

# Reeksamen på Økonomistudiet vinter 2019-20

## Makroøkonomi I

(3-timers skriftlig prøve uden hjælpemidler)

17. februar 2020

Dette eksamenssæt består af 7 sider inkl. denne forside.

**Syg under eksamen:** Bliver du syg under selve eksamen på Peter Bangs Vej, skal du kontakte en eksamensvagt for at få hjælp til registreringen i systemet som syg og til at aflevere blankt. Derefter forlader du eksamen. Når du kommer hjem, skal du kontakte din læge og indsende lægeerklæring til Det Samfundsvidenskabelige Fakultet senest en uge efter eksamensdagen.

**Pas på, du ikke begår eksamenssnyd!** Det er eksamenssnyd, hvis du under prøven:

- Bruger hjælpemidler, der ikke er tilladt
- Kommunikerer med andre eller på anden måde modtager hjælp fra andre
- Kopierer andres tekster uden at sætte citationstegn eller kildehenvise, så det ser ud som om det er din egen tekst
- Bruger andres idéer eller tanker uden at kildehenvise, så det ser ud som om det er din egen idé eller dine egne tanker
- Eller hvis du på anden måde overtræder de regler, der gælder for prøven

Du kan læse mere om reglerne for eksamenssnyd på Din Uddannelsesside og i Rammestudieordningens afs. 4.12.

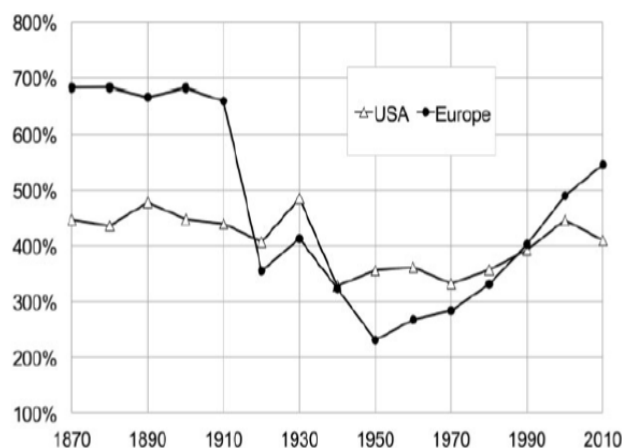
# Opgave 1: Balanceret vækst

## 1.1

Redegør for begrebet "balanceret vækst" og forklar, hvordan dette begreb bruges i opbygningen af de teoretiske vækstmodeller i pensumbogen.

## 1.2

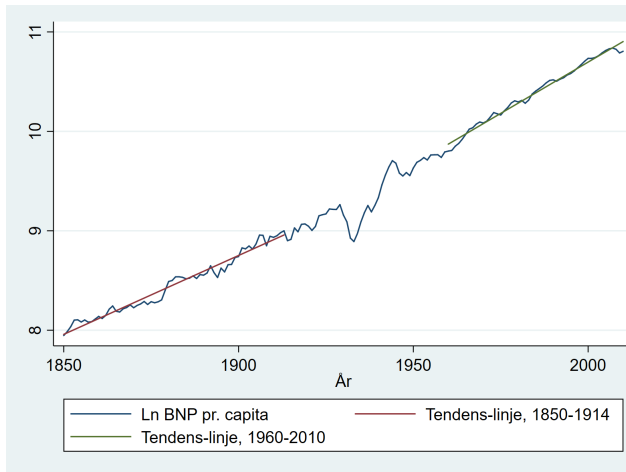
Figur 1.2 er fra artiklen "Capital is back: wealth-income ratios in rich countries, 1700-2010" af T. Piketty og G. Zucman. Den viser kapital-output forholdet for USA og Europa fra 1870 til 2010. Forklar først kort, hvad Figur 1.2 betyder for økonomisk ulighed og diskuter derefter om disse data er forenelige med balanceret vækst.



