

## Tentamen: Miljö och Matematisk Modellering (MVE346) för TM Åk 3, klockan 08.30 den 12:e oktober, 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. Förklara vad som menas med och beskriv skillnader mellan:

- a) pliktetik (deontologi) och nyttoetik (utilitarism) **(2p)**
- b) reserver och resurser **(2p)**
- c) antropocentrisk och biocentrisk natursyn **(2p)**

2. Beskriv tre kvalitativt och funktionellt olika typer av vetenskapliga modeller som kan vara användbara för att studera klimatförändringar och andra hållbarhetsproblem. Fokusera på vilka olika aspekter de olika typerna av modeller med fördel kan användas för och vilka syften man kan ha för att använda just dessa typer av vetenskapliga modeller. Ge också exempel på en viktig svaghet eller begränsning per modelltyp, och förklara vilken annan modelltyp som kan hantera den aspekten bättre. **(4p)**

3. Antag att du har en population (t.ex. fisk) som tillväxer logistiskt med tillväxtfaktor 2 och maximal bärkraft 1, dvs

$$\frac{dx}{dt} = 2 \cdot x \cdot (1 - x)$$

Antag vidare att du "fiskar" ur populationen med en intensitet  $q$  så att den verkliga tillväxten blir

$$\frac{dx}{dt} = 2 \cdot x \cdot (1 - x) - q \cdot x$$

och du således tar ut kvantiteten  $Y=q \cdot x$  ur populationen. Antag vidare att priset du kan sälja fisken för ges av uttrycket  $P=I-Y$ , dvs priset per enhet sjunker linjärt med mängden du lägger ut på marknaden (tillgång/efterfrågan effekt). Hur mycket ska du fiska ( $q$ ) för att få maximalt betalt per år när populationen nått jämvikt under ditt uttag? (Tips: det går att hitta ett exakt numeriskt uttryck för  $q$  men det är svårt, det räcker med härledning och numeriskt svar avrundat till närmsta heltal för full poäng.) **(6p)**

4. Du ska beräkna ökningen i atmosfärens koldioxidhalt och den globala medeltemperaturen jämfört med den förindustriella nivån över en period på 200 år för ett givet CO<sub>2</sub> utsläppsscenario. Antag att utsläppen börjar på en nivå av 4 Gt CO<sub>2</sub> per år i år 0 och sedan växer med 3 % per år till år 70. Under år 71 till 80 så är utsläppen konstanta på den nivån man uppnår år 70, efter år 80 faller utsläppen med 2 % per år. Till ditt förfogande har du ett impulssvar för hur den atmosfäriska CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> i atmosfären motsvarar 0.128 ppm CO<sub>2</sub> [ppm·Gt<sup>-1</sup>], och vi antar att varje ppm CO<sub>2</sub> i atmosfären leder till en radiative forcing på  $1.3 \cdot 10^{-2}$  [W·m<sup>-2</sup>·ppm<sup>-1</sup>].

Anta att impulssvaren består av en summation av exponentialfunktioner med olika relaxationstider ( $\tau_i$ )

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

	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Temp	Temp
$i$	$A_i$	$\tau_i$ [år]	$A_i$	$\tau_i$ [år]
0	0.217	NA	NA	NA
1	0.166	2.186	0.07	7.3
2	0.358	19.51	0.0009	389.5
3	0.259	192.9	NA	NA

Var tydlig med att ange övriga eventuella antaganden.

- Simulera, uppskatta och illustrera hur CO<sub>2</sub> koncentrationen jämfört med den förindustriella nivån utvecklas över de 200 åren. Beskriv er modelleringsansats med pseudokod. **(2p)**
- Simulera, uppskatta och illustrera hur den globala medeltemperaturökningen jämfört med den förindustriella nivån utvecklas över de 200 åren. Beskriv er modelleringsansats med pseudokod. **(2p)**
- Vilken klimatkänslighetsparameter [K·W<sup>-1</sup>·m<sup>2</sup>] får man av impulssvaret för temperaturen? Uppskatta analytiskt eller konstruera en modellkörning där ni numeriskt kan uppskatta klimatkänslighetsparametern. Förklara er ansats. **(2p)**
- 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 CO<sub>2</sub> utsläppsscenario leder till. Utgå från vad vi diskuterat i kursen. **(2p)**

*Lycka till!*