

Beslut om allmän studieplan för forskarutbildningsämnet Teori och modellering inom naturvetenskap

Beslut

Tekniska fakulteten vid Linköpings universitet beslutar att ”Allmän studieplan för Teori och modellering inom naturvetenskap” ska träda i kraft i enlighet med de ikraftträdandebestämmelser som anges i styrdokumentet (se bilaga).

Detta beslut ersätter Allmän studieplan för Teori och modellering inom naturvetenskap (dnr LiU-2016-00025), beslutad 2 juni 2016.

Beslutet ska inte föras in i LiU:s regelsamling.

Skäl till beslut

De huvudsakliga ändringarna och uppdateringarna av föregående beslut samt skäl till dessa är angiva i nedanstående punktlista.

- Avsnitt 1, *Ämnesbeskrivning*, är uppdaterad för att förtydliggöra avgränsningen av forskarutbildningsämnet Teori och modellering inom naturvetenskap.
- Avsnitt 2, *Behörighet och urval*, har en revidering gjorts för att särskild behörighet ska omfatta samtliga fyra ämnesområden.
- Avsnitt 3, *Examen*, har en revidering gjorts med avseende på kurskraven för att tydliggöra det minsta antal högskolepoäng på forskarnivå som krävs för examen.
- Avsnitt 4, *Utbildningens mål och genomförande*, har flera tillägg gjorts för att tydliggöra utbildningens olika mål och genomförande, samt för att tydliggöra det som i tidigare beslut angavs under rubrikerna 4.1 *Avhandling* och 4.4 *Kurser*.
- Avsnitt 5, *Ämnesområden*, har flera tillägg gjorts för att tydliggöra ämnesområdenas specifika kurskrav.

Handläggningen av beslutet

Detta beslut har fattats av fakultetsstyrelsen vid Tekniska fakulteten vid dess sammanträde dag som ovan. I beslutet har deltagit dekan Johan Ölvander, ordförande, samt ledamöterna Helena Herbertsson, Magnus Borga, Eva Blomqvist, Camilla Forsell, Svante Gunnarsson, Martin Singull, Karolina Bergström, Samuel Axelsson, Lena Miranda, Linus Karlsson och Clara Björk. Vidare har närvarit suppleant Thomas Wiktorsson, Mile Elez, studerande Oskar Sjöberg, studerande Eira Movin, kanslichef Annalena Kindgren samt styrelsens sekreterare Margareta Johansson.

I ärendets beredning har utbildningsledare Maria Mitradjieva, forskarstudierektorn Iryna Yakymenko och Forskarutbildningsnämnden vid tekniska fakulteten deltagit.

Johan Ölvander

Magnus Borga

Sändlista:

Forskarutbildningsnämnden
Prefekt vid IFM
Forskarstudierektor vid IFM
Registrator vid IFM
Dokument- och arkivenheten (original)

Teori och modellering inom naturvetenskap

/Theory and Modelling in Natural Sciences/

Forskarutbildningsämnet *Teori och modellering inom naturvetenskap* omfattar följande ämnesområden:

Teoretisk fysik/Theoretical Physics/SCB koder: 10304, 10302, 10399/

Beräkningskemi/Computational Chemistry/SCB kod: 10407/

Teoretisk biologi/Theoretical Biology/SCB kod: 10611, 10699/

Bioinformatik /Bioinformatics/SCB kod: 10203/

1 Ämnesbeskrivning

Den gemensamma kärnan i forskarutbildningsämnet Teori och modellering inom naturvetenskap är teoretisk forskning med inriktning på teoribildning, metodutveckling, modellering, simuleringar samt bearbetning och analys av forskningsdata. Dessa metoder används inom många naturvetenskapliga discipliner som representeras av forskarutbildningsämnets ämnesområden. Utbildningen syftar till att utveckla de forskarstuderandes analytiska och kvantitativa färdigheter inom teoretisk forskning, förmågan att formulera och testa vetenskapliga hypoteser, och ge erfarenhet av att använda komplexa datorberäkningar och storskalig dataanalys.

