



**LUNDS UNIVERSITET**  
Lunds Tekniska Högskola

2018-01-12

Anmälda till kursen  
Matematisk Modellering FK (FRTN45)

Institutionen för Reglerteknik

## Välkommen till kursen Matematisk Modellering FK!

Kursen startar med två föreläsningar:

- Torsdag 18 januari 8-10, MH: Gårdingsalen
- Fredag 19 januari 8-10, MH: Gårdingsalen

Huvudmomentet i kursen är ett projekt (motsvarande 100 h). Projekten genomförs i grupper om normalt 4 personer. Projekthandledarna kommer från Reglerteknik, Matematik och Matematisk statistik.

*Gruppindelning och tilldelning av projekt görs slumpmässigt baserat på registreringar vid första föreläsningen. Den som inte kan närvara då måste meddela detta i förväg för att komma med i gruppindelningen. En lista på projekt, inklusive tider för första möte och slutredovisning, bifogas detta brev. Om någon har särskilda önskemål om projekt eller redovisningstid behöver jag få veta det per epost innan första föreläsningen för att i möjligaste mån kunna ta hänsyn till detta.*

Den 29 januari ska alla projektgrupper ha lämnat in en plan för sitt arbete. Planen ska vara förankrad hos handledaren. I slutet av kursen ska projekten redovisas både muntligt och skriftligt. Redovisning sker vid något av följande tillfällen:

- Torsdag 1 mars 13-17, Reglertekniks seminarierum M: 2112B
- Tisdag 6 mars 13-17, Reglertekniks seminarierum M: 2112B

Med vänliga hälsningar,

Anders Rantzer, kursansvarig FRTN45

### 1. Vilken fågel sjunger?

Kan du skilja på en talgoxe och en gråsparv när du hör fågelsång utanför fönstret? 'Kvitteromat' är en helt ny app som identifierar fågelarter baserat på sången. Den är dock, enligt utvärdering, känslig för störningar och ganska osäker i sitt beslut, då resultatet den presenterar är tre olika förslag på vilken art det är som sjunger. Detta projekts syfte är att identifiera några av våra vanligaste fågelarter genom att analysera deras sång, (lättare och svårare inspelningar), och hitta lämpliga kriterier för säker klassificering. Eventuellt kan en jämförelse och utvärdering göras mot kvitteromat. Verktyg för stationära stokastiska processer är användbara, tillsammans med information om signalens variation över tid. Data-material i mp3-format samt några mindre program för Matlab kommer att tillhandahållas.

**Advisor:** Maria Sandsten, sandsten@maths.lth.se

**First meeting at advisors office:** Monday 22/1 at 15.15

**Final presentation:** Tuesday 6/3 at 13.15-17.00

### 2-3. Statistical Analysis of fMRI data

The aim of the project is to analyse fMRI data from a trial where the subject judged whether a pair of words rhymed or not. The experiment consisted of alternating 20-second work and rest blocks and we want to identify which parts of the brain that are active during the task. To illustrate possible techniques and to make the project feasible you will study a single slice from the fMRI (rather than the complete 3D voxel data).

The slice consists of a video sequence with 160 time points representing the experiments 320s runtime (at 2s temporal resolution). Active pixels can be detected as those that exhibit a 10 sample ( $10 \cdot 2 = 20$ s) frequency. Several possible modelling options exist:

1. Spectral analysis or empirical orthogonal functions<sup>1</sup> could be used to identify the periodicity of the data.
2. Given known (or assumed temporal basis functions, i.e. rektangular pulses) a regression modell could be used, where the parameters at each pixel could be tested for significance (preferably accounting for multiple testing).
3. Simple classification algorithms — using e.g. Matlab's `kmeans` and/or `fitgmdist` functions — could be applied either directly to the data, to the regression coefficients or to the empirical orthogonal functions.

