

Tillväxt - på liv eller död?

*En empirisk studie av befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska
tillväxten i EU mellan 1962 och 2017*



**LUNDS
UNIVERSITET**

Kandidatppsats

Handledare: Pontus Hansson

LUNDS UNIVERSITET, NATIONALEKONOMISKA
INSTITUTIONEN

Anna Rehme och Evy Dufvenberg Ivarsson

Maj 2020

Abstract

This paper examines the relationship between population growth and economic growth in the European Union during 1962-2017. By combining earlier research and economic growth theory a combined model is presented, which attempts to capture both positive and negative outcomes of population growth on economic growth. The aim of the study is to contribute to earlier research by focusing on the general effects of population growth, as well as the effects of its components: mortality, fertility and migration. The main hypothesis is that these components impact human capital, which in turn affects economic growth. Conclusions about population growth, fertility, mortality and migration and their separate effects on economic growth have been determined by a generalized least squared (GLS)- regression analysis. Empirical results demonstrate that the effect of fertility cannot be established due to non-significant results. However, the effect of population growth and migration has been negative, while the effect of mortality has been positive for the economic growth during the given period.

Keywords: economic growth, fertility, mortality, migration, population growth, European Union

Innehållsförteckning

1	Introduktion	4
1.1	Syfte och frågeställning	4
1.2	Metod	5
1.3	Avgränsning	5
1.4	Disposition	5
2	Tidigare forskning	7
2.1	Fertilitet och ekonomisk tillväxt	7
2.2	Mortalitet och ekonomisk tillväxt	10
2.3	Migration och ekonomisk tillväxt	11
3	Teori	14
3.1	Solow-modellen med humankapital och migration	14
3.2	Solow-modellen med naturtillgångar	16
3.3	Romer-modellen med humankapital	19
3.4	Den kombinerade modellen	22
4	Empirisk modell och metod	26
4.1	Beskrivning av data	26
4.2	Beskrivning av variabler	27
4.2.1	Beroende variabel	28
4.2.2	Undersökningsvariabler	28
4.2.3	Kontrollvariabler	31
4.3	Beskrivning av regressioner	33
5	Resultat	34
5.1	Specifikationstester	34
5.1.1	Heteroskedasticitet	34
5.1.2	Normalitet	35
5.1.3	Endogenitet	35

5.1.4	Autokorrelation	36
5.1.5	Korrelationstabell	36
5.2	Regressionsanalys	37
5.2.1	Resultat: Regression 1	38
5.2.2	Resultat: Regression 2	40
6	Analys	43
6.1	Slutsatser	46

1 Introduktion

Den Europeiska Unionens totala population väntas minska med 20 miljoner mellan 2018 och 2100 (Eurostat 2017). Befolkningsprognoser förvarnar om eventuella framtida utmaningar och möjligheter, vilket kan vägleda beslutsfattare i deras arbete att utforma och anpassa policyförslag efter olika framtidsscenarios. Med detta som bakgrund kommer därför befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten för den Europeiska Unionen mellan 1962 och 2017 att genomföras. För att undersöka sambandet har befolkningstillväxten delats upp i dess tre komponenter: fertilitet, mortalitet och migration, där respektive komponents effekter på den ekonomiska tillväxten har analyserats. Genom regressionsanalys kommer både den samlade befolkningstillväxtens effekter samt dess respektive komponenters påverkan på den ekonomiska tillväxten att undersökas. Arbetets avsikt är att fördjupa, nyansera och vidareutveckla tidigare forskning och tillväxtteori inom området.

Genom att kombinera antaganden från Solow-modellen med humankapital och migration, Solow-modellen med naturtillgångar och Romer-modellen med humankapital, kommer en kombinerad modell att presenteras. Den kombinerade modellen syftar till att fånga både de positiva och negativa effekterna av befolkningstillväxten på den ekonomiska tillväxten. Genom att applicera den kombinerade modellen och tidigare forskning på det empiriska resultatet, är förhoppningen att adekvata framtidsprognoser gällande befolkningstillväxtens påverkan på den ekonomiska tillväxten kan genomföras. Således utgör uppsatsen ett relevant underlag för den Europeiska Unionens beslutsfattare, eftersom arbetets slutsatser kan användas för att förutse befolkningstillväxtens framtida utmaningar och möjligheter.

1.1 Syfte och frågeställning

Syftet med arbetet är att undersöka hur befolkningstillväxten har påverkat den ekonomiska tillväxten i den Europeiska Unionen mellan 1962 och 2017. För att uppnå syftet är uppsatsens frågeställning: *Hur har befolkningstillväxten påverkat den ekonomiska tillväxten i EU:s medlemsländer under perioden 1962-2017?*

1.2 Metod

För att empiriskt undersöka befolkningstillväxtens påverkan på den ekonomiska tillväxten har regressionsanalys av formen Generalized Least Squares (GLS)- regression använts. Två regressioner har genomförts: Regression 1 och Regression 2. Den första regressionen undersöker hur komponenterna: fertilitet, mortalitet och migration påverkat den ekonomiska tillväxten. I den andra regressionen undersöks befolkningstillväxtens samlade påverkan på den ekonomiska tillväxten. Eftersom antagandet är att nivån på komponenterna påverkar den samlade befolkningstillväxten, är därför förhoppningen att kunna förklara resultatet från Regression 2 genom resultatet från Regression 1. Valet av regressionsanalys motiveras med att tidigare undersökningar på området, exempelvis Barro (1991) och Weil, Romer & Mankiw (1992) använt sig av liknande metod.

1.3 Avgränsning

Med anledning av tillgången på data har tidsavgränsningen varit nödvändig, trots att en längre tidsperiod hade kunnat undersökas. Vidare motiveras valet av tidsperioden genom att det förstärker arbetets relevans för framtida policyförslag att undersöka en tidsperiod som ansluter till nutiden. Vidare motiveras urvalet av länder utifrån den grundläggande politiska samhörighet och ekonomiska gemenskap som antas vara en följd av EU-medlemskapet. Den gemensamma grunden underlättar den empiriska undersökningen av befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten, eftersom vissa strukturella faktorer antas vara homogena. Fortsättningsvis motiveras valet av att inkludera samtliga medlemsländer oberoende av ländernas medlemsår eftersom det medfört fler observationer. Därför har exempelvis även Storbritannien inkluderats trots att landet utträtt från unionen.

1.4 Disposition

I kapitel 2 presenteras tidigare forskning om fertilitet-, mortalitet- och migrationens effekter på den ekonomiska tillväxten. I avsnitt 3 beskrivs det teoretiska underlaget. I avsnitt 4 presenteras arbetets empiriska modell och metod. Kapitel 5 utgör uppsatsens resultatdel,

där exempelvis resultatet från Regression 1 och Regression 2 presenteras. Vidare utgör kapitel 6 uppsatsens analysdel, vilket även innehåller arbetets huvudsakliga slutsatser.

2 Tidigare forskning

Huvudsyftet med detta kapitel är att ge en överblick över relevant tidigare teoretisk och empirisk forskning. I kapitlet som följer kommer vardera komponents effekter på den ekonomiska tillväxten att beskrivas separat. Motiveringen till denna uppdelning beror på att tidigare forskning påvisat att fertilitet, mortalitet och migration påverkar den ekonomiska tillväxten på olika sätt. Det råder även oenighet om huruvida vardera komponents effekter på den ekonomiska tillväxten är positiv eller negativ. Den samlade effekten av befolkningstillväxten antas bero på storleken av vardera komponent. Därmed medför uppdelningen en mer nyanserad bild av hur den samlade befolkningstillväxten påverkat den ekonomiska tillväxten.

Det genomgående resonemanget för kapitlet är att de tre komponenterna påverkar humankapitalbildningen på olika sätt. Till följd av fertilitetens, mortalitetens och migrationens olika effekter på humankapitalet är det genomgående resonemanget för kapitlet baserat på den empiriska undersökningen av Barro & Lee (1994) som påvisade en positiv relation mellan investeringar i humankapital och ekonomisk tillväxt. Den tidigare forskningen kommer därför till stor del fokusera på komponenternas olika påverkan på humankapitalbildningen, vilket även påverkar den ekonomiska tillväxten.

2.1 Fertilitet och ekonomisk tillväxt

I följande avsnitt kommer tidigare forskning gällande fertilitet och ekonomisk tillväxt presenteras. I delkapitlet tydliggörs olika teorier och forskningsresultat om hur fertilitet påverkar den ekonomiska tillväxten.

En tidig teori om fertilitetens effekter på den ekonomiska tillväxten presenterades av Robert Thomas Malthus (1998) i "An Essay on The Principles of Population". I artikeln menar Malthus (1998) att en ökad fertilitet medför negativa effekter för välståndet och den ekonomiska tillväxten. Dessa slutsatser grundade Malthus (1998) i antagandet att befolkningen ökar exponentiellt, medan matproduktionen ökar aritmetiskt. Att populationen tenderar att ha en högre tillväxttakt än tillgången på mat resulterar därför enligt Malthus (1998) i att ökad fertilitet har en negativ påverkan på den ekonomiska tillväxten. Det negativa sambandet mellan fertilitet och ekonomisk tillväxt som Malthus (1998) påvisade kan kontrasteras

till teorin som Boserup (1965) presenterade i artikeln "The Effect of Fertility Reduction on Economic Growth" (Quamrul H., David N. & Joshua 2013). Boserup (1965) menade enligt Quamrul H. et al. (2013) att en befolkningsökning medförde att jordbrukare blev implicit "tvingade" att effektivisera sina jordbruksmetoder. En ökad population ledde därför till en vidareutveckling av jordbruksteknik, vilket i sin tur medförde ökad ekonomisk tillväxt. Landmassans ändliga natur innebar således att ökad fertilitet medförde ökad ekonomisk tillväxt.

Genom att generalisera Boserups (1965) teori om befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten menar Quamrul H. et al. (2013) att en ökad population allmänt leder till teknologisk utveckling. Anledningen till att befolkningsökningen leder till teknologiska framsteg och i förlängningen högre ekonomisk tillväxt kan enligt Quamrul H. et al. (2013) härledas till två huvudsakliga faktorer. Den första är att *i*) teknologiska framsteg utvecklas som konsekvens av nödvändighet och *ii*) en större population ökar sannolikheten för nya innovationer. Detta resonemang överensstämmer med Romer-modellen som presenteras i Jones & Vollrath (2013) gällande befolkningstillväxt, innovationstakt och ekonomisk tillväxt. Enligt resonemanget i Jones & Vollrath (2013) innebär en ökad befolkningstillväxt att den ekonomiska tillväxten påverkas positivt, genom att en större befolkning medför fler idéer.

För att vidareutveckla och nyansera fertilitetens effekter på den ekonomiska tillväxten har De la Croix & Doepke (2003) undersökt hur fertilitet inom olika inkomstgrupper påverkar den ekonomiska tillväxten. Utifrån den forskning som De la Croix & Doepke (2003) presenterar kan ett negativt samband mellan låginkomsttagares fertilitet och ekonomisk tillväxt påvisas. Anledningen till detta är att låginkomsttagare föder fler barn relativt höginkomsttagare, vilket i kombination med låginkomsttagares sämre investeringsmöjligheter i deras barns utbildning leder till lägre ekonomisk tillväxt. Stora inkomstskillnader påverkar därför den ekonomiska tillväxten negativt, eftersom en stor andel låginkomsttagare har en negativ effekt på humankapitalbildningen. De la Croix & Doepke (2003) menar således att sambandet mellan ökad fertilitet och ekonomisk tillväxt till stor del beror på hur investeringsmöjligheterna i utbildning ser ut.

Den oenighet som råder kring fertilitetens effekter på den ekonomiska tillväxten diskuteras vidare av Quamrul H. et al. (2013). I artikeln presenteras en empirisk studie av Kuznets

(1967) gällande sambandet mellan befolkningstillväxt och ekonomisk tillväxt, där studien påvisade en positiv korrelation mellan fertilitet och ekonomisk tillväxt. Enligt Quamrul H. et al. (2013) menade Kuznets (1967) att resultatet om variabelernas positiva korrelation ifrågasatte uppfattningen om fertilitetens negativa effekter på den ekonomiska tillväxten. En ytterligare empirisk studie som presenteras är Kelleys (1988) i Quamrul H. et al. (2013). Utifrån Kelleys (1988) studie påvisades ingen korrelation mellan fertilitet och ekonomisk tillväxt.