I forskning baserad på teori och modellering används modeller för att beskriva komplexa verkliga system på praktiskt hanterbara sätt utan att förlora nödvändig flexibilitet. Modellerna innefattar ett antal grundläggande ekvationer vars lösningar är kopplade till systemets egenskaper. För att kunna lösa ekvationerna krävs ofta en utveckling av nya metoder som kan implementeras i datorprogram och simuleras på datorer. En analys av resultaten visar om ny och användbar kunskap kan extraheras från modellen eller om den eventuellt måste omarbetas. Resultater från simuleringar samlas ofta i forskningsdatabaser för tillgängliggörande och användning inom t.ex. data-driven analys med tekniker som informatik och AI. Angreppssättet är generellt applicerbart i teoretiskt forsknings- och utvecklingsarbete och det är vår ambition att forskarutbildningen ska ge en god grund för fortsatt FoU-arbete i såväl akademi som näringsliv.

2 Behörighet och urval

Den grundläggande behörigheten samt allmänna principer för urval anges i fakultetens *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*.

2.1 Särskild behörighet

Särskild behörighet till utbildning på forskarnivå inom *Teori och modellering inom naturvetenskap* har den som har fullgjort kursfordringar om minst 60 högskolepoäng på avancerad nivå med anknytning till respektive ämnesområde. I dessa 60 högskolepoäng ska ingå ett självständigt arbete (examensarbete) med en omfattning om minst 30 högskolepoäng i ett ämne relevant för ämnesområdet.

3 Examen

Utbildning på forskarnivå i Teori och modellering inom naturvetenskap leder till en doktorsexamen eller licentiatexamen. Den senare kan också utgöra en etapp i forskarutbildningen. Licentiatexamen omfattar 120 högskolepoäng varav kurser motsvarar studier om 30 högskolepoäng för ämnesområdena teoretisk biologi, beräkningskemi och bioinformatik, samt 45 högskolepoäng för teoretisk fysik. Av dessa ska minst 20 högskolepoäng för ämnesområdena teoretisk biologi, beräkningskemi och bioinformatik, samt minst 30 högskolepoäng för teoretisk fysik vara på forskarnivå. Avhandlingsarbetet motsvarar studier om 90 högskolepoäng för teoretisk biologi, beräkningskemi och bioinformatik samt 75 högskolepoäng för teoretisk fysik. Doktorsexamen omfattar 240 högskolepoäng varav kurser motsvarar studier om 60 högskolepoäng för teoretisk biologi, beräkningskemi och bioinformatik, samt 90 högskolepoäng för teoretisk fysik. Av dessa ska minst 40 högskolepoäng för ämnesområdena teoretisk biologi, beräkningskemi och bioinformatik, samt minst 60 högskolepoäng för teoretisk fysik vara på forskarnivå. Avhandlingsarbetet motsvarar studier om 180 högskolepoäng för teoretisk biologi, beräkningskemi och bioinformatik samt 150 högskolepoäng för teoretisk fysik.

4 Utbildningens mål och genomförande

Gemensamma mål och syften med utbildning på forskarnivå anges i inledningen av fakultetens *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå* samt i högskoleförordningens examensordning (återgiven i bilaga till *Studiehandboken*).

Utbildning i forskarutbildningsämnet Teori och modellering inom naturvetenskap ger doktoranden förutsättningar att uppfylla samtliga examensmål. Utbildningen består av forsknings- och avhandlingsarbete, kurser, deltagande i seminarier, medverkan vid nationella och internationella konferenser och samverkan med industri.

Utbildningen ger doktoranden bred och djup kunskap och förståelse inom Teori och modellering genom ett urval av följande moment: doktoranden följer grundläggande och övergripande kurser samt fördjupningskurser inom sitt forskningsområde i sin forskningsinriktning, deltar i undervisningen av grundutbildningskurser, arbetar med forskningsprojekt, deltar i mångvetenskapliga forskarskolors verksamhet, samt förbereder och genomför presentationer av sin forskning vid nationella och internationella konferenser. Doktoranden förvärvar djup kunskap och förståelse inom forskarutbildningsämnet genom att aktivt delta i relevanta doktorandkurser inom matematisk modellering, statistik, programmering, visualisering, databashantering, informatik, datadriven analys samt utvecklande och användande av AI-modeller.

