

Rettevejledning til
Eksamen på Økonomistudiet sommer 2016

Miljø-, ressource- og klimækonomi

Den 22. juni 2016

(3-timers prøve med/uden hjælpemidler)

Dette eksamenssæt består af 6 sider inklusive forsiden.

Opgave 1. Optimal miljøpolitik

Betragt en økonomi med n identiske husholdninger, der hver har nyttefunktionen

$$u = u(x_1, x_2, F, M), \quad (1)$$

hvor x_1 er forbruget af et ikke-forurenende gode, x_2 er forbruget af et forurenende gode, F er fritid, og M er miljøkvaliteten. Grænsenyttene af de forskellige goder er defineret som

$$u_1 \equiv \frac{\partial u}{\partial x_1}, \quad u_2 \equiv \frac{\partial u}{\partial x_2}, \quad u_F \equiv \frac{\partial u}{\partial F}, \quad u_M \equiv \frac{\partial u}{\partial M}, \quad (2)$$

og antages alle at være positive, men aftagende. Forbruget af fritid er per definition givet ved

$$F = T - L, \quad (3)$$

hvor T er den samlede tid til rådighed for den enkelte forbruger, og L er hans/hendes arbejdstid. Vi vælger vore måleenheder sådan, at forbruget af én enhed af det forurenende gode medfører et fald i miljøkvaliteten på én enhed. Til gengæld forbedres miljøkvaliteten én til én med forureningsbekæmpelsesindsatsen g . Miljøkvaliteten er derfor givet ved

$$M = g - nx_2. \quad (4)$$

Forureningsbekæmpelse er således et offentligt gode, da en stigning i g medfører en tilsvarende forbedring af miljøkvaliteten, som kommer alle forbrugere til gode.

Arbejdskraft er den eneste produktionsfaktor. Det kræver a_1 arbejdstimer at fremstille én enhed af x_1 , a_2 arbejdstimer at fremstille én enhed af x_2 , og a_g arbejdstimer at levere én enhed af g (dvs. der skal arbejdes a_g timer for at forbedre miljøkvaliteten med én enhed). Økonomien er derfor underlagt ressourcebegrænsningen

$$n(a_1x_1 + a_2x_2 + T - L) + a_g g = nT, \quad (5)$$

hvor nT er den samlede tid til rådighed i samfundet. Da både n og T er givne, er nT også eksogent givet.

Samfundsvelfærden U er summen af borgernes velfærd, dvs.

$$U = nu(x_1, x_2, F, M). \quad (6)$$

Spørgsmål 1.1: En velmenende samfundsplanlægger ønsker at fastlægge x_1 , x_2 , L og g med henblik på at maksimere velfærdsfunktionen (6) under bibetingelserne (3), (4) og (5). Opstil Lagrange-funktionen svarende til samfundsplanlæggerens maksimeringsproblem og udled

førsteordensbetingelserne for det optimale valg af x_1 , x_2 , L og g . (Vink: Du kan med fordel indsætte (3) og (4) i nyttefunktionen, inden du opstiller Lagrange-funktionen, og du kan bruge det græske bogstav η til at betegne Lagrange-multiplikatoren knyttet til bibetingelsen (5)).

Svar på spørgsmål 1.1: Ved at indsætte (3) og (4) i nyttefunktionen (1) og inddrage bibetingelsen (5) får man Lagrange-funktionen

$$\ell = nu(x_1, x_2, T - L, g - nx_2) - \eta[n(a_1x_1 + a_2x_2 + T - L) + a_gg - nT].$$

Førsteordensbetingelserne for samfundsplanlæggerens optimale valg af x_1 , x_2 , L og g bliver da

$$\partial \ell / \partial x_1 = 0 \Rightarrow u_1 = \eta a_1, \quad (\text{i})$$

$$\partial \ell / \partial x_2 = 0 \Rightarrow u_2 = \eta a_2 + nu_M, \quad (\text{ii})$$

$$\partial \ell / \partial L = 0 \Rightarrow u_F = \eta, \quad (\text{iii})$$

$$\partial \ell / \partial g = 0 \Rightarrow nu_M = \eta a_g. \quad (\text{iv})$$

Spørgsmål 1.2: Vis at de i spørgsmål 1.1 udledte førsteordensbetingelser indebærer, at

$$\frac{u_1}{u_F} = a_1, \quad (7)$$

$$\frac{u_2}{u_F} = a_2 + \frac{nu_M}{u_F}, \quad (8)$$

$$\frac{nu_M}{u_F} = a_g. \quad (9)$$

Giv en økonomisk fortolkning af disse betingelser for et samfundsmæssigt optimum. (Bemærk: Ved at dividere med u_F i ligningerne ovenfor benytter vi fritid som numeraire-gode, dvs. alle størrelser målt i nytteenheder bliver omregnet til et antal timers fritidsforbrug med samme nytteværdi).

