



LUNDS  
UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

## BERN07, Beräkningsvetenskap: Osäkerhetskvantifiering och datadriven modellering, 7,5 högskolepoäng

*Computational Science: Uncertainty Quantification & Data-driven*

*Modelling, 7.5 credits*

Avancerad nivå / Second Cycle

---

### Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2024-04-16. Kursplanen träder i kraft 2024-04-16 och gäller från och med vårterminen 2025.

### Allmänna uppgifter

Kursen är en valbar kurs på avancerad nivå som kan ingå i en naturvetenskaplig masterexamen i beräkningsvetenskap, tillämpad beräkningsvetenskap eller matematik. Kursen kan även ges som en fristående kurs.

*Undervisningsspråk:* Engelska

#### *Huvudområde*

Matematik med fördjupning i numerisk analys

Beräkningsvetenskap

Tillämpad beräkningsvetenskap

#### *Fördjupning*

A1F, Avancerad nivå, har kurs/er på avancerad nivå som förkunskapskrav

A1F, Avancerad nivå, har kurs/er på avancerad nivå som förkunskapskrav

A1F, Avancerad nivå, har kurs/er på avancerad nivå som förkunskapskrav

### Kursens mål

Det övergripande målet med kursen är att studenterna efter avslutad kurs ska ha tillägnat sig grundläggande kunskaper om numeriska metoder för osäkerhetskvantifiering och relevant datadriven modellering inom beräkningsvetenskap. Detta inkluderar överföring av osäkerhet från indata till svar, invers parameteruppskattning genom Bayesianska tillvägagångssätt, surrogatmodellering för att accelerera simuleringar av flera frågor samt integrering av observerad data i dynamiska modeller.

## Kunskap och förståelse

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- förklara den kritiska betydelsen av osäkerhetskvantifiering inom beräkningsvetenskap, samt relevanta och viktiga begrepp
- identifiera förekomsten och spridningen av osäkerhet i beräkningsmodellering och analys
- förklara mekanismen för stokastiska Galerkin- och kollokationsmetoder samt deras samband och skillnader
- beskriva sambanden mellan olika skattningsmetoder relaterade till Bayesiansk inferens
- förklara Monte Carlo och viktsprovtagning ur kvadratsynpunkt
- förklara användningen av Galerkinprojektioner i deterministiska, och stokastiska, samt inom modellreduktions sammanhang
- förklara den korrekta ortogonala nedbrytningen och dess felkontroll
- beskriva sambanden mellan Gaussiska modeller, introducerade med Bayesiansk slutledning, Gaussisk process-regression och Kalmanfilter

## Färdighet och förmåga

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- numeriskt lösa elliptiska partiella differentialekvationer med slumpmässiga parametrar och stokastiska spektralmetoder (framåt-problem)
- numeriskt härleda systemparametrar via Bayesianska tekniker (invers-problem)
- använda urvalsmetoder för att uppskatta karakteristiska utdata av intresse (osäkerhetsutbredning)
- konstruera datadrivna surrogatmodeller för simuleringar med flera frågor (acceleration)
- assimilera observationsdata i dynamiska modeller med hjälp av Kalmanfilter (dataintegration)

## Värderingsförmåga och förhållningssätt

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- utvärdera osäkerhetskällor i beräkningsmodeller, datamängder och deras numeriska behandlingar
- kritiskt reflektera över de probabilistiska metoderna och tolka deras resultat för osäkerhetskvantifiering i vetenskapliga och tekniska tillämpningar
- självständigt tillämpa datadrivna numeriska metoder i ett projektarbete

## Kursens innehåll

Kursen behandlar:

- Viktiga begrepp inom osäkerhetskvantifiering (UQ), såsom verifiering vs. validering, påträngande vs. icke-påträngande, och framåt vs. inverterad UQ
- Numerisk diskretisering för partiella differentialekvationer med slumpmässiga parametrar: stokastisk Galerkin och stokastisk kollokation
- Bayesiansk slutledning och dess tillämpningar på parameteruppskattning
- Provtagningstekniker: Monte Carlo och viktighetsprovtagning
- Gaussiska processer för surrogatmodellering
- Grunderna i projektionsbaserad och datadriven modellreduktion
- Dataassimilering med Kalmanfilter

## Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar och inlämningsuppgifter.

Inlämningsuppgifterna är inte obligatoriska men är förberedande inför muntlig tentamen.

## Kursens examination

Examinationen består av en skriftlig projektrapport och en muntlig tentamen i slutet av kursen.

För studerande som ej godkänts vid ordinarie tentamen erbjuds ytterligare tentamenstillfälle i nära anslutning därtill.

Om så krävs för att en student med varaktig funktionsnedsättning ska ges ett likvärdigt examinationsalternativ jämfört med en student utan funktionsnedsättning, så kan examinator efter samråd med universitetets avdelning för pedagogiskt studentstöd fatta beslut om alternativ examinationsform för berörd student.

## Betyg

Betygsskalan omfattar betygsgraderna: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd

Betygsskalan för projektrapport är Underkänd, Godkänd medan muntlig tentamen har betygsskalan Underkänd, Godkänd, Väl godkänd.

För betyget **Godkänd** på hela kursen krävs godkänd skriftlig projektrapport och godkänd muntliga tentamen.

Betyget **Väl godkänd** på hela kursen avgörs av betyget på den muntliga tentamen.

## Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs Engelska 6/b och minst 90 hp i naturvetenskapliga eller tekniska studier, varav minst 45 hp ska vara i matematik och/eller numerisk analys, inklusive kunskaper motsvarande kurserna NUMA01 Beräkningsprogrammering med Python, 7,5 hp, MASA02 Matematisk statistik: Grundkurs, 15 hp, och NUMN32 Numeriska metoder för differentialekvationer, 7,5 hp.

## Övrigt

Kursen ges vid Matematikcentrum, Lunds universitet.