

Dere finner mer støtte i appendiks C til kapittel 8 i Hess



This Photo by Unknown Author is licensed under [CC BY-SA-NC](#)

F5. SOK-2011: Økonomisk vekst

Empirisk (eller
økonometrisk) analyse

Økonometrisk analyse

Formål:

Teste en eller flere hypoteser knyttet til økonomisk teori
(det vil si: finne svar på et eller flere økonomiske spørsmål)

SOK-2011:

Teste om prediksjonene fra Solow-modellen finner støtte i
data

Fra teori til empiri

Test av prediksjonene fra Solow-modellen

Hva trenger vi for å gjennomføre den økonometriske analysen?

1. Finne ut hva prediksjonene fra Solow-modellen er
2. Finne data som lar oss teste disse prediksjonene
3. Finne en statistisk modell som klarer å teste prediksjonene, gitt data
4. Estimere modellen
5. Tolke resultatene

Fra teori til empiri

Hva er prediksjonene fra Solow-modellen?

Prediksjoner fra grunnmodellen (uten teknologisk utvikling og naturressurser)

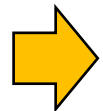
Hvordan kommer vi fram til hva disse er?

Fra teori til empiri

Hva er prediksjonene fra Solow-modellen?

Prediksjoner fra Solow-modellen med teknologisk utvikling og naturressurser

Hvordan kommer vi fram til hva disse er?



Vi må utlede hva Solow-modellen predikerer!

Fra teori til empiri

Hypoteser

Hypoteser knyttet til nivå på materiell velferd fra grunnmodellen til Solow:

Fra teori til empiri

Hypoteser

Hypoteser knyttet til vekstraten i materiell velferd fra Solow-modellen med teknologi og naturressurser:

Fra teori til empiri

Hypoteser

Noen utfordringer:

$$y^{ss} = \left(\frac{S}{n}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad g_y = \theta + \alpha \cdot \left(\frac{s \cdot y}{k} - n\right) - \gamma \cdot (n + u)$$

Hvordan skal vi håndtere $L \neq P$?

Hvordan skal vi håndtere at land handler med hverandre? ($NX \neq 0$)?

- ★ Det går å utlede en ligning som tar hensyn til både befolkning og arbeidsstyrke (se Hess s 276-277)
- ★ Det er mulig å inkludere nettoeksport i modellen (se Hess s 278)
- ★ Jeg krever ikke at dere gjør dette.

Fra teori til empiri

Hypoteser

Noen utfordringer:

$$g_y = \theta + \alpha \cdot \left(\frac{s \cdot y}{k} - n \right) - \gamma \cdot (n + u)$$

Hvordan skal vi håndtere $s \cdot \frac{y}{k}$?

- ★ Dersom vi finner data på $s, Y(t), K(t)$ og $L(t)$ kan vi egentlig beregne dette.
- ★ MEN! Dersom g_y øker, vil dette påvirke både $y(t)$ og $k(t)$. Vi har et endogenitetsproblem!

«Løsning»:

- ➡ Da s er den sentrale parameteren her, foreslår pensumboken at vi fokuserer på denne.

Fra teori til empiri

Empirisk spesifikasjon – våre hypoteser i en ligning

Nivå på materiell velferd fra grunnmodellen til Solow:

$$y_i = \alpha_y + \beta_1 \cdot s_i + \beta_2 \cdot n_i + \epsilon_i$$

y_i nivå på materiell velferd i land i
 s_i sparerate/investerings rate i land i
 n_i vekstrate i befolkningen i land i

Hypoteser/prediksjoner:

$\beta_1 > 0$ og signifikant skilt fra null

$\beta_2 < 0$ og signifikant skilt fra null

y_i er vår «avhengige» eller «endogene» variabel = det som vi ønsker å forklare

s_i og n_i er vår «forklarende» eller «eksogene» variabler = det vi bruker til å forklare variasjonen i y_i med

Fra teori til empiri

Empirisk spesifikasjon – våre hypoteser i en ligning

Vekstraten i materiell velferd fra
Solow-modellen m teknologi og naturressurser:

$$\begin{aligned} g_{y,i} = & \alpha_g + \delta_1 \cdot s_i + \delta_2 \cdot n_i \\ & + \delta_3 \cdot g_{A,i} + \delta_4 \cdot j_i + \delta_5 \cdot m_i + \delta_6 \cdot h_i \\ & + \delta_7 \cdot u_i + \delta_8 \cdot y_{0,i} + \vartheta_i \end{aligned}$$

$g_{y,i}$	vekstrate i materiell velferd i land i (avhengig variabel)
s_i	sparerate/investerings rate i land i
n_i	vekstrate i befolkningen i land i
$g_{A,i}$	vekstrate i teknologien i land i
j_i	vekstrate i kvaliteten på kapital i land i
m_i	vekstrate i humankapitalen i land i
h_i	vekstrate i kvaliteten til naturressursene i land i
u_i	forbruk av naturressurser i land i
$y_{0,i}$	initial nivå på materiell velferd i land i

Hypoteser/prediksjoner:

$$\delta_1, \delta_3, \delta_4, \delta_5, \delta_6 > 0$$

og signifikant skilte fra null

$$\delta_2, \delta_7, \delta_8 < 0$$

og signifikant skilte fra null

Empirisk analyse

Data

Hvilken data trenger vi for å teste våre hypoteser?

