

# Tillämpad matematik och matematisk statistik

Forskarskolan finns vid institutionen för [matematiska vetenskaper](#).  
Viceprefekt med ansvar för forskarutbildning: [Aila Särkkä](#)  
Studierektor: N.N.

## Studieplan

(fastställd av vicerektor för forskarutbildning den 12 oktober 2015, diarienummer C 2015-1445)

### 1. Ämnesbeskrivning och mål för utbildningen

Forskarutbildningen har till syfte att ge den studerande grundläggande kunskaper inom den tillämpade matematiken, orientering om aktuella frågeställningar och praktiska användningar, fördjupade insikter inom någon eller några delar av ämnet, samt färdigheter i forskningsmetodik. Utbildningen till licentiat syftar till att den studerande självständigt skall kunna delta i forsknings- och utvecklingsarbete. Målet för utbildningen till doktor är att ge förmåga att kritiskt och självständigt planlägga, leda, slutföra och presentera forsknings- och utvecklingsarbete.

Studierna drivs i regel inom ramen för den aktiva forskning som bedrivs på institutionen. Exempel på sådana tillämpade forskningsområden är:

#### *Beräkningsmatematik*

Beräkningsmatematik är ett område som studerar problem inom såväl ren som tillämpad matematik med metoder baserade på en syntes av matematisk analys och numerisk/symbolisk datorberäkning. Beräkningsmatematiken behandlar hela processen från matematisk modell till datorimplementation. Utveckling och analys av beräkningsalgoritmer är viktiga komponenter. Frågor som behandlas är stabilitet, konvergens och effektivitet för de beräkningsmetoder som studeras. Ett viktigt område inom beräkningsmatematik rör modellering med och lösning av partiella differentialekvationer. Detta område inbegriper konstruktionen och studiet av effektiva beräkningsalgoritmer inom numerisk linjär algebra, diskretiseringsmetoder såsom finita elementmetoden, samt olika aspekter av högprestandaberäkning såsom adaptivitet och effektivt utnyttjande av parallella datorarkitekturer. Vanliga tillämpningsområden inom beräkningsmatematik är strukturmekanik, fluidodynamik, biomedicin, arkitektur och matematisk fysik.

#### *Modellering av kinetiska och dynamiska system*

Kinetiska och dynamiska modeller är verktyg för att studera system vars tillstånd förändras över tiden. Ett typiskt exempel på detta är Boltzmanekvationen som beskriver positionen och hastigheten för molekylerna i en gas. Forskningen på detta område består dels i att

formulera modeller baserat på rimliga antaganden, dels att studera egenskaper och beteendet hos dessa modeller. Modellerna tar formen av ordinära eller partiella differential ekvationer, men även diskreta modeller förekommer. För att studera och analysera dessa används en kombination av simulering och matematisk teori, tex. funktionalanalys, stokastisk analys och måtteori. Frågorna som ställs är ofta motiverade utifrån tillämpningen och rör stabilitet hos lösningar, stationära (tidsberoende) lösningar och asymptotiskt beteende. Exempel på tillämpningar är kollektivt beteende hos flockdjur, celler och bakteriers rörelse i vävnader och tillväxt av tumörer.

### *Matematisk statistik*

Matematisk statistik används för att beskriva, analysera och prediktera slumpmässiga förlopp och osäkerhet i data. Ämnet består dels av sannolikhets teori, som utgör den teoretiska grunden och behandlar underliggande stokastiska processer och matematiska modeller för slumpmässiga fenomen, och dels av inferens teori, som behandlar alla aspekter av datahantering, såsom insamling, organisation, analys och presentation av data. Tillgången till nya tekniker för datainsamling, och de kraftigt ökade möjligheterna till virtuell datadelning, har lett till en massiv ökning av tillgänglig data inom en rad områden, något som ställer allt högre krav på effektiva och robusta analysverktyg. Matematisk statistik utgör därför en fundamental komponent inom de flesta vetenskaper. Många forskare på institutionen arbetar tvärvetenskapligt. Exempel på tillämpningar är identifiering av funktionella element i DNA, partiklars rörelse i partikelsystem, spatiala processer i klimat och materialvetenskap, genetisk epidemiologi hos ärftliga sjukdomar, karakteristik hos populationers tillväxt och utdöende, analys och prediktion av trafikdata, modeller av cellers signalsystem.

