

# ECON 2915 – forelesning 4 (av 13)

## Humankapital. Produktivitetsmåling.

Mandag 10.september, 2012

# Tema på forelesning de første seks gangene

## Økonomisk vekst

- (1) Innledning til økonomisk vekst. Rammeverk for analysen.
- (2) Produksjonsfunksjonen. Solow-modellen.
- (3) Malthus sin teori. Solow-modellen med befolkningsvekst.
- (4) Humankapital. Produktivitetsmåling.
- (5) Teknologi.
- (6) Effektivitet.

## Viktige beskjeder

### Den obligatoriske oppgaven:

- oppgavetekst kunngjøres fredag 28.september
- frist for innlevering i Fronter er mandag 15.oktober
- oppgaven må inneholde erklærings skjema og egen forside

For mer informasjon om oppgaven, se emnesiden.

### Seminaroppgavene:

- det har skjedd endringer/omrokking i seminaroppgavene f.o.m. femte seminaruke (nyeste utgaver er fra mandag 3.sept)
- seminarene uke 37: oppgave til kapittel 4 i Weil-boka (inkluderer ikke 'review questions')

## En kort oppsummering så langt

### Kapittel 1 og 2 i Weil-boka:

- store forskjeller mellom land i inntektsnivå og vekstrater
- 'the power of compound growth' (om eksponentiell vekst)
- et rammeverk for analysen av økonomisk vekst

### Kapittel 3 i Weil-boka:

- Solow-modellen, bygget opp av: (i) en produksjonsfunksjon med konstant skalautbytte og positivt, avtagende marginalprodukt og (ii) et uttrykk for endringen i kapitalbeholdningen per arbeider over tid

### Kapittel 4 i Weil-boka:

- Befolkningsvekst: (i) Malthus-modellen, (ii) befolkningsvekst i Solow-modellen og (iii) den demografiske overgangen

## Solow-modellen uten befolkningsvekst (kapittel 3 i Weil-boka)

Vi ser på en lukket økonomi, hvor  $Y = C + I$ .

Produksjonsfunksjonen  $F(K, L)$  har konstant skalautbytte (homogen av grad 1) og positivt, avtagende marginalprodukt.

Vi skriver modellen på intensivform (dvs uttrykt per arbeider).

Antar at en andel ( $\gamma$ ) av produksjonen ( $y$ ) investeres og at en andel ( $\delta$ ) av kapitalbeholdningen per arbeider ( $k$ ) depresierer.

Endringen i kapitalbeholdningen per arbeider ( $k$ ) over tid:

$$\dot{k} = \gamma f(k) - \delta k \quad (\text{ingen befolkningsvekst})$$

## Solow-modellen med befolkningsvekst (kapittel 4 i Weil-boka)

I kapittel 4 i Weil-boka utvides Solow-modellen med befolkningsvekst, hvor  $n = \dot{L}/L$  er vekstraten til befolkningen (vi antar at vekstraten til befolkningen er lik vekstraten til arbeidsstyrken, se fotnoten på side 95 i Weil)

Dermed får vi følgende uttrykk for endringen i kapitalbeholdningen per arbeider:  $\dot{k} = \gamma f(k) - (\delta + n)k$

(Se neste side for utregning.)

## Endring i $k$ over tid: utregning med logaritmer

$$k = K/L \quad (k \text{ er kapitalbeholdningen per arbeider})$$
$$\implies \ln k = \ln K - \ln L$$

$$\frac{d \ln k}{dt} = \frac{d \ln K}{dt} - \frac{d \ln L}{dt}$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \quad (\text{se regneregler fra forrige forelesning})$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{K}}{L} - k \frac{\dot{L}}{L} = \frac{\gamma Y - \delta K}{L} - kn = \gamma y - (\delta + n)k$$

$$\implies \dot{k} = \gamma f(k) - (\delta + n)k$$

# Dagens forelesning

Tema for dagens forelesning:

- (1) Humankapital og inntektsforskjeller
- (2) Produktivitetsmåling

Pensum for dagens forelesning:

Weil-boka, kapittel 6 og 7



# Humankapital og inntektsforskjeller

*Humankapital* er et mål på kvaliteten på arbeidernes arbeid, som bl.a. påvirkes av arbeidernes **helse** og **utdanning**.

Hvordan kan forskjeller i lands *humankapital* bidra til å forklare inntektsforskjeller mellom land?