Modell 1

1. Nivå på materiell velferd på lang sikt i ulike land, som er sammenligningsbare
2. Sparerate/investeringsrate ulike land
3. Befolkningsvekstrate

Modell 2

1. Langsiktig vekstrate i materiell velferd i ulike land, som er sammenligningsbare.
2. Sparerate/investeringsrate ulike land
3. Befolkningsvekstrate
4. Vekstrate i teknologien (vanskelig)
5. Vekstrate i kvalitet på kapital (vanskelig)
6. Vekstrate i kvalitet på humankapital (hm...)
7. Vekstrate i kvalitet på naturressurser (vanskelig)
8. Forbruk av naturressurser
9. «Initialt» nivå på materiell velferd.

Empirisk analyse

Data – Hvor finner vi det?

Penn-World tables (PWT)

<https://febpwt.webhosting.rug.nl/>

FORDELER

- Ulike mål på produksjon
- Total konsum som andel av produksjon
 - Befolkningsstørrelse
 - Humankapital
- **Total faktorproduktivitet**

ULEMPER

Har ikke informasjon om forbruk av naturressurser eller kvalitet på kapital, eller kvalitet på naturressurser

World Development Indicators (WDI)

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

FORDELER

- Ulike mål på produksjon
 - Sparerate
- Befolkningsstørrelse og befolkningsvekst
 - Humankapital
- Forbruk av naturressurser

ULEMPER

Har ikke informasjon om total faktorproduktivitet, kvalitet på kapital, eller kvalitet på naturressurser

Vi vil følge Hess (2016) og bruke WDI (se vekk ifra TFP). Dere må gjerne sette sammen data fra de to datakildene

Empirisk analyse

Data – Operasjonalisering

Våre to modeller:

Nivå på materiell velferd:

$$y_i = \alpha_y + \beta_1 \cdot s_i + \beta_2 \cdot n_i + \epsilon_i$$

Teknologi og annet som vi ikke observerer men som er likt for alle land blir fanget opp her

Vekstraten i materiell velferd:

$$g_{y,i} = \alpha_g + \delta_1 \cdot s_i + \delta_2 \cdot n_i + \delta_3 \cdot m_i + \delta_4 \cdot u_i + \delta_5 \cdot y_{0,i} + \vartheta_i$$

Forskjeller i teknologi mellom ulike land blir fanget opp her

Empirisk analyse

Data – Operasjonalisering

Hvilke variabler i WDI kan vi benytte for å teste våre hypoteser?

★ Søk i WDI

```
WDIsearch(string = "name", field = "name", short = TRUE, cache = NULL)
```

F.eks. «GDP», «net saving», «human capital»

Empirisk analyse

Data – Operasjonalisering

Hvilke variabler i WDI kan vi benytte for å teste våre hypoteser?

Nivå på materiell velferd

```
WDIsearch(string = «GDP», field = "name", short = TRUE, cache = NULL
```

```
    GDP,current US$,millions,seas. adj.,  
    GDP,current LCU,millions,seas. adj.,  
    GDP,constant 2010 US$,millions,seas. adj.,  
    GDP,constant 2010 LCU,millions,seas. adj.,  
    GDP per capita (current US$)  
    GDP per capita (current LCU)  
    GDP per capita (constant 2015 US$)  
    GDP per capita (constant LCU)  
    GDP per capita, PPP (current international $)  
    GDP per capita, PPP (constant 2017 international $)  
    GDP per capita, PPP (constant 1987 international $)
```


Empirisk analyse

Data – Operasjonalisering

Vi må...