Svar på spørgsmål 1.2: Ligningerne (7) og (8) følger umiddelbart ved indsættelse af (iii) i henholdsvis (i) og (ii), mens (9) fremkommer ved at indsætte (iii) i (iv). Venstresiden af (7) er det marginale substitutionsforhold mellem vare 1 og fritid, der angiver, hvor mange timers fritid forbrugeren er villig til at opgive for at få en ekstra enhed af vare 1. Højresiden af (7) er det relative transformationsforhold mellem vare 1 og fritid, dvs. det antal timer, der skal arbejdes for at fremstille en ekstra enhed af vare 1. Ligning (7) er således en variant af den generelle betingelse for et samfundsøkonomisk optimum, at det marginale substitutionsforhold mellem to goder skal svare til det marginale transformationsforhold, givet at der ikke er eksternaliteter forbundet med produktion eller forbrug af varen.

Tilsvarende angiver venstresiden af (8) det marginale substitutionsforhold mellem vare 2 og fritid, dvs. hvor mange timers fritid forbrugeren vil opgive for at få en ekstra enhed af vare 2. Højresiden angiver den samlede samfundsøkonomiske omkostning, der skal afholdes, når en forbruger øger sit forbrug af vare 2 med 1 enhed. Denne omkostning består dels af det ekstra antal timer, der skal arbejdes for at fremstille 1 enhed af vare 2 (a_2), og dels af det samlede velfærdstab som følge af ekstra forurening, som forbrugerne påføres, når en person øger sit forbrug af x_2 med 1 enhed. Dette velfærdstab opfanges af det sidste led på højresiden af (8), som altså angiver den marginale eksterne skadeomkostning ved forbruget af vare 2.

Ligning (9) er en variant af Samuelson-betingelsen for optimal tilvejebringelse af et offentligt gode. Det offentlige gode er i denne forbindelse miljøkvaliteten. Venstresiden af (9) angiver summen af forbrugernes marginale substitutionsforhold mellem miljøkvalitet og fritid, dvs. hvor mange timers fritid forbrugerne tilsammen vil opgive for at opnå en forbedring af miljøkvaliteten med 1 enhed. Dette er altså summen af borgernes marginale villighed til at betale for et bedre miljø (hvor "betalingen" erlægges i mistet fritid). Højresiden af (9) er det marginale transformationsforhold mellem miljøkvalitet og fritid, dvs. det antal ekstra timer, der skal arbejdes for at forbedre miljøkvaliteten med 1 enhed. Dette er den samfundsøkonomiske marginalomkostning ved at forbedre miljøet. I et samfundsøkonomisk optimum skal summen af borgernes marginale betalingsvillighed svare til den samfundsøkonomiske marginalomkostning, som Samuelson-betingelsen foreskriver.

Det skal nu undersøges, om den optimale ressourceallokering karakteriseret ved ligningerne (7), (8) og (9) kan implementeres i en markedsøkonomi med fuldkommen konkurrence. Ved specifikationen af markedspriserne på de forskellige goder vælger vi fritid som vores numeraire-gode. Prisen på fritid (offeromkostningen ved at holde fri i en time) er lig med timelønnen, der altså sættes til 1. Marginalomkostningerne (hvilket i denne model vil sige de marginale lønomkostninger) ved at producere goderne x_1 og x_2 er dermed henholdsvis a_1 og a_2 . Under fuldkommen konkurrence vil producentpriserne svare til de marginale produktionsomkostninger. Forbrugerpriserne P_1 henholdsvis P_2 på goderne x_1 henholdsvis x_2 bliver derfor

$$P_1 = a_1 + t_1, \quad P_2 = a_2 + t_2, \quad (10)$$

hvor t_1 henholdsvis t_2 er eventuelle punktafgifter på de to varer, som staten kan vælge at pålægge. Staten kan derudover pålægge hver forbruger en lump-sum skat af størrelsen τ . For den enkelte forbruger er skattebetalingen τ altså uafhængig af hans/hendes adfærd. Ved brug af (10) kan den repræsentative forbrugers budgetrestriktion nu skrives som

$$\begin{array}{ccccccc} & & & \text{lønindkomst} & & & \\ & & & L & - \tau & \Rightarrow & \\ P_1 x_1 + P_2 x_2 = & & & & & & \\ \underbrace{(a_1 + t_1)x_1 + (a_2 + t_2)x_2}_{\text{udgift til vareforbrug}} + & \underbrace{T - L}_{\text{offeromkostning ved fritidsforbrug}} & = y, & \quad y \equiv T - \tau. & & & \end{array} \quad (11)$$

