

Internationella avdelningen

## Allmän studieplan för utbildning på forskarnivå i Matematik TEFMAF00

Studieplanen är fastställd av Fakultetsstyrelsen för Lunds Tekniska Högskola, LTH, 2008-05-21 och senast ändrad 2020-09-08 (Dnr U 2020/679).

### 1. Ämnesbeskrivning

Matematik är en vetenskap som med logiska slutledningar studerar begrepp med väldefinierade egenskaper, fastlagda i axiom. Enligt en klassisk indelning är matematikens huvudgrenar analys, algebra och geometri, mellan vilka det sker ett kontinuerligt utbyte av idéer och resultat. Begrepp, teoribyggnad och metoder från dessa tre grenar utgör sedan länge viktiga verktyg inom tekniska och naturvetenskapliga tillämpningar. Matematikens betydelse har under de senaste decennierna ökat ytterligare på grund av den snabba utvecklingen inom datatekniken, vilken gjort det möjligt att utveckla och analysera matematiska modeller för mycket komplicerade system. Detta har även gett upphov till nya matematiska forskningsproblem, som tillsammans med de inomvetenskapliga bidrar till att driva matematiken framåt.

Inom ämnet matematik bedrivs vid LTH forskning och utbildning på forskarnivå såväl kring inomvetenskapliga problem som kring problem som motiveras av tillämpningar inom teknik och naturvetenskap och ekonomi.

### 2. Syfte med utbildning på forskarnivå vid LTH

Styrelsen för Lunds Tekniska Högskola har 2007-02-15 fastställt följande syfte med utbildningen.

Utbildning på forskarnivå vid LTH har som övergripande syfte att bidra till samhällsutveckling och välbefinnande genom att tillgodose behov av forskarutbildad arbetskraft inom näringsliv, högskola och omgivande samhälle. LTH skall främst utbilda kvalificerade doktorer och licentiater inom områdena för LTH:s yrkesexamina. Utbildningen avser i huvudsak utbildning på forskarnivå av ingenjörer och arkitekter. Utbildningen är utformad för att stimulera den personliga utvecklingen och individens unika egenskaper.

Kännetecknande för en forskarutbildad från LTH är att hon/han:

- väl behärskar vetenskaplig teori och metodik liksom kritiskt, vetenskapligt tänkande
- har uppnått fördjupning och bredd inom forskarutbildningsämnet

Utbildningen syftar till att utveckla:

- kreativitet och självständighet med förmåga att formulera kvalificerade problemställningar, lösa problem samt att planera, genomföra och utvärdera projekt inom begränsade tidsramar
- förändringsberedskap
- personligt nätverk, såväl nationellt som internationellt
- social kompetens och kommunikationsförmåga
- pedagogisk förmåga
- innovationsförmåga samt ledar- och entreprenörskap

I avsikt att åstadkomma dessa goda egenskaper tillämpas vid LTH:

- högkvalitativ handledning och god studiesocial situation i en kreativ miljö
- en god avvägning mellan grundläggande och tillämpad forskning med öppenhet mot omgivande samhälle
- ett kvalificerat utbud av forskarutbildningskurser på såväl institutionsbasis som fakultetsnivå
- en god balans mellan kurser och avhandlingsarbete
- erhållna forskningsresultat presenteras vid nationella och internationella konferenser och publiceras i internationellt erkända tidskrifter eller på annat motsvarande sätt som innebär en bred exponering och spridning

- möjligheter att vistas i internationell forskningsmiljö i kortare eller längre perioder

### 3. Mål för utbildningen på forskarnivå

Mål för utbildning på forskarnivå anges i Högskoleförordningen.

#### 3.1 Licentiatexamen

##### *Kunskap och förståelse*

För licentiatexamen skall doktoranden

- visa kunskap och förståelse inom forskningsområdet, inbegripet aktuell specialistkunskap inom en avgränsad del av detta samt fördjupad kunskap i vetenskaplig metodik i allmänhet och det specifika forskningsområdets metoder i synnerhet.