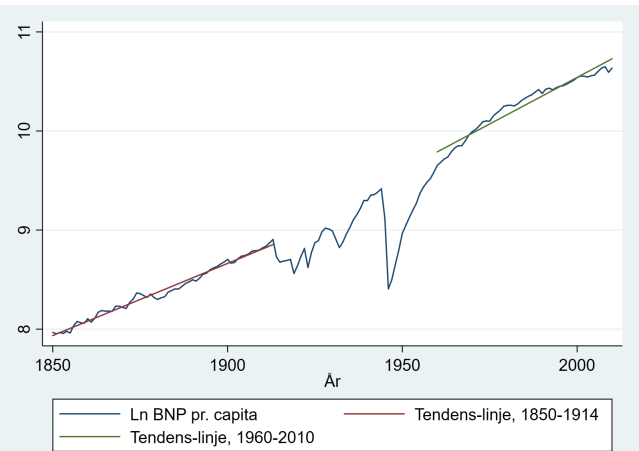
Figur 1.2

## 1.3

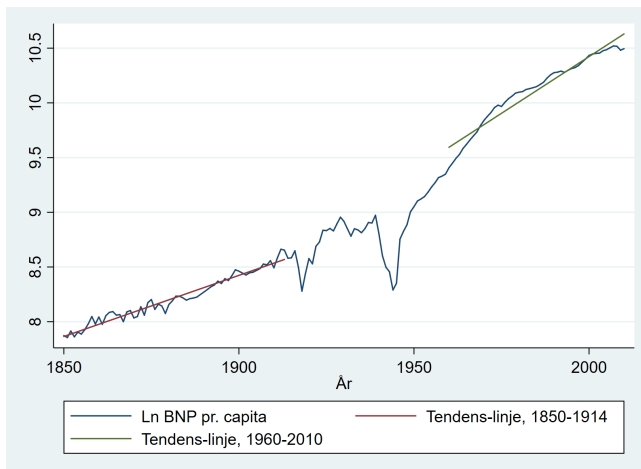
Figur 1.3A-1.3C (på næste side) viser udviklingen i  $\ln$  til BNP pr. capita for USA, Tyskland og Frankrig (blå kurver) og de rette linjer er tendens-linjer for tidsperioderne 1850-1914 og 1960-2010. Forklar først hvad figurerne fortæller os om konvergens og diskuter derefter om disse data er forenelige med balanceret vækst.



Figur 1.3A: USA



Figur 1.3B: Tyskland



Figur 1.3C: Frankrig

## Opgave 2: Solowmodel med olie og klimaforandringer

Ligningerne (1)-(7) nedenfor udgør en Solowmodel for en lukket økonomi med en udtømmelig naturressource (olie) og økonomiske skader fra klimaforandringer:

$$Y_t = [1 - D_t] K_t^\alpha (A_t L_t)^\beta E_t^\varepsilon, \quad \alpha, \beta, \varepsilon > 0, \quad \alpha + \beta + \varepsilon = 1, \quad (1)$$

$$D_t = 1 - \left( \frac{R_t}{R_0} \right)^\phi, \quad \phi \geq 0, \quad (2)$$

$$R_{t+1} = R_t - E_t, \quad R_0 > 0 \text{ givet}, \quad (3)$$

$$E_t = s_E R_t, \quad 0 < s_E < 1, \quad (4)$$

$$K_{t+1} = sY_t + (1 - \delta)K_t, \quad 0 < s < 1, \quad 0 < \delta < 1, \quad K_0 > 0 \text{ givet}, \quad (5)$$

$$L_{t+1} = (1 + n)L_t, \quad L_0 > 0 \text{ givet}, \quad (6)$$

$$A_{t+1} = (1 + g)A_t, \quad A_0 > 0 \text{ givet}. \quad (7)$$

Ligning (1) angiver en Cobb-Douglas produktionsfunktion, der beskriver den samlede produktion eller output ( $Y_t$ ) som funktion af fysisk kapital ( $K_t$ ), arbejdere ( $L_t$ ), teknologiniveauet ( $A_t$ ) og olie ( $E_t$ ). Det antages, at klimaforandringer reducerer produktionen med én andel  $D_t$ ; dvs. en skadet del af produktionen ( $D_t Y_t$ ) mistes og andelen  $1 - D_t$  af produktionen "overlever" til forbrug og investeringer. Skaderne ved klimaforandringer er givet ved ligning (2), hvor den grundlæggende ide er, at klimaskaderne afhænger af det samlede forbrug af oliebeholdningen. Fx hvis økonomien ikke har brugt af oliebeholdningen ( $R_t = R_0$ ), så er der ingen CO<sub>2</sub> i atomsfæren, hvilket betyder at klimaet er uforandret og der er ingen klimaøkonomiske skader ( $D_t = 0$ ) og 100% af produktionen overlever. Udviklingen i den samlede oliebeholdningen ( $R_t$ ) er beskrevet ved ligningerne (3) og (4), hvor  $E_t$  er forbruget af olie i produktionen og  $s_E$  er udvindingsraten. Fysisk kapital udvikler sig som beskrevet ved ligning (5), hvor  $s$  er opsparingsraten og  $\delta$  er nedslidningsraten. Ligningerne (6) og (7) angiver, hvordan teknologiniveauet ( $A_t$ ) og arbejdere ( $L_t$ ) udvikler sig over tid. Udover at inkludere økonomiske skader fra klimaforandringer fungerer modellen ligesom i pensumbogens kapitel 7. Vi anvender følgende definitioner:  $y_t \equiv Y_t/L_t$ ,  $k_t \equiv K_t/L_t$ ,  $e_t \equiv E_t/L_t$  og  $z_t \equiv k_t/y_t$ . Endvidere defineres de approksimative vækstrater for BNP og kapital pr. arbejder:  $y_t^g \equiv \ln y_{t+1} - \ln y_t$  og  $k_t^g \equiv \ln k_{t+1} - \ln k_t$ .

