

Internationella avdelningen

Allmän studieplan för utbildning på forskarnivå i Elektroteknik TEEITF00

Studieplanen är fastställd av Fakultetsstyrelsen för Lunds Tekniska Högskola, LTH, 2013-03-22 och senast ändrad 2020-09-08 (Dnr U 2020/679).

1. Ämnesbeskrivning

Elektroteknik vid LTH spänner över elektromagnetisk fältteori, elektronik, nätverk, säkerhet, signalbehandling, samt trådbunden och trådlös kommunikation. Ämnet syftar till förståelse av den bakomliggande fysiken genom teoretiska och experimentella metoder, såväl som att formulera, förverkliga och verifiera effektiva lösningar i varierande tillämpningar.

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 Höskoleförordningen.

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 att 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 doktorexamen 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 doktorexamen 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 60 högskolepoäng på avancerad nivå med relevans för ämnesområdet, eller
- civilingenjörsexamen inom datateknik, elektroteknik, informations- och kommunikationsteknik, medicin och teknik, teknisk fysik, teknisk matematik eller teknisk nanovetenskap.

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, till exempel yrkeserfarenhet.

6. Examenskrav

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 minst 45 högskolepoäng samt
- 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 minst 90 högskolepoäng samt
- godkänd vetenskaplig uppsats vars omfattning motsvarar studier om minst 135 högskolepoäng

Avhandlingen och kurserna skall tillsammans omfatta 240 högskolepoäng.

6.1 Examensbenämning

Benämningar på de examina som utbildningen leder fram till är:

- Technologie licentiatexamen/*Licentiate in Engineering*
- Technologie 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 poängtal.

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.

Den grundläggande behörigheten för forskarutbildningen kräver en examen på avancerad nivå om minst 240 högskolepoäng eller motsvarande. Om en student i denna examen har kurser utöver vad som svarar mot 240 högskolepoäng, är det möjligt att tillgodoräkna maximalt 50 % av dessa kurspoäng, dock maximalt 30 högskolepoäng. Detta svara normalt mot kurser under sista året på avancerad nivå. De tillgodoräknade kurserna måste vara relevanta för forskarutbildningen. Tillgodoräknade kurser förkortar forskarutbildningen med motsvarande tid (t ex 30 hp motsvarande 6 månader).

7.1 Licentiatexamen

Kursdelen skall omfatta minst 45 högskolepoäng. Minst 7.5 högskolepoäng av dessa skall vara kurser listade i avsnitt 7.3.

7.2 Doktorsexamen

Kursdelen skall omfatta minst 90 högskolepoäng inklusive eventuella tillgodoräknade kurser enligt ovan. Syftet med kurskomponenten är att öka doktoranden kompetens dels inom området för forskningsprojektet, dels inom området elektroteknik generellt samt även utrusta doktoranden med basala forskarfärdigheter. Det individuella kurspaketet skall generellt bestå av kurser från fyra olika kategorier för att ge en helhetstäckning med både bredd och djup i utbildningen. Följande riktlinjer föreligger, även om det kan förekomma stora skillnader i individuella fall beroende på tillgodoräknade kurser, forskarprojektets natur etc:

- Minst 7.5 högskolepoäng skall tas från den allmänna kursdelen enligt avsnitt 7.3
- Minst 40 högskolepoäng bör tas från generella elektrotekniska kurser för att ge bredd inom ämnet
- Minst 30 högskolepoäng bör tas från kurser direkt relevanta för projektet för att ge djup inom ämnet
- Minst 10 högskolepoäng bör tas från kurser utanför det elektrotekniska ämnet för att stimulera korsdisciplinära färdigheter tillika lateralt tankesätt. Exempel på områden är matematik, filosofi, juridik och ekonomi.

Avsnitt 7.4 listar de ämnesområden som utgör kärnan av kunskap och metodik för att arbeta med problem inom institutionens undergrupperingar. Dessa områden skall ses som en generell bas för både bredd och djup beroende på det individuella projektets natur.

7.3 Allmänna kurser

Allmänna kurser för forskarstudier, minst 7.5 högskolepoäng är obligatoriskt. Målsättningen med dessa kurser är att ge forskarstudenter de baskunskaper som behövs för att bedriva

forskarstudier och som samtidigt förbereder dem för en framtida yrkeskarriär. Exempel på sådana kurser är de LTH-gemensamma kurserna:

- Introductory Workshop, 2 hp
- Scientific Information Management, 3 hp
- Technical Writing for Publication, 6 hp
- Project Management in R&D Projects, 4.5 hp (+ 4.5 hp)
- Introduction to Teaching and Learning in Higher Education eller Högskolepedagogisk introduktionskurs, 3 hp
- Communicating Science eller Kommunikationsteknik, 5 hp
- Reading Skills and the Discourse of the Research Article, 3 hp
- Vetenskapsteori och forskningsmetodik, 4.5 hp
- Teknik, risk och forskningsetik, 4.5 hp

7.4 Rekommenderade kurser

Nedan följer rekommenderade kurser som har stor betydelse inom särskilda områden av ämnet. Beroende på inriktning av forskarstudierna inom elektroteknik rekommenderas kurser ur nedanstående kursblock, i kombination med andra relevanta kurser.