Vidare presenteras empiriskt stöd av fertilitetens negativa effekter på den ekonomiska tillväxten av Bloom och Canning (2008) i Quamrul H. et al. (2013). De menar att låg fertilitet är positivt för den ekonomiska tillväxten, vilket beror på att kvinnors deltagande på arbetsmarknaden är större vid låg fertilitet. Därför menar Bloom och Canning (2008) i Quamrul H. et al. (2013) att låga fertilitetstal genererar en större arbetande population, vilket i sin tur har en positiv inverkan på den ekonomiska tillväxten. Ytterligare empiriska underlag för att låg fertilitet påverkar den ekonomiska tillväxten positivt kan exemplifieras med Li och Zhang (2007) i Quamrul H. et al. (2013). Utifrån deras undersökning av Kinas provinsiella skillnader i fertilitet kunde ett samband mellan enbarnspolitik och ekonomisk tillväxt utrönas. Studien av Li och Zang (2007) i Quamrul H. et al. (2013) visade att provinser som haft enbarnspolicy, vilket kan likställas med låg fertilitet, hade haft högre ekonomisk tillväxt i jämförelse med de provinser som inte haft enbarnspolicy. Därmed bidrar undersökningen av Li och Zhang (2007) till stöd för att lägre fertilitet har en positiv påverkan på den ekonomiska tillväxten.

Sammanfattningsvis påvisas en positiv korrelation mellan fertilitet och ekonomisk tillväxt av Boserup (1965) och Jones & Vollrath (2013) genom sina teoretiska resonemang. De negativa följderna av fertilitet påvisas av Malthus (1998) teori. Vidare påpekas det negativa sambandet av empiriska studier av Bloom och Canning (2008) och Li och Zhang (2007). Utifrån De la Croix och Doepkes empiriska undersökning beror utfallet av fertilitet på ekonomisk tillväxt på inkomstnivå. Vidare menade Kelley (1988) och Kuznets (1967) i Quamrul H. et al. (2013) utifrån sina undersökningar att relationen mellan fertilitet och ekonomisk tillväxt inte kan fastställas.

2.2 Mortalitet och ekonomisk tillväxt

I följande avsnitt presenteras tidigare forskning gällande mortalitetens påverkan på den ekonomiska tillväxten. I kapitlet tydliggörs att mortalitetens konsekvenser för den ekonomiska tillväxten beror på vilken åldersgrupp mortaliteten berör.

I artikeln "The uncertain lifetime and the timing of human capital investment" presenterar Kalemli-Ozcan (2008) en modell gällande sambandet mellan spädbarns- och barnadödlighet och ekonomisk tillväxt. Enligt Kalemli-Ozcan (2008) påverkar både spädbarns- och barnadödlighet investeringsbeslut i humankapital negativt, vilket beror på den ovisshet som råder kring antalet barn som överlever. Osäkerheten kring antalet barn som överlever resulterar i att fler barn per kvinna föds, vilket i sin tur påverkar graden av investering i humankapital. En hög spädbarns- och barnadödlighet resulterar därför i lägre investeringar i humankapital, eftersom fler barn per kvinna leder till mindre resurser per barn. Utifrån detta leder därför lägre mortalitet till lägre fertilitet, vilket även resulterar i mer resurser per barn och högre investeringar i humankapital. Med antagandet att investeringar i humankapital är positivt för den ekonomiska tillväxten kan man enligt Kalemli-Ozcan (2008) teori argumentera för att ökad mortalitet hos både spädbarn och barn har en negativ effekt på den ekonomiska tillväxten.

Likt i Kalemli-Ozcan (2008) särskiljs mortalitetens effekter på den ekonomiska tillväxten för olika åldergrupper i artikeln "Intergenerational trade, longevity, and economic growth" av Ehrlich & Lui (1991). I artikeln poängteras att mortalitet i låga åldrar har en större negativ effekt på den ekonomiska tillväxten än mortalitet bland äldre. Fortsättningsvis belyser Lucas (1988) relationen mellan humankapital och mortalitet bland vuxna och äldre, då han menar att humankapitalackumuleringen påverkas positivt av att individer samarbetar med varandra. Utifrån detta antagande framhöll Lucas (1988) att förvärvandet av humankapital inte enbart frambringar positiva effekter för individen, utan även genererar positiva externaliteter för samhället och den ekonomiska tillväxten. Den teori som Lucas (1988) presenterar beskrivs vidare av Hansson (2020) som menar att även äldre generationers nivå på humankapital har en positiv inverkan på yngre generationers humankapital, vilket beror på kunskapsspridning mellan generationerna. Utifrån antagandet om att kunskapsspridning över generationer

påverkar humankapitalet positivt, bör därför även lägre mortalitet för äldre påverka den ekonomiska tillväxten positivt.

Sammanfattningsvis beskrivs i delkapitlet att Kalemli-Ozcan (2008) menar att mortalitet bland barn påverkar den ekonomiska tillväxten negativt eftersom fler barn per kvinna föds, vilket resulterar i mindre resurser per barn. Vidare menar Lucas (1988) i Hansson (2020) att den ekonomiska tillväxten även påverkas negativt av mortalitet hos äldre, vilket beror på att lägre kunskapsspridning sker. Vidare menar Ehrlich & Lui (1991) att barnadödlighet påverkar den ekonomiska tillväxten mer negativt än mortalitet bland äldre.

2.3 Migration och ekonomisk tillväxt

I följande kapitel presenteras tidigare forskning om migrationens påverkan på den ekonomiska tillväxten. Den centrala delen i kapitlet är att beskriva migrationens påverkan på humankapitalbildningen, som i förlängningen påverkar den ekonomiska tillväxten.

En empirisk undersökning av migrationens effekter på den ekonomiska tillväxten påvisas i artikeln “Immigration, Human Capital and growth in the host country” (Dolado, Gorio & Ichino 1994). I artikeln nyanseras sambandet mellan migration och ekonomisk tillväxt genom att Dolado et al. (1994) understryker skillnaden mellan hur ett ökat antal inrikes födda och ökat antal migranter påverkar den ekonomiska tillväxten. Skillnaden enligt Dolado et al. (1994) är att migranter medtar humankapitalet de förvärvat i deras födelse-land till mottagarlandet, vilket innebär att de bidrar direkt till humankapitalackumuleringen på ett annat sätt än vad ett ökat antal inrikes födda gör. Vidare menar Dolado et al. (1994) att migranter även bidrar till humankapitalackumuleringen genom att sprida ny kunskap och nya idéer till inrikes födda i mottagarlandet. Resonemanget som förs av Dolado et al. (1994) är därför att kunskapsspridning bidrar till ekonomisk tillväxt. Detta kan relateras till Jones (2019) som menar att enligt Romer-modellen kommer befolkningstillväxt påverka den ekonomiska tillväxten positivt, eftersom en större population medför fler idéer och högre innovationstakt.

Vidare beskriver Dolado et al. (1994) de teoretiska studier som genomförts av Burda och Wyplosch (1991) om effekterna av migration från Östeuropa till Västeuropa på motta-

garländernas ekonomiska tillväxt. Resultatet som Burda och Wyplosch (1994) fann enligt Dolado et al. (1994) var att mottagarländerna påverkades negativt av en ökad migration, vilket i synnerhet gällde migrationens kortsiktiga effekter. Magnituden av migrationens negativa effekter på den ekonomiska tillväxten för mottagarländerna beror dock enligt Dolado et al. (1994) på migranternas nivå av humankapital. Vidare menar Dolado et al. (1994) att de negativa konsekvenserna som uppstår av migration enbart kan uteslutas om migranterna besitter högre nivå av humankapital i jämförelse med inrikes födda.

Det empiriska sambandet mellan migration, kunskapsspridning och ekonomisk tillväxt lyfts även i artikeln "The impact of EU immigration on economic growth through the skill composition channel" (Serban, Aceleanu, Dospinescu, Țîrcă & Novo-Corti 2020). I artikeln framhålls att migranternas nivå på humankapital är avgörande för migrationens effekter på den ekonomiska tillväxten. Vidare menar Serban et al. (2020) att svårigheter kring överföring av humankapital existerar mellan länder, vilket försvårar möjligheten för migranter att bidra till mottagarlandets humankapitalstock. Utifrån detta menar Serban et al. (2020) att den imperfekta överföringen av humankapital mellan länder resulterar i låg arbetsmarknadsintegration och initialt låga löner för migranter i mottagarländerna. Huruvida individer kan överföra sitt humankapital från ett land till ett annat på ett smidigt sätt beror till stor del på likhet mellan länder, språkbarriärer och geografiskt ursprung enligt i Serban et al. (2020). Utifrån Serban et al. (2020) empiriska undersökning skulle migrationens effekter på den ekonomiska tillväxten därför kunna bero på hur möjligheterna för humankapitalets överföring från det ena landet till det andra landet ser ut.

Migrationens effekter på den ekonomiska tillväxten beskrivs vidare i artikeln "The Role of Population in Economic Growth" av Peterson (2017). I artikeln baserar Peterson (2017) sina argument på tidigare empirisk och teoretisk forskning, där han menar att huruvida migrationen får positiva eller negativa effekter på den ekonomiska tillväxten beror på om migrationen sker till ett låg- eller höginkomstland. Detta resonemang baserar Peterson (2017) på att låg befolkningstillväxt i höginkomstländer kommer leda till en hög belastning för de i arbetsför ålder. Följaktligen skulle migration till ett höginkomstland bidra till att den arbetande delen av populationen avlastas, vilket skulle generera positiva effekter för den

ekonomiska tillväxten. Vidare beskriver Peterson (2017) att en generell befolkningstillväxt förmodas ha negativa konsekvenser för den ekonomiska tillväxten i låginkomstländer. Detta implicerar att befolkningstillväxt i fråga om migration även skulle få negativa effekter för ett låginkomstland. Utifrån teorin som Peterson (2017) presenterar skulle migrationens effekter på den ekonomiska tillväxten således bero på vilket land migrationen sker till.

Sammanfattningsvis har detta avsnitt beskrivit empirisk och teoretisk tidigare forskning gällande migrationens påverkan på den ekonomiska tillväxten. Det framgår av Dolado et al. (1994) att migration kan medföra positiva effekter på mottagarlandet, men att detta beror på migranternas nivå av humankapital. Utöver detta menar Serban et al. (2020) att överföring av humankapital påverkar migrationens effekter på den ekonomiska tillväxten. Vidare menar Peterson (2017) att migrationens effekter på den ekonomiska tillväxten beror på om den sker till ett låg- eller höginkomstland.

3 Teori

I detta kapitel presenteras relevanta teoretiska resonemang gällande befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten. Tre tillväxtteorier kommer att presenteras för att fånga upp olika perspektiv på befolkningstillväxten och dess inverkan på den ekonomiska tillväxten. I kapitel 3.1 framställs Solow-modellen med humankapital och migration, vilken inkluderar migrationens effekter på humankapitalbildningen. I kapitel 3.2 beskrivs Solow-modellen med naturtillgångar, där befolkningstillväxtens negativa effekter på naturtillgångar och den ekonomiska tillväxten illustreras. I kapitel 3.3 beskrivs Romer-modellen med humankapital, vilken syftar till att beskriva befolkningstillväxtens positiva effekter på humankapitalbildningen och den ekonomiska tillväxten. I teoridelen kommer begreppen ekonomisk tillväxt och tillväxt i BNP per capita att användas synonymt.

Genom att kombinera de tre tillväxtteoriernas olika effekter av befolkningstillväxten presenteras en kombinerad modell i avsnitt 3.4. Den kombinerade modellen framställs i syfte att nyansera och fördjupa bilden av befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten. Därmed baseras urvalet av tillväxtmodeller på att de fångar upp olika effekter av befolkningstillväxten, vilket är centralt för arbetets syfte och frågeställning. I teorikapitlet kommer beräkningar för jämviktsläget att presenteras, vilket illustrerar de variabler som påverkar den ekonomiska tillväxten i jämvikt. Ett antagande är att de faktorer som påverkar den ekonomiska tillväxten i jämvikten även påverkar den ekonomiska tillväxten utanför jämvikten. Genom att konstatera vilka variabler som har en positiv eller negativ effekt på jämviktsläget kan därför även variablernas effekter på den ekonomiska tillväxten utanför jämvikt genomföras. För mer djupgående beräkningar av samtliga tillväxtmodeller, se appendix.

