

Eksamen på Økonomistudiet vinter 2019-20

Makroøkonomi I

(3-timers skriftlig prøve uden hjælpemidler)

9. januar 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: Befolkning og økonomisk vækst

1.1

Forklar med ord hvordan et fald i befolkningsvækstraten (n) påvirker vækst i BNP pr. arbejder på kort og længere sigt i den generelle Solowmodel (pensumbogens kapitel 5). Beskriv herefter forskelle/ligheder til, hvis vi betragtede en lignende ændring, men i Solowmodellen med humankapital (pensumbogens kapitel 6) i stedet.

1.2

Betragt den basale Solowmodel (pensumbogens kapitel 3) uden konstant befolkningsvækst ($n = 0$). Vis ved hjælp af relevante diagrammer, hvordan økonomien udvikler sig over tid, hvis der sker et engangsfald i befolkningsstørrelsen (L). Forklar den økonomisk intuition bag dine resultater.

1.3

Figur 1 (på side 7) viser total fertilitetsrater for udvalgte lande (USA, Indien og Kina) og udvalgte områder (verden og højindkomstlande) over tidsperioden 1950-2015. Total fertilitetsrater angiver det forventede antal børn én kvinde vil få i hendes reproduktive år (15-49). For at kompensere for dødelighed skal total fertilitetsrater være lidt større end to for at holde befolkningsstørrelsen konstant. Det ses at USA, Kina og højindkomstlande allerede i dag har fertilitetsrater under to, og hvis udviklingen forsætter som hidtil vil det også gælde for Indien og verden som helhed i fremtiden. Diskuter, med udgangspunkt i modellerne fra pensumbogens kapitel 7, 8 og 9, hvilke implikationer udviklingen i fertilitet (som dokumenteret i Figur 1) kan have haft for økonomisk vækst over tidsperioden 1950-2015, og hvad den fremtidige udviklingen i fertilitet kan have for fremtidig økonomisk vækst. I din diskussion kan du komme ind på hvilke modeller, der passer bedst til de forskellige lande/områder angivet i Figur 1.

Opgave 2: Klimaforandringer og økonomisk vækst

Ligningerne (1)-(5) nedenfor udgør en variant af den generelle Solowmodel med økonomiske skader fra klimaforandringer:

$$Y_t = [1 - D] K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1, \quad (1)$$

$$D = 1 - \frac{1}{1 + \sigma (\Delta T)^2}, \quad \sigma > 0, \quad (2)$$

$$K_{t+1} = sY_t + (1 - \delta)K_t, \quad 0 < s < 1, \quad 0 < \delta < 1, \quad K_0 > 0 \text{ givet}, \quad (3)$$

$$A_{t+1} = (1 + g)A_t, \quad A_0 > 0 \text{ givet}, \quad (4)$$

$$L_{t+1} = (1 + n)L_t, \quad L_0 > 0 \text{ givet}. \quad (5)$$

Ligning (1) angiver en Cobb-Douglas produktionsfunktion, der beskriver den samlede produktion (Y_t) som funktion af fysisk kapital (K_t), befolkningsstørrelsen (L_t) og teknologiniveauet (A_t). Vi antager, at klimaforandringer reducerer produktionen med én andel D ; dvs. en skadet del af produktionen (DY_t) mistes og andelen $1 - D$ af produktionen "overlever" til forbrug og investeringer. Skaderne ved klimaforandringer er givet ved ligning (2), hvor ΔT måler temperatureændringer. Fysisk kapital udvikler som beskrevet ved ligning (3), hvor s er opsparingsraten og δ er nedslidningsraten. Ligningerne (4) og (5) angiver, hvordan teknologiniveauet (A_t) og befolkningen (L_t) udvikler sig over tid.

Udover at inkludere økonomiske skader fra klimaforandringer fungerer modellen ligesom i pensumbogens kapitel 5 hvilket vil sige, at den repræsentative virksomhed maksimerer profitten, og der eksisterer faktormarkeder for fysisk kapital og arbejdskraft. Vi anvender bl.a. følgende definitioner:

$$\tilde{y}_t \equiv \frac{Y_t}{A_t L_t} = \frac{y_t}{A_t}; \quad \tilde{k}_t \equiv \frac{K_t}{A_t L_t} = \frac{k_t}{A_t}. \quad (6)$$

2.1

Opstil den repræsentative virksomheds profitmaksimeringsproblem. Find herefter reallønnen (w_t) og reallejesatsen (r_t). Hvordan påvirker klimaforandringer faktorpriserne?

