

Eksamen på økonomistudiet sommer 2014

Miljø-, ressource-og klimaøkonomi

Kandidatfag

5. august 2014

3 timers prøve uden hjælpemidler

(Opgave på 5 sider inklusive denne forside)

(Bemærk: De anførte vægte til de enkelte opgaver er kun indikative. Ved bedømmelsen vil der blive anlagt en helhedsvurdering af besvarelsene)

OPGAVE 1. Fornybare ressourcer og den “Grønne Gyldne Regel” (indikativ vægt 3/4)

Betragt en simpel økonomi, hvor befolkningen lever af det løbende forbrug C af en fornybar naturressource, som er frit tilgængelig og kan udvindes uden omkostninger. Beholdningen af ressourcen på tidspunkt t er $A(t)$, og i hver periode t opnår den repræsentative forbruger nytten $u(C(t), A(t))$, der både afhænger af det løbende forbrug og af den eksisterende ressourcebeholdning. Grænsenytten af det løbende forbrug og af ressourcebeholdningen er positiv, men aftagende, så i hver periode opnås altså nytten

$$u(t) = u(C(t), A(t)), \quad (1)$$

$$u_C \equiv \frac{\partial u}{\partial C} > 0, \quad u_{CC} \equiv \frac{\partial^2 u}{(\partial C)^2} < 0, \quad u_A \equiv \frac{\partial u}{\partial A} > 0, \quad u_{AA} \equiv \frac{\partial^2 u}{(\partial A)^2} < 0.$$

Naturens evne til at forny ressourcen er givet ved funktionen $g(A)$, der altså angiver, hvor mange nye enheder af ressourcen naturen af sig selv frembringer ved en given ressourcebeholdning. Beholdningen af den fornybare ressource ændrer sig derfor over tid i overensstemmelse med differentialligningen

$$\dot{A}(t) \equiv \frac{dA(t)}{dt} = g(A(t)) - C(t). \quad (2)$$

Om tilvækstfunktionen $g(A)$ antages det, at $g(0) = 0$; at $g' \equiv dg/dA > 0$ ved “små” positive værdier af A , og at $g' < 0$ ved “store” positive værdier af A .

Spørgsmål 1.1. I en langsigtlig evægt skal forbruget og ressourcebeholdningen være konstante over tid. Antag nu, at en samfundsplanlægger ønsker at finde den kombination af C og A , som i langsigtlig evægt sikrer den repræsentative forbruger den størst mulige nytte. Vis at denne kombination af C og A må opfylde følgende betingelse, som vi vil kalde den “Grønne Gyldne Regel”:

$$\frac{u_A}{u_C} = -g'. \quad (3)$$

Spørgsmål 1.2. Giv en økonomisk fortolkning af den Grønne Gyldne Regel i ligning (3) (Vink: I den forbindelse kan du med fordel benytte begreberne “det marginale substitutionsforhold” og “det marginale transformationsforhold”).

Spørgsmål 1.3. Antag nu, at funktionen $g(A)$ i ligning (2) er givet ved følgende logistiske tilvækstfunktion, hvor γ er en parameter, og hvor den eksogene variabel X angiver den maksimale ressourcebeholdning, der kan opretholdes over tid i naturlig tilstand (dvs. i en tilstand, hvor $C = 0$):

$$g(A) = \gamma A \left(1 - \frac{A}{X}\right) = \gamma A - \frac{\gamma A^2}{X}, \quad \gamma > 0. \quad (4)$$

Vis at den størrelse af A , der vil sikre det størst mulige forbrug i langsigtlig evægt, er givet ved

$$A = \frac{X}{2}. \quad (5)$$

Spørgsmål 1.4. Antag endvidere, at nyttefunktionen (1) har følgende form, hvor θ er en parameter:

$$u = \ln C + \theta \ln A, \quad \theta > 0. \quad (6)$$

Lad A^{GGR} betegne den værdi af A , der fremkommer ved anvendelse af den Grønne Gyldne Regel i ligning (3). Vis at A^{GGR} er givet ved følgende udtryk, når tilvækstfunktionen $g(A)$ har formen (4), og nyttefunktionen har formen (6):

$$A^{GGR} = \frac{(1 + \theta) X}{2 + \theta}. \quad (7)$$

Er A^{GGR} større eller mindre end den værdi af A , der blev fundet i (5)? Hvordan varierer A^{GGR} med θ og X ? Giv en økonomisk forklaring.