3.1 Solow-modellen med humankapital och migration

För att utvärdera migrationens effekter på den ekonomiska tillväxten i migranternas mottagarländer använder Dolado, Goría & Ichino (1994) en utvidgad Solow-modell med humankapital och migration. Produktionsfunktionen (1) utgår ifrån en Cobb-Douglas funktion med

konstant skalavkastning och beskrivs enligt nedanstående uttryck.

$$Y = H^\alpha K^\beta (LB)^{1-\alpha-\beta} \quad 0 < \alpha, \beta > 1 \quad (1)$$

I produktionsfunktionen är den totala produktionen Y , humankapital H , realkapital K , total arbetskraft L och B representerar den exogena produktivitetsökningen hos arbetskraften. Den totala arbetskraften L består av både inrikes födda och migranter, vars tillväxttakt beräknas enligt (2).

$$\frac{\dot{L}}{L} = n + \frac{M}{L} = n + m \quad (2)$$

I funktionen för tillväxttakten i arbetskraften medför migration större arbetskraft. I funktionen betecknar n tillväxttakten i den infödda populationen och M representerar antalet nettomigranter som andel av arbetskraften. Antalet nettomigranter M dividerat med den totala arbetskraften L beskriver nettomigrationen m . Vidare kan humankapitalets ackumulation uppdelas i tre beståndsdelar. Den första beståndsdelan beskriver att en viss andel av den totala produktionen går till att utöka humankapitalstocken H . Den andra delen beskriver att depreciering av humankapitalstocken kommer leda till att humankapitalet minskar. Vidare beskriver den tredje och sista beståndsdelan av humankapitalackumulationen att migranter medtar humankapitalet som förvärvats i deras ursprungsland, vilket leder till att migranter bidrar till en utökning av humankapitalstocken. Utifrån dessa tre antaganden om hur humankapitalet ackumuleras kan formeln för humankapitalackumulationen beskrivas enligt (3). I funktionen beskriver $s_h Y$ andelen av den totala produktionen som investeras i humankapitalet och deprecieringen i humankapital beskrivs av δ . Uttrycket $\epsilon_h \times H$ representerar humankapitalet som varje ny migrant för med sig till mottagarlandet, vilket därför kan definieras som det humankapital migranterna adderar till mottagarlandets humankapitalstock.

$$\dot{H} = s_h Y - \delta H + m \epsilon_h H \quad (3)$$

Genom att sedan dividera förändringen i humankapitalet \dot{H} med nivån på humankapitalet

H , kan tillväxttakten i humankapital beräknas enligt (4).

$$g_h = \frac{s_h Y}{H} + m\epsilon_h - \delta \quad (4)$$

Realkapitalets ackumulation kan uppdelas i två komponenter. Den första komponenten representerar den andel av produktionen som avsätts till att utöka kapitalstocken. Den andra delen av funktionen beskriver att depreciering av realkapitalet leder till att realkapitalstocken minskar. Genom att kombinera dessa två komponenter kan realkapitalets ackumulation beskrivas enligt (5).

$$\dot{K} = s_k Y - \delta_k K \quad (5)$$

3.2 Solow-modellen med naturtillgångar

I Solow-modellen med naturtillgångar vidareutvecklas befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten, vilket görs genom att inkludera effekten av ändliga naturresurser i modellen (Jones & Vollrath 2013). I modellen beskrivs sambandet mellan resursåtgång och ekonomiskt tillväxt. Enligt modellen innebär ökad resursåtgång av ändliga naturresurser som exempelvis olja, koppar och kol lägre förväntad ekonomisk tillväxt i framtiden. I produktionsfunktionen (6) inkluderas därför en variabel för mängden energi som används, E . I produktionsfunktionen representerar Y produktion, K realkapital och L total arbetskraft. Vidare beskriver γ vikten av naturresurser för produktionen (Jones & Vollrath 2013).

$$Y = BK^\alpha E^\gamma (L)^{1-\alpha-\gamma} \quad (6)$$

Vidare representerar B den exogena teknologiska nivån av miljöförbättrad teknik, vilken förändras enligt (7). Att den definieras som exogen beror på att den bestäms utanför modellen (Jones & Vollrath 2013).

$$g_B = \frac{\dot{B}}{B} \quad (7)$$

g_B representerar tillväxttakten i miljöförbättrande teknologi. Eftersom g_A fångar upp tillväxttakten i all teknologi, inkluderas effekten av g_B i g_A i den kombinerade modellen.

g_A beskrivs i kapitlet för Romer-modellen med humankapital. Vidare beskrivs kapitalackumuleringen enligt (8) och förändringen i den totala arbetskraften enligt (9) (Jones & Vollrath 2013).

$$\dot{K} = sY - \delta_k K \quad (8)$$

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

Vidare beskriver S_E andelen energi som används i relation till landets totala naturtillgångar. Andelen av totala tillgångar som används beror på den totala mängden energi E dividerat med den totala mängden energitillgångar R . De totala energiresurserna som används i förhållande till den totala mängden energiresurser kan formuleras enligt (10) (Jones & Vollrath 2013).

$$E = S_E(R) \quad (10)$$

Ett högt värde på E implicerar en hög förbrukning av ändliga naturresurser. Detta leder på längre sikt till att landets naturresurser urholkas, vilket kommer leda till lägre förväntad ekonomisk tillväxt i framtiden. Förändringen av landets naturresurser påverkas därmed negativt av E vilket ekvation (11) illustrerar (Jones & Vollrath 2013).

$$\dot{R} = -E \quad (11)$$

Detta betyder att förändringen i E påverkas av förändringen i R . Förändringen i E representeras av ekvation (12).

$$\dot{E} = S_E \dot{R} \iff \dot{E} = S_E(-E) \quad (12)$$

Tillväxten i mängden energi blir förändringen i energi dividerat med nivån på energi, vilket (13) beskriver.

$$\frac{\dot{E}}{E} = -S_E \quad (13)$$

För att beräkna storleken på landets kvarstående energistock utgår man ifrån (14) där ener-

gistocken minskar av S_E (Jones & Vollrath 2013).

$$\frac{\dot{R}}{R} = -S_E \quad (14)$$

Fortsättningsvis är det också centralt att beskriva modellens jämviktsläge. Detta inleds med att beräkna BNP per capita y (15) vilket genomförs genom att dividera produktionsfunktionen med total arbetskraft.

$$y = Bk^\alpha \left(\frac{E}{L}\right)^\gamma \quad (15)$$

För att sedan beskriva jämviktsläget logaritmeras (15) för att sedan deriveras med avseende på tid. Detta leder till ett uttryck för tillväxttakten i BNP per capita (16).

$$g_y = g_B + \alpha g_K + \gamma(g_E - g_L) \quad (16)$$

I (16) betecknar g_B tillväxttakten i miljöförbättrande teknologi, g_K betecknar tillväxttakten i realkapitalet och g_E betecknar tillväxttakten i mängden energi som används. Eftersom g_E även kan beskrivas enligt (13) och g_L i jämvikt är n kan (16) skrivas om till (17).

$$g_y = g_B + \alpha g_y - \gamma(S_E + n) \quad (17)$$

Slutligen blir tillväxttakten i BNP per capita i jämvikt enligt (18) och illustrerar de positiva effekterna av miljöförbättrande teknologi, de negativa effekterna av ökad förbrukning av naturresurser och negativa effekterna av ökad befolkningstillväxt.

$$g_y = \frac{1}{(1 - \alpha)} g_B - \frac{\gamma}{(1 - \alpha)} (S_E + n) \quad (18)$$

Ökad förbrukning av naturresurser S_E medför negativa effekter för den ekonomiska tillväxten, vilket beskrivs med den negativa koefficienten framför S_E i (18). Detta är en följd av att lägre nivå på naturresurser innebär lägre förväntad ekonomisk tillväxt i framtiden. En lägre förbrukning av naturresurser skulle däremot leda till ökad förväntad ekonomisk tillväxt i framtiden. Förbrukningen av naturresurser relateras likt Malthus (1998) till storleken på befolkningen. Även utifrån Solow-modellen med naturtillgångar påverkas därför

den ekonomiska tillväxten negativt av befolkningstillväxt. Detta beror på att fler människor leder till ökad produktion, ökad åtgång av varor och tjänster vilket implicerar förhöjd förbrukning av landets ändliga naturresurser (Jones & Vollrath 2013). Däremot kan en ökad g_B medföra en högre tillväxttakt i BNP per capita. Vid större förbrukning av naturresurser ökar möjligheten för teknologiska framsteg, vilket i sin tur bidrar till mer effektiv användning av resurser. Effektiviserad resursanvändning kan därför medföra positiva effekter för miljön och för den ekonomiska tillväxten. Genom förbättrad miljöorienterad teknologi kan därför den ekonomiska tillväxten i jämvikt påverkas positivt. (Jones & Vollrath 2013).

3.3 Romer-modellen med humankapital

I artikeln "Endogenous Technological Change" presenterar Romer (1990) sin teori om endogen teknologisk tillväxt, vilket vidareutvecklade Solow-modellens antagande om exogen teknologisk tillväxt. I artikeln baserar Romer (1990) sin teori om endogen teknologisk tillväxt på tre huvudsakliga premisser. Den första premissen är att *i*) teknologisk utveckling påverkar ekonomisk tillväxt positivt, *ii*) individer och företag har ekonomiska incitament för att utveckla nya idéer, vilket leder till teknologisk utveckling och *iii*) instruktioner och idéer kan användas flera gånger om, utan ytterligare kostnader. Premiss *iii*) i Romer (1990) implicerar att idéer är icke-rivaliserande, vilket innebär att idéer kan användas av flera individer samtidigt. I artikeln "Paul Romer: Ideas, Nonrivalry, and Endogenous Growth" menar Jones (2019) att Romers teori om idéers icke-rivaliserande natur resulterar i att en större befolkning genererar fler idéer, vilket i sin tur har positiva effekter för den ekonomiska tillväxten. En vidareutveckling av Romer-modellen beskrivs i Hansson (2020) där även humankapital inkluderas i produktionsfunktionen (19).

$$Y = K^\alpha (Ah_y L_y)^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1 \quad (19)$$

I produktionsfunktionen (19) betecknar K realkapital och A teknologi. Vidare betecknar h_y humankapitalet som är sysselsatta inom produktion för slutgiltiga varor och L_y representerar arbetskraften som ägnar sig åt produktion för slutgiltiga varor. Det totala humankapitalet består av $h_y + h_A = H$ och den totala arbetskraften består av $L_y + L_A = L$. Parametern α

beskriver avkastningen på realkapital respektive arbetskraft. Utifrån produktionsfunktionen har arbetskraft och realkapital avtagande skalavkastning, vilket skiljer sig mot teknologin och humankapital som har tilltagande avkastning. Genom att dividera produktionsfunktionen med arbetskraften L kan BNP per capita (20) beräknas.

$$y = k^\alpha (Ah_y)^{1-\alpha} \left(\frac{L_y}{L}\right)^{1-\alpha} \quad (20)$$

$\frac{L_y}{L}$ representerar andelen av arbetskraften som ägnar sig åt produktion för slutgiltiga varor. Ett ytterligare antagande i modellen är att arbetskraften växer med en viss procent per år, vilket betecknas som n och beräknas enligt (21).

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \quad (21)$$

Realkapitalets ackumulation (22) består av två delar, där den första beskriver att en viss andel av produktionen går till realkapitalet. Den andra delen beskriver att realkapitalet minskar vid depreciering.

$$\dot{K} = s_k Y - \delta_k K \quad (22)$$

I jämvikt gäller att tillväxttakten i BNP per capita g_y är ekvivalent med tillväxttakten i teknologi g_A adderat med tillväxttakten i humankapital g_h . Detta resulterar i jämviktsvillkoret (23) för tillväxten i BNP per capita.

$$g_y = g_A + g_h \quad (23)$$

Teknologin utvecklas enligt (24) där θ representerar allmän produktivitet i forskning- och utvecklingssektorn ϕ betecknar nyttan av tidigare idéer och λ representerar avtagande avkastning på arbetskraften i forskning- och utvecklingssektorn. Vidare representerar h_A och L_A humankapital respektive arbetskraft i forsknings- och utvecklingssektorn.

$$\dot{A} = \theta A^\phi (h_A L_A)^\lambda \quad \phi < 1, \lambda < 1 \quad (24)$$

Tillväxten i teknologi presenteras i (25) där g_A representerar tillväxttakten i teknologin.

$$g_A = \theta A^{\phi-1} (h_A L_A)^\lambda \quad (25)$$

Villkoret för jämvikt är att alla variabler växer med konstant takt. Detta antagande leder till att g_A är konstant i jämvikt, vilket innebär att förändringen i tillväxttakten \dot{g}_A är lika med noll i jämvikt. Detta illustreras i ekvation (26).

$$\frac{\dot{g}_A}{g_A} = 0 \quad (26)$$

För att beräkna tillväxttakten i teknologin i jämvikt följer att (26) logaritmeras för att sedan deriveras med avseende på tid, vilket ger oss ekvation (27).

$$\frac{\dot{g}_A}{g_A} = g_\theta + (\phi - 1)g_A + \lambda(g_{hA} + g_{LA}) \quad (27)$$

I ekvation (27) är g_θ konstant i jämvikt, $\frac{\dot{g}_A}{g_A}$ är ekvivalent med noll i jämvikt och g_{LA} är ekvivalent med n i jämvikt. Detta resulterar i att g_A i jämvikt blir enligt (28).

$$g_A = \frac{\lambda}{1 - \phi} (g_h + n) \quad (28)$$

Vilket leder till att tillväxten i BNP per capita blir enligt ekvation (29)

$$g_y = \frac{\lambda}{1 - \phi} (g_h + n) + g_h \quad (29)$$

Vilket kan skrivas om till ekvation (30).

$$g_y = \frac{\lambda n}{1 - \phi} + \left(1 + \frac{\lambda}{1 - \phi}\right) g_h \quad (30)$$

Humankapitalets ackumulation beskrivs enligt (31). Parametern β representerar produktiviteten i humankapitalet, h_h beskriver det humankapital som är i utbildning och deprecieringen δ betecknar det humankapital som försvinner.

$$\dot{h} = \beta h_h - \delta h \quad (31)$$

Tillväxttakten i humankapitalet ges av förändringen i humankapitalet \dot{h} dividerat med nivån på humankapitalet h , vilket resulterar i (32).

$$g_h = \beta \frac{\dot{h}}{h} - \delta_h \quad (32)$$

Genom att kombinera uttrycken som representerar jämviktsläget för teknologi och humankapital kan det slutliga uttrycket för BNP per capita i jämvikt för Romer-modellen uttryckas enligt (33).

$$g_y = \frac{\lambda n}{1 - \phi} + \left(1 + \frac{\lambda}{1 - \phi}\right) \left(\beta \frac{\dot{h}}{h} - \delta_h\right) \quad (33)$$

Enligt (33) framgår det att tillväxttakten i BNP per capita i jämvikt påverkas positivt av befolkningstillväxt n och även av tillväxten i humankapital. Vidare påverkas tillväxttakten i BNP per capita negativt av att humankapital deprecieras.

