

Eksamen på Økonomistudiet sommer 2017

Miljø-, ressource- og klimaøkonomi

Den 19. juni 2017

(3-timers prøve uden hjælpemidler)

Dette eksamenssæt består af 4 sider inklusive forsiden.

OBS: Bliver du syg under selve eksamen på Peter Bangsvej, skal du kontakte et tilsyn, blive registreret som syg hos denne. Derefter afleverer du en blank besvarelse i systemet og forlader eksamen. Når du kommer hjem, skal du kontakte din læge og indsende lægeerklæring til Det Samfundsvidenskabelige Fakultet senest en uge efter eksamensdagen.

Opgave 1. Optimal udvinding af fossile brændsler

Betragt en miljøøkonomisk model, der benytter følgende notation:

Y = produktion af færdigvarer

K = beholdning af produceret realkapital

R = input af fossile brændsler

S = reservebeholdning af fossile brændsler

c = grænseomkostning ved udvinding af én enhed af det fossile brændsel (opgjort i enheder af færdigvaren)

C = forbrug af færdigvarer

I = investering i produceret realkapital

Z = samlede omkostninger ved udvinding af fossile brændsler (opgjort i enheder af færdigvaren)

U = livstidsnytte for den repræsentative forbruger

u = nyttestrøm i den enkelte periode

ρ = tidspreferencerate

t = tiden (der behandles som en kontinuert variabel)

Der ses bort fra efterforskning og opdagelse af nye fund af brændselsreserver. Brændselsreserven på tidspunkt t er derfor lig med den initiale brændselsreserve S_0 fratrasket det akkumulerede brændselsforbrug fra tidspunkt 0 til tidspunkt t :

$$S_t = S_0 - \int_0^t R_v dv \quad (1)$$

Koncentrationen af CO_2 i atmosfæren og den deraf følgende globale opvarmning antages at være en monotont voksende funktion af det akkumulerede brændselsforbrug og er dermed monotont aftagende i størrelsen af den tilbageværende brændselsreserve. Den globale opvarmning antages at skade produktiviteten. På den baggrund antages færdigvareproduktionen af være givet ved følgende produktionsfunktion, hvor variable uden tidsangivelse refererer til periode t , og F_X angiver den partielle afledede af produktionsfunktionen m.h.t. variabelen X :

$$Y = F(K, R, S), \quad F_K, F_R, F_S > 0. \quad (2)$$

Antagelsen $F_S > 0$ afspejler altså, at en større reservebeholdning er ensbetydende med en lavere akkumuleret CO_2 –udledning og dermed mindre global opvarmning med deraf følgende højere produktivitet.

Af (1) følger, at ændringen i brændselsreserven på tidspunkt t er givet ved

$$\dot{S} = -R \quad (3)$$

hvor en prik over en variabel angiver dens afledede mht. til tiden t . Idet vi ser bort fra afskrivninger, er stigningen i kapitalapparatet i periode t lig med periodens investeringer:

$$\dot{K} = I \quad (4)$$

Den gennemsnitlige og marginale omkostning ved udvinding af fossile brændsler antages at være lig med konstanten c . De samlede udvindingsomkostninger bliver dermed

$$Z = cR \quad (5)$$

Økonomiens samlede ressourcebegrænsning er

$$Y = C + I + Z \quad (6)$$

og den repræsentative forbrugers livstidsnytte på tidspunkt 0 er givet som

$$U_0 = \int_0^{\infty} u(C_t) e^{-\rho t} dt, \quad u' > 0, \quad u'' < 0 \quad (7)$$

Spørgsmål 1.1: Antag at en velmenende samfundsplanlægger i den betragtede økonomi ønsker at tilrettelægge forbruget og udvindingen af fossile brændsler sådan, at forbrugers livstidsnytte (7) maksimeres. Vis at Hamilton-funktionen i løbende værdi svarende til samfundsplanlæggerens problem er givet ved

$$H = u(C) + \mu [F(K, R, S) - C - cR] - \lambda R \quad (8)$$

hvor μ og λ er skyggepriserne på hhv. K og S .

Spørgsmål 1.2: Udled førsteordensbetingelserne for løsning af samfundsplanlæggerens problem (Vink: Bemærk at kontrolvariablene er C og R , mens tilstandsvariablene er K og S).

Spørgsmål 1.3: Vis at førsteordensbetingelserne for løsning af samfundsplanlæggerens problem kræver opfyldelse af følgende betingelse:

$$F_K = \frac{F_R + F_S}{F_R - c} \quad (9)$$

Spørgsmål 1.4: Giv en økonomisk fortolkning af betingelsen (9). Hvordan adskiller den sig fra den klassiske Hotelling-regel for optimal udvinding af en udtømmelig ressource?

Antag nu, at de fossile brændselsreserver er privatejede. Ressourceejerne tager den reale markedspris P_t på det fossile brændsel for givet og tilrettelægger den løbende udvinding R_t med henblik på at maksimere nutidsværdien af den forventede profit V , som på tidspunkt 0 er

$$V_0 = \int_0^{\infty} (P_t R_t - c R_t) e^{-\int_0^t r_t dv} dt \quad (10)$$

hvor r er den reale markedsrente.

Spørgsmål 1.5: Opstil Hamilton-funktionen i løbende værdi svarende til ressourceejers problem og udled førsteordensbetingelserne for maksimering af nutidsværdien af den forventede profit (Vink: Husk at ændringen i brændselsreserven fortsat er givet ved (3)).

Spørgsmål 1.6: Benyt de i spørgsmål 1.5 udledte førsteordensbetingelser til at udlede en Hotelling-regel for den private ressourcejers optimale udvindingstakt. Giv en økonomisk fortolkning af reglen.

Spørgsmål 1.7: Forklar forskellen mellem den i spørgsmål 1.6 udledte Hotelling-regel for den private ressourcejer og samfundsplanlæggerens regel (9), idet du antager, at der er fuldkommen konkurrence i markedøkonomien (Vink: Opskriv udtryk for r og P under fuldkommen konkurrence).

Antag nu at staten pålægger de private ressourceejere en skat på deres *akkumulerede* udvinding af fossile brændsler. Den samlede skattebetaling T_t for den repræsentative ressourcejer i periode t bliver dermed

$$T_t = \tau_t (S_0 - S_t) \quad (11)$$

hvor $S_0 - S_t$ er den akkumulerede udvinding fra tidspunkt 0 til tidspunkt t , og τ_t er skattesatsen i periode t .

Spørgsmål 1.8: Udled den relevante Hotelling-regel for den repræsentative private ressourcejer, når han pålægges udvindingsskatten (11), og angiv den størrelse af udvindingsskattesatsen τ_t der vil sikre den samfundsmæssigt optimale udvindingstakt. Forklar intuitionen bag dit resultat.

Spørgsmål 1.9: Omtal kort nogle komplikationer, der i praksis gør det vanskeligt at identificere den optimale klimapolitik.

Opgave 2. Kontroversen om diskontering

Redegør for nogle vigtige synspunkter i debatten om valget af diskonteringsrate ved evaluering af klimapolitiske tiltag.