

# Bærekraftig økonomisk vekst

2023-04-14

## 1. Introduksjon

Homo sapiens er den arten på jordkloden som har tilpasset seg best og utviklet seg lengst. Arten har over tid klart å oppnå mye, og utviklingen har skjedd eksponentielt. Fra å leve som nomadiske jegere og sankere med lav materiell velferd, levestandard og kort forventet levealder, kan mennesket i dag fryde seg over evnen til å utforske verdensrommet, knytte mennesker over hele verden sammen og kureringen av dødelige sykdommer. Alt dette har vært med på å øke menneskets materielle velferd, levestandard og forventet levealder. Denne oppgaven blir å analysere utviklingen i materiell velferd. Materiell velferd er avhengig av teknologisk utvikling og befolkningsvekst, og målet med denne oppgaven er å gi et uttrykk for denne utviklingen. I dag er det store kontraster mellom land angående både økonomisk vekst og potensiale for økonomisk vekst. Derfor er det interessant å se på hvorfor noen land har bedre materiell velferd enn andre og hvorfor potensialet for økonomisk vekst er høyere i noen land enn andre. Denne oppgaven blir å benytte seg av modeller og matematiske utregninger for økonomisk vekst for å svare på det overordnede spørsmålet: hvilke faktorer bestemmer økonomisk vekst i materiell velferd i det lange løp? Oppgaven blir å bestå av en teoridel, denne gjør rede for den relevante teorien som benyttes. Her er det både teori i form av matematiske funksjoner og økonomisk intuisjon som blir redegjort. Videre vil den inneholde en metodedel hvor gjennomgangen av dataen som benyttes blir gjort. Her forklares de ulike datasettene som benyttes samt hvordan datasett og pakker er strukturert. Resultatene presenteres, både grafisk og skriftlig. Resultatene vil så brukes i diskusjonsdelen. I diskusjonen sammenlignes den teoretiske innledningen med den analytiske resultatdelen. Til slutt er det en konklusjon som er med på å oppsummere hele oppgaven samt besvarer på problemstillingen.

## 2. Teori

Gjennomgang av Solow-modellen. Forklare hva og hvordan materiell velferd og økonomisk vekst oppstår i det lange løp. Både grafer og tekst. Oppsummer teori med bruk av predikasjon fra teoretisk modell. 2 delt fokus, BNP per innbygger i steady state og utenom steady state.

Økonomisk utvikling er grunnprinsippet for materiell forbedring. For å forstå økonomisk utvikling som mål brukes brutto-nasjonal-produkt, BNP. Dette er en verdi på alle goder og tjenester produsert innenfor en økonomi (land eller annet definert område) i løpet av et tidsløp (oftest et år). BNP eller  $Y$  er summen av innsatsfaktorene:  $C + I + G + X - M$ , \$ privat konsum + investeringer + offentlig konsum og investeringer + import - export \$. Dette gir  $C + I + G + X - M = Y$ . På lang sikt, som er fokuset til denne oppgaven, er det ingen begrensninger for produksjonen som følge av etterspørsel, kun produksjonsmulighetene. Disse produksjonsmulighetene er påvirket av mengden ressurser tilgjengelig, teknologisk nivå, ressurskvalitet og ressurseffektivisering.

For å måle økonomisk vekst er det viktig å se på BNP per innbygger:

$$(2.1) y = Y/L, \text{ BNP per innbygger} = BNP / \text{Innbyggere}$$

For at ett land skal kunne oppnå en økning i økonomisk vekst må endringen i BNP per innbygger være større enn endring i befolkningen.

$$(2.2) dy/y = dY/Y - dP/P$$

Økonomisk vekst er altså en positiv endring i BNP per innbygger. Denne endringen blir målt over tid, så den er avhengig av en tids. Denne variabelen måles oftest i år, men kan også måles i kortere eller lengre intervaller. I denne oppgaven vil det måles i år.

Modellen som brukes for å forklare hvordan materiell velferd og økonomisk vekst oppstår er Solow-modellen, hvor kapitalakkumulasjon, befolkningsvekst og teknologisk fremgang er hovedfaktorene.

- Kapitalakkumulasjon eller økningen i kapitalbeholdning er den totale mengden kapital som kan benyttes. Denne økningen kommer fra de offentlige og private investeringene som gjøres i en økonomi. Det tilsvarer fra BNP funksjonen.

- Befolkningsveksten er den naturlige endringen i befolkningen over tid. I teorien som benyttes er det en antagelse om at befolkningen vokser konstant over tid.

- Teknologisk fremgang er faktorene som påvirker produktivitet og effektivitet. Teorien predikerer at teknologisk fremgang er konstant og at den over tid har flere effekter. Den påvirker effektiviteten av kapitalen, både forbedring av eksisterende kapital samt ny kapital. Effektiviteten til arbeidskraften går opp som følge av at arbeidere blir mer effektive og de kan benytte mer effektive instrumenter. Samt naturressursene blir både mer effektivt benyttet og utvinnet.