Doktoranden utvecklar förtrogenhet med vetenskaplig metodik genom att tillämpa forskningsområdets metodik i sin egen forskning och genom att genomgå en obligatorisk kurs i forskningsmetodik.

Doktorander i forskarutbildningsämnet Teori och modellering inom naturvetenskap förvärvar färdigheter och förmågor genom att

- granska och modellera olika system relevanta för forskningsinriktningen.
- självständigt planera och genomföra sin forskning.
- visa förmåga att genom egen forskning bidra till kunskapsutvecklingen inom teori och modellering.
- delta i forskargruppens möten, seminarier, gästföreläsningar och liknande aktiviteter. I detta ingår att minst en gång per år redovisa uppnådda forskningsresultat och presentera planer för det fortsatta avhandlingsarbetet.
- att inför licentiatexamen eller vid ca 60% av kursfordringarna till doktorsexamen genomföra ett halvtidsseminarium eller licentiatseminarium.
- delta i konferenser och presentera sin egen forskning. Detta uppövar förmågan att presentera sitt arbete inför kollegor och utstå kritisk granskning.
- delta i kurser inom t.ex. presentationsteknik, ledarskap, management, entreprenörskap, mediaträning, metodik/etik, och/eller pedagogik.
- delta i popularisering av vetenskap.

Ovanstående ger doktoranden goda förutsättningar för att såväl inom forskning och utbildning som i andra kvalificerade professionella sammanhang bidra till samhällets utveckling och stödja andras lärande inom den valda inriktningen av området Teori och modellering.

Värderingsförmågor och förhållningssätt utvecklas inom forskarutbildningsämnet Teori och modellering inom naturvetenskap t.ex. genom att doktoranden:

- skapar intellektuell självständighet och vetenskaplig redlighet att bedriva egen forskning inom Teori och modellering inom naturvetenskap
- följer en obligatorisk kurs i forskningsetik
- deltar i forskargruppens seminarieverksamhet eller gruppmöten
- ingår i interna och/eller externa forskningssamarbeten
- tränar sig i att både ge konstruktiv kritik på andras forskning, och bemöta konstruktiv kritik av egen forskning

Doktorander inom forskarutbildningsämnet Teori och modellering inom naturvetenskap visar intellektuell självständighet genom att självständigt driva forskningsprojekt och presentera uppnådda resultat i olika interna och externa sammanhang samt genom att skriva en avhandling. Doktoranden utvecklar sin muntliga och skriftliga kommunikation samt sitt kritiska tänkande genom att regelbundet (minst en gång per år) i en seminarierie i forskningsmiljön redovisa hittills uppnådda resultat och planering för det fortsatta avhandlingsarbetet.

Utbildningen ger doktoranden fördjupad insikt i vetenskapens möjligheter att bidra till en hållbar samhällsutveckling. Detta uppnås genom obligatoriska läraaktiviteter (som del av de fakultetsobligatoriska kurserna), samt genom deltagande i kontinuerliga diskussioner vid till exempel forskningsseminarium och genom en reflektion kring hållbarhetsaspekter av det egna forskningsarbetet.

4.1 Avhandling

Övergripande regler kring utformning, framläggning och betygssättning av avhandlingar återfinns i fakultetens *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*.

Doktoranden visar sin förmåga att genom egen forskning väsentligt bidra till kunskapsutvecklingen genom att skriva en doktors- respektive licentiatavhandling vars vetenskapliga kvalitet ska godkännas av en betygsnämnd (doktorsavhandling) respektive examinator (licentiatavhandling).