Elektronikkonstruktion

Väsentlig fördjupning rekommenderas inom ett av följande ämnesområden:

- Digital VLSI-design
- Analog kretsar primärt i CMOS-teknologi
- Mixed-signal kretsdesign
- Nanoelektronik

Då dessa ämnesområden angränsar varandra rekommenderas att någon kurs inom varje område ingår i utbildningen för att ge en bredd i elektronikkonstruktion. Dessutom rekommenderas en kurs i experimentell metodik (CAD-design eller processteknik) motsvarande 15 hp i utbildningen.

Informationssäkerhet och kryptologi

Väsentlig fördjupning rekommenderas inom vissa av följande områden (beroende på doktorandens inriktning):

- Matematik, speciellt abstrakt algebra, talteori, sannolikhets teori och statistik
- Kryptologi, informationsteori och kodningsteori
- Teoretisk datalogi, såsom algoritmteori och komplexitetsteori
- Informationssäkerhet i system och processer, dess teori och implementering, riskanalys och certifiering
- Datorsystem, programmeringsmiljöer, operativsystem och kompilatorer
- Nätverk och kommunikationsprotokoll

Övriga relevanta områden är exempelvis digital kommunikation, signalbehandling, programvarusystem, digital IC-konstruktion, reglerteori, kösystem och optimeringslära.

Nätverk och distribuerade system

Centrala ämnesområden inkluderar:

- Stokastiska processer
- Optimeringslära
- Avancerade algoritmer, komplexitet, approximering samt heuristik
- Köteori
- Distribuerade system
- Numeriska metoder
- Diskret matematik, grafteori, kombinatorik etc.
- Reglerteknik

Övriga relevanta kurser i ämnesområden är exempelvis matematik, matematisk statistik, programvarukonstruktion, simulering, sannolikhets teori, spelteori, sociala nätverk etc.

Signalbehandling

Avseende generella elektrotekniska kurser rekommenderas fördjupning inom merparten av följande områden:

- Signalbehandling, speciellt grundläggande signalbehandling, avancerad signalbehandling och linjära system
- Estimerings- och detekteringsteori
- Telekommunikation eller medicinsk signalbehandling

Övriga relevanta områden är exempelvis matematik och matematisk statistik, speciellt matristeori samt stokastiska processer eller sannolikhetssteori.

Teoretisk elektroteknik

Väsentlig fördjupning rekommenderas inom följande områden

- Avancerade matematiska och numeriska metoder
- Antenner och vågutbredning
- Mikrovågsteori och –teknik
- Partikel- och elektrodynamik
- Direkt och invers spridningsteori

Övriga relevanta områden är exempelvis acceleratorteknik, elektroteknik, kommunikation, signalbehandling, radarteknik, mätteknik, funktionalanalys, partiella differentialekvationer, matematisk modellering, material, fotonik.

Kommunikations- och informationsteori

Väsentlig fördjupning rekommenderas inom något eller några av följande områden (beroende på doktorandens inriktning):

- Matematik, speciellt sannolikhetssteori, stokastiska processer och matristeori
- Digital kommunikation
- Informations- och kodningsteori
- Estimerings- och detekteringsteori
- Nätverk och kommunikationsprotokoll

Övriga relevanta områden är exempelvis signalbehandling, numerisk analys, optimeringslära, kryptologi, kösystem och reglerteori.

Trådlös kommunikation

Väsentlig fördjupning rekommenderas inom något eller några av följande områden:

- Digital kommunikation
- Estimerings- och detekteringsteori
- Informations- och kodningsteori
- Antennteorier
- Vågutbredning

Övriga relevanta områden är exempelvis DSP-implementering, köteori och trafikmodeller, linjära system, reglerteori, matristeorier, numerisk analys, radioelektronik, satellitkommunikation, sannolikhetsteori, stokastiska processer, systemsimulering, algoritmteorier, optimeringslära och radionätplanering.

8. Vetenskapligt arbete

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

En mer ingående diskussion om inriktningen av det vetenskapliga arbetet kan lämpligen tas upp mot slutet av det första året. Arbetet kräver som regel ytterligare litteraturstudier inom ett eller flera specialområden. En naturlig del av arbetet är vidare att följa tidskriftslitteraturen inom området för det vetenskapliga arbetet.

8.1 Licentiatuppsats

För en licentiatuppsats krävs att den studerande genomfört, och i uppsatsen redovisar, en forskningsuppgift, som antingen utgör en vetenskaplig uppsats eller en på vetenskaplig grund utarbetad utredningsrapport. Den vetenskapliga uppsatsen kan utgöra en första avslutad del av doktorsavhandlingen eller ett självständigt arbete, som kan ingå i en framtida sammanläggningsavhandling.

Licentiatuppsatsen skall presenteras och granskas av en för ändamålet särskilt utsedd granskare vid ett offentligt seminarium.

8.2 Doktorsavhandling

Avhandlingen är avsedd att vara prov på att den forskarstuderande förvärvat sådana färdigheter att denne självständigt kan genomföra forskningsuppgifter. Allmänt gäller att avhandlingen skall vara av

sådan kvalitet att den eller delar av den (eventuellt efter redigering) kan antas för publicering i en internationell vetenskaplig tidskrift av god kvalitet.

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.