Solow modellen har fire ligninger på basisnivå som er avgjørende for hvordan økonomisk vekst oppstår.

(2.3)  $Y(t) = F[K(t), L(t)]$  : funksjon for aggregert produksjon

(2.4)  $I(t) = S(t)$ : antagelse om at investeringer er lik sparing

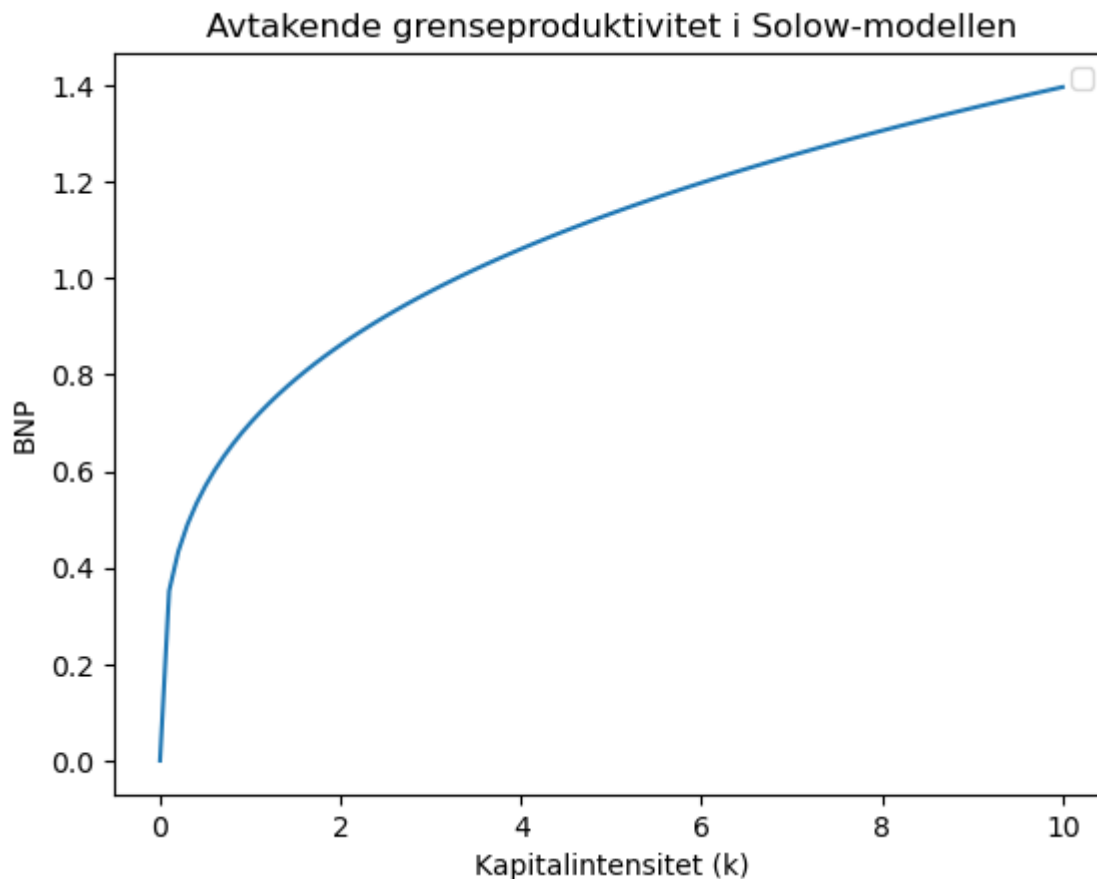
(2.5)  $S(t) = s * Y(t)$ : sparefunksjon, konstant andel av inntekt

(2.6)  $L(t) = L_0 * e^{nt}$ : arbeidskraftfunksjon, forutsetning om konstant befolkningsvekst

De endogene variablene i denne modellen er  $Y, K, L, S$  og  $I$ , hvor  $K$  er kapital,  $L$  er arbeidsstyrken,  $S$  er sparing og  $I$  er investeringer. De eksogene variablene er  $s$  og  $n$  eller spareraten og den naturlige vekstraten i befolkningen.

Den viktigste variabelen av alle disse er kapitalintensiteten,  $k$ , eller produksjon per arbeider. Den er definert som  $k = \frac{K}{L}$ .

Om en ser på effekten av basisfunksjonen for produksjon (2.3) grafisk er det en avtakende grenseproduktivitet for kapital:



I denne grafen kan en se at ved økt kapitalintensitet øker også produksjon per innbygger. Det er derimot slik at ved høyere kapitalintensitet vil effekten av en økning være mindre. Grafen har avtagende helning. Dette, sammen med konstant skalaутbytte er forutsetninger som gjøres i modellen.

