

Tentamen: Miljö och Matematisk Modellering (MVE345) för TM Åk 3, ES62 klockan 08.30 den 7:e april, 2016.

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 i mapparna C:__EXAM__\Assignments\Uppgift1, C:__EXAM__\Assignments\Uppgift2, osv. 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. För uppgifter som endast kräver analytiska lösningar eller ett resonerade svar kan ni välja att antingen skriva dessa på datorn eller för hand. Skriv namnet på den dator ni använder på den fysiska mappen som ni lämnar till tentavakten. Betygsgränser: 12 p för 3:a, 16p för 4:a, 20p för 5:a. Max är 24p.

Lärarkontakt under tentamen: Erik Sterner, telefonnummer: 0709720196

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. Du ska implementera en klimatmodell och utföra tre simuleringar med denna som du ska studera. Du ska beräkna ökningen i atmosfärens koldioxidhalt och den globala medeltemperaturökningen jämfört med en opåverkad jämviktsnivå (som skulle kunna jämföras med den förindustriella situationen). Simuleringarna ska utföras över en period på 300 år för ett givet CO₂ utsläppsscenario och ett scenario som du konstruerar enligt delfråga c).

Till ditt förfogande har du ett impulssvar för hur den atmosfäriska CO₂ koncentrationen påverkas av en utsläppsimpuls och ett impulssvar för hur den globala medeltemperaturen påverkas av en "radiative forcing" impuls. Du vet även att 1 Gton CO₂ i atmosfären motsvarar 0,128 ppm CO₂ [ppm·Gt⁻¹], och vi antar att varje ppm CO₂ i atmosfären leder till en radiative forcing på $1,4 \cdot 10^{-2}$ [W·m⁻²·ppm⁻¹].

Anta att impulssvaren består av en summation av exponentialfunktioner med olika relaxationstider (τ_i)

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

| | CO ₂ | CO ₂ | Temp | Temp |
|-----|-----------------|------------------|--------|------------------|
| i | A_i | τ_i [år] | A_i | τ_i [år] |
| 0 | 0,217 | NA | NA | NA |
| 1 | 0,186 | 1,186 | 0,075 | 8,4 |
| 2 | 0,338 | 18,51 | 0,0011 | 409,5 |
| 3 | 0,259 | 172,9 | NA | NA |

Var tydlig med att ange övriga eventuella antaganden.

(a) **Scenario 1** – Antag att utsläppen börjar på en nivå av 2 Gt CO₂ per år (alltså år 0) och sedan växer med 2,5 % per år till år 100. Under år 101 till 120 så är utsläppen konstanta på den nivån man uppnår år 100 efter år 120 faller utsläppen med 2 % per år.

Implementera modellen, konstruera scenariot, simulera, uppskatta och illustrera hur CO₂ koncentrationen jämfört med den förindustriella nivån utvecklas över de 300 åren. (4p)

(b) Implementera modellen, använd scenariot från a) för att simulera hur den globala medeltemperaturökningen jämfört med den förindustriella nivån utvecklas över de 300 åren. Illustrera och beskriv kort resultaten på ett lämpligt vis. (2p)

(c) Modellen bygger på linjära samband, vilket är en relativt grov förenkling. Peka ut minst två delar av modellen där detta linjäritetsantagande kan vara för grovt för att ge en bra uppskattning av den temperaturpåverkan vårt CO₂ scenario, från deluppgift (a), leder till. Förklara varför dessa linjäritetsantaganden kan vara "för grova" för att få en önskad rimlighet i resultaten och ge åtminstone förslag på en alternativ modell eller utveckling av modellen som skulle komma runt detta. (3p)

(d) **Scenario 2** - Skapa ett scenario för att undersöka vilken klimatkänslighetsparameter [$K \cdot W^{-1} \cdot m^2$] man implicit (indirekt) använder när man använder det givna impulsvaret för temperaturen. Utför simuleringen och besvara frågan: Approximativt, hur stor är klimatkänslighetsparametern som är inbyggd i denna modell? Motivera valet av scenario du skapat för att undersöka klimatkänslighetsparametern och förklara kort vad denna parameter beskriver och varför den är viktig. (3p)

3. En dynamik som påminner om den logistiska avbildningen är 'The tent map'. Antag att populationen fisk i en avskild sjö kan beskrivas enligt denna dynamik, där x_n betecknar antalet fiskar i sjön år n . Den ostörda fiskpopulationens dynamik beskrivs enligt:

$$x_{n+1} = f_{\mu}(x_n) = \begin{cases} \mu x_n & \text{for } x_n < \frac{1}{2} \\ \mu(1 - x_n) & \text{for } \frac{1}{2} \leq x_n \end{cases}$$

(a) Vilka värden på μ är rimliga? Ange de olika fixpunkterna som uppträder för olika värden på μ och om dessa är stabila eller inte.

(b) Antag att en fiskare börjar fiska i denna sjö med intensitet q , därmed minskar nästföljande års population med $-q \cdot x_n$. Vad är maximal bärkraftig avkastning i detta system? (6p)

4. Beskriv någon utav de kunskaper eller färdigheter, relaterade till hållbar utveckling, som du lärt dig i kursen och som du inte har fått uppvisa på denna tentamen. Beskriv kunskapen/färdigheten, *när* den är användbar, *hur* den kan användas samt *kopplingen* till hållbar utveckling. (2p)

Lycka till!