Spørgsmål 1.3: Forbrugeren maksimerer sin nyttefunktion $u(x_1, x_2, T - L, M)$ med hensyn til x_1 , x_2 og L under bibetingelse af budgetrestriktionen (11), idet han/hun tager den potentielle indkomst y og miljøkvaliteten M for givet. Udlød ved brug af Lagrange-metoden forbrugers førsteordensbetingelser for det optimale valg af x_1 , x_2 og L , idet du benytter det græske bogstav λ til at betegne Lagrange-multiplikatoren knyttet til budgetbetingelsen (11). Brug førsteordensbetingelserne til at udlede udtryk for de marginale substitutionsbrøker u_1 / u_F og u_2 / u_F og giv en kortfattet økonomisk fortolkning af disse udtryk.

Svar på spørgsmål 1.3: Lagrangefunktionen svarende til forbrugers maksimeringsproblem bliver

$$\ell = u(x_1, x_2, T - L, M) - \lambda [(a_1 + t_1)x_1 + (a_2 + t_2)x_2 + T - L - y],$$

og de tilhørende førsteordensbetingelser bliver

$$\partial \ell / \partial x_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad u_1 = \lambda(a_1 + t_1) \quad (\text{v})$$

$$\partial \ell / \partial x_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad u_2 = \lambda(a_2 + t_2) \quad (\text{vi})$$

$$\partial \ell / \partial L = 0 \quad \Rightarrow \quad u_F = \lambda \quad (\text{vii})$$

Indsættelse af (vii) i henholdsvis (v) og (vi) giver

$$\frac{u_1}{u_F} = a_1 + t_1, \quad (\text{viii})$$

$$\frac{u_2}{u_F} = a_2 + t_2, \quad (\text{ix})$$

Ligningerne (viii) og (ix) udtrykker, at forbrugers marginale substitutionsforhold mellem den betragtede vare (x_1 henholdsvis x_2) og fritid skal svare til det relative prisforhold. Venstresiden af (viii) angiver således, hvor mange timers fritid forbrugeren er villig til at opgive for at kunne forbruge en enhed mere af vare 1, mens højresiden angiver, hvor mange timer han faktisk skal arbejde ekstra for at få råd til at købe en enhed mere af varen. I et nyttemaksimum må de to størrelser nødvendigvis være lig hinanden. Ligning (ix) har en lignende fortolkning vedrørende vare 2.

Spørgsmål 1.4: Staten kan frit fastsætte skattesatserne t_1 , t_2 og τ og har ikke behov for andre indtægter end dem, der er nødvendige for at finansiere forureningsbekæmpelsesindsatsen g , som altså varetages af det offentlige. Find den størrelse af t_1 og t_2 , der kan sikre det samfundsøkonomisk optimale forbrug af x_1 og x_2 og giv forklarende kommentarer.

Svar på spørgsmål 1.4: Når der ikke er restriktioner på statens brug af lump-sum skatten τ , kan den implementere den first-best allokering, der er karakteriseret ved optimumsbetingelserne (7), (8) og (9). Ved at sammenholde forbrugerens førsteordensbetingelser (viii) og (ix) med samfundsplanlæggerens optimumsbetingelser (7) og (8) ser vi, at den optimale afgiftspolitik må indebære, at

$$t_1 = 0 \quad (\text{x})$$

$$t_2 = \frac{nu_M}{u_F} \quad (\text{xi})$$

Ifølge (x) skal vare 1 altså ikke beskattes, da forbruget af den ikke medfører eksternaliteter, og da der ikke er behov for at beskatte den af provenuhensyn, eftersom staten via lump-sum skatten kan inddrive det provenu, der er nødvendigt for at finansiere den optimale forureningsbekæmpelsesindsats givet ved (9). Ligning (xi) siger, at skatten på vare 2 skal svare til den marginale eksterne skadeomkostning ved forbrug af varen (opgjort i enheder af numeraire-godet fritid). Med en sådan ren Pigou-skat bliver eksternaliteten fuldt ud internaliseret.