Tidligere ble kapitalintensiteten definert. Denne gir en generell funksjon for produksjon per innbygger:

$$(2.7) y = \frac{Y}{L} = \frac{F(K,L)}{L} = f(k), k = \frac{K}{L}$$

Om en ser på hvordan utviklingen er over tid ved bruk av kapitalintensitet, befolkningsvekst og sparing vil en få ut tre uttrykk:

$$(2.8) k(t) = \frac{K(t)}{L(t)} \Rightarrow \frac{\partial k(t)}{\partial t} / k(t)$$

$$(2.9) L(t) = L_0 * e^{nt} \Rightarrow \frac{\partial L(t)}{\partial t} / k(t) = n$$

$$(2.10) \frac{\partial K(t)}{\partial t} = s * Y(t)$$

Ved bruk av disse tre ligningene, (2.8), (2.9) og (2.10) får en ett uttrykk for den viktigste ligningen i Solow-modellen. Endringen i kapitalintensitet over tid gir: (2.11)  $\frac{\partial k(t)}{\partial t} = s * y(t) - n * k(t)$

Her er  $s * y(t)$  de faktiske investeringene per innbygger, og  $n * k(t)$  de nødvendige investeringene som må til for at alle nye arbeidere skal ha tilgang på ny kapital.

Det vil si at i tilfeller der de faktiske investeringene er større enn de nødvendige:  $sy > nk$  vil kapitalintensiteten øke, produksjonen per innbygger øker og økonomisk vekst oppstår. I tilfeller der de faktiske investeringene er mindre enn de nødvendige:  $sy < nk$  vil kapitalintensiteten minke, produksjonen per innbygger minke og økonomien kan ikke vokse.

Det gjør at en økonomi har to ulike tilstander den kan være i. Enten så er økonomien i endring, det vil si at de faktiske investeringene er større enn de nødvendige, eller motsatt. Eller at investeringene er like

store, både faktiske og nødvendige. Ved like store investeringer oppstår det som defineres som steady-state:  $sy = nk \Rightarrow \frac{\partial k}{\partial t} = 0 \quad \frac{\partial y}{\partial t} = 0$ .

### 3. Metode og data

I avsnitt 3 skal du beskrive hvilke data du har brukt i analysen din, og hvilken metode du brukte for å analysere datamaterialet.

#### 3.1 Data

Dataen til dette prosjektet er hentet fra World Development Indicators laget av Verdensbanken. Dette inneholder data for flere viktige variabler, som BNP per innbygger, arbeidsstyrken, befolkningsvekstrate, vekstrate i investeringer, reduksjon i naturressurser osv. Alle disse variablene vil være med på å bevise de overordnede spørsmålene om økonomisk utvikling og forskjellen i økonomisk utvikling i forskjellige land.

Det ferdige datasettet er laget ved å kombinere flere datasett fra WDI, de første observasjonene i datasettet ser slik ut:

country	region	income	iso3c	iso2c	year	poptot	gdppc
Albania	Europe & Central Asia	Upper middle income	ALB	AL	2019	2854191	13653.23
Argentina	Latin America & Caribbean	Upper middle income	ARG	AR	2019	44938712	22071.75
Armenia	Europe & Central Asia	Upper middle income	ARM	AM	2019	2820602	14317.55
Australia	East Asia & Pacific	High income	AUS	AU	2019	25340217	49379.09
Austria	Europe & Central Asia	High income	AUT	AT	2019	8879920	55806.44
Belgium	Europe & Central Asia	High income	BEL	BE	2019	11488980	51977.19

#### 3.2 Metode

Ved å bruke flere pakker som *tidyverse* og *plyr* vil det bli mulig å visualisere grafisk, samt regne ut statistisk effekten av de ulike variablene på økonomisk vekst. Alle pakkene er lett tilgjengelige i RStudio. For å kunne analysere dataene har de blitt lastet ned i dokumentet individuelt, bearbeidet individuelt for så å bli samlet sammen til ett stort datasett. De første par landene og noe data er vist over i dokumentet. Det ferdige datasettet inneholder 91 land med data for 14 ulike kategorier med alt fra befolkning og befolkningsvekst, til sparerate og BNP per innbygger i logaritmisk form.

I resultatdelen blir det gjennomført en analyse av mange ulike variabler, og påvirkningen de har på BNP. Det er fokus på hvordan vekstraten i BNP per innbygger korrelerer med de ulike variablene: gjennomsnittlig årlig vekstrate i BNP, gjennomsnittlig netto-sparing, gjennomsnittlig humankapital (år i skole), gjennomsnittlig reduksjonsrate i naturressurser, gjennomsnittlig årlig vekst i investeringer, gjennomsnittlig vekstrate i arbeidskraften og gjennomsnittlig vekstrate i befolkningen, gjennomsnittlig vekstrate i eksport, og BNP per innbygger i år 2000.

Den avhengige variabelen i analysen er vekstraten i BNP per innbygger, mens de forklarende variablene blir sammenlignet ved bruk av minste-kvadrat-metoden (OLS). Ligningen som benyttes i minste-kvadrat-metoden er  $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \epsilon$ , hvor  $y$  er den avhengige variabelen,  $\beta_0$  er skjæringspunktet med y-aksen,  $\beta_1$  er helning på funksjonen og  $\epsilon$  er et feilledd som skal ta hensyn til at det kan være andre faktorer som påvirker variablene. Antallet  $\beta$  ledd, eller forklarende ledd avhenger av hvor mange forklarende variabler som en ønsker å se på samtidig.

