

## **Tentamen: Miljö och Matematisk Modellering (MVE346) för TM Åk 3, klockan 08.30 den 29:e Augusti, 2018.**

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. Skriv namnet på den dator ni använder på den fysiska mappen som ni lämnar till tentamensvakten.

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. I kursens ingår det en beskrivning av tre begränsningar för en hållbar användning av naturens resurser och tjänster. Visa att du har förstått dessa begränsningar genom att beskriva dem samt genom att ge ett exempel för respektive begränsning på hur transportsystemet har en negativ inverkan på dessa begränsningar. **(3p)**
2. Klimatkänsligheten är ett av de mest centrala begreppen inom klimatvetenskapen.
  - a. För värdet på klimatkänsligheten så är återkopplingar inom klimatsystemet avgörande. Nämn tre av de återkopplingar som är viktiga för värdet på klimatkänsligheten. **(3p)**
  - b. Förklara och illustrera med figur på vilket sätt klimatkänsligheten är avgörande för mängden utsläpp av koldioxid under detta århundrade givet att vi ska klara att hålla ökningen av den globala medeltemperaturen under 2°C över den förindustriella nivån? **(2p)**
3. 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 3 Gton CO<sub>2</sub> per år och att den förindustriell albedon var 0.300 och att denna linjärt har ökat p.g.a. skogsskövling till 0.301 till år 2015. Du kan vidare anta att solinstrålningen till jorden har varit konstant på 340 W/m<sup>2</sup> över perioden 1750-2015.

Till din hjälp har du en enkel modell över jordens energibalans, samt en impulsresponnsfunktion för hur utsläpp av CO<sub>2</sub> klingar av från atmosfären.

Ni vet även att 1 Gton CO<sub>2</sub> i atmosfären motsvarar 0.128 ppm CO<sub>2</sub>, och vi antar att varje ppm CO<sub>2</sub> i atmosfären leder till en radiative forcing på  $1.2 \cdot 10^{-2} \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{ppm}^{-1}\text{]}$ . Impulssvaret är:

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

	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
<i>i</i>	<i>A<sub>i</sub></i>	<i>τ<sub>i</sub></i> [år]
0	0.217	NA
1	0.186	1.186
2	0.338	18.51
3	0.259	172.9

Energibalansmodellen som ska användas för att beräkna skillnaden i temperatur jämfört med den förindustriella nivån (dvs nivån år 1750) är:

$$C \frac{\partial T}{\partial t} = F - \frac{T}{\lambda}$$

*F* är radiative forcing [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ] jämfört med år 1750, *T* är förändringen av medeltemperaturen [K] jämfört med den förindustriella nivån (år 1750) i en välblandad box som representerar temperaturen vid jordens yta. *C* är jordens effektiva värmekapacitet [ $\text{W} \cdot \text{yr} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ] för den välblandade boxen och *λ* är klimatkänslighetsparametern [ $\text{K} \cdot \text{W}^{-1} \cdot \text{m}^2$ ].

Använd följande parametervärden:

$$C=50 \text{ [W} \cdot \text{yr} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \text{]}$$

$$\lambda=0.8 \text{ [K} \cdot \text{W}^{-1} \cdot \text{m}^2 \text{]}$$

- 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)**
- Vad är radiative forcing från CO<sub>2</sub> utsläppen från avskogningen år 2015? Illustrera hur radiative forcing förändras över tid i en figur, samt visa beräkningsgång alternativt förklara modelleringsansatsen. **(2p)**
- 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)**
- Vilken parameter (*C* eller *λ*) har störst påverkan på temperaturpåverkan 2015? Testa genom att ändra parametervärdena + och – 50%. Visa resultat och förklara varför denna typ av känslighetsanalys kan vara värdefull. **(2p)**

e). Vilken parameter ( $C$  eller  $\lambda$ ) har störst påverkan på temperaturpåverkan i jämvikt givet att radiative forcing förblir fixt vid sitt värde år 2015. Testa (eller visa analytiskt) och förklara resultaten. **(1p)**

4. Ni ska analysera maximalt bärkraftigt utnyttjande i den logistiska avbildningen med en fiskpopulation och ett antal fiskare. Fiskpopulationen har en egen intern dynamik:

$$x_{t+1} = rx_t(1 - x_t)$$

Vi antar att det finns  $n$  antal fiskare och att en fiskare skördar med konstant insats  $q_i$  systemet. Den nya populationsdynamiken blir då:

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

- a) Beräkna fixpunkter och den maximala bärkraftiga avkastningen analytiskt. **(3p)**  
b) Givet att alla  $q_i$  är lika och att det totala upptaget av fisk är det maximala bärkraftiga utnyttjandet, är det då lönsamt för en enskild fiskare att överge överenskommelsen och öka eller minska sin kvot, givet konstant pris per enhet fisk? Visa och kommentera ditt svar. **(3p)**  
c) Antag att alla fiskare fiskar med insats  $q_i=0.1$ , dvs, den maximala effektiviteten hos en fiskebåt. Beräkna optimalt  $n$  för maximal bärkraftig avkastning då  $r = 2.5$ . **(1p)**

***Lycka till!***