##### *Färdighet och förmåga*

För licentiatexamen skall doktoranden

- visa förmåga att kritiskt, självständigt och kreativt och med vetenskaplig noggrannhet identifiera och formulera frågeställningar, att planera och med adekvata metoder genomföra ett begränsat forskningsarbete och andra kvalificerade uppgifter inom givna tidsramar och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen samt att utvärdera detta arbete,
- visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt klart presentera och diskutera forskning och forskningsresultat i dialog med vetenskapssamhället och samhället i övrigt, och
- visa sådan färdighet som fordras för att självständigt delta i forsknings- och utvecklingsarbete och för att självständigt arbeta i annan kvalificerad verksamhet.

##### *Värderingsförmåga och förhållningssätt*

För licentiatexamen skall doktoranden

- visa förmåga att göra forskningsetiska bedömningar i sin egen forskning,

- visa insikt om vetenskapens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används, och
- visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och ta ansvar för sin kunskapsutveckling

### **3.2 Doktorsexamen**

#### ***Kunskap och förståelse***

För doktorsexamen skall doktoranden

- visa brett kunnande inom och en systematisk förståelse av forskningsområdet samt djup och aktuell specialistkunskap inom en avgränsad del av forskningsområdet, och
- visa förtrogenhet med vetenskaplig metodik i allmänhet och med det specifika forskningsområdets metoder i synnerhet.

#### ***Färdighet och förmåga***

För doktorsexamen skall doktoranden

- visa förmåga till vetenskaplig analys och syntes samt till självständig kritisk granskning och bedömning av nya och komplexa företeelser, frågeställningar och situationer,
- visa förmåga att kritiskt, självständigt, kreativt och med vetenskaplig noggrannhet identifiera och formulera frågeställningar samt att planera och med adekvata metoder bedriva forskning och andra kvalificerade uppgifter inom givna tidsramar och att granska och värdera sådant arbete,
- med en avhandling visa sin förmåga att genom egen forskning väsentligt bidra till kunskapsutvecklingen,
- visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt med auktoritet presentera och diskutera forskning och forskningsresultat i dialog med vetenskapssamhället och samhället i övrigt,
- visa förmåga att identifiera behov av ytterligare kunskap, och
- visa förutsättningar för att såväl inom forskning och utbildning som i andra kvalificerade professionella sammanhang bidra till samhällets utveckling och stödja andras lärande.

### ***Värderingsförmåga och förhållningssätt***

För doktorsexamen skall doktoranden

- visa intellektuell självständighet och vetenskaplig redlighet samt förmåga att göra forskningsetiska bedömningar, och
- visa fördjupad insikt om vetenskapens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används.

### ***Deltidsavstämning***

Deltidsavstämning, med syfte att granska doktorandernas utbildning relativt examensmålen i högskoleförordningen, ska genomföras minst en gång under en doktorands utbildning för samtliga doktorander vars utbildning avslutas med doktorsexamen.

## **4. Grundläggande och särskild behörighet**

### **4.1 Grundläggande behörighet**

Grundläggande behörighet till utbildning på forskarnivå har den som

- avlagt examen på avancerad nivå, eller
- fullgjort kursfordringar om minst 240 högskolepoäng, varav minst 60 högskolepoäng på avancerad nivå, eller
- på något annat sätt inom eller utom landet förvärvat i huvudsak motsvarande kunskaper.

Högskolan får för en enskild sökande medge undantag från kravet på grundläggande behörighet, om det finns särskilda skäl. Förordning (2010:1064).

### **4.2 Särskild behörighet**

Kraven på särskild behörighet uppfyller den som har

- minst 90 högskolepoäng med relevans för ämnesområdet, varav minst 60 högskolepoäng på avancerad nivå samt ett fördjupningsarbete om minst 30 högskolepoäng på avancerad nivå inom ämnesområdet, eller
- examen på avancerad nivå inom relevant ämnesområde.

Slutligen krävs att studenten bedöms ha den förmåga som behövs för att klara utbildningen.

Dispens från behörighetskraven kan ges av styrelsen för LTH.

## 5. Urval

Urval till utbildning på forskarnivå sker efter bedömd förmåga att tillgodogöra sig densamma.