# Humankapitalens karakteristika

Egenskaper ved humankapital:

- (1) produktiv innsatsfaktor (med økt humankapital kan man øke produksjonen)
- (2) produseres (i motsetning til f.eks. naturressurser)
- (3) kan gi avkastning (f.eks. høyere lønn fra økt produktivitet)
- (4) verdien forringes over tid (depresiering)

## Hvorfor investere i helse?

Bedre helse er verdifullt i seg selv: gir økt livskvalitet.

Bedre helse kan også bidra til økt produktivitet: flere orker å arbeide og de som allerede arbeider orker å arbeide hardere.

Se FIGUR 6.1 og 6.2 i Weil-boka.

## Endogenitet: helse og inntekt

Helse og inntekt er endogene variable. Rikere land har bedre mulighet til å skaffe vaksiner, sikre rent vann og skape trygge arbeidsforhold.

Se FIGUR 6.3 i Weil-boka: interaksjonen mellom helse ( $h$ ) og inntekt per innbygger ( $y$ ). Den positive effekten som inntekt har på helse er sterkest for lave inntektsnivå.

Se FIGUR 6.4 i Weil-boka: effekten av et eksogent skift i inntekt (direkte effekt, multiplikatoreffekt)

Se FIGUR 6.5 a og 6.5b i Weil-boka: hvilken kanal er viktigst?

## Hvorfor investere i utdanning?

Utdanning er verdifullt i seg selv: gir økt livskvalitet.

Bedre utdanning kan også bidra til økt produktivitet

Se TABELL 6.1 i Weil-boka.

“People work with their minds as well as with their bodies.”  
(Weil, s.161)

## Estimerte tall for USA: belønningen for høyere utdanning

Se FIGUR 6.7 og TABELL 6.8 i Weil-boka.

Andelen arbeid utført av arbeidere med høyere utdanning har økt betydelig over perioden 1940–2005 i USA.

Til tross for økt tilbud, har belønningen av høyere utdanning økt betydelig siden 1980 (mulige forklaringer: internasjonal handel, teknologisk fremgang).

## Hvordan kan vi beregne avkastningen av utdanning?

Se FIGUR 6.6 og TABELL 6.2 i Weil-boka.

Økningen i lønninger per år er estimert til 13.4% for 1.-4.klasse, 10.8% for 5.-8.klasse og 6.8% for utdanning utover 8 år.

Som forventet at avkastningen er høyest for de laveste trinnene (når barna lærer seg de mest grunnleggende kunnskapene).

## BNP-andeler

Vi har antatt (kap.3 i Weil-boka) at kapitalens andel av nasjonal inntekt er  $1/3$  ( $\alpha = 1/3$  i Solow-modellen med Cobb-Douglas produksjonsfunksjonen), mens arbeidernes andel av nasjonal inntekt dermed er  $2/3$ .

Hvor mye av arbeidernes andel av nasjonal inntekt skyldes humankapital og hvor mye skyldes 'rå arbeidskraft'?

Se FIGUR 6.9 og FIGUR 6.10 i Weil-boka.



## Andeler av nasjonal inntekt

Se FIGUR 6.9 og FIGUR 6.10 i Weil-boka.

I utviklingsland: anslagsvis  $1/3$  av BNP er humankapital,  $1/3$  fysisk kapital og  $1/3$  rå arbeidskraft.

I avanserte økonomier: anslagsvis 43.3% av BNP er humankapital, 33.3% (en tredjedel) fysisk kapital og 23.3% rå arbeidskraft.

# Utdanning og inntekt

Weil (s.174) ser på sammenhengen mellom forskjeller i lands nivå på humankapital og inntektsnivå. (Ser bare på humankapital som utdanning her.)

Se FIGUR 6.11 i Weil-boka.

## Solow-modellen

Vi endrer på Cobb-Douglas produksjonsfunksjonen,

$$\begin{aligned} Y &= AK^\alpha(hL)^{1-\alpha} \\ &= h^{1-\alpha}AK^\alpha L^{1-\alpha} \end{aligned}$$

hvor  $h$  er mengden arbeidsinnsats per arbeider.

Vi antar at alle arbeiderne i et land er lik, sånn at  $hL$  er den totale arbeidsinnsatsen i landet.

Det nye er altså at det gamle målet på produktiviteten ( $A$ ) nå har blitt erstattet med  $h^{1-\alpha}A$ .

## Nytt uttrykk for $y^{ss}$

Ved å benytte uttrykket for  $y^{ss}$  fra kap.4 og at det gamle målet på produktiviteten ( $A$ ) nå har blitt erstattet med  $h^{1-\alpha}A$ , får vi,

$$y^{ss} = h \times \left[ A^{1/(1-\alpha)} \left( \frac{\gamma}{n + \delta} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} \right]$$

Produksjonen i stasjonærtilstanden er altså direkte proporsjonal med  $h$ , målet på arbeidsinnsats per arbeider.