## 2.1

Vis at BNP pr. arbejder kan skrives som:

$$y_t = [1 - D_t] k_t^\alpha A_t^\beta e_t^\varepsilon. \quad (8)$$

Vis endvidere at den approksimative vækstrate i BNP pr. arbejder er givet ved:

$$g_t^y = \alpha g_t^k + \beta g - \varepsilon n - \varepsilon s_E, \quad (9)$$

hvis  $\phi = 0$ . Hvorfor reduceres væksten i BNP pr. arbejder, når befolkningsvæksten øges (dvs.  $\partial g_t^y / \partial n < 0$ )?

## 2.2

Start med at skitsere hvordan de klimaøkonomiske skader ( $D_t$ ) udvikler sig over tid hvis  $\phi > 0$ . Derefter svar på hvor stor en andel af produktionen, der "tabes" til klimaforandringer i år  $t = 50$ , hvis  $s_E = 0,005$  og  $\phi = 1$ ?

## 2.3

Vis at under balanceret vækst - hvor det gælder at  $z_{t+1} = z_t = z^*$  - kan den approksimative vækstrate i BNP pr. arbejder udtrykkes som:

$$g^y = \frac{\beta}{\beta + \varepsilon} g - \frac{\varepsilon}{\beta + \varepsilon} n - \frac{\varepsilon}{\beta + \varepsilon} s_E - \frac{\phi}{\beta + \varepsilon} s_E. \quad (10)$$

Givet plausible parameterværdier (dvs.  $\alpha = 0,2$ ;  $\beta = 0,6$ ;  $g = 0,027$ ;  $n = 0,01$ ;  $s_E = 0,005$ ), hvor stor en betydning har klimaforandringer for steady-state vækst i BNP pr. arbejder?  
*Hint: dit svar kan tage udgangspunkt i, at størrelsen af  $\phi$  er ubekendt.*

## 2.4

Vis at modellen indebærer følgende transitionsligning for kapital-output forholdet:

$$z_{t+1} = \left( \frac{1}{1 - s_E} \right)^{\varepsilon + \phi} \left( \frac{1}{(1 + n)(1 + g)} \right)^{\beta} (s + (1 - \delta)z_t)^{1 - \alpha} z_t^{\alpha}. \quad (11)$$

Hvordan påvirker klimaforandringer kapital-output forholdet? Begrund dit svar.

I de næste to delspørgsmål (2.5 og 2.6) skal du bl.a. simulere modellen vha. Excel. Til dette formål skal du bruge følgende parameterverdier:

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,2; \quad \beta = 0,6; \quad \delta = 0,05; \quad s = 0,3; \\ g &= 0,027; \quad n = 0,01; \quad s_E = 0,005; \\ A_0 &= K_0 = L_0 = R_0 = 1. \end{aligned} \quad (12)$$

## 2.5

Vis vha. simulering i Excel, at modellen udviser balanceret vækst - både med og uden klimaforandringer (dvs. for  $\phi = 0,5$  og  $\phi = 0$ ). Du skal vedlægge en relevant(e) figur(er), der viser dette fra din simulering som svar. *Hint: for at vise balanceret vækst må du gerne nøjes med at vise, at kapital pr. arbejder og BNP pr. arbejder vokser med samme hastighed.*

Hvad er vækstraten i BNP pr. arbejder på den balanceret vækststi med og uden klimaforandringer?

## 2.6

Vis vha. simulering i Excel, hvordan BNP pr. arbejder udvikler sig med klimaforandringer ( $\phi = 0,5$ ) relativt til BNP pr. arbejder uden klimaforandringer ( $\phi = 0$ ) fra år  $t = 0$  til år  $t = 100$  (dvs.  $y_t^{\phi=0,5}/y_t^{\phi=0}$ ). Hvor meget lavere er BNP pr. arbejder (i %) efter 100 år med klimaforandringer relativt til et scenarie uden klimaforandringer?

## 2.7

Du skal til sidst reflektere over robustheden af dine resultater i Opgave 2. Her skal du særligt fokusere på, hvorfor det er muligt at have positiv langsigtet vækst i BNP pr. arbejder - jvf. ligning (10) - på trods af, at de økonomiske skader fra klimaforandringer vil nærme sig 100% over tid (dvs.  $t \rightarrow \infty \Rightarrow D_t \rightarrow 1$ ).