4.1.1 Doktorsavhandling

En doktorsavhandling kan vara en monografi eller en sammanläggningsavhandling. En sammanläggningsavhandling för doktorsexamen i Teori och modellering inom naturvetenskap består av en sammanfattande text och ett antal bilagda vetenskapliga artiklar som accepterats för publicering i etablerade vetenskapliga tidskrifter, konferenser eller böcker, eller uppfyller rimligt ställda krav för att antas till sådan publicering. Artiklarna ska som helhet utgöra ett väsentligt och nyskapande bidrag till forskningsfältet

som uppfyller de krav på kvalitet, originalitet och vetenskapligt genomslag som etablerats för en doktorsexamen inom det aktuella forskningsområdet. I samband med disputationen är det betygsnämndens uppgift att säkerställa att avhandlingen uppfyller dessa krav. En monografi ska hålla motsvarande höga vetenskapliga nivå.

4.1.2 Licentiatavhandling

En licentiatavhandling kan bestå av en monografi eller av en sammanläggningsavhandling. En sammanläggningsavhandling för licentiatexamen i Teori och modellering inom naturvetenskap består vanligtvis av en sammanfattande text och en eller flera artiklar på samma sätt som för en doktorsavhandling, där minst en artikel accepterats för publicering i en etablerad vetenskaplig tidskrift, konferens eller bok och även resterande ingående artiklar bedöms uppfylla rimligt ställda krav för att antas till publicering. En monografi ska hålla motsvarande höga vetenskapliga nivå.

4.2 Individuell studieplan

För varje doktorand ska en individuell studieplan upprättas. Den närmare planeringen av kurser och andra moment görs i samråd med handledarna och dokumenteras i den individuella studieplanen (se *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*, avsnitt 5.3). Studieplanen upprättas senast en månad efter antagningen och revideras minst en gång per år.

4.3Handledning

Allmänna bestämmelser för handledning finns i *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*, Kap. 4, och i *Policy för handledning inom forskarutbildning vid LiTH*.

För varje doktorand utses i början av studierna en huvudhandledare. Därutöver ska en eller flera biträdande handledare utses. Handledarnas roll är att vägleda den studerande under studietiden bland annat när det gäller val av kurser samt val av forskningsuppgift. Den studerande och handledarna ska ha regelbundna möten för att diskutera och samråda om forskningsarbetets fortskridande.

4.4 Kurser

4.4.1 Fakultetsgemensamma kurskrav

Vetenskapsteori, metodik, etik, jämställdhet och hållbarhet

Samtliga doktorander ska för att få examen på forskarnivå ha genomgått av fakulteten beslutade obligatoriska kurser i vetenskapsteori, metodik, etik, jämställdhet och hållbarhet, eller bedömts ha motsvarande kompetens.

Pedagogisk utbildning

Alla doktorander som undervisar ska genomgå en grundläggande pedagogisk kurs. Minst 3 högskolepoäng från denna kurs ska ingå i utbildningen på forskarnivå och eventuella resterande poäng ska räknas som institutionstjänstgöring (se *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*, avsnitt 5.5).

4.4.2 Ämnesgemensamma kurser

Doktorandkurser inom matematisk modellering, statistik, programmering (speciellt för högpresterande datorer), visualisering, databashantering, informatik, datadriven analys samt utvecklande och användande av AI-modeller anses ha hög relevans för forskarutbildningsämnet. Det föreligger en allmän rekommendation att prioritera kurser inom dessa områden. Forskarstuderande uppmuntras också att delta vid nationella och internationella intensivkurser (s.k. sommarskolor) inom sina respektive forskningsområden.

4.4.3 Övriga ämnesgemensamma obligatoriska moment

I forskarutbildningen ingår följande obligatoriska moment rörande presentation av egen forskning:

- Forskarutbildning till licentiat skall inkludera deltagande och presentation av egen forskning vid minst ett nationellt eller internationellt vetenskapligt möte.

Forskarutbildning till doktor skall inkludera deltagande och presentation av egen forskning vid minst två vetenskapliga konferenser varav minst en presentation ska ske vid ett större internationellt vetenskapligt möte och minst en ska ske muntligt vid ett nationellt eller internationellt vetenskapligt möte.