Spørgsmål 1.5: Vis at når staten sikrer den samfundsøkonomisk optimale forureningsbekæmpelsesindsats, vil det gælde, at

$$t_2 = a_g. \quad (12)$$

(Vink: Udnyt dine resultater i spørgsmål 1.2 og 1.4). Giv en intuitiv økonomisk forklaring på beskatningsprincippet i (12). (Vink: Hvor meget vil det koste staten at neutralisere den ekstra forurening, som en stigning i forbruget af x_2 på én enhed vil medføre?).

Svar på spørgsmål 1.5: Som nævnt kan staten via lump-sum beskatning sikre en forureningsbekæmpelsesindsats og dermed en miljøkvalitet, der sikrer opfyldelse af Samuelson-betingelsen (9). Når denne er opfyldt, og afgiften på den forurenende vare samtidigt svarer til Pigou-skatten i (xi), må (12) nødvendigvis gælde. Betingelsen i (12) er meget intuitiv, når man husker, at en forøgelse af forbruget af vare 2 med 1 enhed forringer miljøkvaliteten med netop 1 enhed; at a_g er det antal arbejdstimer, der kræver for at forbedre miljøkvaliteten med 1 enhed, og at timelønnen er normeret til 1. Ligning (12) siger dermed, at miljøafgiften skal svare til den ekstra (løn)udgift til forureningsbekæmpelse, som staten skal afholde for at sikre, at et øget forbrug af vare 2 ikke medfører en ringere miljøkvalitet.

Vi forudsatte i spørgsmål 1.3, 1.4 og 1.5, at staten kan pålægge lump-sum skatter. Vi vil nu ophæve denne forudsætning og antage, at staten alene kan benytte sig af afgifter på x_1 og x_2 til at dække sine udgifter til forureningsbekæmpelse. Ved udledningen af den optimale miljøpolitik i dette second-best scenario er det bekvemt at arbejde med den indirekte nyttefunktion, der angiver forbrugerens maksimalt opnåelige nytte, givet de værdier af P_1 , P_2 , y og M , han/hun konfronteres med. Ved at indsætte forbrugerens optimale værdier af x_1 , x_2 og L i den direkte nyttefunktion (1) får man en indirekte nyttefunktion af formen

$$V = V(P_1, P_2, y, M) = V(a_1 + t_1, a_2 + t_2, y, g - nx_2), \quad (13)$$

der kan vises at have egenskaberne

$$\frac{\partial V}{\partial y} = \lambda, \quad \frac{\partial V}{\partial P_1} = -\lambda x_1, \quad \frac{\partial V}{\partial P_2} = -\lambda x_2, \quad \frac{\partial V}{\partial M} = u_M, \quad (14)$$

hvor λ er Lagrange-multiplikatoren tilknyttet forbrugerens budgetbetingelse (11). λ måler således grænsenyttens af forbrugerens potentielle indkomst. Den offentlige sektors budgetrestriktion er

$$n(t_1 x_1 + t_2 x_2) = a_g g. \quad (15)$$

Staten ønsker at vælge t_1 , t_2 og g med henblik på at maksimere den repræsentative forbrugers nytte givet ved (13) under hensyntagen til budgetrestriktionen (15). I den forbindelse må staten tage hensyn til, at en højere afgift på en vare hæmmer forbruget af varen, da $\partial x_1 / \partial P_1 < 0$ og $\partial x_2 / \partial P_2 < 0$. Af forenklingshensyn antager vi, at krydspriselasticiteterne i vareforbruget er nul, og at ændringer i miljøkvaliteten ikke påvirker forbruget af de to varer, dvs. at

$$\frac{\partial x_1}{\partial P_2} = \frac{\partial x_2}{\partial P_1} = 0, \quad \frac{\partial x_1}{\partial M} = \frac{\partial x_2}{\partial M} = 0. \quad (16)$$

Spørgsmål 1.6: Vis ved brug af Lagrange-metoden samt de angivne forudsætninger at førsteordensbetingelserne for statens optimale valg af afgiftssatserne t_1 og t_2 indebærer, at

$$\frac{t_1}{P_1} = \frac{\alpha}{\varepsilon_1}, \quad \frac{t_2}{P_2} = \frac{\alpha}{\varepsilon_2} + (1 - \alpha) \frac{MEC}{P_2}, \quad (17)$$

$$\alpha \equiv \frac{\mu - \lambda}{\mu}, \quad \varepsilon_1 \equiv -\frac{\partial x_1}{\partial P_1} \frac{P_1}{x_1}, \quad \varepsilon_2 \equiv -\frac{\partial x_2}{\partial P_2} \frac{P_2}{x_2}, \quad MEC \equiv \frac{nu_M}{\lambda},$$

hvor μ er Lagrange-multiplikatoren tilknyttet den offentlige budgetrestriktion (15). Giv en økonomisk forklaring/tolkning af disse resultater, herunder en tolkning af størrelserne α og MEC .