Bedömningen av förmågan enligt första stycket sker främst utifrån studieresultaten på grundnivå och avancerad nivå. Härvid beaktas särskilt följande:

- Kunskaper och färdigheter relevanta för avhandlingsarbetet och utbildningsämnet. Dessa kan visas genom bilagda handlingar och en eventuell intervju.
- Bedömd förmåga till självständigt arbete och förmåga att formulera och angripa vetenskapliga problem. Bedömningen kan exempelvis ske utifrån examensarbetet och en diskussion kring detta vid en eventuell intervju.
- Förmåga till skriftlig och muntlig kommunikation.
- Övriga erfarenheter relevanta för utbildningen på forskarnivå, t ex yrkeserfarenhet.

## 6. Examenskrav

Utbildningen på forskarnivå i matematik kan följas enligt en allmän inriktning eller en teknisk inriktning. Den tekniska inriktningen har förutom ovanstående även en tvärvetenskaplig målsättning att utveckla färdigheter i matematisk modellering i samverkan med något tillämpningsområde och att inkludera kunskap från expertis inom detta.

Utbildningen på forskarnivå avslutas med doktorsexamen eller, om studenten så önskar eller detta har angivits i antagningsbeslutet, med licentiatexamen. Studenten har också rätt, men inte skyldighet, att avlägga licentiatexamen som en etapp i utbildningen på forskarnivå.

För licentiatexamen krävs

- godkända kurser om 45-60 högskolepoäng
- godkänd vetenskaplig uppsats vars omfattning motsvarar studier om minst 60 högskolepoäng

Uppsatsen och kurserna skall tillsammans omfatta 120 högskolepoäng.

För doktorsexamen krävs

- godkända kurser om 90-120 högskolepoäng
- godkänd avhandling vars omfattning motsvarar studier om minst 120 högskolepoäng

Avhandlingen och kurserna skall tillsammans omfatta 240 högskolepoäng.

## 6.1 Examensbenämning

Benämningar på de examina som utbildningen leder fram till är:

- Teknologie licentiatexamen/*Licentiate in Engineering*
- Teknologie doktorsexamen/*Doctor of Philosophy in Engineering*

alt

- Filosofie licentiatexamen/*Licentiate of Philosophy*
- Filosofie doktorsexamen/*Doctor of Philosophy*

## 7. Kursdelen

I utbildningen skall ingå kurser. För varje kurs skall det utses en examinator vid den institution som ger kursen. Examinator skall fastställa en skriftlig kursplan som bland annat anger kursens benämning på svenska och engelska, kursens mål, innehåll och högskolepoängtal.

I den individuella studieplanen skall bland annat anges vilka kurser som för den enskilde studenten skall eller får ingå i utbildningen samt hur många högskolepoäng varje kurs därvid skall räknas som. Härvid kan även kurser genomgångna vid andra fakulteter eller högskolor tas med.

Det är obligatoriskt att delta och bli godkänd på kursen Introduktionskurs för nyantagna doktorander vid LTH (*Introductory Workshop for Newly Admitted PhD Students at LTH*) GEM056F eller motsvarande.

Det är också obligatoriskt att delta och bli godkänd på kursen Forskningsetik (*Research Ethics*) GEM090F.

För utformningen av kursdelen av utbildningen gäller att inom analys, algebra och geometri skall kurser väljas från följande områden:

**Analys:** Allmän topologi, analytiska funktioner i en och flera variabler, integrationsteori, funktionalanalys, spektralteori, distributionsteori, harmonisk analys, ordinära differentialekvationer, partiella differentialekvationer, dynamiska system, variationskalkyl, optimering.

**Algebra:** Grupp- och ringteori, Galoisteori, lineär algebra, representationsteori, talteori, kommutativ algebra, Lieteori, kombinatorik.

**Geometri:** Differentialgeometri, Riemanngeometri, differentiabla mångfalder, differentialtopologi, algebraisk topologi, algebraisk geometri, allmän och projektiv geometri.

Vid utformningen av individuella studieplaner grupperas kurserna i nedanstående moment A - E.

- A. Inledande kurser. Beroende på förkunskaper väljs för studerande med civilingenjörsexamen kurser i analys, algebra och geometri på sådant sätt att de tillsammans med tidigare genomgångna kurser bildar en bred och stabil grund för de fortsatta studierna. För andra studerande som avser att följa den tekniska inriktningen skall i samma syfte kurser väljas från tekniska vetenskapsområden.
- B. Ytterligare kurser i analys. Väljs från sådana områden som ej ingått i A ovan.
- C. Ytterligare kurser i algebra och geometri. Väljs från sådana områden som ej ingått i A ovan.