## Prediksjoner fra Solow-modellen

Tenk på to land,  $i$  og  $j$ , begge i 'steady state', som kun har forskjellig arbeidsinnsats ( $h_i$  for land  $i$  og  $h_j$  for land  $j$ ).

Vi antar altså at  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $A$  og  $\gamma$  tar samme verdi for de to landene.

$$\frac{y_i^{ss}}{y_j^{ss}} = \frac{h_i \times \left[ A^{1/(1-\alpha)} \left( \frac{\gamma}{n+\delta} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} \right]}{h_j \times \left[ A^{1/(1-\alpha)} \left( \frac{\gamma}{n+\delta} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} \right]} = \frac{h_i}{h_j} \quad (6.1)$$

$\implies$  Hvis arbeidsinnsatsen er dobbelt så stor i det ene landet (alt annet likt mellom landene), så vil produksjonen i stasjonærtilstanden også være dobbelt så stor i dette landet.

## Kvantitative prediksjoner med Solow-modellen

Tidligere estimat: økningen i lønninger per år var 13.4% for 1.-4.klasse, 10.8% for 5.-8.klasse og 6.8% for utdanning utover 8 år. Bruk dette som estimat på økningen i arbeidstilbudet.

La gjennomsnittlig antall år med skolegang være 12 for land  $i$  og 2 for land  $j$  og la  $h_0$  være arbeidsinnsatsen per arbeider i et land med null utdanning. Da har vi at,

$$h_i = 1,134^4 \times 1,101^4 \times 1,068^4 \times h_0 = 3.16 \times h_0$$

$$h_j = 1,134^2 \times h_0 = 1,29 \times h_0$$

Ved bruk av ligning 6.1 (med gitte antagelser), har vi,

$$\frac{y_i^{ss}}{y_j^{ss}} = \frac{h_i}{h_j} = \frac{3,16 \times h_0}{1,29 \times h_0} = 2.47$$

## Teori versus data: empirisk testing av Solow-modellen

Se FIGUR 6.12 i Weil-boka. Det gjøres samme type antagelser som på forrige side, nå testet ut ved hjelp av tverrsnittsdata.

Perfekt modell? Datapunktene ville ligge langs  $45^\circ$ -linjen.

Ingen forklaringskraft? Da ville vi forvente at det ikke var noe synlig mønster for datapunktene.

(Antatt at  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $A$  og  $\gamma$  tar samme verdi for alle land.)

Se FIGUR 6.12 opp mot FIGUR 3.7 fra kapittel 3 i Weil-boka.

# Kvaliteten på skolegangen

Forskjeller i kvaliteten på skolegang mellom land: antall studenter per lærer, hvor gode er lærerne, tilgang til pensumbøker etc

Se FIGUR 6.13 i Weil-boka.

Humankapital: positive eksternaliteter



# OVER TIL NYTT TEMA: Produktivitetsmåling

Produktiviteten sier hvor effektivt vi bruker produksjonsfaktorene.

Produktivitetsvekst er en viktig forklaring på langsiktig økonomisk vekst.

# Produksjonsfunksjonen: repetisjon

Se FIGUR 7.1 (samme som FIGUR 2.1) i Weil-boka.

Produksjonsfunksjonen er konkav:  
en økning i produksjonsfaktorene gir økt produksjon, men  
marginalproduktet er avtagende

Se FIGUR 7.2 i Weil-boka: kilder til ulik produksjon,  
faktorakkumulering og/eller produktivitet? Vi trenger mer  
informasjon om produksjonsfunksjonen.

## Produktivitet i Solow-modellen

Cobb-Douglas produksjonsfunksjonen (per arbeider) fra kap.6,

$$y = Ak^\alpha h^{1-\alpha}$$

$y$  er produksjonen per arbeider,  $A$  er et mål på produktiviteten,  $k$  er kapitalbeholdningen per arbeider,  $h$  er arbeidsinnsatsen per arbeider, og  $\alpha \in (0, 1)$

$$\text{produksjonsfaktorene} = k^\alpha h^{1-\alpha}$$

$$\text{produksjon} = \text{produktivitet} \times \text{produksjonsfaktorene}$$

## 'Development accounting'

Vi bryter opp inntektsforskjellene: (i) produktivetsforskjeller og (ii) forskjeller i faktorakkumulering:

$$\frac{y_1}{y_2} = \left( \frac{A_1}{A_2} \right) \left( \frac{k_1^\alpha h_1^{1-\alpha}}{k_2^\alpha h_2^{1-\alpha}} \right) \quad (7.1)$$

forhold mellom produksjon = forhold mellom produktivitet  
× forhold mellom prod.faktorene

forhold mellom produktivitet =  $\frac{\text{forhold mellom produksjon}}{\text{forhold mellom prod.faktorene}}$