Svar på spørgsmål 1.6: Lagrange-funktionen svarende til statens optimale beskatningsproblem har formen

$$\ell = nV(a_1 + t_1, a_2 + t_2, y, g - nx_2) - \mu(a_g g - t_1 nx_1 - t_2 nx_2),$$

og førsteordensbetingelserne for det optimale valg af politikinstrumenterne t_1 , t_2 og g er (idet vi udnytter antagelserne i (14) og (16)):

$$\partial \ell / \partial t_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad -\lambda x_1 + \mu x_1 + \mu t_1 \frac{\partial x_1}{\partial P_1} = 0, \quad (\text{xii})$$

$$\partial \ell / \partial t_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad -\lambda x_2 + \mu x_2 + (\mu t_2 - n u_M) \frac{\partial x_2}{\partial P_2} = 0, \quad (\text{xiii})$$

$$\partial \ell / \partial g = 0 \quad \Rightarrow \quad n u_M = \mu a_g. \quad (\text{xiv})$$

Ligning (xii) kan omskrives til

$$-\mu t_1 \frac{\partial x_1}{\partial P_1} = x_1 (\mu - \lambda) \quad \Leftrightarrow \quad -\frac{t_1}{P_1} \frac{\partial x_1}{\partial P_1} \frac{P_1}{x_1} = \frac{\mu - \lambda}{\mu}. \quad (\text{xv})$$

Ved brug af definitionerne af α og ε_1 i (17) ser man, at den sidste ligning i (xv) kan skrives som

$$\frac{t_1}{P_1} = \frac{\alpha}{\varepsilon_1}, \quad (\text{xvi})$$

hvilket svarer til det første resultat i (17).

Ligning (xiii) kan omskrives til

$$-\mu t_2 \frac{\partial x_2}{\partial P_2} = x_2 (\mu - \lambda) - n u_M \frac{\partial x_2}{\partial P_2} \quad \Leftrightarrow \quad -\frac{t_2}{P_2} \frac{\partial x_2}{\partial P_2} \frac{P_2}{x_2} = \frac{\mu - \lambda}{\mu} - \frac{\lambda}{\mu} \frac{n u_M}{P_2} \frac{1}{\frac{\partial x_2}{\partial P_2} x_2} \quad (\text{xvii})$$

Eftersom $\alpha \equiv (\mu - \lambda) / \mu$, gælder at $\lambda / \mu = 1 - \alpha$. Ved brug af dette samt definitionerne af ε_2 og MEC i (17) kan den sidste ligning i (xvii) skrives som

$$\frac{t_2}{P_2} = \frac{\alpha}{\varepsilon_2} + (1 - \alpha) \frac{MEC}{P_2}, \quad (\text{xviii})$$

hvilket svarer til det andet resultat i (17).

Størrelsen $\mu - \lambda$, der udgør tælleren i definitionen af α , angiver velfærdstabt ved at opkræve en krone ekstra i afgifter og tilbageføre provenuet til forbrugerne som en lump-sum overførsel. Da afgifterne er forvridende, er dette velfærdstab positivt, dvs. $\alpha > 0$. Ligning (xvi) siger således, at ad valorem afgiften på den ikke-forurenende vare 1 skal være positiv og højere, jo lavere den numeriske priselasticitet i efterspørgslen efter varen er. Dette er Ramsey's omvendte elasticitetsregel for optimal varebeskatning. Da krydsprisseffekten $\partial x_1 / \partial P_2$ ifølge (16) er antaget at være nul, afspejler egenpriselasticiteten ε_1 , at en højere pris på vare 1 tilskynder forbrugeren til at

substituere væk fra forbrug af varen og over mod forbrug af mere fritid. En højere egenpriselasticitet betyder altså, at beskatning af varen har en kraftigere negativ effekt på arbejdsudbuddet. Ramsey's omvendte elasticitetsregel er således en beskatningsregel, der tilsigter at minimere afgifternes forvridning af arbejdsudbuddet (*Bemærk: Denne pointe er avanceret og kan kun forventes at indgå i de allerbedste besvarelser*).

