

Tentamen: Miljö och Matematisk Modellering (MVE346) för TM Åk 3, klockan 08.30 den 11:e Oktober, 2019.

För uppgifter som kräver en numerisk lösning så skriv ned ditt svar och hur du gick till väga för att lösa uppgiften (använd helst inte programkod), lägg till eventuella grafer eller illustrationer och spara svaren som separata pdf-filer, word-filer eller text-filer (eventuella figurer kan sparas som separata bildfiler om de inte går att klistra in i textfilen) i mapparna C:_EXAM_\Assignments\Uppgift1, C:_EXAM_\Assignments\Uppgift2, osv. Namnge svarsfilerna med din anonyma kod som prefix t ex 23SvarUppgift2.

Skriv ditt datornamn på tentamensmappen.

För att kunna få delpoäng vid felaktigt svar krävs att man beskriver lösningsansatsen, delsteg (exempelvis m.h.a. "pseudokod" dvs konceptuell implementeringsbeskrivning) och att man resonerar om de erhållna resultaten, är de rimliga m.m.. För uppgifter som endast kräver analytiska lösningar eller ett resonerade svar kan ni välja att antingen skriva dessa på datorn eller för hand.

Betygsgränser: 12 p för 3:a, 16p för 4:a, 20p för 5:a. Max är 24p.

Lärarkontakt under tentamen: Daniel Johansson, telefonnummer: 031-772 28 16

1. Det finns olika synsätt på hur man kan minska miljöpåverkan för att få ett mer hållbart samhälle. Ett av de "motsatspar" som beskrivs i kursen är skillnaden mellan *individuella lösningar* och *politiska lösningar*. Förklara vad som är skillnaden mellan dessa och ge några relevanta exempel för att visa att du har förstått skillnaden. **(4p)**
2. Förklara vad som menas med och vad som är skillnaden mellan pliktetik (deontologi) och nyttoetik (utilitarism). **(2p)**
3. Solkraft och vindkraft pekas ofta ut som viktiga energikällor för övergången till ett koldioxid neutralt elsystem. Elproduktionen från solceller och vindkraftverk varierar över tid, på ett sätt som ofta inte överensstämmer med elanvändningen. Detta kan skapa problem för elsystemet och begränsa möjligheterna för en omställning till ett koldioxidneutralt elsystem. Under kursen nämndes flera olika sätt man kan motverka dessa problem och möjliggöra mer variabel elproduktion. Nämn tre av dessa metoder och förklara kortfattat hur de möjliggör mer sol- och/eller vindenergi i ett elsystem. **(3p)**
4. Jordens klimat har delvis påverkats som följd av människans skogsskövling och bruk av mark. Du ska göra en uppskattning av vilken påverkan på jordens globala medeltemperatur denna avskogning och relaterade albedoförändring har orsakat över perioden 1750-2015.

Antag att utsläppen från skogsskövling har varit 1.5 Gton CO₂ per år och att den förindustriell albedon var 0.300 och att denna linjärt har ökat p.g.a. skogsskövling till 0.302 till år 2015. Du kan vidare anta att solinstrålningen som faller in mot jorden har varit konstant på 340 W/m² över perioden 1750-2015.

Till din hjälp har du en enkel modell över jordens energibalans, samt en impulsresponsfunktion för hur utsläpp av CO₂ klingar av från atmosfären.

Ni vet även att 1 Gton CO₂ i atmosfären motsvarar 0.128 ppm CO₂, och vi antar att varje ppm CO₂ i atmosfären leder till en radiative forcing på $1.3 \cdot 10^{-2} [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{ppm}^{-1}]$. Impulssvaret är:

$$f(t) = A_0 + \sum_i A_i e^{-t/\tau_i}$$

i	A_i	τ_i [år]
0	0.217	NA
1	0.186	3
2	0.338	20
3	0.259	200

Energibalansmodellen används för att beräkna skillnaden i temperatur jämfört med ett startår.

$$C_1 \frac{\partial T_1}{\partial t} = F - \frac{T_1}{\lambda} - \kappa_1(T_1 - T_2)$$

$$C_2 \frac{\partial T_2}{\partial t} = \kappa_1(T_1 - T_2)$$

F är radiative forcing [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$], T_1 är jordens medeltemperatur vid ytan [K], T_2 är representativ temperaturer i djuphavet [K], C_1 , och C_2 är värmekapaciteten [$\text{W}\cdot\text{yr}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$] för yt-boxen respektive djuphavsboxen. κ_1 värmeledningskoefficient [$\text{W}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$], samt λ är en avgörande parameter för klimatförändringarna [$\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\cdot\text{m}^2$].

Använd följande parametervärden:

$$C_1=10 [\text{W}\cdot\text{yr}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}]$$

$$C_2=150 [\text{W}\cdot\text{yr}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}]$$

$$\lambda=0.9 [\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\cdot\text{m}^2]$$

$$\kappa_1=0.6 [\text{W}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}].$$

a) Vad är radiative forcing från albedo förändringarna år 2015? Illustrera hur radiative forcing förändras över tid i en figur, samt visa beräkningsgång alternativt förklara modelleringsansatsen. (2p)

b) Vad är radiative forcing från CO_2 utsläppen från avskogningen år 2015? Illustrera hur radiative forcing förändras över tid i en figur, samt visa beräkningsgång alternativt förklara modelleringsansatsen. (2p)

c) Vad blir nettoeffekten på den globala medeltemperaturen av de två radiative forcing bidragen? Illustrera hur temperaturpåverkan ändras över tid i en figur, samt visa beräkningsgång alternativt förklara modelleringsansatsen. (2p)

5. Ni ska analysera maximalt bärkraftigt utnyttjande då flera fiskare skördar av en fiskpopulation med dynamik enligt

$$x_{t+1} = rx_t(1 - x_t), \quad t = 1, 2, 3 \dots$$

Vi antar vidare att varje fiskare skördar med konstant insats q_i ($i = 1, 2, \dots, n$) i systemet. Detta ger en ny populationsdynamik enligt

$$x_{t+1} = rx_t(1 - x_t) - \sum_{i=1}^n q_i x_t$$

- a)** Vad är det maximala bärkraftiga utnyttjandet i systemet? **(3p)**
- b)** Vad blir den sammanlagde skörden för alla fiskare vid varje fisketillfälle t om varje fiskare väljer att maximera sitt egna uttag istället för det totala (ekvivalent med den spelteoretiska icke-samarbetslösning)? **(3p)**
- c)** Vilket av de två ovanstående scenarierna kommer troligast att ske i en sjö/ett hav utan extern styrning? Resonera och diskutera i ditt svar. **(1p)**
- d)** Ange kraven på r i a) och b) för fixpunktstabilitet. Diskutera stabiliteten då $n \gg r$ för de båda fallen. **(2p)**