3.4 Den kombinerade modellen

För att fånga befolkningstillväxtens olika effekter på den ekonomiska tillväxten presenteras här en kombinerad tillväxtmodell. I denna modell förenas antaganden från Solow-modellen med humankapital och migration, Solow-modellen med naturtillgångar och Romer-modellen med humankapital. Utifrån ovanstående tillväxtmodeller härrör därmed den kombinerade tillväxtmodellens produktionsfunktion (34).

$$Y = K^\alpha E^\gamma (A h_y L_y)^{1 - \alpha - \gamma} \quad (34)$$

I den kombinerade produktionsfunktionen har vardera variabel samma innebörd som i tidigare produktionsfunktioner, vilket betyder att Y betecknar antalet producerade varor, K kapitalet, E totala mängden energi som används, A teknologi, h_y betecknar humankapital och förändras på samma sätt som i Solow-modellen med humankapital och migration. Vidare betecknar L_y andelen arbetskraft inom produktion för slutgiltiga varor. Produktionsfunktionen divideras med totalt antal arbetare L för att beräkna BNP per capita (35). Vidare beräknas befolkningstillväxten n enligt ekvation (21).

$$y = k^\alpha \left(\frac{E}{L}\right)^\gamma A h_y^{1-\alpha-\gamma} \left(\frac{L_y}{L}\right)^{1-\alpha-\gamma} \quad (35)$$

Förändringen i humankapitalet för den kombinerade modellen beskrivs enligt (36).

$$\dot{H} = s_h Y - \delta H + m\epsilon_h H \quad (36)$$

Tillväxten i humankapitalet (37) kalkyleras genom att dividera förändringen i humankapital med nivån på humankapital.

$$g_h = \frac{s_h Y}{H} + m\epsilon_h - \delta \quad (37)$$

Vidare betecknar K realkapital i den kombinerade modellen och förändras likt Romer-modellen enligt ekvation (38).

$$\dot{K} = s_k Y - \delta_k K \quad (38)$$

Fortsättningsvis betecknar E mängden energi som används, vilket ekvation (39) illustrerar.

$$E = S_E(R) \quad (39)$$

Vidare betecknar A teknologi i den kombinerade modellens produktionsfunktion och förändringen i variabeln sker på samma sätt som i Romer-modellen enligt (40).

$$\dot{A} = \theta A^\phi (h_a L_a)^\lambda \quad \phi < 1, \lambda < 1, \theta > 0 \quad (40)$$

Tillväxttakten i teknologin blir ekvivalent med den som beskrivs i Romer-modellen, vilket innebär att teknologin utvecklas enligt (41).

$$g_A = \theta A^{\phi-1} (h_a L_a)^\lambda \quad (41)$$

Följaktligen kan jämviktsläget för den teknologiska utvecklingen g_A beskrivas enligt (42).

$$g_A = \frac{\lambda}{1-\phi} (g_h + n) \quad (42)$$

För den kombinerade modellen bestäms tillväxttakten i BNP per capita i jämvikt enligt ekvation (43). Antagandet är att tillväxttakten i BNP per capita i jämvikt påverkas positivt av teknologisk tillväxt och tillväxt i humankapital, men negativt av förbrukning av naturresurser.

$$g_y = g_A + g_h - \frac{\gamma}{(1 - \alpha)}(S_E + n) \quad (43)$$

Slutligen blir jämviktsläget för BNP per capita-tillväxten i den kombinerade modellen enligt ekvation (44). Kombinationen leder till att g_y blir en funktion av g_A (42) och g_h (37) och de negativa effekterna i jämvikten uppstår som konsekvens av den negativa termen i ekvation (18). Den positiva effekten av miljöorienterad teknologisk tillväxt, som egentligen är inkluderad i Solow-modellen med naturtillgångars jämviktsläge antas fångas upp i g_A (42).

$$g_y = \frac{\lambda n}{1 - \phi} + \left(1 + \frac{\lambda}{1 - \phi}\right) \left(\frac{s_h Y}{H} + m\epsilon_h - \delta\right) - \frac{\gamma}{(1 - \alpha)}(S_E + n) \quad (44)$$

I första delen av ekvation (44) illustreras att tillväxten i BNP per capita påverkas positivt av befolkningstillväxt, vilket illustreras med att n är en positiv koefficient. Vidare påverkas tillväxten i BNP per capita även positivt av andel av produktionen som investeras i humankapital, vilket illustreras med den positiva koefficienten $s_h Y$. Nettomigrationen påverkar även tillväxten i BNP per capita positivt, vilket illustreras av den positiva koefficienten $m\epsilon_h$. Depreciering av humankapitalet har däremot en negativ påverkan på g_y , vilket illustreras av den negativa koefficienten framför deprecieringen δ .

Storleken på γ , vilket betecknar vikten av naturresurser för produktionen, har en negativ påverkan på tillväxten i BNP per capita. Även en större förbrukning av energi i relation till landets totala naturtillgångar S_E har en negativ påverkan på tillväxttakten i BNP per capita i jämvikt. Vidare bidrar även en ökad befolkningstillväxt n till en negativ effekt på BNP per capita-tillväxten. Utifrån detta har befolkningstillväxten både en positiv och negativ effekt på tillväxttakten i BNP per capita i jämvikt. Den positiva effekten återfinns i den första delen av ekvationen och beror på den endogena tillväxten i teknologin, vilken beror positivt på befolkningstillväxten. Den negativa effekten som återfinns i slutet av ekvationen beror på

att en större befolkning kommer generera negativa effekter för förändringen i naturresurser, vilket i förlängningen även har negativa effekter för den ekonomiska tillväxten.

4 Empirisk modell och metod

I detta kapitel beskrivs metodiken bakom den empiriska undersökningen. I kapitel 4.1 motiveras, beskrivs och förklaras möjligheter och begränsningar med datan som använts till arbetet. Vidare beskrivs i kapitel 4.2 samtliga variabler som ingår i regressionsanalysen. Hypoteser gällande variablernas förväntade effekter på den ekonomiska tillväxten baseras på tidigare forskning och tillväxtteori. I kapitel 4.3 kommer Regression 1 och Regression 2 att presenteras. Regression 1 syftar till att undersöka respektive komponents effekter på den ekonomiska tillväxten. Undersökningen av den generella befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten genomförs utifrån Regression 2. Genom att kombinera resultaten från Regression 1 och Regression 2 möjliggörs en djupare analys av befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten, eftersom även befolkningstillväxtens respektive komponents effekter beaktas.

4.1 Beskrivning av data

Eftersom uppsatsens syfte och frågeställning berör både länders utveckling över tid och förändring av flera variabler, krävs att en kombination av tidsserie- och tvärsnittsdata används. Ändamålsenligt för uppsatsen har därför paneldata använts, vilken inledningsvis bearbetats i Excel för att sedan behandlas i Stata. Vidare innehåller samtliga variabler data för tidsperioden mellan 1962 och 2017, vilket har inhämtats från Feenstra, Inklaar & P.Timmer (2015) och The World Bank (2020*e*) respektive databas. Begränsningar gällande den datan som behandlas i arbetet är exempelvis att observationer saknas för vissa år, vilket kan exemplifieras med att data på migration som inhämtats från The World Bank (2020*d*) enbart existerar för vart femte år under tidsperioden som avses. Att observationer saknas för längre tidsperioder försvårar uppsatsens syfte och komplicerar möjligheten att statistiskt säkerställa orsakssambandet mellan undersökningsvariablerna och den beroende variabeln. En ytterligare begränsning gäller det faktum att vissa länder blivit självständiga efter år 1962, vilket medför att data för samtliga variabler för vissa länder är otillgängliga för längre tidsperioder. Problematiken och begränsningarna gällande tillgången på data kommer beaktas vid uppsatsens empiriska utvärdering, diskussion och analys.

Tabell 1 – Beskrivning av variabler

Beroende variabel	Beskrivning
g_y	<i>Tillväxttakten i BNP per capita</i>

Undersökningsvariabler	Beskrivning
n	<i>Befolkningstillväxt</i>
migr	<i>Nettomigration</i>
fert	<i>Antalet födda barn per kvinna</i>
mort	<i>Antalet avlidna under ett år per 1000 invånare</i>

Laggade undersökningsvariabler	Beskrivning
lagn1	<i>Befolkningstillväxt, 5 års lag</i>
lagn2	<i>Befolkningstillväxt, 10 års lag</i>
lagmigr1	<i>Nettomigration, 5 års lag</i>
lagmigr2	<i>Nettomigration, 10 års lag</i>
lagfert1	<i>Fertilitet, 5 års lag</i>
lagfert2	<i>Fertilitet, 10 års lag</i>
lagfert3	<i>Fertilitet, 15 års lag</i>
lagfert4	<i>Fertilitet, 20 års lag</i>
lagmort1	<i>Mortalitet, 5 års lag</i>
lagmort2	<i>Mortalitet, 10 års lag</i>

Kontrollvariabler	Beskrivning
igdpcap	<i>Initialt BNP per capita</i>
hc	<i>Antal år i utbildning och avkastning på utbildning</i>
hc^2	<i>Antal år i utbildning och avkastning på utbildning, kvadrerat</i>
trade	<i>Handel (% BNP)</i>
lifeexp	<i>Genomsnittlig medellivslängd</i>
inv	<i>Bruttoinvesteringar</i>

4.2 Beskrivning av variabler

Samtliga variabler som inkluderats i regressionsanalysen har beräknats som ett genomsnitt över en femårsperiod. Detta har genomförts i syfte att undvika konjunktursvängningars inverkan på respektive variabel. Genom att reducera konjunkturcyklernas sannolika effekter

på den ekonomiska tillväxten ökar möjligheten för att kunna fastställa ett empiriskt samband mellan befolkningstillväxt och långsiktig ekonomisk tillväxt. Vidare har variabler som antas ha fördröjda effekter på den ekonomiska tillväxten även inkluderats som laggade variabler, där en lag med siffran 1 representerar en lag med en tidsperiod (5 år) och 2 beskriver en lag med två tidsperioder (10 år) et cetera. Respektive variablers egenskaper och förväntade effekt på den ekonomiska tillväxten beskrivs i följande kapitel.

4.2.1 Beroende variabel

Ekonomisk tillväxt

Genom att använda data från Feenstra, Inklaar & P.Timmer (2015) har vi beräknat tillväxttakten i BNP per capita för respektive land. Genom data för produktionsbaserad och köpkraftsjusterad BNP och data på population, har BNP per capita för samtliga länder kalkylerats. Utifrån det teoretiska underlaget är jämviktsläget för tillväxttakten i BNP per capita centralt. I uträkningarna har den "generella" tillväxttakten i BNP per capita beräknats, vilket innebär att jämviktsläget inte beaktats. Motiveringen till att jämviktsläget för BNP per capita ignoreras i uträkningarna beror på att de variabler som antas påverka g_y i jämvikt även antas påverka g_y utanför sin jämvikt. För beräkning av tillväxttakten i variabeln, som innebär förändringen i landets varor och tjänster, har vi utgått från nedanstående funktion. I funktion (45) betecknar g_y tillväxttakten i BNP per capita. Jämförelseåret betecknas av t och $t + i$ är år fram i tiden från och med jämförelseåret t .

$$g_y = \left(\frac{BNPcapita(t + i)}{BNPcapita * t} \right)^{1/i} - 1 \quad (45)$$

4.2.2 Undersökningsvariabler

Undersökningsvariablerna i regressionsanalysen är befolkningstillväxten n , fertiliteten $fert$, mortaliteten $mort$ och migrationen $migr$. Av dessa variabler har befolkningstillväxten beräknats i procentuell förändring. För att empiriskt undersöka respektive komponents effekter på den ekonomiska tillväxten har nivån på fertilitet, mortalitet och migration beräknats. Anledningen till att nivån på komponenterna undersöks beror på att nivån i samtliga variabler

antas ha större inverkan på den ekonomiska tillväxten än förändringen i respektive variabel.