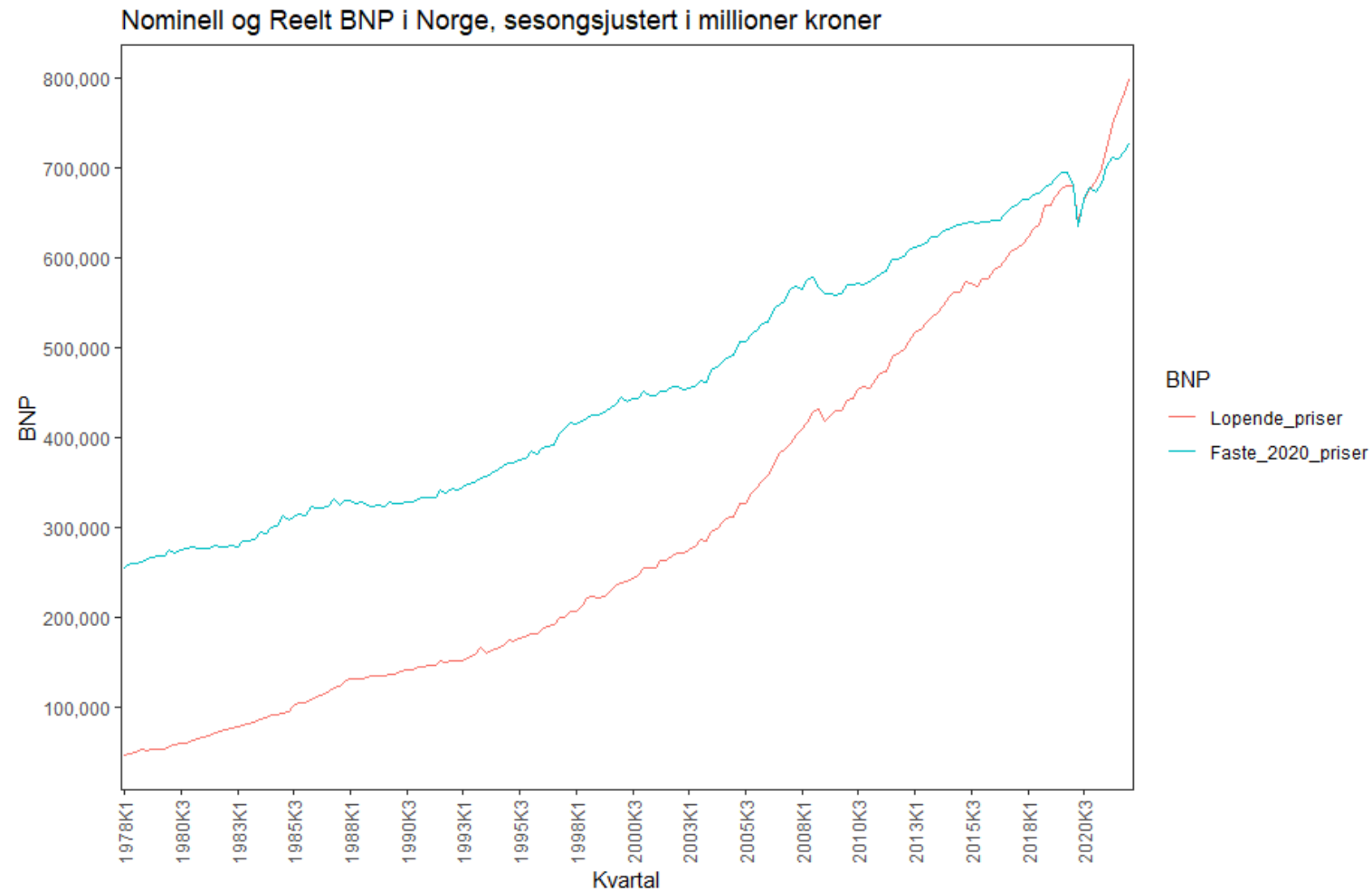
1. Ta hensyn til størrelse på befolkning

$$\text{BNP per innbygger:} \quad \frac{\text{Total BNP}}{\text{Befolkningsstørrelse}}$$

2. Korrigere for prisvekst (ta hensyn til inflasjon)

Nominell BNP	Markedsverdien av produksjonen i et land over et år, målt i prisenivået dette året
Reelt BNP	Nominell BNP justert for inflasjon (f.eks. ved bruk av «faste priser»)

Nominelt og reelt BNP



Empirisk analyse

Data – Operasjonalisering

Vi må...

3. Sammenligne landenes BNP per innbygger i samme valuta

BNP per innbygger i Norge 2021 = NOK 778 340

BNP per innbygger i USA 2021 = USD 70 249

Gjennomsnittlig vekselkurs i 2021: $\frac{NOK}{USD} = 8.6$

BNP per innbygger i Norge 2021 = USD 90 504.7

4. Ta hensyn til forskjeller i kjøpekraft

Dersom prisnivået i Norge er 25 prosent høyere i Norge enn i USA så vil lik inntekt i USA og Norge ikke gi lik velferd

Kjøpekraftsjustert vekslekurs: $8.6 \times 1.25 = 10.75$

BNP per innbygger i Norge 2021 (PPP) = $778\,340 / 10.75 = \text{USD } 72\,403.7$

Empirisk analyse

Data – Operasjonalisering

Avhengig variabel 1:

$y_{i,t}$ Kjøpekraftjustert BNP per innbygger i konstante «internasjonale dollar» (PPP)

Empirisk analyse

Data – Operasjonalisering

NB: Dersom dere finner variabler som dere mener burde være med i modellen, og kan gi økonomiske argumenter til å inkludere dem, så kan dere inkludere disse i modellen.