Da $\alpha \equiv (\mu - \lambda) / \mu$, og $\alpha > 0$, har vi, at $0 < \alpha < 1$. Ligning (xviii) siger dermed, at den optimale ad valorem afgift på den forurenende vare er et vejte gennemsnit af et Ramsey-led α / ε_2 , der tager hensyn til afgiftens forvridende virkning på arbejdsudbuddet, og et Pigou-led MEC / P_2 der tager hensyn til vareforbrugets indvirkning på miljøkvaliteten. $MEC \equiv nu_M / \lambda$ er således den marginale eksterne skadeomkostning ved forbruget af vare 2 opgjort i "kroner og øre", da velfærdseffekten nu_M divideres med grænsenytten af indkomst. Jo større et afgiftsprovenu, staten har brug for, jo større er μ i forhold til λ , dvs. jo større er forvridningen ved at opkræve en ekstra krone i afgift, da afgiftstrykket i forvejen er højt. Med et stort provenukrav vil α derfor ligge tættere på 1. Ifølge den optimale beskatningsformel (xviii) skal der lægges større vægt på Ramsey-leddet og mindre vægt på Pigou-leddet ved fastsættelsen af den optimale afgift på vare 2. Miljøhensynet skal altså nedtones i forhold til ønsket om at minimere den negative effekt på arbejdsudbuddet. Det afspejler, at afgifternes forvridning af arbejdsudbuddet er stor, når der er behov for opkrævning af et stort provenu (*Bemærk: Også denne pointe er avanceret*).

(Generel bemærkning: Både udledningerne og dele af de økonomiske fortolkninger i dette spørgsmål må betragtes som krævende, hvilket der bør tages hensyn til ved bedømmelsen)

Spørgsmål 1.7: Vis ved brug af førsteordensbetingelsen for statens optimale valg af g samt definitionen af α , at en optimal forureningsbekæmpelsesindsats må indebære, at

$$\frac{nu_M}{\lambda} = \frac{a_g}{1 - \alpha}. \quad (18)$$

Sammenlign denne optimumsbetingelse med den betingelse for optimalt valg af g , der er angivet i (9) (Vink: Hvad er sammenhængen mellem λ og u_F ?). Diskutér om (18) tilsiger en større eller mindre forureningsbekæmpelsesindsats end (9)? Forklar den økonomiske intuition bag forskellen mellem resultaterne (9) og (18).

Svar på spørgsmål 1.7: Ligning (18) fremkommer ved at dividere igennem med λ på begge sider af førsteordensbetingelsen (xiv), hvorved man får

$$\frac{nu_M}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} a_g. \quad (xix)$$

Ligning (xix) kan omskrives til (18) ved at udnytte, at

$$\alpha \equiv \frac{\mu - \lambda}{\mu} \Leftrightarrow \frac{\lambda}{\mu} = 1 - \alpha \Leftrightarrow \frac{\mu}{\lambda} = \frac{1}{1 - \alpha}.$$

Ifølge førsteordensbetingelsen (vii) i spørgsmål 1.3 indebærer forbrugernes nyttemaksimering, at $\lambda = u_F$, hvilket blot udtrykker, at forbrugeren er villig til at øge sin arbejdsindsats op til det punkt, hvor velfærdstabet ved at miste en ekstra times fritid (u_F) svarer til velfærdsgevinsten λ ved den ekstra indkomst, han/hun kan tjene ved at arbejde en time mere. Ved at indsætte dette resultat kan (18) skrives som

$$\frac{nu_M}{u_F} = \frac{a_g}{1 - \alpha}. \quad (\text{xx})$$

Ligning (xx) karakteriserer den optimale forureningsbekæmpelsesindsats i second-best scenariet, hvor indsatsen finansieres med forvridende afgifter. Da $0 < \alpha < 1$, ser vi ved sammenligning med betingelsen (9) for optimal forureningsbekæmpelse i first-best scenariet med lump-sum finansiering, at den marginale substitutionsbrøk nu_M / u_F skal antage en større værdi i second-best scenariet, dvs. den enkelte forbrugers marginale villighed til at betale for et renere miljø (u_M / u_F) skal være større i dette scenario. Da der arbejdes mindre i dette scenario (pga. afgifternes forvridende virkning på arbejdsudbuddet), må grænsenyttens af fritid (u_F) antages at være mindre i second-best scenariet, hvilket trækker i retning af at hæve betalingsvilligheden u_M / u_F , der jo måles i antallet af fritidstimer. Det er således ikke klart, om der er behov for en stigning eller et fald i grænsenyttens af miljøkvalitet (u_M) for at sikre, at den marginale betalingsvillighed u_M / u_F bliver større i second-best end i first-best scenariet. Dermed er det heller ikke givet, at den optimale indsats til forureningsbekæmpelse er mindre, når indsatsen skal finansieres med forvridende afgifter, end når den kan finansieres med ikke-forvridende lump-sum skatter (hvilket er overraskende). Det eneste, vi ud fra (9) kan sige med sikkerhed, er, at miljøkvalitet på marginalen er et mere knapt gode i second-best scenariet i den forstand, at den marginale betalingsvillighed målt ved u_M / u_F er højere. (*Bemærk: En fuldt korrekt fremstilling af disse avancerede pointer kan kun forventes at indgå i de allerbedste besvarelser*).

