

Reeksamen på økonomistudiet sommer 2012

Miljø-, ressource-og klimaøkonomi

Kandidatfag

6. august 2012

(3 timers prøve uden hjælpemidler)

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

**OPGAVE 1. Optimal udnyttelse af udtømmelige ressourcer (Indikativ vægt: 50%)**

Betragt en ressourceøkonomisk model, der benytter følgende notation:

$U$  = livstidsnytte for den repræsentative forbruger

$K$  = beholdning af produceret realkapital

$S$  = beholdning af udtømmelig naturressource

$Y$  = løbende produktion

$C$  = løbende forbrug

$R$  = løbende udvinding af naturressource (“råstofforbrug”)

$a$  = marginal omkostning ved udvinding af naturressource (konstant)

$\rho$  = tidspreferencerate (konstant)

$\varepsilon$  = grænsenyttens elasticitet mht. forbruget (konstant)

$t$  = tiden

Modellen består af følgende ligninger:

Livstidsnytte:

$$U(0) = \int_0^{\infty} \frac{(C(t))^{1-\varepsilon}}{1-\varepsilon} e^{-\rho t} dt, \quad \varepsilon > 0, \quad \rho > 0 \quad (1)$$

Ressourcebegrænsning i den enkelte periode:

$$Y(t) = C(t) + aR(t) + \dot{K}(t), \quad \dot{K} \equiv dK/dt \quad (2)$$

Produktionsfunktion:

$$Y(t) = F(K(t), R(t)), \quad (3)$$

$$F_K > 0, \quad F_{KK} < 0, \quad F_R > 0, \quad F_{RR} < 0$$

Udvikling i ressourcebeholdningen:

$$\dot{S}(t) = -R(t), \quad \dot{S} \equiv dS/dt \quad (4)$$

Naturressourcen  $R$  antages at være essentiel i den forstand, at  $Y = 0$  for  $R = 0$ , og at substitutionselasticiteten mellem  $K$  og  $R$  ikke overstiger 1. Ved at indsætte (3) i (2) og omordne, finder vi

$$\dot{K}(t) = F(K(t), R(t)) - aR(t) - C(t) \quad (5)$$

På tidspunkt nul er beholdningerne af menneskeskabt kapital og naturkapital prædeterminerede, dvs.  $K(0)$  og  $S(0)$  er givne størrelser. Samfundsplanlæggeren vælger et udviklingsforløb for forbruget  $C(t)$  med henblik på at maksimere den repræsentative forbrugers livstidsnytte (1) under bibetingelserne (4) og (5). Idet vi for nemheds skyld undlader en eksplicit angivelse af tidsvariablen, kan vi skrive Hamilton-funktionen svarende til dette optimeringsproblem som

$$H = \frac{C^{1-\varepsilon}}{1-\varepsilon} e^{-\rho t} + \mu (F(K, R) - aR - C) - \lambda R \quad (6)$$

hvor  $\mu$  og  $\lambda$  er skyggepriserne på hhv.  $K$  og  $S$  (bemærk at skyggepriserne er opgjort i nutidsværdi, dvs. på tidspunkt nul)

**Spørgsmål 1.1.** Udled førsteordensbetingelserne for løsning af samfundsplanlæggerens problem.

**Spørgsmål 1.2.** Vis ud fra førsteordensbetingelserne, at en optimal udnyttelse af den udtømmelige ressource kræver opfyldelse af reglen

$$\frac{\dot{F}_R}{F_R - a} = F_K \quad (7)$$

Giv en økonomisk fortolkning af denne regel.

**Spørgsmål 1.3.** Vis ud fra førsteordensbetingelserne, at det optimale udviklingsforløb også kræver opfyldelse af reglen

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\varepsilon} (F_K - \rho) \quad (8)$$

Forklar den økonomiske intuition bag denne regel.

Antag nu, at produktionsfunktionen  $F(K, R)$  er homogen af første grad (konstant skalaafkast).  
 Dermed er grænseproduktfunktionerne  $F_K(K, R)$  og  $F_R(K, R)$  homogene af nulte grad.  
 $F_K$  og  $F_R$  vil da alene afhænge af faktorproportionen  $k \equiv K/R$ , dvs.

$$F_K(K, R) = f_K(k), \quad f'_K(k) < 0 \quad (9)$$

$$F_R(K, R) = g_R(k), \quad g'_R(k) > 0 \quad (10)$$

**Spørgsmål 1.4.** Diskutér ved brug af resultaterne i (7), (8), (9) og (10), om det betragtede udviklingsforløb er bæredygtigt. (Vink: Tag udgangspunkt i, at  $k$  må være stigende over tid, når (7) og (10) er opfyldt).

**Spørgsmål 1.5.** Den ovenfor betragtede model ser bort fra tekniske fremskridt. Diskutér, hvordan svaret på spørgsmål 1.4 kan blive modificeret, hvis der er tekniske fremskridt.

## OPGAVE 2. Hartwick-reglen (Indikativ vægt: 25%).

(Vink: Det er acceptabelt, hvis du giver en rent verbal besvarelse af hele opgave 2, men du må også gerne inddrage ligninger til at understøtte forklaringerne).

**Spørgsmål 2.1.** Forklar indholdet af Hartwick-reglen for forvaltning af udtømmelige naturressourcer.

**Spørgsmål 2.2.** Diskutér sammenhængen mellem Hartwick-reglen og kravet om en miljømæssigt bæredygtig udvikling.

## OPGAVE 3. Værdisætning af miljøgoder (Indikativ vægt: 25%)

(Vink: Det er acceptabelt, hvis du giver en rent verbal besvarelse af hele opgave 3, men du må også gerne inddrage figurer og/eller ligninger til at understøtte forklaringerne).

**Spørgsmål 3.1.** Redegør for principperne bag de forskellige metoder til værdisætning af miljøgoder.

**Spørgsmål 3.2.** Diskutér fordele og ulemper ved de forskellige værdisætningsmetoder.