### 4. Resultat

I resultatdelen blir dataene bearbeidet for å visualisere økonomisk vekst over tid i de 91 landene. Den visualiseringen som gjøres er både grafisk og statistisk, slik at alle faktorer er tatt hensyn til.

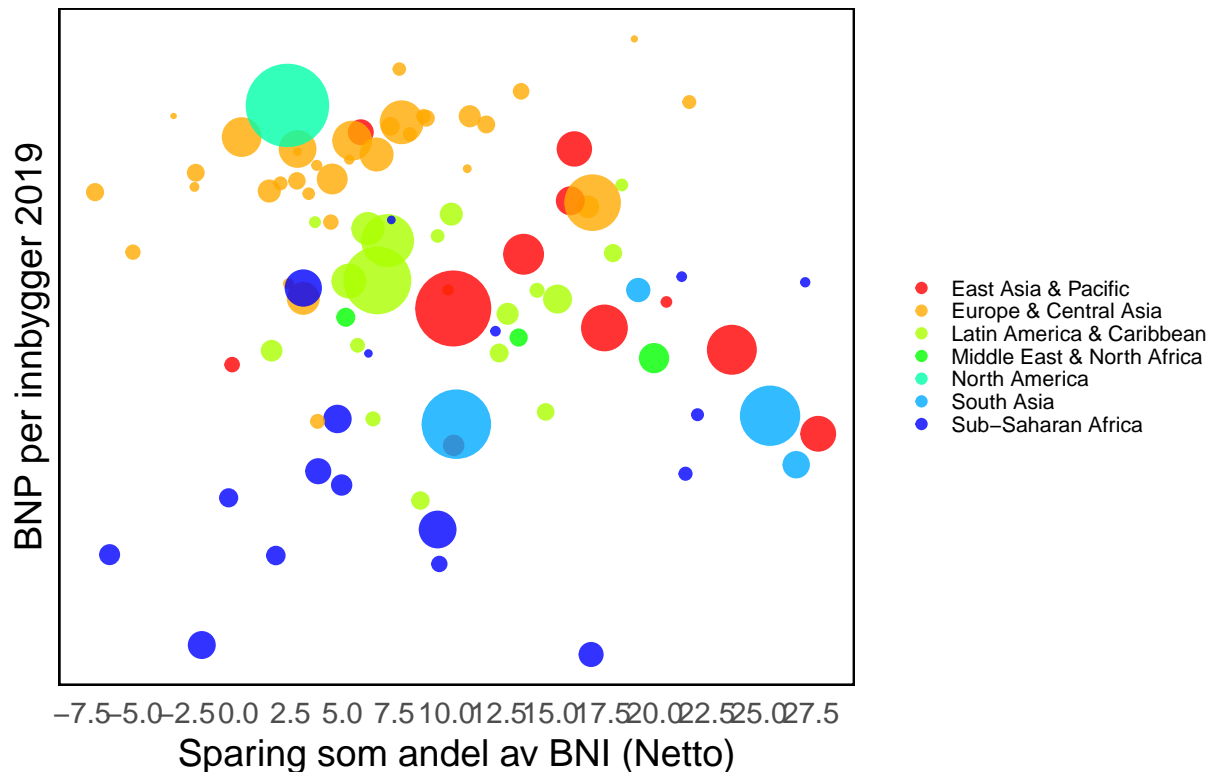
Table 1: Deskriptiv statistikk

Variable	N	Gjennomsnitt	SD	Min	Maks
Årlig vekstrate i BNP	91	2.5	1.7	-1.2	8.4
Årlig befolkningsvekst	91	1.1	1.1	-1.2	3.9
Netto-sparing (andel av BNI)	91	9.3	7.9	-6.9	28
Antall år i skole (befolkning 15+)	91	8.2	2.7	1.4	13
Reduksjonsrate i naturressurser	91	2.7	5.1	0	37
Vekstrate i investeringer	91	5.2	3.4	-2.2	13
Vekstrate i arbeidskraft	91	0.015	0.014	-0.023	0.052
Vekstrate i eksport	91	5.6	3.4	-0.057	15
BNP per innbygger (log)	91	9.6	1	7.1	12

#### 4.1 Deskriptiv statistikk

Som vi ser fra tabellen over er det hentet ut info om utviklingen i forskjellige endogene verdier. Tabellen viser verdier for vekstrate i BNP, befolkningsvekst, netto-sparing, antall år i skole, reduksjonsrate i naturressurser, vekst i investeringer, vekst i arbeidskraft, vekst i eksport og BNP per innbygger på log form. Tabellen viser verdier for antall, gjennomsnitt, standardavvik, laveste verdi og største verdi. Tabellen sier ikke så mye i seg selv, men den gir en oversikt over hvordan dataene ser ut.