2.2

Vis at transitionsligningen for kapital pr. effektiv arbejder kan skrives som:

$$\tilde{k}_{t+1} = \frac{1}{(1+n)(1+g)} \left(s [1-D] \tilde{k}_t^\alpha + (1-\delta)\tilde{k}_t \right). \quad (7)$$

Vis grafisk, at modellen konvergerer mod steady-state værdien \tilde{k}^* og forklar den bagvedliggende økonomiske intuition.

Figur 2 (på side 7) angiver forskellige modeller for fremtidige temperaturændringer. Den blå nederste kurve viser fx, at den globale gennemsnitstemperatur øges med ca. $1^\circ C$ over de næste 100 år i et scenarie med "lidt CO2-udledning", og den røde kurve viser en global temperaturstigning på omkring $4^\circ C$ over de næste 100 år i et scenarie med "meget CO2-udledning". Et nyere metastudie af Nordhaus og Moffat (2017) viser, at de mest pessimistiske estimater i litteraturen tyder på, at temperaturstigninger på $4^\circ C$ er forbundet med ca. 17,5% tab af produktionen (dvs. $D = 0,175$).

2.3

Antag at økonomien oprindeligt er på en balanceret vækststi (dvs. i steady state) uden klimaforandringer ($\Delta T = 0$). Herefter udfolder det værst tænkelige klimascenarie sig med temperaturstigninger på $4^\circ C$ og tilhørende skader på 17,5%. Under antagelsen at $\alpha = 1/3$, hvor meget reduceres BNP pr. effektiv arbejder med på den nye balanceret vækststi med klimaforandringer ift. udgangspunktet? Forklar den økonomiske intuition bag dit resultat.

2.4

Find transitionsligningen for kapital-output forholdet ($z_t = k_t/y_t$) og forklar hvordan klimaforandringer påvirker dette mål for økonomisk ulighed mellem kapitalejere og arbejdere.

Hint: evt. start med at $z_{t+1} = K_{t+1}/Y_{t+1}$ og indsæt i dette udtryk bl.a. ligningerne (1) og (3).

I de sidste delspørgsmål skal du bl.a. simulere modellen vha. Excel. Til dette formål skal du bruge følgende parameterverdier:

$$\begin{aligned}\alpha &= 0,33; \quad s = 0,30; \quad \delta = 0,05; \\ g &= 0,02; \quad n = 0,01; \\ A_0 &= L_0 = 1; \quad K_0 = 7,235.\end{aligned}\tag{8}$$

Bemærk at K_0 er sat således at $K_0 = \tilde{k}^* = k_0$ (eftersom $A_0 = L_0 = 1$) under antagelsen $D = 0$.

Bemærk: du skal vedlægge relevante figurer fra Excel som dokumentation for, at du har løst opgaverne. Hvis du ikke er i stand til at konstruere disse figurer, kan du vedlægge screenshots fra Excel, så jeg kan få indblik i, hvor langt du er kommet med simuleringerne.

2.5

I dette delspørgsmål skal du vise, hvordan BNP pr. arbejder udvikler sig over tid uden klimaforandringer ($D = 0$), givet parameterverdierne i (8). Antag at økonomien er på den balanceret vækststi i år $t = 0$ (dvs. $\tilde{k}_0 = \tilde{k}^*$). Ved hjælp af simulering i Excel, vis hvordan BNP pr. arbejder udvikler sig over tid fra år $t = 0$ til år $t = 100$ relativt til BNP pr. arbejder i basisåret $t = 0$ (dvs. vis udviklingen i y_t/y_0). Hvad er den årlige vækstrate i BNP pr. arbejder over denne tidsperiode?

Bemærk: Du behøver faktisk ikke simulering til at løse denne delopgave, men det er brugbart at løse den som simulering for at sammenligne med svarene til de næste to delspørgsmål.

2.6

På samme fremgangsmåde som i forrige delspørgsmål skal du nu vise, hvordan BNP pr. arbejder udvikler sig relativt til BNP pr. arbejder i år $t = 0$ (dvs. y_t/y_0), men nu med klimaforandringer. Du skal bruge det værste tænkelige klimascenarie som beskrevet i delspørgsmål 2.3 (dvs. $D = 0,175$) og - lidt urealistisk - antage at alle klimaforandringer sker på én gang i år $t = 1$. Beregn den gennemsnitlige årlige vækstrate i BNP pr. arbejder over perioden. Kommenter på dine resultater i relation til hvad "worst-case klimascenariet" betyder for fremtidige forbrugsmuligheder.

Bemærk: du kan med fordel vise udviklingen i relativ BNP pr. arbejder med klimaforandringer i samme figur som relativ BNP pr. arbejder uden klimaforandringer fra delspørgsmål 2.5. Det samme gør sig gældende for delspørgsmål 2.7.