- D. Kurser från angränsande vetenskaper. Väljs företrädesvis från matematisk statistik, numerisk analys och datalogi.
- E. Inriktningskurser. Väljs så att den studerande får fördjupade kunskaper inom något område, normalt det vari avhandlingsarbetet görs. Bland dessa kurser kan ingå forskarutbildningskurser från andra ämnen, LTH-gemensamma kurser, och en projektorienterad kurs i praktiskt matematiskt arbete i form av handledd konsultverksamhet.

I den mån tillgängliga resurser medger genomgås kurserna i form av föreläsningar och övningar. På de olika kurserna ges kunskapsprov som kan vara skriftliga och/eller muntliga. Proven bedöms med godkänd eller ej godkänd.

Den studerande uppmuntras att under studietiden öva sin muntliga och skriftliga kommunikationsfärdighet; detta kan bl a göras genom att delta i LTH-gemensamma forskarutbildningskurser.

Följande riktlinjer gäller för utformningen av kursdelen av utbildningen.

### **7.1 Licentiatexamen**

För licentiatexamen krävs studiekurser om 45-60 högskolepoäng, varav högst 22.5 högskolepoäng från A.

### **7.2 Doktorsexamen**

För doktorsexamen krävs studiekurser om 90-120 högskolepoäng. Det skall från A ingå kurser om högst 30 högskolepoäng och från B, C och E kurser om minst 15, 15 respektive 22.5 högskolepoäng. För den tekniska inriktningen rekommenderas det dessutom från D ingå kurser om minst 15 högskolepoäng.

## **8. Vetenskapligt arbete**

I utbildningen skall ingå ett vetenskapligt arbete dokumenterat i en licentiatuppsats eller en doktorsavhandling.

Forskningsarbetet skall bedrivas inom ämnesområden som finns upptagna i *Mathematics Subject Classification i Mathematical*

*Reviews*, och skall för teknisk inriktning innehålla starka inslag av matematisk modellering.

Den studerande skall under studietiden ta aktiv del i den vetenskapliga verksamheten vid institutionen, exempelvis genom att bevista och själv ge seminarier.

### **8.1 Licentiatuppsats**

I licentiatexamen skall ingå ett forskningsarbete, svarande mot studier om minst 60 hp, som sammanfattas i minst en vetenskaplig uppsats. Denna skall vara av en kvalitet som motsvarar kraven för publicering i erkända vetenskapliga tidskrifter eller jämförbara publikationer.

Uppsatsen skall under tre veckor före betygsättningen vara tillgänglig vid institutionen. Forskningsarbetet skall presenteras vid ett offentligt seminarium under den tid uppsatsen är tillgänglig för granskning.

Därvid skall även en särskilt utsedd granskare medverka.

Uppsatsen bedöms med betyget godkänd eller icke godkänd. Betyget bestäms av examinator.

Uppsatsen skall företrädesvis författas på engelska.

### **8.2 Doktorsavhandling**

Doktorsavhandlingen skall baseras på ett självständigt forskningsarbete, svarande mot studier om minst 120 hp.

Avhandlingen skall utformas antingen som ett enhetligt sammanhängande vetenskapligt verk (monografiavhandling) eller som en kort sammanfattning av vetenskapliga uppsatser som den studerande har författat ensam eller gemensamt med andra personer (sammanläggningsavhandling). Avhandlingen eller delar av densamma skall uppfylla kvalitetskraven för publicering i erkända vetenskapliga tidskrifter eller jämförbara publikationer.

Avhandlingen skall företrädesvis författas på engelska.

## 9. Övergångsbestämmelser

För doktorander med antagningsdatum 2019-01-01 eller senare är det obligatoriskt att delta och bli godkänd på kursen Introduktionskurs för nyantagna doktorander vid LTH (*Introductory Workshop for Newly Admitted PhD Students at LTH*) GEM056F eller motsvarande för att uppfylla kraven för examen.

För doktorander med antagningsdatum 2021-01-01 eller senare är det obligatoriskt att delta och bli godkänd på kursen Forskningsetik (*Research Ethics*) GEM090F.

Deltidsavstämning är obligatorisk för doktorander som antagits från och med 2019-01-01.