### *Optimering*

Matematisk optimering är ett tillämpat matematiskt ämne som innefattar modellering, teori och lösningsmetodik för beslutsproblem. Då ämnet är starkt knutet till tillämpningar är även modellering av verkliga problem i matematisk form centralt. Utvecklingen av såväl teori som metodik har genom åren gått hand i hand med datorutvecklingen. Målet för utbildningen på forskarnivå är att ge både en bred överblick över ämnet och en fördjupning och vetenskaplig skolning inom något specifikt forskningsområde som faller inom ämnets ram. Forskningen inom gruppen för matematisk optimering omfattar teoribildning, modellering och metodutveckling för storskalig strukturerad linjär, icke linjär, heltals- och kombinatorisk optimering, samt graf- och polyederteori. Forskningen spänner över ett brett fält, från grundläggande forskning till mer tillämpad forskning i samarbete med industriföretag. Tillämpningar finns inom bl.a. schemaläggning av industriell produktion och underhållsverksamhet, simuleringsbaserad designoptimering, planering av elproduktion och -distribution, säkerhet i elnätverk, samt trafik- och transportplanering.

## **2. Behörighetsvillkor och förkunskaper**

Behörig att antas till forskarskolan i tillämpad matematik och matematisk statistik är den

som avlagt civilingenjörsexamen eller filosofi magisterexamen. Behörig är även den som annat sätt förvärvat i huvudsak motsvarande kunskaper. Den studerande skall besitta sådan förmåga i övrigt som bedöms vara nödvändig för att genomföra utbildningen. För ytterligare detaljer kring antagningskrav, se Chalmers allmänna anvisningar för forskarutbildning ("[Arbetsordning för forskarutbildning](#)" Dnr 2014-0464) och Chalmers studiehandbok ("[Chalmers forskarutbildning – studiehandbok](#)").

### **3. Utbildningens upplägg**

Doktorsutbildningen omfattar 240 högskolepoäng och licentiatutbildningen 120 högskolepoäng; ett års heltidsstudier beräknas ge 60 högskolepoäng. Forskarutbildningen består av följande komponenter:

- forskningsarbete som ligger till grund för en vetenskaplig avhandling med en tydligt tillämpad inriktning,
- obligatoriska och valfria kurser,
- deltagande vid vetenskapliga konferenser, seminarier, gästföreläsningar och andra vetenskapliga aktiviteter vid institutionen och inom forskarskolan,
- handledning under utbildningsprocessen och under det vetenskapliga forskningsarbetet.

Till råd och stöd har den studerande en handledare (= huvudhandledare) och minst en biträdande handledare. För varje studerande utses en examinator.

Delar av utbildningen kan förläggas till annat lärosäte eller forskningsanstalt, inom eller utom landet.

### **4. Kurser**

Den individuella studieplanen ska innehålla kurser som ger en tillräcklig fördjupning inom den studerandes specifika forskningsområde samt en breddning mot andra relevanta ämnesområden. Studieplanen ska därför innehålla både kurser som är starkt orienterade mot matematik och kurser inriktade mot avhandlingens tillämpningsområde. Studieplanen ska även innehålla kurser som ger yrkesmässiga färdigheter såsom vetenskaplig rapportskrivning, presentationsteknik och litteratursökning. Kurserna väljs enligt riktlinjerna nedan och i samråd med examinatorn och handledaren.

Fördjupningskurser i forskarskolan för tillämpad matematik och matematisk statistik ges inom flera ämnesområden. Ett urval av kurserna är baskurser vilka är centrala inom ämnesområdet och syftar att ge samtliga doktorander i forskarskolan en gemensam vetenskaplig bas. Baskurserna ges regelbundet.

## 4.1. Kursomfång

Före doktorsexamen ska 90 högskolepoäng från kurser tillgodogöras. Av dessa ska 30 poäng komma från baskurser och 22.5 poäng från fördjupningskurser. Dessutom ska 15 poäng vara kurser från Generic and Transferable Skills (GTS). Övriga kurspoäng (22.5) är valfria.

För licentiatexamen ska 45 högskolepoäng från kurser tillgodogöras. Av dessa ska 15 poäng komma från baskurser och 7.5 poäng från fördjupningskurser. Dessutom ska 9 poäng vara kurser från Generic and Transferable Skills (GTS). Övriga kurspoäng (13.5) är valfria.

## 4.2. Baskurser

Baskurserna är uppdelade i tre ämnesområden. Kravet vid disputation är minst 30 högskolepoäng baskurser (d.v.s. fyra kurser), varav åtminstone en från varje ämnesområde. För licentiat är kravet åtminstone 15 poäng baskurser (d.v.s. två kurser) från två ämnesområden.

### *Beräkningsmatematik*

- Ordinära och partiella differentialekvationer
- Numerisk linjär algebra

### *Matematisk statistik*

- Inferensteori
- Stokastiska processer

### *Optimering*

- Linjär och olinjär optimering
- Kombinatorisk optimering

## 4.3 Fördjupningskurser

Fördjupningskurserna syftar till att ge den studerande en djupare förståelse inom ett specifikt område. Fördjupningskurserna bestäms av den studerande i samråd med examinator och handledare. Fördjupningskurserna kan delvis bestå av självstudiekurser.