Fertilitet

Fertilitet definieras som antalet födda barn per kvinna, vilket beräknas utifrån antagandet att kvinnan kommer leva minst till slutet av hennes fertila ålder. Datan på antalet födda barn per kvinna är inhämtad från The World Bank (2020b). Nivån på fertilitet antas påverka tillväxten i BNP per capita både direkt och med en viss fördröjning, vilket motiverar att variabeln inkluderas i både dess normalform och med en lag på 5, 10, 15 och 20 år i regressionen. Fertilitet kommer att benämnas *fert* i regressionen och variabelns nivå har beräknats för ett genomsnitt över respektive femårsperiod. Variabeln förmodas ha en initialt negativ effekt på g_y , men antas ha en positiv påverkan på g_y för samtliga laggade variabler. Detta antagande baseras på att höga fertilitetstal påverkar kvinnors deltagande i arbetskraften negativt, vilket leder till en initialt lägre ekonomisk tillväxt. Effekterna av ökad fertilitet antas vara positiv på 5, 10, 15 och 20 års sikt, vilket baseras på antagandet att fler individer genererar fler idéer, vilket får positiva effekter på g_y . Denna positiva effekt antas successivt öka med tidens gång, eftersom antalet idéer och innovationer antas öka i takt med att barnens ålder stiger.

Mortalitet

Mortalitetsdatan har erhållits från The World Bank (2020a) och definieras som antalet avlidna under ett år per 1000 invånare. Nivån på mortalitet har kalkylerats som ett genomsnitt över en femårsperiod. Utöver variabelns normalform *mort* inkluderas även mortaliteten som laggad variabel på 5 och 10 år i regressionen. Anledningen till att variabeln laggats beror på antagandet att mortaliteten både har en omedelbar och fördröjd verkan på den ekonomiska tillväxten. Hypotesen gällande mortalitetens effekter på den ekonomiska tillväxten är att hög mortalitet antas få negativa konsekvenser för g_y på både kort och lång sikt. Detta antagande grundar sig i att humankapital och idéer försvinner om mortaliteten är hög, vilket påverkar tillväxten i BNP per capita negativt. Magnituden av mortalitetens effekter på g_y antas dock till stor del bero på vilken åldersgrupp som avlider. Om mortaliteten är hög bland barn och unga antar det ha en större negativ effekt på g_y än om mortaliteten är

hög bland äldre.

Migration

Datan på nettomigration är inhämtad från The World Bank (2020*d*), där observationer existerar för vart femte år under tidsperioden som avses. Definitionen av nettomigration är det totala antalet immigranter subtraherat med antalet emigranter, vilket inkluderar såväl medborgare som icke-medborgare. Nivån på nettomigrationen har beräknats som ett genomsnitt över respektive femårsperiod. I regressionen inkluderas variabeln *migr* i dess normalform, samt med en lag med 5 och 10 år. Detta motiveras med antagandet att migrationen både påverkar den ekonomiska tillväxten direkt och med en viss fördröjning. Migration antas ha en negativ direkt effekt på g_y , men en positiv effekt på den ekonomiska tillväxten för de båda laggade variablerna. Detta motiveras med att migrationens positiva påverkan på humankapitalet antas ha fördröjda effekter.

Befolkningstillväxt

Datan för population är hämtad från Feenstra et al. (2015) och anges i antal miljoner. Genom nedanstående formel har befolkningstillväxten beräknats. Antalet år har satts till $i = 5$ eftersom tillväxten i variabeln kalkyleras för en femårsperiod. Befolkningstillväxten antas påverkas positivt av migration och fertilitet, men negativt av mortalitet. Hypotesen är att befolkningstillväxtens påverkan på g_y beror på nivån av befolkningstillväxtens respektive komponent. Befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten beror därför på om den till störst del beror på förändring i fertilitet, mortalitet eller migration. Effekten av befolkningstillväxten på den ekonomiska tillväxten kan även ha olika effekter beroende på vilken tidshorisont som undersöks. Beräkningen för befolkningstillväxten har genomförts enligt (46).

$$n = \left(\frac{\text{befolkning}(t + i)}{\text{befolkning} * t} \right)^{1/i} - 1 \quad (46)$$

4.2.3 Kontrollvariabler

För att minska risken för att variabler som påverkat den ekonomiska tillväxten utelämnas, har ett flertal kontrollvariabler inkluderats i regressionerna. Genom att inkludera kontrollvariabler i regressionerna beaktas andra faktorer som utöver undersökningsvariablerna kan ha påverkat den ekonomiska tillväxten. Vid urval av kontrollvariabler har vi utgått från ett flertal tillväxtteoriernas motiveringar för vilka variabler som empiriskt påvisats haft effekter på den ekonomiska utvecklingen. Kontrollvariablerna som presenteras nedan är således inkluderade i regressionen trots att de inte är huvudfokus i undersökningen. Eftersom en viss förklaring till förändring i den ekonomiska tillväxten kan ha berott på förbättrad forskning och utveckling, inkluderades först variabeln *fou* i Regression 1 och Regression 2. På grund av ett betydande bortfall i datan för forskning- och utveckling exkluderades denna variabel från båda regressioner. En viss del av forskning- och utvecklingens effekter på den ekonomiska tillväxten antas fångas upp av investeringar. Vidare har kontrollvariablerna ansetts vara relevanta för båda regressionerna eftersom majoriteten av variablerna uppvisat signifikans. Detta tyder på att de kontrollvariabler som inkluderats i regressionerna är relevanta för arbetet.

Initial bruttonationalprodukt per capita

I regressionen används initial produktionsbaserad och köpkraftsjusterad real BNP per capita för år 1962, med 2011 års USD som basår och valuta. För de länder som av olika anledningar saknar data på real BNP för år 1962 har det första observerade värdet på real BNP använts. Datat för variabeln är hämtad från Feenstra et al. (2015) och betecknas som *igdpcap* i regressionerna. Anledningen till att initial BNP per capita inkluderas som kontrollvariabel gäller tillväxtteoretiska resonemang om betingad konvergens. Utifrån teorin om betingad konvergens antas länder med lågt initialt BNP per capita ha en högre ekonomisk tillväxt än länder med högt initialt BNP per capita. Länder som befinner sig under sitt jämviktsläge antas ha en högre ekonomisk tillväxt än de som befinner sig över sitt jämviktsläge (Barro & Sala-i Martin 1990). Hypotesen för variabeln *igdpcap* är därför att initialt BNP per capita har en negativ effekt på g_y .

Humankapital

Humankapital kommer att benämnas hc i regressionen och inkluderar både antal år i utbildning och avkastning på utbildning. Datan för variabeln har hämtats från Feenstra et al. (2015). Humankapital inkluderas som kontrollvariabel eftersom att tillväxtteoretiska resonemang har visat på att ett samband föreligger mellan humankapital och ekonomisk tillväxt (Barro & Lee 1994). Humankapital inkluderas även i kvadrerad form hc^2 , vilket motiveras med antagandet att variabeln antas ha avtagande avkastning. Antagandet är att hc påverkar g_y positivt och att hc^2 påverkar g_y negativt.

Handel

Datan på handel har hämtats från Feenstra et al. (2015) och har beräknats genom summering av respektive lands export och import som andel av BNP. Summeringen av exporten och importen resulterar i värdet av landets nettohandel. I regressionen kommer den procentuella andelen av BNP som går till handel att benämnas *trade*. Variabeln förväntas påverka tillväxttakten i BNP per capita g_y positivt, vilket baseras på Barro & Lee (1994).

Förväntad livslängd

Förväntad livslängd definieras utifrån hur länge en nyfödd förväntas leva. Datan på förväntad livslängd hämtas från The World Bank (2020c) och variabeln för förväntad livslängd kommer att vara *lifeexp* i regressionerna. En hög förväntad livslängd antas påverka den ekonomiska tillväxten g_y positivt (Ehrlich & Lui 1991).

Investeringar

Datan på investeringar har hämtats från Feenstra et al. (2015) och har definierats som andelen köpkraftsjusterade bruttoinvesteringar. Investeringar har beräknats som ett genomsnitt över en femårsperiod och kommer att benämnas *inv* i samtliga regressioner. Hypotesen är att investeringar har en positiv effekt på den ekonomiska tillväxten g_y (Barro & Lee 1994).

4.3 Beskrivning av regressioner

Eftersom arbetet avser paneldata har Generalized Least Squared (GLS)-regression använts för att estimeras effekterna av befolkningstillväxt på ekonomisk tillväxt. För att empiriskt undersöka den generella befolkningstillväxtens och befolkningstillväxtens tre komponenters effekter på den ekonomiska tillväxten, har två regressioner genomförts. Regression 1 utgör den modell som varit utgångspunkten för befolkningstillväxtens olika komponenter och dess respektive inverkan på den ekonomiska tillväxten. Vidare har Regression 2 använts för att undersöka den samlade befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten. Utöver de variabler som illustreras i regressionerna (47) och (48) har även laggade variabler inkluderats i Regression 1 och Regression 2. För Regression 1 har R^2 uppmätts till 66 procent och för Regression 2 har R^2 uppmätts till 69 procent. Eftersom R^2 beskriver andelen av variansen i den beroende variabeln som kan förklaras genom de oberoende variablerna, indikerar de höga R^2 -värdena för båda regressionerna att regressionsmodellen är välfungerande.

$$\begin{aligned} \textbf{Regression 1: } g_y = & \beta_1 + \beta_2 igdpcap_{k,t} + \beta_3 hc_{k,t} + \beta_4 hc_{k,t}^2 + \beta_5 trade_{k,t} \\ & + \beta_6 lifeexp_{k,t} + \beta_7 inv_{kt} + \beta_8 mort_{kt} + \beta_9 fert_{k,t} + \beta_{10} migr_{k,t} + \epsilon_{k,t} \end{aligned} \quad (47)$$

$$\begin{aligned} \textbf{Regression 2: } g_y = & \beta_1 + \beta_2 igdpcap_{k,t} + \beta_3 hc_{k,t} + \beta_4 hc_{k,t}^2 + \\ & \beta_5 trade_{k,t} + \beta_6 lifeexp_{k,t} + \beta_7 inv_{k,t} + \beta_8 n_{k,t} + \epsilon_{k,t} \end{aligned} \quad (48)$$

5 Resultat

I kapitel 5 presenteras uppsatsens empiriska resultat. I avsnitt 5.1 beskrivs de specifika-
tionstester som genomförts för att undersöka och anpassa datan. Utöver detta inkluderas
en tabell över normalfördelningen i avsnittet. Därefter följer regressionsavsnittet 5.2 där
resultatet från Regression 1 och Regression 2 redogörs. För att se beskrivande statistik gäl-
lande respektive variablers antal observationer, genomsnitt, standardavvikelse samt min- och
maxvärde se Tabell 6 i appendix.

5.1 Specifikationstester

I följande avsnitt testas datan för autokorrelation, normalitet, endogenitet, heteroskedas-
ticitet och multikollinearitet. Detta avsnitt utgör en viktig grund för att estimeras och an-
passa regressionerna, vilket genererar verklighetstroga resultat med minsta möjliga varians.
Detta eftersom regressionerna anpassas efter resultatet på testerna, vilket innebär att ko-
rrekta värden kan estimeras. Därmed utgör korrigeringen av regressionsmodellen utifrån
specifikationstesterna en grund för att kunna beskriva, diskutera och analysera resultaten
från Regression 1 och Regression 2.

5.1.1 Heteroskedasticitet

Heteroskedasticitet definieras enligt Angrist & Pischke (2009) som att variansen för felter-
merna inte är konstant. Datan testades för heteroskedasticitet genom att utföra ett "Like-
lihood Ratio" (LR)-test, vilket påvisade heteroskedastisk data. För att korrigera datan för
heteroskedasticitet inkluderades robusta standardfel i Regression 1 och Regression 2.

5.1.2 Normalitet

För att testa huruvida datan var normalfördelad genomfördes ett Shapiro-Wilk- test. I tabell 2 illustreras resultatet av testet, där p-värdena som understiger 5 procent innebär att datan inte kan räknas som normalfördelad. Trots att testets resultat visar på att datan inte är normalfördelad, har datan ändå hanterats som normalfördelad. Detta beror på att datan ansetts innehålla tillräckligt många observationer för att kunna bortse från testets resultat.

Tabell 2 – Shapiro-Wilk test

Variabel	Obs	W	V	z	Prob>z
gy	265	0.30133	133.386	11.417	0.00000
igdpcap	335	0.98086	4.498	3.548	0.00019
lifeexp	296	0.19697	169.061	12.035	0.00000
hc	296	0.98832	2.459	2.111	0.01738
hc2	296	0.99514	1.024	0.055	0.47820
trade	297	0.20462	167.951	12.021	0.00000
inv	296	0.62624	78.687	10.241	0.00000
n	268	0.04633	183.888	12.173	0.00000
fert	335	0.93350	15.626	6.487	0.00000
mort	335	0.98716	3.017	2.606	0.00459
migr	335	0.58170	98.294	10.826	0.00000

5.1.3 Endogenitet

Båda regressionerna testades för endogenitet. Endogenitet innebär att x-variabeln är korrelerad med feltermen, vilket kan resultera i missvisande resultat från regressioner Day, Antonakis, Bendahan, Jacquart & Lalive (2014). För att undersöka datan gällande endogenitet utfördes ett Hausman-test. Resultatet av Hausman-testet bestämmer huruvida regressionerna bör utföras med "fixed-effects" eller "random-effects". Resultatet visade att "random-effects" var det mest lämpliga att använda för regressionerna. Därmed användes "random-effects" för båda regressionerna. För att se resultatet av testerna, se appendix.