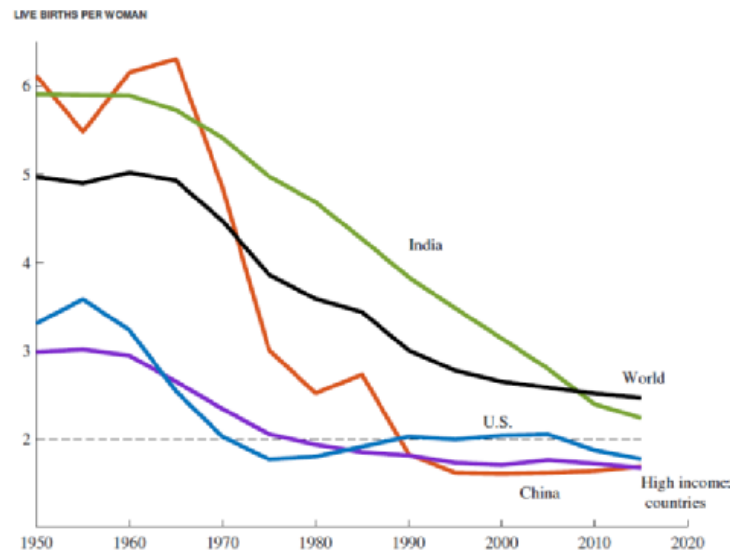
2.7

I forrige delspørgsmål antog vi, at alle klimaforandringer skete i år $t = 1$. Ifølge Figur 2 (på side 7) er dette ikke særlig realistisk. I dette delspørgsmål skal du derfor i stedet antage, at temperaturen stiger med $4/100 = 0,04^\circ C$ pr. år de næste 100 år. Sammenhængen mellem økonomiske skader i år t og temperaturstigningen i år t er givet ved:

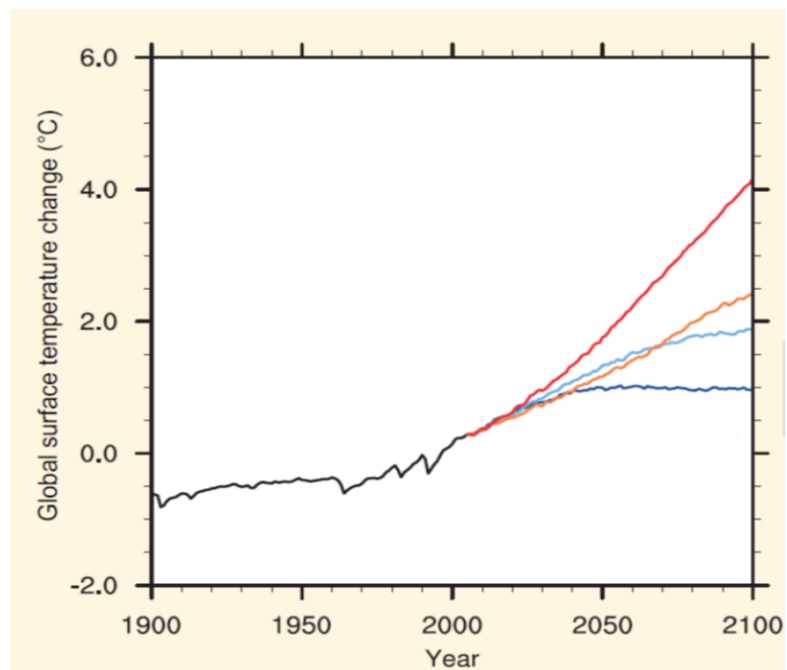
$$D_t = 1 - \frac{1}{1 + \sigma (\Delta T_t)^2}. \quad (9)$$

Hvad skal σ være for at $D_{100} = 0,175$ for $\Delta T_{100} = 4^\circ C$? Brug nu denne kalibrering sammen med ligning (9) og $\Delta T_t = 0,04 \times t$ til at simulere hvordan BNP pr. arbejder udvikler sig fra år $t = 0$ til år $t = 100$ relativt til BNP pr. arbejder i år $t = 0$.

Til sidst skal du reflektere over robustheden af dine resultater i hele Opgave 2. Det skal du gøre i relation til 1) hvordan klimaskader er implementeret i denne model og 2) hvis vi havde brugt andre modeller - kendt fra pensumbogen - til at forstå, hvordan klimaforandringer påvirker fremtidig økonomisk vækst (det er fint bare at nævne én anden model).



Figur 1: Total fertilitetsrater



Figur 2: Forskellige modeller for fremtidige temperaturændringer