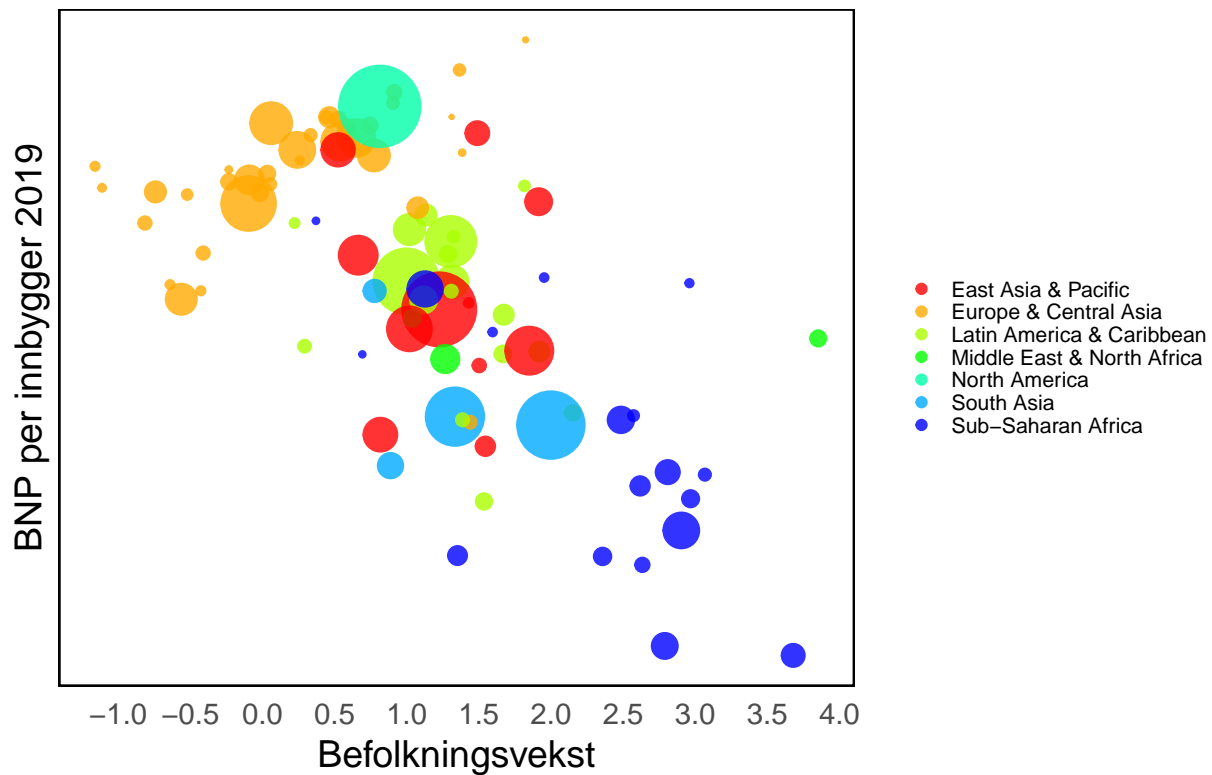
Figur 1: BNP/innbygger og sparing



Grafen viser sammenhengen mellom BNP per innbygger (log) og sparing som andel av BNI (netto). Fra grafen er det vanskelig å dra noen direkte konklusjon eller si at det er en korrelasjon mellom de to variablene. En kan derimot observere at land i “Sub-Saharan Africa” har lavere nivå på BNP per innbygger mens “Europe