Exempel på fördjupningsområden är

### *Beräkningsmatematik*

- Finita elementmetoden och dess implementering
- Stokastiska partiella differentialekvationer
- Beräkningsgeometri
- Multiskalmetoder
- Waveletanalys
- Integrationsteori

- Funktionalanalys
- Geometrisk integration

### *Matematisk statistik*

- Statistisk inferens
- Linjära regressionsmodeller
- Bayesiansk inferens
- Tidsserieanalys
- Försöksplanering
- Stokastiska processer, Markovteori och köteori
- Integrationsteori
- Svag konvergens
- Martingalteori

### *Optimering*

- Linjär och olinjär optimering
- Konvexanalys
- Diskret/heltalsoptimering
- Kombinatorisk optimering
- Optimering i grafer och nätverk
- Simuleringsbaserad optimering
- Optimering under osäkerhet
- Flermålsoptimering
- Storskalig optimering

## **4.4 Generic and Transferable Skills**

Generic and Transferable Skills (GTS) är ett samlingsnamn på utvecklingsaktiviteter/kurser som inte har direkt koppling till forskningsämnet och som syftar till att ge Chalmers doktorander professionell och personlig utveckling. Före disputation ska 15 högskolepoäng tillgodogöras inom området Generic and Transferable Skills (GTS), varav 9 ska erhållas före Licentiatexamen.

Utöver kurspaketet Generic and Transferable Skills ska doktoranden delta i en introduktionsdag för doktorander (senast före licentiatexamen), genomföra en muntlig populärvetenskaplig presentation före disputation samt skriva en populärvetenskaplig presentation på baksidan av sin doktorsavhandling.

Mer information om reglerna för GTS:

[Introduktionsdag för doktorander](#)

[Doktorandkurser – Generic and Transferable skills](#)

## **5. Avhandling**

### **5.1. Licentiatuppsats.**

För licentiatexamen fordras att den studerande författar en vetenskaplig uppsats som motsvarar studier om minst 75 högskolepoäng. Denna presenteras vid ett seminarium. Uppsatsen bedöms med betygen Godkänd eller Icke godkänd.

### **5.2. Doktorsavhandling.**

För doktorsexamen fordras att den studerande författar och vid offentlig disputation försvarar en vetenskaplig avhandling (doktorsavhandling) om 150 högskolepoäng. Avhandlingen skall kvalitetsmässigt uppfylla normala krav för publicering i sin helhet eller i sammandrag i en vetenskaplig tidskrift av god kvalitet. Den bedöms med betygen Godkänd eller Icke godkänd.

## **6. Fordringar för examen**

### **6.1. Licentiatexamen.**

En licentiatexamen omfattar 120 högskolepoäng. För licentiatexamen krävs

1. Godkänd licentiatuppsats motsvarande 75 högskolepoäng (enligt ovan),
2. Godkända kurser motsvarande 45 högskolepoäng uppdelade enligt beskrivning i avsnitt 4.1 Kursomfång.

### **6.2. Doktorsexamen.**

En doktorsexamen omfattar 240 högskolepoäng. För doktorsexamen krävs

1. Godkänd doktorsavhandling motsvarande 150 högskolepoäng (enligt ovan),
2. Godkända kurser motsvarande 90 högskolepoäng uppdelade enligt beskrivning i avsnitt 4.1 Kursomfång.

## **7. Examensbenämningar**

Benämningarna för de examina som avslutar forskarutbildningen är i normalfallet

- Teknologie licentiatexamen i tillämpad matematik och matematisk statistik
- Teknologie doktorsexamen i tillämpad matematik och matematisk statistik

För studerande med filosofisk grundexamen ersätts ”teknologie” ovan med ”filosofie”.

## **8.Handledning**

Den som antagits till forskarutbildning har rätt till handledning: heltidsstuderande under fyra år för doktorsexamen, under två år för licentiatexamen. Deltidsstuderande har denna rätt i samma omfattning fördelat på motsvarande längre tidsperiod.

Prefekten utser en examinator, som tillsammans med handledaren bestämmer den individuella studiekursen. Examinator fastställer betyg på tentamina. Handledaren och examinatorn kan inte vara samma person. Examinatorn, handledaren och den studerande utarbetar gemensamt en studieplan för den studerandes forskarutbildning. Studieplanen ska uppdateras kontinuerligt under utbildningens gång.

## **9. Tentamina och betyg**

På de olika kursavsnitten anordnas tentamina som kan vara skriftliga och/eller muntliga. Tentamina och prov bedöms med betygen Godkänd eller Icke godkänd. Kurseexamination kan också utformas på andra sätt, t.ex. genom att den studerande får i uppgift att svara för ett eller flera seminarier.

Betyg för doktorsavhandling bestäms av en betygsnämnd, som utses särskilt inför varje disputation. Betyg för licentiatuppsats bestäms av examinator.

## **10. Övriga anvisningar**

Den studerande skall minst en gång per läsår redovisa sina studieresultat och studieplaner.