Opgave 2. Internationalt klimasamarbejde

Spørgsmål 2.1: Diskutér med udgangspunkt i teorien om offentlige goder, hvad der kræves for at opnå en globalt optimal indsats til reduktion af udledningen af drivhusgasser (Vink: En forholdsvis kortfattet verbal diskussion er tilstrækkelig).

Svar på spørgsmål 2.1: I diskussionen af dette spørgsmål forudsættes på linje med den relevante pensumartikel af Agnar Sandmo, at en globalt optimal klimaindsats både skal tage hensyn til et ønske om at sikre økonomisk effektivitet i indsatsen og til et ønske om en retfærdig global indkomstfordeling, der tilsiger en omfordeling fra rige til fattige lande. Sandmo ser først på en situation, hvor der ikke er politiske bindinger på, hvor meget u-landsbistand der kan overføres på lump-sum manér fra rige til fattige lande. I denne situation skal den optimale internationale klimapolitik opfylde to betingelser for økonomisk effektivitet: 1) Den globale indsats for reduktion af drivhusgasudslip skal fordeles på tværs af lande på en sådan måde, at den marginale

reduktionsomkostning er den samme i alle lande. Dermed opnås en minimering af de totale globale reduktionsomkostninger. Denne betingelse for omkostningseffektivitet kan i princippet opfyldes enten via en CO₂-skat, der opkræves med samme sats i alle lande, eller via et globalt marked for omsættelige CO₂-kvoter, der omfatter alle lande. 2) Den samlede globale reduktionsindsats skal have et sådant omfang, at summen af samtlige verdensborgeres villighed til at betale for at få reduceret drivhusgasudslippet med et ekstra ton CO₂-ækvivalenter skal svare til den marginale reduktionsomkostning. Dette er Samuelson-betingelsen for optimal tilvejebringelse af det globale offentlige gode, som klimaindsatsen udgør. Muligheden for at opfylde denne betingelse forudsætter naturligvis, at de marginale betalingsvilligheder er kendte. Betingelserne 1) og 2) sikrer en first-best global allokering af klimaindsatsen mellem lande og en optimal global prioritering af, hvor mange ressourcer der skal anvendes til klimaindsats henholdsvis til andre formål. Den globalt retfærdige indkomstfordeling kan sikres uden at bryde med effektivitetsbetingelserne 1) og 2) gennem u-landsbistand, der gives uden betingelser og i et omfang, der udligner den sociale marginale grænsenytte af indkomst på tværs af lande. Hvis betingelsen 1) for omkostningseffektivitet implementeres via en global CO₂-skat eller via et globalt kvotesystem med bortauktionering af kvoter, kan finansieringen af u-landsbistanden evt. delvis ske ved at overføre provenuet fra CO₂-skatten eller kvotesalget til de fattige lande. Under et system med omsættelige kvoter kan man alternativt tildele de fattigste lande et uforholdsmæssigt stort antal kvoter, som de så kan sælge størstedelen af til de rige lande.