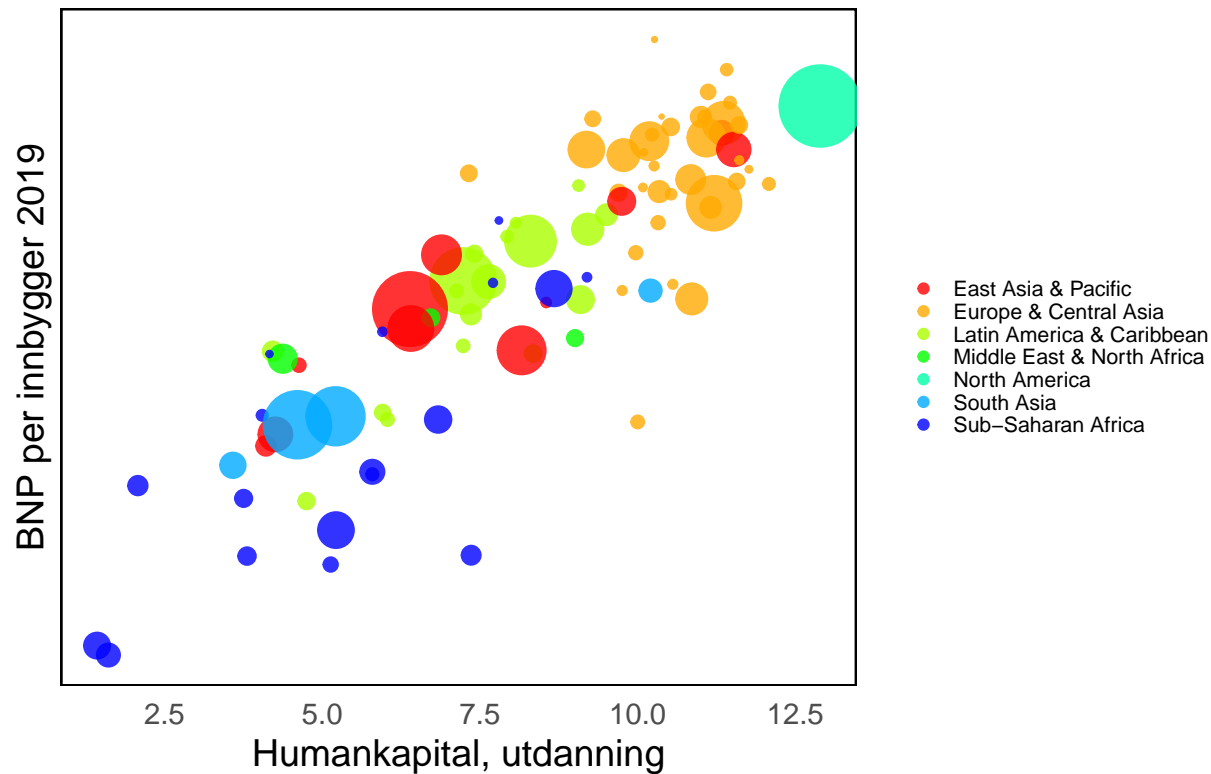
& Central Asia” har høyere nivå på BNP per innbygger.

Figur 2: BNP/innbygger og befolkningsvekst



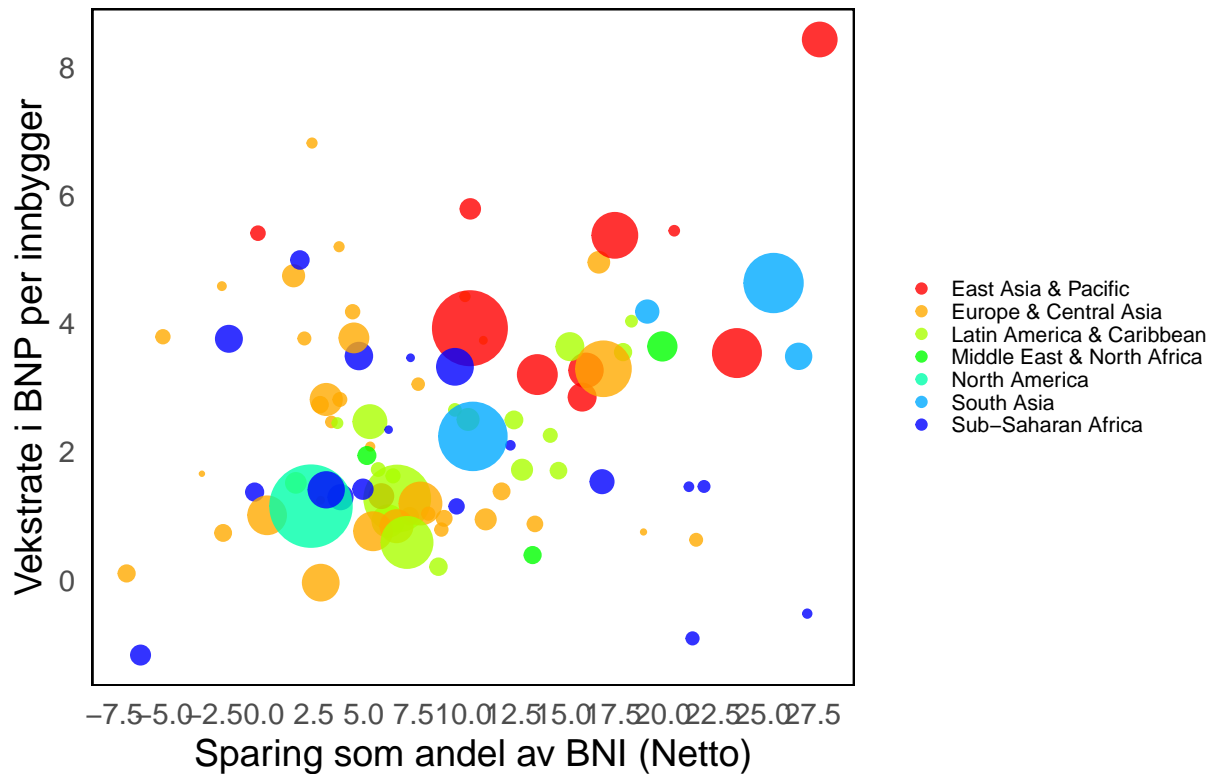
Den neste grafen viser sammenhengen mellom BNP per innbygger (log) og befolkningsvekst. Samme situasjon som grafen over, kan ikke dra noen konkret korrelasjon, blå land har lav BNP, oransje har høyere BNP. Ser ut til at grafen har en negativ helning. Det vil si at land som har en høy befolkningsvekst har lav BNP per innbygger og land med lav befolkningsvekst har høy BNP per innbygger. Om dette er en konkret sammenheng kan derimot ikke bekreftes.