★ Forslag til variabler

$y_{i,t}$ NIVÅ på materiell velferd i land i , i tidspunkt t

NY.GDP.PCAP.PP.KD – «GDP per capita, PPP in constant international dollars»

<https://databank.worldbank.org/metadataglossary/world-development-indicators/series/NY.GDP.PCAP.PP.KD>

$s_{i,t}$ sparerate/investerings rate i land i , i tidspunkt t

NY.ADJ.NNAT.GN.ZS – «Net national savings»

<https://databank.worldbank.org/metadataglossary/world-development-indicators/series/NY.ADJ.NNAT.GN.ZS>

$n_{i,t}$ vekstrate i befolkningen i land i , i tidspunkt t

SP.POP.GROW – «Population growth»

<https://databank.worldbank.org/metadataglossary/jobs/series/SP.POP.GROW>

$m_{i,t}$ Humankapitalindeks i land i , i tidspunkt t

HD.HCI.OVRL – «Human capital index»

<https://databank.worldbank.org/metadataglossary/health-nutrition-and-population-statistics/series/HD.HCI.OVRL>

u_i forbruk av naturressurser i land i , i tidspunkt t

NY.ADJ.DRES.GN.ZS – «Natural resources depletion»

<https://databank.worldbank.org/metadataglossary/health-nutrition-and-population-statistics/series/NY.ADJ.DRES.GN.ZS>

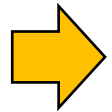
Empirisk analyse

Data – Operasjonalisering

Hvilket år eller tidsperiode skal vi bruke?

Vi ønsker å se på de «fundamentale bestemmelsesfaktorene» til økonomisk vekst.

Et enkelte år kan en økonomi være påvirket av et kortsiktig sjokk (konjunktur)

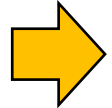


Dersom vi bare ser på et år kan dette føre til at vi trekker feil konklusjoner

Løsning



Vi kan se på gjennomsnittlig nivå og gjennomsnittlig vekstrate over en lengre tidsperiode



Forslag til tidsperiode: 2000 - 2019

Fra teori til empiri

Data – håndtering

Hvordan beregne gjennomsnittlig årlig vekstrate i real BNP per innbygger over en lengre periode?

Et stilisert eksempel:

Real BNP per innbygger

$$\text{BNP}_0 = 100$$

År 0

Real BNP per innbygger

$$\text{BNP}_{20} = 150$$

År 20

Gå ut ifra at BNP per innbygger vokser eksponentielt med en konstant rate.

Hva har den årlige vekstraten g , vært i denne tidsperioden?

Empirisk analyse

Data – håndtering

Hvordan beregne gjennomsnittlig årlig vekstrate i real BNP per innbygger over en lengre periode?

Eksponentiell vekstrate for hele perioden (antakelse om konstant vekstrate)

Vi ønsker å beregne g

$$BNP_{20} = BNP_0 \cdot e^{g \cdot 20}$$

$$\ln(BNP_{20}) = \ln(BNP_0) + g \cdot 20$$

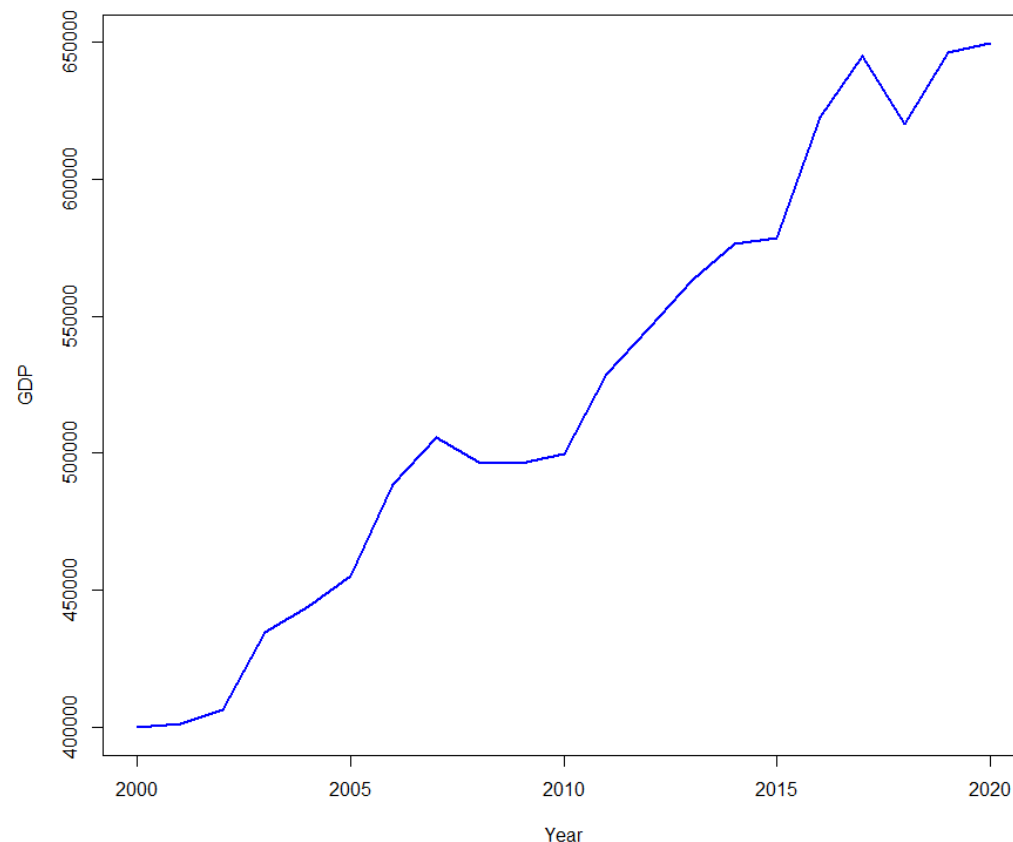
$$g = \frac{\ln(BNP_{20}) - \ln(BNP_0)}{20}$$