**Advisor:** Johan Lindström, johanl@maths.lth.se

**First meeting at advisors office:** Monday 22/1 at 15.15

**Final presentation:** Thursday 1/3 at 13.15-17.00

### 5-6. Teknologens väg till examen

Teknologens väg till examen är intressant att modellera för högskolorna, som kan använda modellen för att prediktera hur många teknologer som kommer att ta examen inom en viss tid. Vägen till examen kan ses som ett antal övergångar mellan diskreta tillstånd, såsom registrering till respektive programtermin, studieuppehåll, utbytesstudier eller inaktivitet, och avslutas med antingen examen eller studieavbrott. Målet med detta projekt är att modellera studievägen för LTH's teknologer utifrån terminsdata från LADOK, och utföra simulering av en årskull studenters väg genom utbildningssystemet.

**Advisor:** Mattias Fält, mattias.falt@control.lth.se

**First meeting at advisors office:** Monday 22/1 at 15.15

**Final presentation:** Tuesday 6/3 at 13.15-17.00

## 6. Experimentell modellering av pappershelikoptrar

Med hjälp av en sax kan man ganska lätt bygga en liten pappershelikopter som när man släpper den faller och roterar. Ganska snabbt blir rotationshastigheten jämn. Projektet går ut på att försöka modellera detta förlopp, att mäta rotationshastigheterna experimentellt, t ex genom att filma fallet och att försöka utveckla en modell som kan förklara rotationshastigheten.

**Advisor:** Kalle Åström, kalle@maths.lth.se

**First meeting at advisors office:** Monday 22/1 at 13.15

**Final presentation:** Tuesday 6/3 at 13.15-17.00

## 7. Structure and motion for sound

Using several microphones it is possible to calculate the position of sound sources. If the microphone positions are known this is usually called trilateration. If neither the sound sources nor the microphone positions are known, the problem is more challenging. The purpose of this project is to study and develop mathematical models for sound and use them in experiments with real data for structure and motion for sound. There is a choice to focus more on the signal processing for the sound or to focus on the geometrical aspects of the positions of the microphones and the sound sources.

**Advisor:** Kalle Åström, kalle@maths.lth.se

**First meeting at advisors office:** Monday 22/1 at 13.15

**Final presentation:** Tuesday 6/3 at 13.15-17.00

## 8. Modelling traffic flow of future vehicles

This project deals with the modelling of traffic flow of vehicles, all behaving the same, which is likely to be the case with future driver-less vehicles. With simple assumptions, one can study relations between the duration of green/red traffic lights, the traffic flux and vehicle density on a drive through. How can the traffic flow be controlled and optimized? Traffic flow is a nonlinear phenomenon: the flux (number of vehicles per time unit) on a drive through can be obtained with two different total times spent in a vehicle. What is best for the passengers, the environment? This project will give some basic knowledge of nonlinear modelling and the formation of shock waves, valuable for any modeller. Many time- and spatial-dependent physical phenomena are modelled with the conservation law of mass and the resulting governing equation is often a hyperbolic partial differential equation. This continuum approach is used for fluid flow but also for the flow of discrete particles.

**Advisor:** Stefan Diehl, diehl@maths.lth.se

**First meeting at advisors office:** Friday 19/1 at 13.15

**Final presentation:** Thursday 1/3 at 13.15-17.00

## 9. Stokastisk populationsdynamik - Feller/Kendall processer

Ett mycket viktigt inslag i populationsmodeller är sk Markov Jump processes. Intuitivt, kan de beskrivas som processer där för det mesta händer ingenting på mycket korta tidsintervall, men då det händer något, är effekten "dramatiskt" (exempelvis antalet friska i en population ändras med +1). Man kan beskriva sådana processer med den sk Kolmogorov Forward Equation (1931) och den första numeriska algoritmen som implementerar idén gjordes av Kendall (1950), efter forskning av Feller från 1940. Syftet är att implementera Kendalls algoritm på en lagom komplicerad populationsdynamisk process.

**Advisor:** Mario Natiello, mario.natiello@math.lth.se

**First meeting at advisors office:** Monday 22/1 at 13.15

**Final presentation:** Thursday 1/3 at 13.15-17.00