})$$

Det innebär i sin tur att:

$$g_y = g_k = g_I \quad (\text{A2.11})$$

Tillväxttakten i humankapitalet sker enligt:

$$g_h = \frac{\dot{h}}{h} = \frac{\mu I^\phi e^{\psi u} A^\gamma h^{1-\gamma}}{h} \quad (\text{A2.12})$$

$$g_h = \mu I^\phi e^{\psi u} \left(\frac{A}{h}\right)^\gamma \quad (\text{A2.13})$$

För att tillväxttakten i humankapitalet i steady state ska vara konstant krävs att världsteknologin (A) och humankapitalet (h) växer i samma takt, det vill säga att kvoten $\frac{A}{h}$ är konstant. Det innebär att:

$$g_A = g_h \quad (\text{A2.14})$$

Enligt funktion A1.10 gäller att:

$$g_A = \frac{\dot{A}}{A} = g \quad (\text{A2.15})$$

Det innebär att:

$$g_A = g_h = g \quad (\text{A2.16})$$

I följande uträkning skrivs produktionsfunktionen om till BNP per capita. Detta kommer därefter logaritmeras för att sedan deriveras med avseende på tiden. Detta görs för att bevisa att tillväxttakten i y , k och I är samma som den i A och h :

$$y = \frac{Y}{L} = \frac{I^\pi K^\alpha (hL_S)^{1-\alpha-\pi}}{L^{\alpha+\pi L^{1-\alpha-\pi}}} = i^\pi k^\alpha h^{1-\alpha-\pi} \left(\frac{L_S}{L}\right)^{1-\alpha-\pi} \quad (\text{A2.17})$$

Funktionen för BNP per capita logaritmeras och deriveras:

$$\frac{d \ln y}{dt} = \pi \frac{d \ln i}{dt} + \alpha \frac{d \ln k}{dt} + (1 - \alpha - \pi) \frac{d \ln h}{dt} + (1 - \alpha - \pi) \frac{d \ln \left(\frac{L_S}{L}\right)}{dt} \quad (\text{A2.18})$$

Då $g_y = \frac{\dot{y}}{y} = \frac{d \ln y}{dt}$ kan funktion A2.18 skrivas som:

$$g_y = \pi g_i + \alpha g_k + (1 - \alpha - \pi) g_h + (1 - \alpha - \pi) g \frac{L_S}{L} \quad (\text{A2.19})$$

Eftersom $\frac{L_S}{L}$ är en andel kommer denna att vara konstant i steady state och dess tillväxttakt noll. Enligt tidigare uträkningar gäller även att tillväxttakten i y är samma som den för k och h . Därmed kan ovanstående skriva om till:

$$g_y = \pi g_y + \alpha g_y + (1 - \alpha - \pi) g_h \quad (\text{A2.20})$$

$$g_y - \pi g_y - \alpha g_y = (1 - \alpha - \pi) g_h \quad (\text{A2.21})$$

$$(1 - \alpha - \pi) g_y = (1 - \alpha - \pi) g_h \quad (\text{A2.22})$$

$$g_y = g_h \quad (\text{A2.23})$$

Vilket innebär att:

$$g_y = g_k = g_I = g_A = g_h = g \quad (\text{A2.24})$$

Vid följande uträkning för BNP per capita i steady state införs nedanstående uttryck:

$$\tilde{y} = \frac{Y}{hL} \quad \tilde{k} = \frac{K}{hL} \quad \tilde{i} = \frac{I}{hL} \quad (\text{A2.25})$$

Härnäst divideras produktionsfunktionen med humankapitalet och befolkningen:

$$\tilde{y} = \frac{Y}{hL} = \frac{I^\pi K^\alpha (hL_S)^{1-\alpha-\pi}}{(hL)^\pi (hL)^\alpha (hL)^{1-\alpha-\pi}} \quad (\text{A2.26})$$

$$\tilde{y} = \tilde{i}^\pi \tilde{k}^\alpha \left(\frac{L_S}{L}\right)^{1-\alpha-\pi} \quad (\text{A2.27})$$

Förändringen av infrastruktur kan sedan skrivas om enligt nedan:

$$\tilde{i} = \frac{\dot{i}}{hL} = \frac{I}{hL} \left(\frac{\dot{i}}{I} - \frac{\dot{h}}{h} - \frac{\dot{L}}{L} \right) \quad (\text{A2.28})$$

Enligt A2.16 gäller att:

$$g_h = \frac{\dot{h}}{h} = g \quad (\text{A2.29})$$

Vidare gäller enligt A2.5 att:

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \quad (\text{A2.30})$$

A2.29 och A2.30 tillsammans med A2.2 gör att A2.28 kan skrivas som:

$$\dot{\tilde{i}} = \frac{I}{hL} \left[\frac{\lambda\tau Y - \delta_I I}{I} - g - n \right] = 0 \quad (\text{i jämvikt}) \quad (\text{A2.31})$$

$$\dot{\tilde{i}} = \tilde{i} \left[\frac{\lambda\tau Y - \delta_I I}{I} - g - n \right] = 0 \quad (i \text{ jämvikt}) \quad (\text{A2.32})$$

I steady state växer alla variabler med samma konstanta hastighet vilket innebär att tillväxttakten i $\frac{I}{hL}$ måste vara noll. Det innebär för uttrycket ovan att $\dot{\tilde{i}}$ måste vara noll.