Spørgsmål 1.5. Antag nu, at samfundsplanlæggeren ikke følger den Grønne Gyldne Regel, men i stedet ønsker at maksimere samfundsvelfærdsfunktionen

$$U_0 = \int_0^\infty u(C, A) e^{-\rho t} dt = \int_0^\infty (\ln C + \theta \ln A) e^{-\rho t} dt, \quad \rho > 0, \quad (8)$$

hvor ρ er den samfundsmæssige diskonteringsrate. Maksimeringen skal ske under betingelserne

$$\dot{A} = \overbrace{\gamma A - \frac{\gamma A^2}{X}}^{= g(A)} - C, \quad A(0) > 0 \text{ prædetermineret}. \quad (9)$$

Opstil Hamilton-funktionen og udled førsteordensbetingelserne for løsningen af samfundsplanlæggers problem.

Spørgsmål 1.6. Benyt de førsteordensbetingelser, du fandt i spørgsmål 1.5, til at udlede den størrelse A^D af ressourcebeholdningen, der vil fremkomme i økonomiens langsigtslige vægt, hvor $\dot{C} = \dot{A} = 0$. Sammenlign størrelsen af A^D med størrelsen af den ressourcebeholdning A^{GR} , der ifølge (7) fremkommer ved at følge den Grønne Gyldne Regel, og kommentér på forskellen. Hvad sker der, når $\rho \rightarrow 0$?

Spørgsmål 1.7. Betragt nu en økonomi, hvor det løbende forbrug C ikke består af forbrug af en naturressource, men derimod af et gode, der produceres ved hjælp af en menneskeskabt kapitalbeholdning, K . Produktionsfunktionen har formen $F(K) = K^\alpha$, og det producerede gode kan enten anvendes til forbrug eller til investering. Forbruget er således givet ved

$$C = K^\alpha - \dot{K}, \quad 0 < \alpha < 1, \quad (10)$$

hvor investeringerne er lig med tilvæksten i kapitalapparatet \dot{K} , idet vi ser bort fra afskrivninger. Færdigvaren sælges til prisen 1 og udbydes under fuldkommen konkurrence. Virksomhedernes kapitalomkostning består af den reale markedsrente r plus en formueskat, der udgør beløbet τ per kapitalenhed. I hver periode maksimerer den repræsentative virksomhed sin løbende profit π givet ved

$$\pi = K^\alpha - (r + \tau) K. \quad (11)$$

Udled et udtryk for størrelsen af virksomhedens optimale kapitalapparat og kommentér kort på, hvordan formueskatten påvirker kapitalbeholdningen.

Spørgsmål 1.8. I den i spørgsmål 1.7 betragtede økonomi antages den repræsentative forbrugers løbende nytte fortsat at være givet ved (6), dvs. forbrugeren opnår nytte af beholdningen af naturressourcen (der kunne være naturens herlighedsværdier). Naturressourcen udvikler sig ligeledes fortsat i overensstemmelse med (9), men tolkningen er nu, at det materielle forbrug C medfører en nedslidning af miljøet (i forholdet én til én). Det materielle forbrug er givet ved (10), hvor det aktuelle kapitalapparat er bestemt ved profitmaksimering, jf. spørgsmål 1.7. Betragt nu en langsigtslige vægt i denne økonomi, dvs. en tilstand hvor $\dot{C} = \dot{A} = \dot{K} = 0$, og hvor markedsrenten svarer til forbrugernes diskonteringsrate, dvs. $r = \rho$. Udled ved brug af resultatet (7) samt dit resultat i spørgsmål 1.7 den størrelse af formueskattesatsen τ , der i langsigtslige vægt vil sikre en

naturressourcebeholdning i overensstemmelse med den Grønne Gyldne Regel. Hvordan afhænger denne formueskattesats af ρ ? Kommentér.

OPGAVE 2. Valg af styringsmidler i miljøpolitikken (Indikativ vægt: 1/4).

Spørgsmål 2.1. Diskutér valget mellem kvantitativ miljøregulering og regulering via miljøafgifter i en situation med usikkerhed. (Vink: Benyt gerne en figur til at illustrere dine ræsonnementer)