5.1.4 Autokorrelation

En annan problematik som kan uppstå vid bearbetning av tidsseriedata är autokorrelation, vilket uppstår när variabler är korrelerade med varandra över tid Angrist & Pischke (2009). För att testa för autokorrelation användes ett "Likelihood Ratio" (LR)-test där resultatet påvisade att autokorrelation inte existerade.

5.1.5 Korrelationstabell

Korrelationstabellen testar variablerna för multikollinearitet, där en hög grad av korrelation mellan variablerna försvårar möjligheten att utröna x-variablernas effekter på y-variabeln. Multikollinearitet försvårar därför möjligheten att fastställa samband i regressionsanalysen. Hänsyn bör dock tas till om det finns en naturlig förklaring till varför vissa variabler är högt korrelerade. En naturlig förklaring till hög korrelation kan exemplifieras med att en variabel som är inkluderad i korrelationstabellen är en kvadrerad version av en annan inkluderad variabel. I korrelationstabellen beskrivs variablerna enligt följande: ekonomisk tillväxt (g_y), initial BNP per capita ($igdp_{cap}$), förväntad livslängd ($life_{exp}$), humankapital (hc), kvadrerat humankapital (hc^2), handel ($trade$), investeringar (inv), fertilitet ($fert$), mortalitet ($mort$), migration ($migr$) och befolkningstillväxt (n).

(1)											
	g_y	$igdp_{cap}$	$life_{exp}$	hc	hc^2	$trade$	inv	$fert$	$mort$	$migr$	n
g_y	1										
$igdp_{cap}$	-0.193**	1									
$life_{exp}$	-0.0112	0.0176	1								
hc	-0.202***	0.462***	0.0608	1							
hc^2	-0.182**	0.471***	0.0527	0.993***	1						
$trade$	-0.677***	0.174**	0.0161	0.207***	0.190**	1					
inv	0.637***	0.0437	0.0174	-0.254***	-0.240***	-0.449***	1				
$fert$	0.132*	-0.0940	-0.0621	-0.569***	-0.559***	-0.111	0.156**	1			
$mort$	0.121*	0.173**	0.0759	0.147*	0.147*	-0.0711	-0.0567	-0.147**	1		
$migr$	-0.0501	0.100	0.00321	0.221***	0.227***	0.0497	0.0352	-0.115*	-0.0490	1	
n	-0.0387	0.0379	0.0172	-0.222***	-0.221***	0.00223	0.213***	0.00534	-0.0583	0.178**	1

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Tabell 3 – Korrelationstabell

Resultatet från Tabell 3 påvisar att ingen multikollinearitet råder. Att humankapital och kvadrerat humankapital har en betydligt högre korrelation jämfört med övriga variabler beror på det naturliga sambandet mellan variablerna. Korrelationen mellan humankapital och kvadrerat humankapital utgör därför inte ett multikollinearitetsproblem. Utöver detta påvisas ingen signifikans mellan migration och investeringar eller mellan mortalitet och investeringar. Dock föreligger en positiv korrelation mellan investeringar och befolkningstillväxt samt mellan fertilitet och investeringar. I kolumn åtta beskrivs korrelationen mellan fertilitet och övriga variabler. Mortalitet och migration är signifikant negativt korrelerade med fertilitet. Fertilitetens korrelation med övriga variabler illustreras i kolumn åtta, där en negativ signifikant korrelation mellan mortalitet och fertilitet kan fastslås. Utöver detta påvisas även att migration har en signifikant negativ korrelation med fertiliteten. Vidare beskrivs mortalitetens korrelation med övriga variabler i kolumn nio, där en signifikant korrelation påvisas mellan mortalitet och fertilitet. Till följd av utebliven signifikans kan korrelationen mellan migration och befolkningstillväxt inte fastslås i kolumn tio.

5.2 Regressionsanalys

De empiriska resultaten från Regression 1 och Regression 2 kommer att presenteras i detta avsnitt. Resultatet från respektive regression kommer främst fokusera på undersökningsvariablernas påverkan på den ekonomiska tillväxten, eftersom det är av huvudfokus för uppsatsens syfte och frågeställning. Utöver detta kommer även kontrollvariablernas effekt på den ekonomiska tillväxten att beskrivas övergripande. I metodkapitlet redovisades arbetets hypoteser gällande utfallet av Regression 1 och Regression 2. Antagandet gällande migration var att det kommer ha en negativ effekt på den ekonomiska tillväxten direkt, men positiv efter 5 och 10 år. Mortaliteten antogs ha en negativ effekt på den ekonomiska tillväxten efter både 5 och 10 år. Fertiliteten förmodas ha en negativ effekt på den ekonomiska tillväxten direkt, men en positiv påverkan efter 5, 10, 15 och 20 år.

Regression 1 beskriver hur befolkningstillväxtens respektive komponenter: mortalitet, fertilitet och migration påverkat den ekonomiska tillväxten. Samtliga komponenter mäts i dess respektive nivå istället för deras tillväxttakt. Detta motiveras med antagandet att nivån på

respektive variabel har större effekt på den ekonomiska tillväxten än förändringen i respektive variabel. De laggade variablerna som inkluderats i regressionen syftar till att uppfånga fördröjda effekter som komponenterna kan tänkas ha på den ekonomiska tillväxten. Att inkludera Regression 1 med respektive komponents effekter på den ekonomiska tillväxten fördjupar förståelsen för hur befolkningstillväxten i Regression 2 påverkat den ekonomiska tillväxten. Regression 2 undersöker befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten. Att genomföra Regression 1 är centralt för att uppnå syftet och besvara uppsatsens frågeställning. I Regression 2 för befolkningstillväxten, inkluderades även laggade variabler för att fånga eventuella fördröjda effekter.

5.2.1 Resultat: Regression 1

I tabell 4 illustreras resultatet av Regression 1. Av undersökningsvariablerna har både mortalitet och migration en signifikant effekt på den ekonomiska tillväxten. Mortaliteten uppvisar en signifikant positiv effekt på den ekonomiska tillväxten. Förutsatt att övriga oberoende variabler hålls konstant, kommer en enhetsökning (1 individ per 1000 invånare) leda till att den ekonomiska tillväxten ökar med 0,87 procentenheter. Den positiva koefficienten framför den laggade mortalitetsvariabeln visar att en relativ signifikans även föreligger för mortalitetens effekt på den ekonomiska tillväxten med 5 års fördröjning. Eftersom mortaliteten som laggats med 10 år inte är statistiskt säkerställd kan dess effekter på den ekonomiska tillväxten inte utrönas. Att mortaliteten både har en direkt och fördröjd positiv effekt på den ekonomiska tillväxten strider mot båda variablernas förväntade effekter.

Utifrån Regression 1 påverkas den ekonomiska tillväxten negativt av migration, vilket åskådliggörs med den negativa koefficienten framför migration. Eftersom migrationen mäts i antalet nettomigranter kommer exempelvis en ökning med 100 000 migranter leda till att den ekonomiska tillväxten minskar med 0,127 procentenheter. Migrationen har även en signifikant negativ effekt på den ekonomiska tillväxten med 10 års fördröjning. Den fördröjda effekten av migrationen implicerar att en ökning i nettomigration med 100 000 individer skulle medföra att den ekonomiska tillväxten minskar med 0,132 procentenheter på 10 års sikt. Att migration har en negativ inverkan på den ekonomiska tillväxten överensstämmer

VARIABLER	(1) gy
igdpcap	-3.59e-06*** (1.28e-06)
lifeexp	-0.000218** (9.44e-05)
hc	-0.0972** (0.0450)
hc2	0.0230** (0.00945)
trade	-0.0504 (0.0435)
inv	0.338*** (0.130)
fert	0.00639 (0.00435)
mort	0.00878** (0.00422)
migr	-1.27e-08** (4.95e-09)
lagfert1	0.00731 (0.00539)
lagfert2	-0.000937 (0.0102)
lagfert3	0.0158 (0.00972)
lagfert4	-0.00449 (0.00657)
lagmort1	0.00238* (0.00130)
lagmort2	0.00210 (0.00321)
lagmig1	7.87e-10 (4.92e-09)
lagmig2	-1.32e-08** (5.42e-09)
Observationer	257
Antal år	11
Robusta standardfel i parenteser	
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1	

Tabell 4 – Regression 1: Komponenter

till viss del med hypotesen. Däremot antogs de båda laggade variablerna ha en positiv effekt på den ekonomiska tillväxten. Antagandet står därmed i kontrast till det empiriska resultatet enligt tabellen. Vidare kan fertilitetens påverkan på den ekonomiska tillväxten inte säkerställas eftersom variabeln inte uppvisar någon signifikans. Fertiliteten har därför utifrån undersökningen ingen effekt på den ekonomiska tillväxten.

I Regression 1 har samtliga kontrollvariabler förutom handel en signifikant effekt på den

ekonomiska tillväxten. Initialt BNP per capita påverkar den ekonomiska tillväxten negativt, vilket även gäller för den förväntade livslängden. Att initialt BNP per capita har en negativ koefficient överensstämmer med det förväntade resultatet eftersom det stärker teorin gällande betingad konvergens. Enligt Regression 1 innebär en ökning i initialt BNP per capita med 1000 USD att den ekonomiska tillväxten minskar med 0,359 procentenheter. Däremot är den negativa effekten av den förväntade livslängden på den ekonomiska tillväxten oväntad. Enligt regressionen påverkar humankapitalet den ekonomiska tillväxten negativt, vilket står i kontrast till det kvadrerade humankapitalet som påverkar den ekonomiska tillväxten positivt. Att humankapitalet har en negativ påverkan på den ekonomiska tillväxten ifrågasätter variabelns förmodade effekter. Även hypotesen gällande avtagande avkastning på investeringar i humankapital avfärdas eftersom att det kvadrerade humankapitalet har en positiv koefficient. Vidare har investeringar en signifikant positiv effekt på den ekonomiska tillväxten, vilket bekräftar hypotesen gällande investeringars positiva effekt på den ekonomiska tillväxten.

5.2.2 Resultat: Regression 2

I tabell 5 illustreras resultatet från Regression 2. Undersökningsvariabeln i Regression 2 utgörs av befolkningstillväxten, vilken uppvisar en signifikant negativ effekt på den ekonomiska tillväxten. Befolkningstillväxten har beräknats i procentuell förändring och implicerar därmed att en befolkningsökning på 1 procentenhet skulle medföra att den ekonomiska tillväxten minskar med 2,72 procentenheter. Den direkta befolkningstillväxtens negativa effekt på den ekonomiska tillväxten kan diskuteras utifrån resultatet från Regression 1. Med utgångspunkten i mortalitetens positiva och migrationens negativa effekter på den ekonomiska tillväxten, kan befolkningstillväxtens påvisade negativa effekter i Regression 2 förklaras genom att mortaliteten varit låg eller migrationen hög. Att befolkningstillväxten varken har en signifikant effekt på den ekonomiska tillväxten för laggade variablerna med 5 och 10 års fördröjning medför att befolkningstillväxtens fördröjda effekter på den ekonomiska tillväxten inte kan utrönas.

Utifrån Regression 2 har samtliga kontrollvariabler, med undantag för handel, haft en

VARIABLER	(1) gy
igdpcap	-3.87e-06*** (1.38e-06)
hc	-0.129** (0.0635)
hc2	0.0278** (0.0128)
trade	-0.0377 (0.0378)
lifeexp	-0.000143** (6.72e-05)
inv	0.443*** (0.170)
n	-2.723*** (0.964)
lagn1	-0.449 (0.345)
lagn2	3.84e-05 (0.000276)
Constant	0.148*** (0.0515)
Observationer	229
Antal år	11
Robusta standardfel i parenteser	
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1	

Tabell 5 – Regression 2: Befolkningstillväxt

signifikant effekt på den ekonomiska tillväxten. Att initialt BNP per capita har en negativ effekt på den ekonomiska tillväxten stämmer överens med det förväntade resultatet. Vidare har även humankapitalet en negativ effekt på den ekonomiska tillväxten, vilket innebär att ju högre investeringar i humankapital och förväntad avkastning på utbildning, desto lägre blir den ekonomiska tillväxten. I och med att humankapitalet påvisar ett negativt samband med ekonomisk tillväxt är det naturligt att det kvadrerade humankapitalet har en positiv koefficient. Att humankapitalet påverkar den ekonomiska tillväxten negativt och att det kvadrerade humankapitalet påverkar den positivt är däremot oväntat utifrån variabelernas förväntade utfall. Den positiva koefficienten på det kvadrerade humankapitalet implicerar att den förväntade avkastningen på investering i humankapital är tilltagande, vilket bestrider

antagandet som gjordes om avtagande avkastning på humankapital. Att den förväntade livslängden har en signifikant negativ effekt på den ekonomiska tillväxten står i kontrast till dess förväntade resultat. Däremot är det förväntade positiva sambandet mellan investeringar och ekonomisk tillväxt signifikant, vilket illustreras med den positiva koefficienten på investeringar.