4.4.4 Tillgodoräkning

Tillgodoräknande av utbildningsmoment görs enligt *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*, avsnitt 5.6.

5 Ämnesområden

5.1 Teoretisk fysik

Forskning och forskarutbildning inom teoretisk fysik baseras på fysikens grundläggande lagar, utifrån vilka en mikroskopisk förståelse för fysikaliska processer och materialegenskaper eftersträvas. Forskningen är primärt fokuserad på kondenserade materiens teori, nanovetenskap, kvantfysik, elektromagnetisk modellering och ickelinjär fysik; ett exempel på ledmotiv i forskningen är att via uppnådd förståelse för kopplingen mellan struktur och

egenskaper kunna medverka till en utveckling av nya och förbättrade material inom en rad tillämpningsområden. Arbetet är nära förankrat i experimentell verksamhet vid och utanför institutionen IFM, och detta samspel mellan teori och experiment utgör kärnan och drivkraften för forskningen inom teoretisk fysik. Ett viktigt mål med utbildningen i teoretisk fysik är att ge doktorander en djup kunskap och förståelse i de teoretiskt grundläggande ämnena kvantmekanik, statistisk mekanik och fasta tillståndets fysik, samt att ge kunskaper och färdigheter i att genomföra numeriska simuleringar utförda på högpresterande datorer.

5.1.1 Obligatoriska kurser

För doktorsexamen är doktorandkursen *Fundamentala principer i teoretisk fysik*, 2 högskolepoäng obligatorisk. För licentiatexamen krävs godkänt på en delmängd av modulerna i denna kurs totalt motsvarande minst 1 högskolepoäng.

5.1.2 Områdesspecifika kurskrav

Specifika kärnämnen inom teoretisk fysik är kvantmekanik, statistisk och termisk fysik, fasta tillståndets fysik, kvantinformation, elektrodynamik, optik, materialvetenskap (inkl. halvledarfysik, ytfysik, nanofysik, materialdefekter), täthetsfunktionalteori, grupp teori, elementarpartikelfysik, kaos och icke-linjära system, plasmafysik, samt tillhörande tillämpade ämnen. Till dessa får även inräknas kurser relaterade till hantering av storskaliga forskningsdata ifrån teoretiska simuleringar med databaser, AI-metoder (t.ex. maskininlärning), semantisk beskrivning av data och storskalig dataanalys för doktorander med forskningsprojekt som ansluter till dessa ämnen.

För licentiatexamen krävs minst 25 högskolepoäng inom kärnämneskurser och för doktorsexamen krävs minst 45 högskolepoäng inom kärnämneskurser.

5.2 Beräkningskemi

Forskning och forskarutbildning inom beräkningskemi behandlar en rad olika frågeställningar inom kemi och biologi, som studeras med exempelvis kvantkemiska beräkningsmetoder och metoder inom statistisk termodynamik. Frågeställningarna har typiskt sitt ursprung i kemiska och biologiska problem kring molekylers funktion, reaktivitet och egenskaper. Aktuella forskningsprojekt syftar bl.a. till att fastställa fotokemiska reaktionsmekanismer, att designa molekylära motorer och switchar för nanoteknologisk användning, samt att utforska och utveckla ytkemiska processer. Ett viktigt mål med utbildningen i beräkningskemi är att ge den studerande färdigheter i att modellera molekylers funktion, reaktivitet och egenskaper, att ställa upp och kritiskt granska modeller inom beräkningskemi, att knyta an teoretiska forskningsresultat till experimentella studier, samt att ge fördjupade ämneskunskaper inom

beräkningskemi och färdigheter i att genomföra numeriska simuleringar på högpresterande datorer.

5.2.1 Områdesspecifika kurskrav

Specifika kärnämnen inom beräkningskemi är kvantmekanik, statistisk och termisk fysik, kvantkemi, täthetsfunktionalteori, gruppteori och molekylär symmetri, responsteori, organisk kemi, ytkemi, fotokemi, fasta tillståndets fysik, samt vetenskaplig programmering.