Figur 3: BNP/innbygger og humankapital



Figur 3 viser igjen BNP per innbygger (log) på y-aksen mens på x-aksen er det humankapital, målt i antall år i skole. Figur 3 ser ut til å ha positiv helning, hvor land med bedre humankapital også har høyere BNP per innbygger. Om det er en direkte korrelasjon og om det er statistisk sammenheng kan ikke tydes fra grafen derimot.

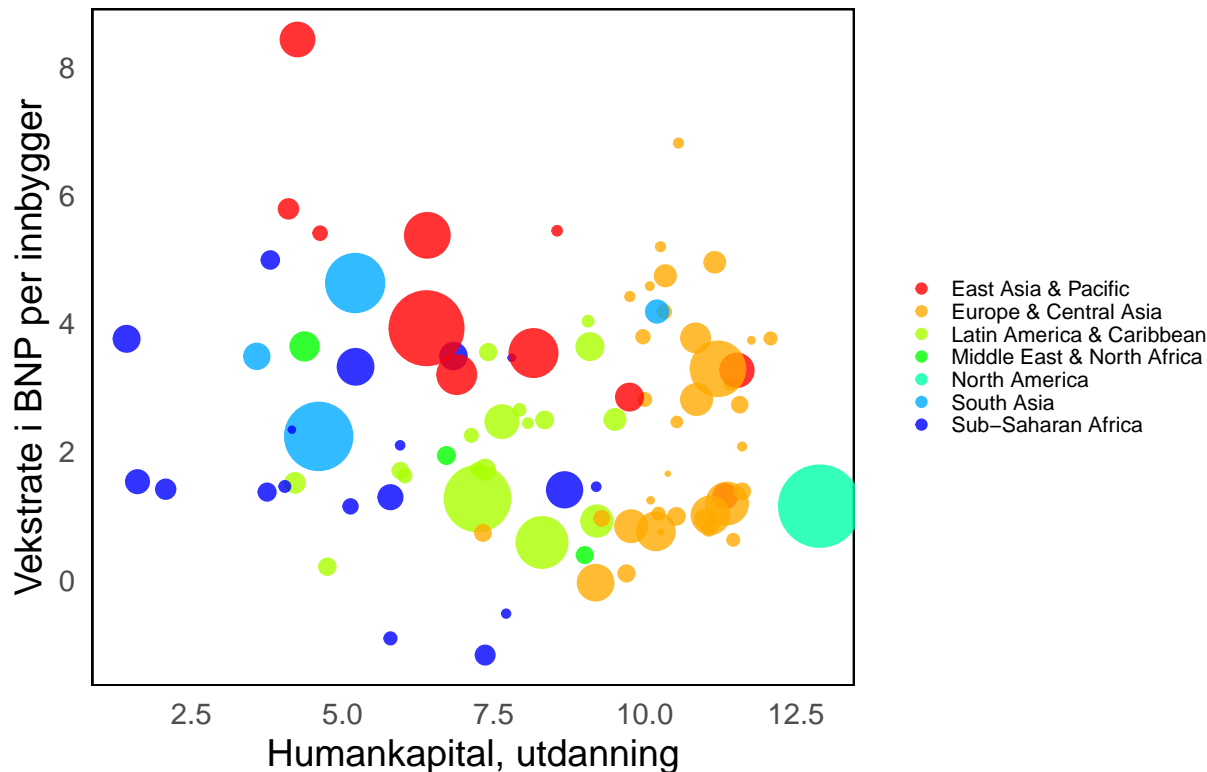
Figur 4: Vekstrate i BNP og sparing



Figur 4 viser sammenhengen mellom vekstraten i BNP per innbygger og sparing. Grafen er vanskelig å tyde, det ser ikke ut til å være noen direkte korrelasjon.



Figur 5: Vekstrate i BNP og humankapital



Figur 5 viser sammenhengen mellom vekstrate i BNP per innbygger og humankapital. Igjen, litt utfordrende å tyde om det er noen direkte sammenheng.

#### 4.2 Økonometrisk analyse

	BNP_per_innbygger_log		
<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	10.49	10.11 – 10.88	<0.001
Sparing andel BNI	-0.00	-0.03 – 0.02	0.947
Investeringsvekstrate	-0.16	-0.22 – -0.10	<0.001
Observations	91		
R <sup>2</sup> / R <sup>2</sup> adjusted	0.268 / 0.251		

Regresjonen over viser sammenhengen mellom utvalgte forklarende variabler og verdien på BNP per innbygger i log format.

Før regresjonen og analysen kan gjennomføres er det nødvendig å definere nullhypotese:  $H_0$  og alternativhypotese:  $H_1$ :

$H_0$ : Det er ingen sammenheng mellom nivå på BNP per innbygger og forklarende variabel.