Empirisk analyse

Data – håndtering

Hvordan beregne årlig vekstrate i real BNP per innbygger?

Year	GDP pc
2000	400000.0
2001	401276.3
2002	406565.5
2003	434634.8
2004	444354.0
2005	455092.2
2006	488799.3
2007	505617.0
2008	496621.3
2009	496320.6
2010	499622.2
2011	528781.2
2012	545318.0
2013	563063.4
2014	576348.6
2015	578268.0
2016	622438.5
2017	644568.1
2018	619914.7
2019	645885.7
2020	649653.3

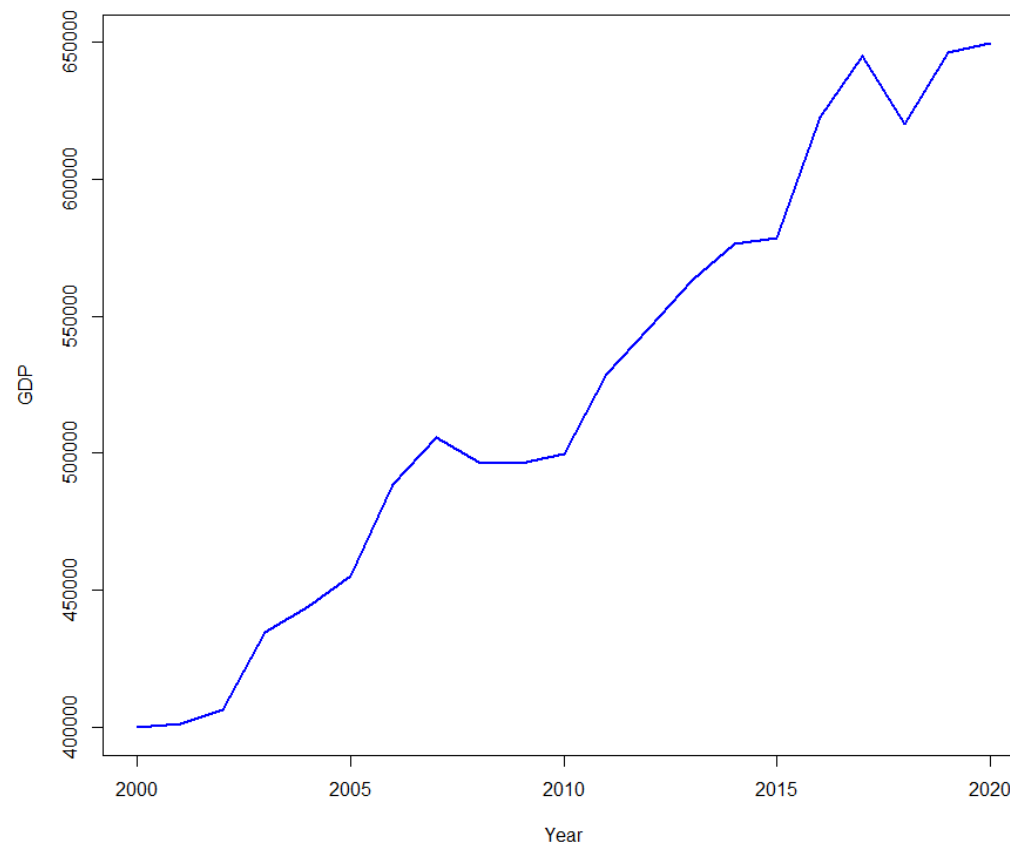


Hvordan beregne
gjennomsnittlig årlig vekstrate i
dette tilfellet?

Data – håndtering

Hvordan beregne årlig vekstrate i real BNP per innbygger?