För licentiatexamen krävs minst 20 högskolepoäng inom kärnämneskurser och för doktorsexamen krävs minst 40 högskolepoäng inom kärnämneskurser. För både licentiatexamen och doktorsexamen måste dessutom minst 6 högskolepoäng förvärvas inom såväl kvantmekanik som statistisk och termisk fysik.

5.3 Teoretisk biologi

Forskning och forskarutbildning inom teoretisk biologi fokuserar på utveckling och användning av matematiska och statistiska modeller samt analys av omfattande data set för att besvara frågeställningar inom ekologi och miljövetenskap. Ett huvudområde är analys av struktur, dynamik och funktionalitet i komplexa ekologiska nätverk. Andra huvudområden är statistiska metoder för modellering av sjukdomsspridning hos boskapsdjur och viltövervakning. Forskningen har en inriktning mot analys och metodutveckling. Frågeställningar utgår från biologiska processer och analyser och metoder utgår från matematiska eller statistiska modeller. Exempel på aktuella frågeställningar är ekosystemens sårbarhet för olika typer av störningar, bevarande av biologisk mångfald i dynamiska landskap, kontroll av skadeorganismer, spridning av smittsamma sjukdomar, och effektiv hantering av näringsämnen i växtproduktion. Ett viktigt mål med utbildningen i teoretisk biologi är att ge den studerande färdigheter i att utföra sårbarhetsanalyser och riskbedömningar i biologiska system, fördjupade ämneskunskaper inom teoretisk biologi, samt att ge kunskaper och färdigheter inom matematiska modeller, statistik och programmering.

5.3.1 Obligatoriska kurser

Obligatorisk kurs är: Seminarieverksamhet inom biologi, 10 högskolepoäng .

5.3.2 Områdesspecifika kurskrav

Specifika kärnämnen inom teoretisk biologi är teoretisk ekologi, epidemiologi, evolution, matematisk analys, statistik, programmering, databashantering. För licentiatexamen krävs minst 20 högskolepoäng inom kärnämneskurser och för doktorsexamen minst 40 högskolepoäng inom kärnämneskurser.

5.4 Bioinformatik

Forskning och forskarutbildning inom bioinformatik behandlar metoder för att tolka och förstå informationen i arvsmassan, DNA och kartlägga funktionen hos proteiner. Forskningen är inriktad på utveckling av metoder för datahantering, förutsägelser och att koppla experiment till modellering. Vidare används existerande metoder för att lösa biologiskt och medicinskt relevanta problem, ofta i samarbete med andra forskargrupper. Exempel på forskningsområden är bl.a. användning av molekylmodellering för att studera dynamiska förlopp och metodutveckling för förutsägelser av struktur och funktion hos proteiner, förutsägelser av protein-protein interaktioner, analys av data från storskalig sekvensbestämning, samt för konstruktion och analys av gen- och proteinnätverk.

5.4.1 Områdesspecifika kurskrav

Ämnesområdet bioinformatik har också ett krav att minst 40 högskolepoäng för doktorsexamen och minst 20 högskolepoäng för licentiatexamen är inom för ämnesområdet direkt relevanta ämnen: biofysik, molekylfysik, biokemi, molekylärbiologi, genetik, proteinkemi, strukturbologi, struktur och dynamik i komplexa biologiska system, visualisering, bioinformatiska metoder, programmering och datalogi, maskininlärningsmetoder, statistik och databashantering, samt kurser i hantering av storskaliga datamängder.

6 Övrigt

6.1 Övergångsbestämmelser

Ändringar i den allmänna studieplanen gäller inte de doktorander som redan antagits i ett ämne. Byte till den nya studieplanen kan dock ske om både huvudhandledare och doktorand är överens. Detta ska i så fall dokumenteras i den individuella studieplanen.

7 Ikraftträdande

Den allmänna studieplanen träder i kraft den 1 juli 2024.

Signature page

This document has been electronically signed
using eduSign.

eduSign