Av ovanstående anledning ges att:

$$\tilde{i} = \frac{\lambda\tau}{(\delta_I + g + n)} \tilde{y} \quad (\text{A2.33})$$

Enligt samma resonemang kan förändringen i realkapitalet räknas ut enligt:

$$\dot{\tilde{k}} = \left(\frac{\dot{K}}{hL} \right) = \frac{K}{hL} \left(\frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{h}}{h} - \frac{\dot{L}}{L} \right) \quad (\text{A2.34})$$

$$\tilde{k} = \frac{s_K}{(\delta_K + g + n)} \tilde{y} \quad (\text{A2.35})$$

Dessa sätts sedan in i ovan uträkning för $\tilde{y} = \tilde{i}^\pi \tilde{k}^\alpha \left(\frac{L_S}{L} \right)^{1-\alpha-\pi}$

$$\tilde{y} = \left(\frac{\lambda\tau}{(\delta_I + g + n)} \tilde{y} \right)^\pi \left(\frac{s_K}{(\delta_K + g + n)} \tilde{y} \right)^\alpha \left(\frac{L_S}{L} \right)^{1-\alpha-\pi} \quad (\text{A2.36})$$

$$\tilde{y} = \left(\frac{\lambda\tau}{(\delta_I + g + n)} \right)^\pi \tilde{y}^\pi \left(\frac{s_K}{(\delta_K + g + n)} \right)^\alpha \tilde{y}^\alpha \left(\frac{L_S}{L} \right)^{1-\alpha-\pi} \quad (\text{A2.37})$$

$$\tilde{y}^{1-\alpha-\pi} = \left(\frac{\lambda\tau}{(\delta_I + g + n)} \right)^\pi \left(\frac{s_K}{(\delta_K + g + n)} \right)^\alpha \left(\frac{L_S}{L} \right)^{1-\alpha-\pi} \quad (\text{A2.38})$$

$$\tilde{y} = \left(\frac{\lambda\tau}{(\delta_I + g + n)} \right)^{\frac{\pi}{1-\alpha-\pi}} \left(\frac{s_K}{(\delta_K + g + n)} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\pi}} \left(\frac{L_S}{L} \right) \quad (\text{A2.39})$$

Genom att:

$$\tilde{y} = \frac{Y}{hL} = \frac{Y/L}{h} = \frac{y}{h} \quad (\text{A2.40})$$

Ges:

$$y = h * \tilde{y} \quad (\text{A2.41})$$

A2.39 kan därför tillsammans med A2.41 skrivas enligt:

$$y = \left(\frac{\lambda\tau}{(\delta_I + g + n)} \right)^{\frac{\pi}{1-\alpha-\pi}} \left(\frac{s_K}{(\delta_K + g + n)} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\pi}} \left(\frac{L_S}{L} \right) h \quad (\text{A2.42})$$

Eftersom humankapitalet växer enligt:

$$\frac{\dot{h}}{h} = \mu I \phi e^{\psi u} \left(\frac{A}{h} \right)^\gamma = g_h = g \quad (\text{A2.43})$$

$$h = \left(\frac{\mu I \phi e^{\psi u}}{g} \right)^{\frac{1}{\gamma}} A \quad (\text{A2.44})$$

Ges det slutliga uttrycket för BNP per capita i steady state i den utvidgade teknologispridningsmodellen enligt:

$$y = \left(\frac{\lambda\tau}{(\delta_I + g + n)} \right)^{\frac{\pi}{1-\alpha-\pi}} \left(\frac{s_K}{(\delta_K + g + n)} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\pi}} \left(\frac{L_S}{L} \right) \left(\frac{\mu I \phi e^{\psi u}}{g} \right)^{\frac{1}{\gamma}} A \quad (\text{A2.45})$$

Appendix 3

Korrelationsmatris 1

	Kvinnor i utbildning	Förväntad livslängd	Infrastruktur	Sysselsättningsgrad
Kvinnor i utbildning	1,000	0,394	-0,100	0,057
Förväntad livslängd	0,394	1,000	-0,117	0,035
Infrastruktur	-0,100	-0,117	1,000	0,076
Sysselsättningsgrad	0,057	0,035	0,076	1,000