Year	GDP pc	g
2000	400000.0	NA
2001	401276.3	0.32
2002	406565.5	1.31
2003	434634.8	6.68
2004	444354.0	2.21
2005	455092.2	2.39
2006	488799.3	7.15
2007	505617.0	3.38
2008	496621.3	-1.80
2009	496320.6	-0.06
2010	499622.2	0.66
2011	528781.2	5.67
2012	545318.0	3.08
2013	563063.4	3.20
2014	576348.6	2.33
2015	578268.0	0.33
2016	622438.5	7.36
2017	644568.1	3.49
2018	619914.7	-3.90
2019	645885.7	4.10
2020	649653.3	0.58



Hvordan beregne
gjennomsnittlig årlig vekstrate i
dette tilfellet?

$$\text{Årlig vekstrate: } g_t = \frac{\ln(GDP_t) - \ln(GDP_{t-1})}{1}$$

$$\text{Gjennomsnittlig } g_t = \frac{\sum_1^{20} g_t}{20}$$

Empirisk analyse

Økonometrisk analyse og deskriptiv analyse

Økonometrisk analyse:

Test av sammenheng/hypoteser ved bruk av statistisk metode

Er sammenhengen tilfeldig eller kan vi si med noen sikkerhet at den ikke er årsaket av tilfeldigheter?

Deskriptiv analyse:

Beskrivelse av datamaterialet

Illustrasjon av sammenhenger (uten å teste om disse er årsaket av tilfeldigheter)

Empirisk analyse

Deskriptiv analyse (deskriptiv statistikk)

Før vi tester våre hypoteser ved bruk av statistisk metode er det alltid en god idé å «se» på og beskrive datamaterialet.

Formål:

1. Identifisere eventuelle problemer eller feil i data (f.eks negativt nivå på BNP per innbygger, ekstreme observasjoner)
2. Få et første bilde av om hypotesene våre ser ut å ha støtte i data
3. Få informasjon om hvilken metode vi skal bruke for å teste våre hypoteser
4. Beskrive datamaterialet slik at leseren vet hva den empiriske analysen er basert på og kan evaluere konklusjonene som blir trukket fra analysen

Empirisk analyse

Deskriptiv analyse (deskriptiv statistikk)

- ★ Ta fram verdier for gjennomsnitt (eller median), minste verdier, største verdier og spredning (standardavvik)

Variabel	N	Gjennomsnitt	Standard avvik	Min	Maks
BNP per innbygger (PPP)	156	230521.123	21304.175	1050.222	125365.253
Vekstrate BNP per innbygger (%)	156	2.326	4.231	-0.123	5000.122
Nettosparing (% av BNI)	72	9.158	14.189	4.298	34.596
Befolkningsvekst (%)	156	2.963	1.723	0.001	5.597

- ➡ Gir forståelse for datamaterialet til dere, og til den som skal lese rapporten

Empirisk analyse

Deskriptiv analyse (deskriptiv statistikk)

- ★ Ta fram verdier for gjennomsnitt (eller median), minste verdier, største verdier og spredning (standardavvik)

Variabel	N	Gjennomsnitt	Standard avvik	Min	Maks
BNP per innbygger (PPP)	156	230521.123	21304.175	1050.222	125365.253
Vekstrate BNP per innbygger (%)	156	2.326	4.231	-0.123	5000.122
Nettosparing (% av BNI)	72	9.158	14.189	4.298	34.596
Befolkningsvekst (%)	156	2.963	1.723	0.001	5.597

- ➡ Gir forståelse for datamaterialet til dere, og til den som skal lese rapporten
- ➡ Gir dere informasjon om problemet med datamaterialet