$H_1$ : Det er sammenheng mellom BNP per innbygger og forklarende variabel.

Den første forklarende variabelen er sparing som andel av BNI. Den har en liten negativ påvirkning på BNP, -0,00, men en ikke signifikant p-verdi. Det vil si at nullhypotesen beholdes og en kan ikke konkludere med at det er ett sammenheng mellom BNP og sparing fra vår data.

Neste forklarende variabel er årlig vekstrate i investeringer. Den har en liten negativ påvirkning på BNP, -0,16, men en p-verdi som er signifikant. Det betyr at nullhypotesen forkastes og at nivået på BNP påvirkes av vekstraten i investeringer.

Denne tabellen har lav  $R^2$ , noe som betyr at disse to verdiene kun forklarer rundt 25% av utvikling i BNP per innbygger.

	<b>BNP_per_innbygger_log</b>		
<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	7.62	6.99 – 8.25	<0.001
Befolkningsvekstrate	-0.14	-0.27 – -0.00	0.045
Utdanning	0.29	0.23 – 0.34	<0.001
Eksportvekstrate	-0.03	-0.06 – 0.00	0.075
Observations	91		
$R^2$ / $R^2$ adjusted	0.750 / 0.741		

Neste tabell starter med forklarende variabel befolkningsvekstrate. Denne har en liten negativ påvirkning på BNP, -0,14, og p-verdien er signifikant. Nullhypotesen forkastes. Dette betyr at en økning i befolkningsvekstrate har en negativ effekt på BNP per innbygger. Altså at ved en økning i hvor mange mennesker som fødes per år vil verdien på BNP per innbygger falle.

Neste forklarende variabel utdanning. Utdanning har en positivt påvirkning på BNP, 0,29, og en signifikant p-verdi. Nullhypotesen kan dermed forkastes, utdanning har en påvirkning på BNP per innbygger. Det vil si at for hvert ekstra år med utdanning i snitt så øker BNP per innbygger med en verdi på 0,29

Siste forklarende variabel er eksportvekstrate. Den har ingen påvirkning samtidig som det er en veldig høy p-verdi. Den påvirker altså ikke BNP i det hele tatt.

$R^2$  er større i modell 2 enn i 1. De forklarende variablene i tabellen er bedre indikatorer på hva som påvirker utviklingen i BNP per innbygger.

	BNP_per_innbygger_log			BNP_per_innbygger_log		
<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	10.49	10.11 – 10.88	<0.001	7.62	6.99 – 8.25	<0.001
Sparing andel BNI	-0.00	-0.03 – 0.02	0.947			
Investeringsvekstrate	-0.16	-0.22 – -0.10	<0.001			
Befolkningsvekstrate				-0.14	-0.27 – -0.00	0.045
Utdanning				0.29	0.23 – 0.34	<0.001
Eksportvekstrate				-0.03	-0.06 – 0.00	0.075
Observations	91			91		
R <sup>2</sup> / R <sup>2</sup> adjusted	0.268 / 0.251			0.750 / 0.741		

## 5. Diskusjon

I diskusjonen skal du tolke og diskutere dine resultater. I diskusjonen skal du besvare følgende spørsmål: Støtter resultatene prediksjonene fra Solow-modellen? Hva betyr resultatene? Hvilke konklusjoner kan vi dra fra den empiriske analysen? Finnes det noen problemer med analysen eller datamaterialet som fører til at vi kanskje ikke burde dra for sterke konklusjoner?

Til slutt skal du diskutere implikasjoner for policy (politiske inngrep). Basert på din analyse, hva ville du anbefale at politikere, som ønsker å oppnå bærekraftig vekst, skal føre for politikk?

Etter å ha tolket alle tabeller og grafer som har mulighet til å gi svar på problemstillingen er det noen klare konklusjoner som kan trekkes

De verdiene som er forventet å påvirke positivt:

- Vekstrate i teknologi
- Vekstrate i kvalitet på kapital
- Vekstrate i kvalitet på arbeid
- Vekstrate i kvalitet på naturressurser.

Alle over kan forklares av teknologisk utvikling

- Spareraten
- Vekstraten i arbeidskraften

De verdiene som er forventet å påvirke negativt:

- Reduksjonsrate i naturressurser
- Befolkningsveksten

Vår data inneholder verdier for teknologisk utvikling i form av humankapital (utdanning). Denne verdien viste seg å både ha en positiv påvirkning på BNP per innbygger, samtidig som at den hadde en signifikant p-verdi. Det betyr at observasjonene korrelerer med vår prediksjon.

Spareraten er forventet å påvirker på en s nn måte at ved høyere sparerate så vil BNP per innbygger vokse. I vår data har spareraten en negativ effekt på BNP per innbygger samtidig som dataene ikke er signifikant. Noen direkte konklusjon kan dermed ikke trekkes.

Vekstraten i arbeidskraft eller befolkningsvekstraten påvirker positivt. Singifikant. Stemmer med teori.