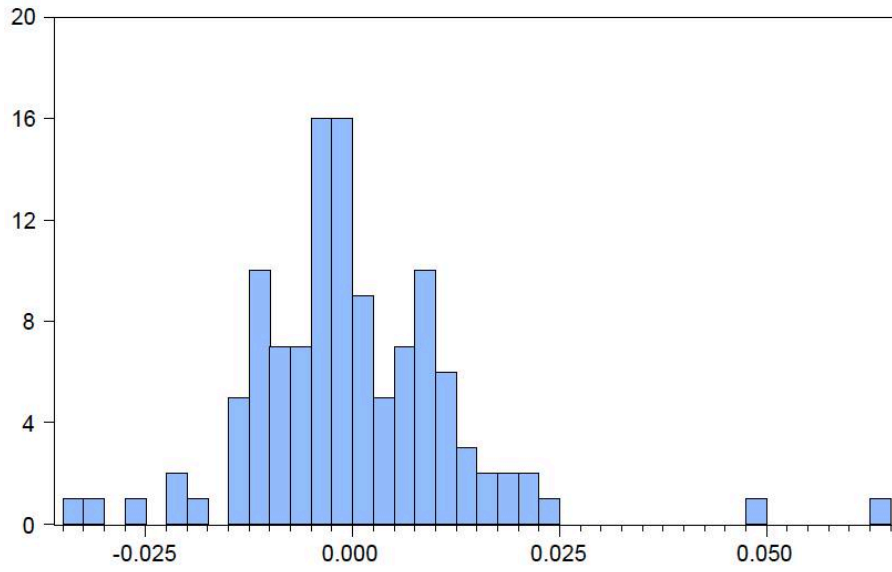
Tabell 6: Korrelationsmatris för regression 1 som visar hur de olika oberoende variablerna är korrelerade med varandra.

Korrelationsmatris 2

	Humankapital	Sysselsättningsgrad	Infrastruktur	Förväntad livslängd	Befolknings-tillväxt	Sparande	Handel
Humankapital	1,000	0,035	0,026	0,506	0,271	0,101	0,064
Sysselsättningsgrad	0,035	1,000	0,064	0,047	0,032	0,031	0,214
Infrastruktur	0,026	0,064	1,000	-0,084	-0,157	0,121	0,437
Förväntad livslängd	0,506	0,047	-0,084	1,000	0,251	0,130	0,073
Befolknings-tillväxt	0,271	0,033	-0,157	0,251	1,000	0,048	0,032
Sparande	0,101	0,031	0,121	0,130	0,048	1,000	0,248
Handel	0,064	0,214	0,437	0,073	0,032	0,248	1,000

Tabell 7: Korrelationsmatris för regression 2 som visar hur de olika oberoende variablerna är korrelerade med varandra.

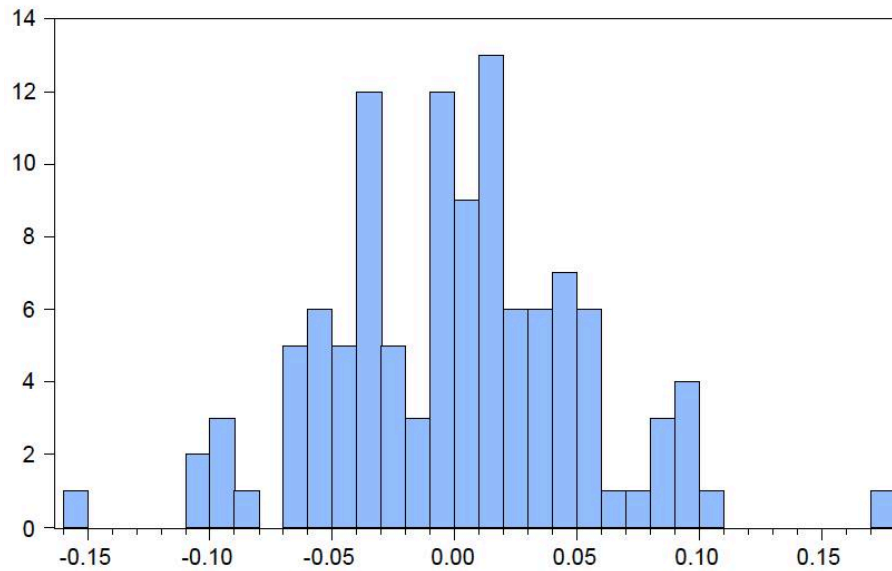
Histogram 1 över normalfördelning



Jarque-Bera	0,000 (p-värde)
-------------	-----------------

Tabell 8: Normalitetstest för regression 1.

Histogram 2 över normalfördelning



Jarque-Bera	2,141 (p-värde)
-------------	-----------------

Tabell 9: Normalitetstest för regression 2.

Appendix 4

Lista över inkluderade länder

- Bangladesh
- Brunei
- Filippinerna
- Hongkong
- Indien
- Indonesien
- Japan
- Kambodja
- Kina
- Malaysia
- Mongoliet
- Nepal
- Singapore
- Sydkorea
- Thailand
- Vietnam