6 Analys

I detta kapitel kommer resultatet från Regression 1 och Regression 2 appliceras på tidigare forskning från kapitel 2 och det teoretiska underlaget från kapitel 3. Analysens främsta ansats kommer vara att jämföra det empiriska resultatet mot tidigare forskning och mot den kombinerade modellen som presenterades i avsnitt 3.4. Detta kommer genomföras genom att hänvisa till centrala ekvationer från teorikapitlet, vilket möjliggör en diskussion kring befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten under tidsperioden mellan 1962 och 2017 för EU:s medlemsländer.

Utifrån Regression 1 har befolkningstillväxtens respektive komponenter: fertilitet, mortalitet och migration haft olika effekter på den ekonomiska tillväxten. Fertilitetens effekter på den ekonomiska tillväxten är inte signifikant, vilket medför att varken dess positiva eller negativa effekter kan fastställas. För vidare undersöka sambandet mellan fertilitet och ekonomisk tillväxt bör ytterligare forskning på området genomföras. Vidare har mortaliteten uppvisat en signifikant positiv effekt på den ekonomiska tillväxten, medan migrationen haft en signifikant negativ effekt på den ekonomiska tillväxten. Gällande undersökningsvariablerna mortalitet och migration har även signifikanta effekter påvisats för variabelernas fördröja effekter på den ekonomiska tillväxten. Detta gäller för mortalitetens fördröjda effekt på 5 år och migrationens fördröjda effekt på 10 år.

För att vidare analysera resultatet gällande mortaliteten har tidigare forskning, exemplifierat av Ehrlich & Lui (1991) och Kalemli-Ozcan (2008) framhållit att spädbarns- och barnadödlighet har särskilt negativa effekter på den ekonomiska tillväxten. Att det empiriska resultatet påvisar en positiv relation mellan mortalitet och ekonomisk tillväxt skulle utifrån den teori som Ehrlich & Lui (1991) och Kalemli-Ozcan (2008) presenterar, förklaras med att mortaliteten inte främst återfunnits hos spädbarn eller barn. Detta resonemang stärks av att mortaliteten i den Europeiska Unionen inte främst återfunnits bland spädbarn- och barn under tidsperioden, utan snarare återfunnits bland äldre människor. Däremot menar Lucas (1988) i Hansson (2020) att även mortalitet hos äldre bör påverka humankapitalbildningen negativt, vilket även skulle resultera i negativa effekter för den ekonomiska tillväxten. Resultatet kan därför tolkas som kontrasterande till Lucas (1988) i Barro (1990) gällande att

även mortalitet bland äldre bör ha en negativ effekt på den ekonomiska tillväxten.

Mortalitetens effekter på den ekonomiska tillväxten kan analyseras utifrån den kombinerade modellen. Utifrån modellen påverkas humankapitalbildningen negativt av hög mortalitet, vilket framgår av den negativa koefficienten för δ i ekvation (37). Detta beror på att hög mortalitet resulterar i att idéer och kunskap försvinner från humankapitalbildningen. Utifrån den kombinerade modellen skulle därför mortalitetens effekter på humankapitalbildningen även resultera i negativa effekter för den ekonomiska tillväxten, vilket illustreras i ekvation (44). Att resultatet påvisat positiva effekter av mortalitet på den ekonomiska tillväxten kan därmed förklaras genom att högre mortalitet medfört lägre resursförbrukning. Detta har haft en större positiv effekt på den ekonomiska tillväxten än de positiva effekterna av låg mortalitet på humankapitalbildningen. Utifrån ekvation (44) skulle detta innebära att de negativa effekterna av mortaliteten på δ har varit lägre än de positiva effekterna av ett mindre värde på S_E och n . Den kombinerade modellen kan därför förklara varför mortaliteten haft en positiv effekt på den ekonomiska tillväxten under tidsperioden.

Fortsättningsvis har regressionsanalysen påvisat att migrationen både har negativa effekter direkt på den ekonomiska tillväxten, samt med 10 års fördröjning. Utifrån Dolado et al. (1994) kan resultatet förklaras genom att migranterna haft en lägre nivå på humankapital i jämförelse med inrikes födda. Vidare talar resultatet emot den teori som Peterson (2017) presenterar gällande migrationens positiva effekter på den ekonomiska tillväxten om den sker till höginkomstländer. Eftersom att de flesta länder inom den Europeiska Unionen räknas till höginkomstländer OECD (2019), borde migrationen haft positiva effekter på den ekonomiska tillväxten utifrån Peterson (2017) resonemang. Däremot kan migrationens negativa effekter på den ekonomiska tillväxten förklaras utifrån Serban et al. (2020) teori. Utifrån Serban et al. (2020) resonemang kan språkbarriärer och kulturella skillnader vara en delförklaring till varför migrationens positiva effekter uteblivit. Enligt ekvation (44) för den kombinerade modellen borde en ökad nettomigration m resultera i positiva effekter för humankapitalbildningen och den ekonomiska tillväxten. Resultatet av regressionen kan förklaras genom att migrationens negativa effekter av en större befolkning på resursförbrukning har varit större än de positiva effekterna av migration på humankapitalbildningen.

Vidare beskrivs befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten, vilket undersökts av Regression 2. Utifrån regressionen har befolkningstillväxten haft en signifikant negativ effekt på den ekonomiska tillväxten. Detta gäller enbart befolkningstillväxtens direkta effekter på den ekonomiska tillväxten, eftersom utebliven signifikans gäller för variabelns fördröjda effekter på både 5 och 10 år. Utifrån resultatet kan även utgångspunkten i Boserups teori (1965) i Quamrul H. et al. (2013) gällande att en större population leder till en effektivisering av produktionen ifrågasättas. Även mekanism *ii*) som Quamrul H. et al. (2013) belyser gällande populationens positiva inverkan på innovationer kan betvivlas. Enligt De la Croix & Doepke (2003) teori om fertilitetens effekter på befolkningstillväxten skulle en del av förklaringen gälla vilka inkomstgrupper som bidragit till befolkningstillväxten. Den tidigare forskning som understöds är Malthus (1998) teori om befolkningstillväxtens negativa effekter på välbefindandet och den ekonomiska tillväxten.

Genom att kombinera resultatet från Regression 1 gällande mortalitetens positiva effekter och migrationens negativa effekter på den ekonomiska tillväxten, kan befolkningstillväxtens negativa effekter i Regression 2 förklaras. Ett antagande som genomförts i den kombinerade modellen är att idéers icke-rivaliserande natur medför en högre teknologisk tillväxt (42), vilket leder till högre ekonomisk tillväxt enligt ekvation (43). Resultatet från Regression 2 implicerar att denna positiva effekt av befolkningstillväxten varit mindre än dess negativa effekt på resursförbrukningen (44). Dessa samlade effekter av befolkningstillväxten illustreras i ekvation (44) för den kombinerade modellen. Kombinationen av resultatet från Regression 1 och Regression 2 tyder på att en generellt ökad befolkning kommer ha negativa effekter på den ekonomiska tillväxten. Detta beror på att en större befolkning resulterar i större resursförbrukning, vilket medför större negativa effekter för den ekonomiska tillväxten än befolkningstillväxtens positiva effekter. För att den ekonomiska tillväxten ska påverkas positivt av den befolkningstillväxten, måste den teknologiska tillväxten och tillväxten i humankapital vara större än den negativa effekten av resursförbrukning enligt ekvation (44).

Föregående resonemang utgör grunden för följande policyförslag. Det första policyförslaget ämnar motverka de negativa effekterna av resursförbrukning, vilka förbättras genom ökade teknologiska framsteg som fångas upp i ekvation (42). Ökade investeringar i

teknologi skulle medföra att den ekonomiska tillväxten påverkas positivt. Även genom att förbruka mindre naturresurser skulle ekvation (43) öka, vilket även skulle få positiva konsekvenser för den ekonomiska tillväxten i ekvation (44). Således skulle policyförslag som leder till lägre förbrukning av naturresurser påverka den ekonomiska tillväxten positivt. Det andra policyförslaget ämnar till att motverka de negativa följderna av migration. Förslaget är att implementera åtgärder som möjliggör förbättrad arbetsmarknadsintegration. Genom att implementera denna typ av åtgärder skulle migranter kunna bidra snabbare till humankapitalstocken, vilket skulle påverka ekvation (37) positivt, vilket även skulle generera positiva effekter för den ekonomiska tillväxten (44).

Trots att dessa policyförslag presenterats, bör ytterligare forskning på området genomföras. Detta gäller specifikt fertilitetens och mortalitetens effekter, där signifikans uteblivit för fertiliteten och mortaliteten påvisat ett resultat som strider mot tidigare forskning. För att få en mer djupgående bild av befolkningstillväxtens effekter hade datan kunnat delas upp i åldersgrupper och nivå på humankapital. Exempelvis hade mortalitet för olika åldersgrupper och migranternas nivå på humankapital kunnat inkluderas i regressionsanalysen, vilket skulle kunna ha genererat ett mer nyanserat resultat. Fortsättningsvis bör resultatet beaktas utifrån förekomsten av bortfall i datan, vilket kan ha bidragit till snedvridna resultat. En ytterligare problematik gäller skillnader inom Europeiska Unionen, där medlemsländer skiljer sig från varandra trots ländernas grundläggande samhörighet. Eftersom resultatet beskriver den totala effekten av befolkningstillväxten på den ekonomiska tillväxten för EU:s medlemsländer, kan resultaten mellan länderna variera. Trots detta utgör de signifikanta resultaten en relevant indikation för beslutsfattare att kunna förutse befolkningstillväxtens framtida utmaningar och möjligheter för den Europeiska Unionen.

6.1 Slutsatser

Genom regressionsanalys har befolkningstillväxtens effekter på den ekonomiska tillväxten för EU:s medlemsländer under perioden mellan 1962 och 2017 undersökts. En central slutsats är att mortaliteten har haft en positiv effekt på den ekonomiska tillväxten, vilket till stor del står i kontrast till tidigare forskning och teori på området. Däremot konstaterades migratio-

nens negativa effekter på den ekonomiska tillväxten, vilket delvis väntades utifrån tidigare forskning och tillväxtteori. Den samlade effekten av befolkningstillväxten på den ekonomiska tillväxten har varit negativ under tidsperioden. Utifrån den kombinerade modellen kan resultatet förklaras genom att de positiva effekterna av befolkningstillväxten på innovationstakten och humankapitalet varit mindre än de negativa effekterna av befolkningstillväxten på resursförbrukningen. Oavsett orsak kan befolkningstillväxtens negativa effekter på den ekonomiska tillväxten i framtiden motverkas genom att öka investeringar i teknologi, förbättra arbetsmarknadsintegrationen och implementera policyförslag som minskar förbrukningen av naturresurser.

Referenser

Angrist, J. D. & Pischke, J.-S. (2009), *Mostly harmless econometrics. [Elektronisk resurs] an empiricist's companion.*, Princeton University Press.

URL: <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cab0714&livescope=site>

Barro, R. J. (1990), *Economic Growth in a Cross Section of Countries.*, National Bureau of Economic Research.

URL: <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cab0227&livescope=site>

Barro, R. J. (1991), *Economic Growth in a Cross Section of Countries.*, National Bureau of Economic Research.

URL: <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cab0227&livescope=site>

Barro, R. J. & Lee, J.-W. (1994), 'Sources of economic growth.', *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* **40**, 1 – 46.

URL: <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ecpAN&livescope=site>

Barro, R. J. & Sala-i Martin, X. (1990), 'Economic growth and convergence across the united states.'

URL: <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cab0714&livescope=site>

Day, D. V., Antonakis, J., Bendahan, S., Jacquart, P. & Lalive, R. (2014), 'Causality and endogeneity problems and solutions.'

URL: <https://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780199755615.001.0001/oxfordhb-9780199755615-e-007>

De la Croix, D. & Doepke, M. (2003), 'Inequality and growth: Why differential fertility matters.', *The American Economic Review* **93**(4), 1091.

The World Bank (2020a), ‘Death rate, crude (per 1,000 people)’. DataBank.

URL: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2type=metadataseries=SP.DYN.CDRT.IN>

The World Bank (2020b), ‘Fertility rate, total (births per woman)’. DataBank.

URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.TFRT.IN>

The World Bank (2020c), ‘Life expectancy’. DataBank.

URL: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2type=metadataseries=SP.DYN.LE00.IN>

The World Bank (2020d), ‘Net migration’. DataBank.

URL: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2type=metadataseries=SM.POP.NETM>

The World Bank (2020e), ‘World development indicators’. DataBank.

URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>

Weil, D. N., Romer, D. & Mankiw, N. G. (1992), *A Contribution to the Empirics of Economic Growth.*, National Bureau of Economic Research.

URL: <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cab0227&livescope=site>

Appendix

Begreppsdefinitioner

- Ekonomisk tillväxt: den årliga procentuella förändringen i köpkraftsjusterad bruttonationalprodukt per capita. Bruttonationalprodukten för produktionssidan har använts, vilken har beräknats i miljoner 2011 års USD. Datan på bruttonationalprodukten för samtliga länder kommer från Feenstra et al. (2015) och kommer att förkortas BNP per capita i uppsatsen.
- Befolkningstillväxt: procentuell förändring i befolkning, vilket anges i antal miljoner. Datan på befolkning är hämtad från Feenstra et al. (2015).
- Fertilitet: totala antalet barn beräknat att födas till en kvinna givet att hon överlever till slutet av sina fertila år och bär barn enligt de åldersspecifika beräkningarna för fertilitet för en kvinnas ålder The World Bank (2020*b*).
- Mortalitet: Antalet döda, vilket beräknas under mitten av året som antalet inträffade dödsfall per 1000 invånare under ett år. Om man subtraherar det råa dödstalet från det råa födelsetalet beräknas den naturliga befolkningsökningen. Den naturliga befolkningsökningen beskriver således förändringen i populationen om ingen migration förekommer The World Bank (2020*a*).
- Nettomigrationen: kalkyleras genom att subtrahera antalet immigranter med antalet emigranter, under ett år. Detta ger nettoantalet migranter under en viss period, vilket är beräknat under femårsperioder. Nettomigrationen inkluderar både medborgare och icke-medborgare The World Bank (2020*d*).
- EUs medlemsländer: dagens 27 medlemsländer och Storbritannien inbegrips.

Tabell 6 – Deskriptiv statistik

VARIABLER	(1) N	(2) mean	(3) sd	(4) min	(5) max
gy	265	0.0350	0.0734	-0.0993	1.127
igdpcap	335	9,812	4,802	1,059	20,907
n	268	0.0171	0.229	-0.0427	3.758
hc	296	2.792	0.468	1.336	3.794
hc2	296	8.011	2.546	1.784	14.39
lifeexp	296	3.111	14.24	0.00163	81.28
inv	296	0.272	0.121	0.00163	1.380
migrabs	335	100,726	413,395	-774,651	2.908e+06
mortabs	335	10.26	1.723	6.260	15.02
fertabs	335	1.898	0.496	1.152	3.996
trade	297	-0.116	0.488	-5.895	0.344
lagfert1	335	1.898	0.496	1.152	3.996
lagfert2	335	1.898	0.496	1.152	3.996
lagfert3	335	1.898	0.496	1.152	3.996
lagfert4	334	1.900	0.496	1.152	3.996
lagmort1	335	10.26	1.723	6.260	15.02
lagmort2	335	10.26	1.723	6.260	15.02
lagmig1	335	100,726	413,395	-774,651	2.908e+06
lagmig2	335	100,726	413,395	-774,651	2.908e+06
lagn1	268	0.0171	0.229	-0.0427	3.758
lagn2	338	167.5	97.72	-1	336
Antal år	11	11	11	11	11

Tabell 7 – Hausmantest: Komponenter

VARIABLER	(1) gy
igdpcap	-3.09e-06*** (7.91e-07)
hc	-0.0820 (0.0554)
hc2	0.0183* (0.0102)
trade	-0.0528*** (0.00686)
lifeexp	-0.000129 (0.000188)
inv	0.330*** (0.0341)
migr	-1.05e-08 (6.96e-09)
mort	0.00761*** (0.00174)
fert	0.00416 (0.00728)
Constant	-0.0336 (0.0835)
Observationer	259
Antal år	11

Standardfel i parenteser

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabell 8 – Hausmantest: Befolkningstillväxt

VARIABLER	(1) gy
igdpcap	-2.72e-06*** (8.07e-07)
hc	-0.0798 (0.0558)
hc2	0.0176* (0.0104)
trade	-0.0565*** (0.00684)
lifeexp	-6.27e-05 (0.000189)
inv	0.312*** (0.0341)
n	-1.349*** (0.438)
Constant	0.0563 (0.0764)
Observationer	259
Antal år	11

Standardfel i parenteser

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Beräkningar

I denna del av appendix kommer samtliga beräkningar för teoriavsnittet att grundligt förklaras.

1. Solow-modellen med migration

I Solow-modellen med migration illustrerar (49) beräkningen för humankapitalet, vilket är centralt i modellen. Detta är centralt eftersom migranternas humankapital inkluderas i beräkningen för förändringen av humankapitalet.

$$\dot{H} = s_h Y - \delta H + M \epsilon_h \frac{H}{L} = s_h Y - \delta H + m \epsilon_h H \quad (49)$$

2. Solow-modellen med naturtillgångar.

I Solow-modellen med naturtillgångar beräknas BNP per capita genom att dividera produktionsfunktionen total arbetskraft, vilket genomförs enligt ekvation (50).

$$y = \frac{Y}{L} = \frac{BK^\alpha E^\gamma (L)^{1-\alpha-\gamma}}{L^\alpha L^\gamma L^{1-\alpha-\gamma}} = Bk^\alpha \left(\frac{E}{L}\right)^\gamma \quad (50)$$

Enligt ekvation (51) beskrivs andelen energi som används i relation till landets totala tillgångar. Där E dividerat med R representerar mängden energi över totala mängden energitillgångar.

$$S_E = \frac{E}{R} \quad (51)$$

Vidare representerar (52) tillväxttakten i miljöförbättrande teknologi. Eftersom g_A fångar upp tillväxttakten i all teknologi, inkluderas effekten av g_B i g_A i den kombinerade modellen.

$$\frac{\dot{B}}{B} = g_B \quad (52)$$

I ekvation (53) uttrycks tillväxttakten i BNP per capita i jämvikt.

$$gy = g_B + \alpha g_y - \gamma(S_E + n) \quad (53)$$

Vilket kan skrivas om till (54).

$$(1 - \alpha)g_y = g_B - \gamma(S_E + n) \quad (54)$$

Slutligen blir uttrycket för BNP per capita i jämvikt för Solow-modellen med naturtillgångar enligt ekvation (55) där den negativa effekten av resurätgång förmedlas i den andra delen av uttrycket efter den beteckningen för minustecknet. Denna del inkluderas sedan i jämvikten för den kombinerade modellen.

$$gy = \frac{g_B}{(1 - \alpha)}g_B - \frac{\gamma}{(1 - \alpha)}(S_E + n) \quad (55)$$

3. Romer-modellen med humankapital

För att beräkna BNP per capita divideras produktionsfunktion (56) med antalet i befolkning såsom funktionen nedan.

$$y = \frac{Y}{L} = \frac{K^\alpha (Ah_y L_y)^{1-\alpha}}{L} = \frac{K^\alpha (Ah_y L_y)^{1-\alpha}}{L^\alpha L^{1-\alpha}} = k^\alpha (Ah_y)^{1-\alpha} \left(\frac{L_y}{L}\right)^{1-\alpha} \quad (56)$$

För att beräkna tillväxten i teknologi divideras förändringen i nivån av teknologi med nivån av teknologin. Detta presenteras i (57) där g_A representerar tillväxttakten i teknologin.

$$g_A = \frac{\dot{A}}{A} = \frac{\theta A^\phi (h_A L_A)^\gamma}{A} = \theta A^{\phi-1} (h_A L_A)^\lambda \quad (57)$$

För att kunna beräkna tillväxttakten i teknologin logaritmeras (57), vilket leder till ekvation (58).

$$\ln g_A = \ln \theta + (\phi - 1) \ln A + \lambda (\ln h_A + \ln L_A) \quad (58)$$

Sedan deriveras den logaritmerade funktionen med avseende på tid för att hitta tillväxttakten i tillväxttakten i teknologin, vilket ger oss ekvation (59).

$$\frac{d \ln g_A}{dt} = \frac{d \ln \theta}{dt} + (\phi - 1) \frac{d \ln A}{dt} + \lambda \left(\frac{d \ln h_A}{dt} + \frac{d \ln L_A}{dt} \right) \quad (59)$$

Detta resulterar i ett uttryck för tillväxttakten i tillväxttakten i teknologin i jämvikt, vilket

illustreras i ekvation (60).

$$\frac{\dot{g}_A}{g_A} = g_\theta + (\phi - 1)g_A + \lambda(g_{hA} + g_{LA}) \quad (60)$$

Eftersom g_θ är en konstant blir det lika med noll vid derivering. Detta i kombination med att även $\frac{\dot{g}_A}{g_A}$ blir lika med noll blir slutligen uttrycket för g_A i jämvikt enligt ekvationen (61).

$$(1 - \phi)g_A = \lambda(g_h + n) \iff g_A = \frac{\lambda}{1 - \phi}(g_h + n) \quad (61)$$

I ekvation (61) har således tillväxttakten i teknologin beräknats. Enligt ekvation (62) beskrivs att tillväxttakten i BNP per capita beror på tillväxttakten i teknologi och tillväxttakten i humankapital.

$$g_y = g_A + g_h \quad (62)$$

På grund av ovanstående ekvation kan man därmed beskriva en tydligare beräkningsformel för tillväxttakten i BNP per capita genom ekvation (63).

$$g_y = \frac{\lambda}{1 - \phi}(g_h + n) + g_h = \frac{\lambda n}{1 - \phi} + \left(1 + \frac{\lambda}{1 - \phi}\right)g_h \quad (63)$$

För att även inkludera uttrycket för g_h behöver tillväxttakten i humankapital beräknas. Enligt ekvation (64) beskrivs förändringen i humankapital. Parametern β representerar produktiviteten i humankapitalet, h_h beskriver det humankapital som är i utbildning. Deprecieringen δ betecknar det humankapital som försvinner.

$$\dot{h} = \beta h_h - \delta_h h \quad (64)$$

Beräkningen för tillväxttakten i humankapitalet ges av ekvation (65). Där förändringen i humankapitalet \dot{h} dividerat med nivån på humankapitalet h , resulterar i g_h .

$$g_h = \frac{\dot{h}}{h} = \frac{\beta h_h - \delta_h h}{h} = \beta \frac{h_h}{h} - \delta_h \quad (65)$$

Genom att sedan kombinera tillväxttakten för teknologi och humankapital blir tillväxttakten

i BNP per capita för Romer-modellen med humankapital i jämvikt enligt (66).

$$g_y = \frac{\lambda}{1-\phi}(g_h + n) + g_h = \frac{\lambda n}{1-\phi} + \left(1 + \frac{\lambda}{1-\phi}\right)\left(\beta \frac{h_h}{h} - \delta_h\right) \quad (66)$$

4. Den kombinerade modellen

I ekvation (67) beräknas BNP per capita.

$$y = \frac{Y}{L} = \frac{K^\alpha E^\gamma (Ah_y L_y)^{1-\alpha-\gamma}}{L^\alpha L^\gamma L^{1-\alpha-\gamma}} = k^\alpha \left(\frac{E}{L}\right)^\gamma Ah_y^{1-\alpha-\gamma} \left(\frac{L_y}{L}\right)^{1-\alpha-\gamma} \quad (67)$$

I ekvation (68) beskrivs förändringen i humankapital för den kombinerade modellen. Denna beräkning är densamma som för human kapitalförändringen i Solow-modellen med migration.

$$\dot{H} = s_h Y - \delta H + M \epsilon_h \frac{H}{L} = s_h Y - \delta H + m \epsilon_h H \quad (68)$$

Tillväxttakten i humankapitalet beräknas enligt (69).

$$g_h = \frac{\dot{H}}{H} = \frac{s_h Y - \delta H + m \epsilon_h H}{H} = \frac{s_h Y}{H} + m \epsilon_h - \delta \quad (69)$$

Tillväxttakten i teknologin beräknas enligt (70) och är densamma som Romer-modellen med humankapital.

$$g_A = \frac{\dot{A}}{A} = \frac{\theta A^\phi (h_a L_a)^\lambda}{A} = \theta A^{\phi-1} (h_a L_a)^\lambda \quad (70)$$

Den samlade tillväxttakten i BNP per capita i jämvikt för den kombinerade modellen med tillväxttakten i g_A från Romer-modellen med humankapital och tillväxttakten i g_h från Solow-modellen med humankapital och migration. I slutet av uttrycket är den negativa effekten av resursåtgång från Solow-modellen med naturtillgångar inkluderad. Ekvation (71) påvisar därför de centrala effekterna utifrån Romer-modellen, Solow-modellen med humankapital och migration samt Solow-modellen med naturtillgångar.

$$g_y = \frac{\lambda n}{1-\phi} + \left(1 + \frac{\lambda}{1-\phi}\right)\left(\frac{s_h Y}{H} + m \epsilon_h - \delta\right) - \frac{\gamma}{(1-\alpha)}(S_E + n) \quad (71)$$