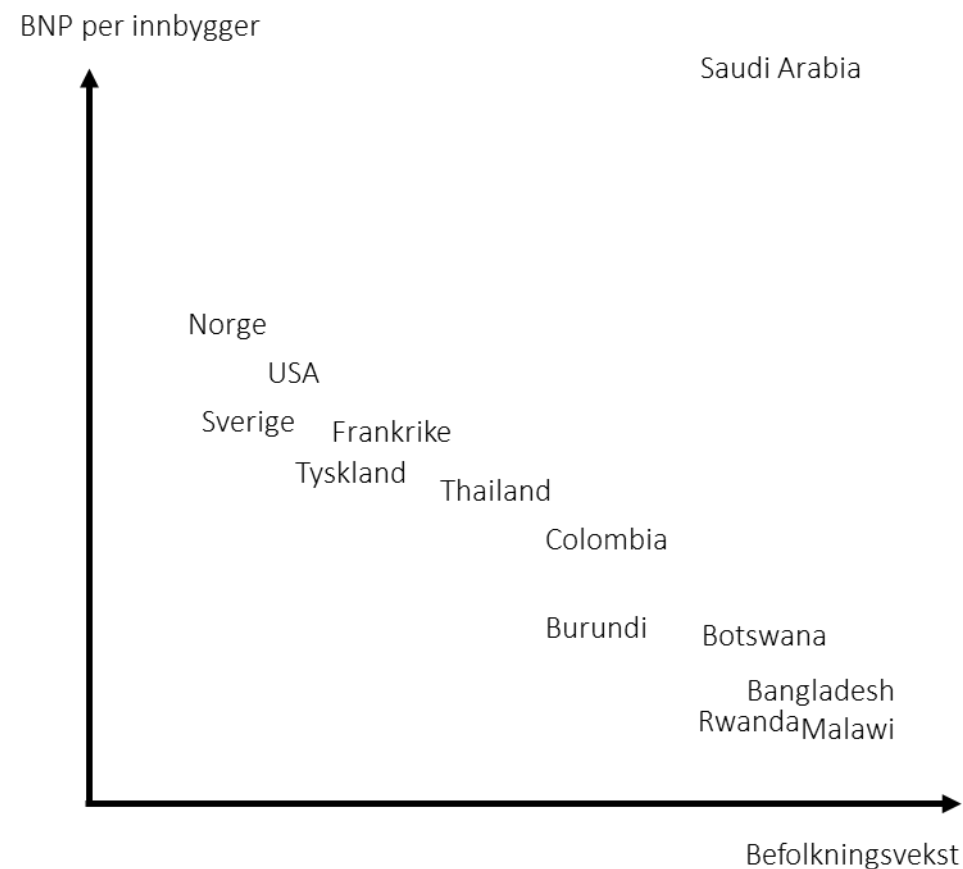
Empirisk analyse

Deskriptiv analyse (deskriptiv statistikk)

★ Lag grafer som viser sammenhengen mellom den avhengige variabelen og de forklarende variablene

➡ Gir oss et første bilde av om hypotesene våre vil finne støtte i data

➡ Gir oss informasjon om ekstremverdier i datamaterialet.



Empirisk analyse

Økonometrisk analyse

Hvilken metode skal vi bruke til å teste hypotesene våre?

Valg av estimerings-metode avhenger både egenskapene til den avhengige variabelen, hvordan de forklarende variablene kan tenkes henge sammen med den avhengige variabelen og andre forklarende variabler.

Den enkleste typen av empirisk model: **Ordinary Least Squares** (minste kvadratt-metoden)

Empirisk analyse

Økonometrisk analyse

Ordinary Least Squares (minste kvadratt-metoden)

Antakelser:

- ★ Den avhengige variabelen er kontinuertlig, kardinal og har en normalfordeling
- ★ Funksjonen er linjer i parameterne $y_i = \alpha + \beta_1 X_{1,i} + \beta_2 X_{2,i} + \epsilon_i$
- ★ Utvalget er tilfeldig (variablene er i.i.d – uavhengig og identisk fordelte)
- ★ De forklarende variablene er ikke (perfekt) korrelerte med hverandre
- ★ Feiltermene er homoskedastiske
- ★ Det er usannsynlig at det er ekstreme observasjoner (outliers) i utvalget

Om noen av disse antakelsene ikke holder kan vi ikke stole på resultatene → deskriptiv analyse er viktig!

Empirisk analyse

Resultat

1. Presenter resultatene i en tabell

Bruk variabelnavn som gir mening!	Variabel	β	Std.error	t value	Pr(> t)
	Nettosparing (% av BNI)	0.081	0.0122	6.639	0.001
	Vekst i investeringer (%)	0.152	0.037	4.109	0.001
	Befolkningsvekst (%)	1.261	4.621	0.273	0.893
	Vekst i eksport (%)	0.191	0.089	2.112	0.049
	Reduksjon i naturressurser (%)	-0.053	0.0198	-2.714	0.008

N= 103, F-verdi: 21.87 (p =.001), R2 =0.75, adj-R2 = 0.63

Tabellen skal inneholde informasjon om effekter av de forklarende variablene på den avhengige variabelen, informasjon som gjør det mulig å evaluere hvor godt modellen passer til data

Resultat

2. Beskriv resultatene!

★ Er forklaringsvariabelen signifikant korrelert med den avhengige variabelen?

★ Er effekten positiv eller negativ (fører en økning i den forklarende variabelen til en økning eller reduksjon i den avhengige variabelen)?

★ Går det å si noe om størrelsen på effekten?

F.eks. i henhold til resultatene er en økning i spareraten med 1 prosentpoeng assosiert med en økning i vekstraten i BNP per innbygger med 0.081 prosentpoeng.

Variabel	β	Std.error	t value	Pr(> t)
Nettosparing (% av BNI)	0.081	0.012	6.639	0.001
Vekst i investeringer (%)	0.152	0.037	4.109	0.001
Befolkningsvekst (%)	1.261	4.621	0.273	0.893
Vekst i eksport (%)	0.191	0.089	2.112	0.049
Reduksjon i naturressurser (%)	-0.053	0.0198	-2.714	0.008

N= 103, F-verdi: 21.87 (p =.001), R2 =0.75, adj-R2 = 0.63

Empirisk analyse

Resultat

Tolke og diskutere resultatene!

