



# FDD3375 Högprestandamodellering med finita element 7,5 hp

## High Performance Finite Element Modeling

När kurs inte längre ges har student möjlighet att examineras under ytterligare två läsår.

### Fastställande

.

### Betygsskala

P, F

### Utbildningsnivå

Forskarnivå

### Särskild behörighet

### Undervisningsspråk

Undervisningsspråk anges i kurstillfällesinformationen i kurs- och programkatalogen.

### Lärandemål

Det övergripande målet är att studenterna ska förstå hur man modellerar PDE numeriskt med FEM i ett generellt ramverk, i denna kurs FEniCS-HPC, med skalbar prestanda.

Konkret innebär det att studenterna ska kunna:

\* Härleda adaptiva finita elementmetoder för generella PDE med relevans inom industrin:

## Navier-Stokes

ekvationer för inkompressibelt flöde, vågekvationen, Naviers elasticitetsekvation, och multifysikkombinationer av dessa ekvationer.

\* Redogöra för generella FEM-algoritmer som assemblering, adaptivitet och nätförfining och ha en grundläggande förståelse för implementationen i FEniCS-HPC.

\* Redogöra för och parallella datastrukturer och algoritmer för distribuerat minne i ett generellt FEMramverk

och inspektera dess implementation i FEniCS-HPC: distribuerat beräkningsnät, spökentiter, dsitribuerad gles linjär algebra, lokal nätförfining med bisektion för ett distribuerat beräkningsnät och generell målbaserad adaptiv felkontroll.

\* Använda ett generella ramverk, t.ex. FEniCS-HPC, för att modellera och lösa generella PDE på superdator i ett projekt som studenten utformar själv.

## Kursinnehåll

Grundläggande naturlagar uttrycks typiskt i form av PDE. Finita elementmetoden (FEM) har växt fram till att vara ett universellt verktyg för att beräkna lösningar av PDE med en mängd tillämpningar i teknik och vetenskap. Detta är en avancerad kurs som introducerar Navier-Stokes ekvationer som en grundläggande modell för fluidmekanik, adaptiva finita elementmetoder med residual-baserad stabilisering för att beräkna lösningsapproximationer, inklusive förutsägelse av grova kvantiteter i turbulenta flöden så som luftmotstånd, och generella automatiserade parallella FEM-algoritmer i FEniCSHPC.

Dessutom kommer studenterna få lära sig andra fysikaliska fenomen så som elasticitet och akustiska vågor, och multi-fysikkombinationer av fenomen med hjälp av samma generella metodik. De teoretiska delarna av kursen rör stabilitetsanalys av den numeriska metoden, målinriktad a posteriori felanalys och skalbara distribuerade datastrukturer och algoritmer för berkningsnätet och gles linjär algebra. Kursdelen med datorimplementation fokuserar på FEM för Navier-Stokes ekvationer i FEniCSHPC, inspektering av parallellprestanda, och tillämpning av metoderna på superdatorer.

## Examination

- EXA1 - Examination, 7,5 hp, betygsskala: P, F

Examinator beslutar, baserat på rekommendation från KTH:s handläggare av stöd till studenter med funktionsnedsättning, om eventuell anpassad examination för studenter med dokumenterad, varaktig funktionsnedsättning.

Examinator får medge annan examinationsform vid omexamination av enstaka studenter.

## Etiskt förhållningssätt

- Vid grupparbete har alla i gruppen ansvar för gruppens arbete.
- Vid examination ska varje student ärligt redovisa hjälp som erhållits och källor som använts.
- Vid muntlig examination ska varje student kunna redogöra för hela uppgiften och hela lösningen.