Sandmo ser dernæst på et mere realistisk scenario, hvor der er en bindende politisk overgrænse for, hvor meget u-landsbistand, der kan overføres fra rige til fattige lande. Klimapolitikken skal da tilrettelægges i en situation, hvor der fortsat er store indkomstforskelle mellem verdens lande. Idette tilfælde kan det vises, at det er optimalt at fordele klimaindsatsen på en sådan måde mellem landene, at den marginale reduktionsomkostning i de rige lande er større end den marginale reduktionsomkostning i de fattige lande. På den måde kommer de rige lande til at bære en større del af byrden ved den globale reduktionsindsats, hvorved der indirekte overføres indkomst fra de rige til de fattige lande. En bindende begrænsning på mulighederne for direkte overførsler fra rige til fattige lande kan altså gøre det optimalt at bryde med betingelsen 1) for omkostningseffektivitet i den globale reduktionsindsats. På den vis afvejes fordelingshensyn over for effektivitetshensyn i klimapolitikken. Endvidere kan man i dette scenario vise, at man ved fastlæggelse af den optimale samlede globale klimaindsats skal lægge større vægt på den marginale betalingsvillighed i de fattige lande end på betalingsvilligheden i de rige lande. Den samlede klimaindsats skal altså ikke længere være styret af den rene Samuelson-betingelse 2), der alene inkluderer den uvægtede sum af marginale betalingsvilligheder. Den marginale villighed til at betale for en reduktion af drivhusgasudslip må antages at være lavere i fattige end i rige lande, givet det lavere indkomstniveau i de fattige lande. Ved at tillægge betalingsvilligheden i de fattige lande større vægt vil man derfor formentlig nå frem til en mindre ambitiøs samlet global klimaindsats. Det afspejler, at man også tager fordelingshensyn ved fastlæggelsen af den samlede indsats og ikke blot ved fordelingen af indsatsen mellem lande (*Bemærk: En tilfredsstillende besvarelse af spm. 2.1 behøver ikke være helt så detaljeret som det ovenstående*).

Spørgsmål 2.2: Redegør for Martin Weitzman's argumentation for, at internationale klimaforhandlinger om en bindende minimumspris på CO₂-udledninger vil kunne bringe verden tæt på den globalt optimale klimaindsats (Vink: En forholdsvis kortfattet verbal diskussion er tilstrækkelig).

Svar på spørgsmål 2.2: Martin Weitzman har i en (pensum)artikel fra 2013 argumenteret, at en effektiv international klimaaftale bør 1) tilskynde til omkostningseffektivitet i klimaindsatsen, 2) fokusere på et enkelt oplagt politikinstrument for at holde transaktionsomkostningerne i forhandlingsprocessen nede, og 3) have en indbygget modvægt mod det enkelte lands tilskyndelse til free-rider adfærd i klimapolitikken. Weitzman argumenterer for, at disse kriterier kan opfyldes af en international klimaaftale, der fokuserer på at fastlægge en fælles bindende minimumspris på udledning af CO₂ i hvert enkelt land. CO₂-prisen kunne tage form af en national CO₂-skat, hvor provenuet tilfalder statskassen i det pågældende land selv. En pris på udledning af CO₂ er et oplagt instrument, der lever op til Weitzman's kriterium 2). Når CO₂-prisen i kraft af klimaaftalen er den samme i alle lande, opfyldes også hans kriterium 1) om omkostningseffektivitet, fordi (aktørerne i) de enkelte lande vil have et incitament til at reducere deres CO₂-udledninger, indtil den marginale reduktionsomkostning svarer til CO₂-prisen, hvorved de marginale reduktionsomkostninger udlignes på tværs af lande. Endelig vil forhandlinger om en fælles bindende CO₂-pris have en indbygget modvægt mod free-rider adfærd og dermed opfylde Weitzman's kriterium 3). Ved at tilslutte sig en højere fælles CO₂-pris vil det enkelte land ganske vist påføre sig selv højere omkostninger, da landets optimale reduktionsindsats vil stige, men da den højere CO₂-pris også gælder for alle andre lande, vil den overalt i verden tilskynde til større reduktioner af CO₂-udslippet. Hvis der indføres højere CO₂-pris, får det enkelte land således en gevinst som følge af en skærpet klimaindsats overalt i verden, og ikke kun i landet selv. Weitzman viser, at hvis alle lande er identiske, vil de i et sådant set-up alle foretrække en CO₂-pris, der tilskynder til en globalt optimal klimaindsats i overensstemmelse med Samuelson-reglen, dvs. en klimaindsats, hvor summen af alle verdensborgeres marginale villighed til at betale for reduktion af CO₂-udslippet svarer til den marginale reduktionsomkostning. Weitzman viser også, at hvis den globalt bindende CO₂-pris fastsættes ved flertalsafstemning blandt verdens lande, og de hver har en stemmevægt svarende til deres befolkningstal, så vil den vedtagne CO₂-pris afspejle den globale medianpreference for reduktion af udslippet, hvorimod Samuelson-reglen vil indebære en reduktion svarende til den gennemsnitlige globale preference herfor. Hvis der ikke er for stor forskel på "medianvælgerens" og "gennemsnitsvælgerens" præferencer, vil en klimaaftale om en bindende CO₂-pris baseret på flertalsafstemning altså sikre en global klimaindsats, der er tæt på at være first-best.

.