## Development accounting

Produktivitetsforskjeller mellom land 1 og land 2  
(**'development accounting'**),

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\left(\frac{y_1}{y_2}\right)}{\left(\frac{k_1^\alpha h_1^{1-\alpha}}{k_2^\alpha h_2^{1-\alpha}}\right)} \quad (7.2)$$

Se TABELL 7.1 i Weil-boka.

## Development accounting

Vi bruker verdiene fra **TABELL 7.1** i Weil-boka.

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\left(\frac{24}{1}\right)}{\left(\frac{27^{1/3} \times 8^{2/3}}{1^{1/3} \times 1^{2/3}}\right)} = \frac{24}{\left(\frac{3 \times 4}{1}\right)} = 2$$

Gitt disse tallverdiene, er altså produktiviteten i land 1 dobbelt så høy som i land 2.

## Sammenligning mellom 11 land: store forskjeller i produktivitet

Vi gjentar analysen med 2005-data fra 11 land, inkludert Norge. Legg merke til de store forskjellene i produktivitet.

Se TABELL 7.2 i Weil-boka.

USA er i følge denne analysen mer enn tre ganger så produktive som India og mer enn syv ganger så produktive som Zambia.

# Produktivitetsforskjeller og inntektsforskjeller

forhold mellom produksjon = forhold mellom produktivitet  
× forhold mellom prod.faktorene

Se FIGUR 7.3 og FIGUR 7.4 i Weil-boka. hvor er forskjellene (relativt til USA) størst for hver av de fem inntektsgruppene: størst for produktivitet eller faktorakkumulering?



## Fra nivå til vekst: 'growth accounting'

Cobb-Douglas produksjonsfunksjonen (per arbeider) fra kap.6,

$$y = Ak^\alpha h^{1-\alpha} \quad (\text{ neste steg på tavla})$$

Vekstratene er gitt ved,

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha \frac{\dot{k}}{k} + (1 - \alpha) \frac{\dot{h}}{h}$$

Ved å skrive om uttrykket (flytte  $\frac{\dot{A}}{A}$  på venstresida),

vekst i produktiviteten = vekst i produksjonen

– vekst i produksjonsfaktorene

**'growth accounting'**

## Fiktivt talleksempel

Ved å bruke “hatt”-notasjon for vekst ( $\hat{A} = \frac{\dot{A}}{A}$  osv)

$$\hat{A} = \hat{y} - \alpha \hat{k} - (1 - \alpha) \hat{h}$$

Se [TABELL 7.3 i Weil-boka](#): ved bruk av dette fiktive talleksempel, får vi,

$$\hat{A} = 0,04 - \frac{1}{3} \times 0,02 + \frac{2}{3} \times 0,02 = 0,02$$

dvs basert på disse tallverdiene, var gjennomsnittlig produktivitetsvekst 2% per år over perioden

## Faktiske data

Ved å bruke tall fra USA fra perioden 1970–2005, får vi,

$$\hat{A} = \hat{y} - \alpha \hat{k} - (1 - \alpha) \hat{h}$$

$$\hat{A} = 0,0157 - \frac{1}{3} \times 0,0215 - \frac{2}{3} \times 0,0028 = 0,0066$$

det vil si at gjennomsnittlig produktivitetsvekst i USA var 0,66% per år over denne perioden.

Gjennomsnittlig produksjonsvekst per arbeider per år i USA over denne perioden var 1,57%, så produktivitetsveksten forklarte 42% (= 0,66/1.57) av produksjonsveksten i USA over denne perioden.

## Forskjeller i produktivetsvekst

Forskjeller mellom land:

(1) inntektsnivå (produksjonsfaktorene forklarer mer av variasjonen (56%) enn produktiviteten (44%))

(2) inntektsvekst (produktivetsvekst forklarer mer av variasjonen (65%) enn vekst i produksjonsfaktorene (35%))

Se FIGUR 7.5 og 7.6 i Weil-boka.

'development accounting' vs. 'growth accounting'

# Neste forelesning

Tema for neste forelesning:  
Teknologi

Pensum for neste forelesning:  
Weil-boka, kapittel 8 og 9, unntatt appendikset til kapittel 8