- ★ Gir resultatene støtte til prediksjonene fra teorien?
- ★ Dersom resultatene ikke stemmer med teorien – er det noen måte å forklare dette på?
 - ★ Korrelasjoner mellom forklaringsvariablene?
 - ★ Ekstreme observasjoner og/eller målefeil?
 - ★ Ikke-observerte faktorer som driver resultatene?
- ★ Hvor godt passer modellen til data?
- ★ Hvor mye av variansen i den avhengige variabelen klarer de forklarende variablene å forklare?

Variabel	β	Std.error	t value	Pr(> t)
Nettosparing (% av BNI)	0.081	0.012	6.639	0.001
Vekst i investeringer (%)	0.152	0.037	4.109	0.001
Befolkningsvekst (%)	1.261	4.621	0.273	0.893
Vekst i eksport (%)	0.191	0.089	2.112	0.049
Reduksjon i naturressurser (%)	-0.053	0.0198	-2.714	0.008

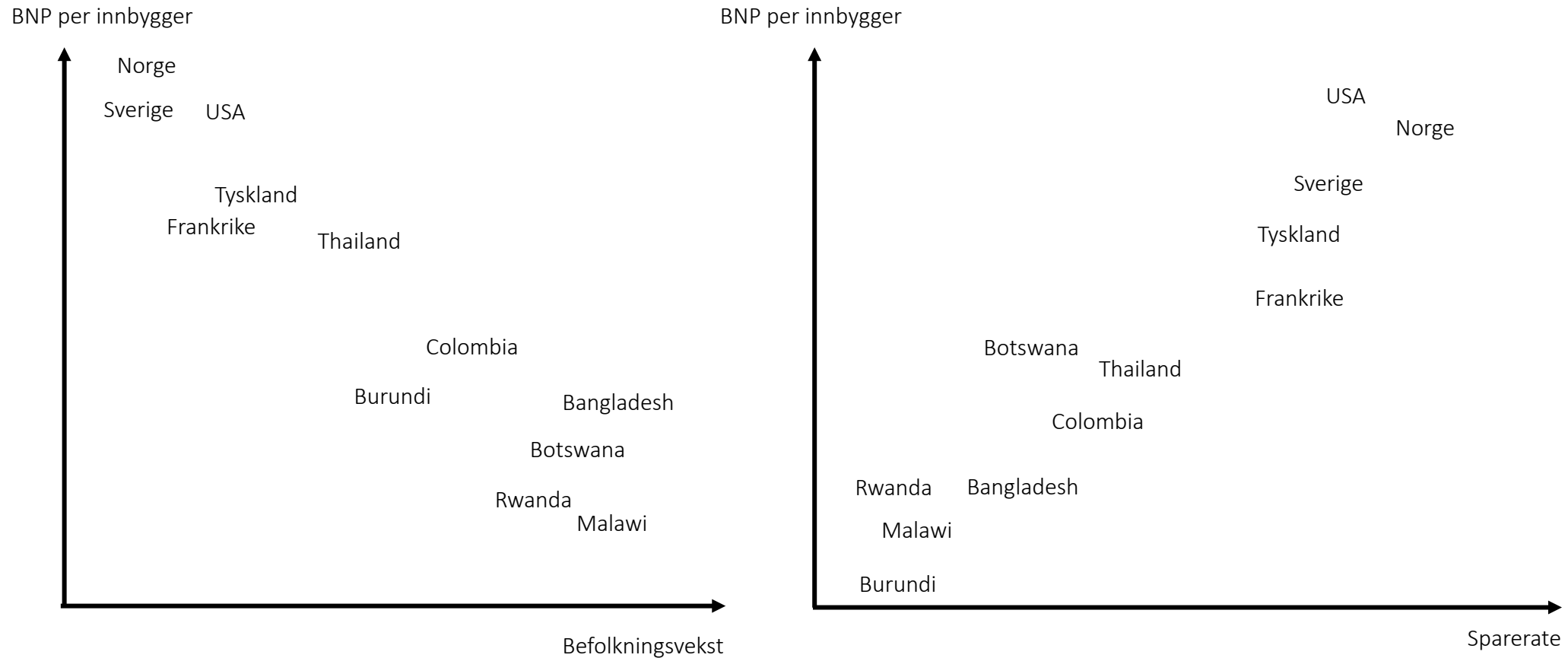
N= 103, F-verdi: 21.87 (p =.001), R2 =0.75, adj-R2 = 0.63

Empirisk analyse

Konklusjon

Diskutere hvilke konklusjoner vi som lesere (og politikere) kan trekke fra resultatene, og eventuelle svakheter i analysen

NB: Innen samfunnsvitenskap kan vi sjelden finne «bevis» for at vår(e) hypotese(r) er «sann(e)»!



Befolkningsvekst

Sparerate

BNP per innbygger