



Naturvetenskapliga fakulteten

NABER, Masterprogram i beräkningsvetenskap, 120 högskolepoäng

Master Programme in Computational Science, 120 credits

Program med akademiska förkunskapskrav och med slutlig examen på
avancerad nivå / *Second cycle degree programme requiring previous university study*

Beslutsuppgifter

Utbildningsplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetsstyrelsen 2022-09-28 (U 2022/610) och senast reviderad 2025-12-17 av Naturvetenskapliga fakultetens styrelse. Den reviderade utbildningsplanen träder i kraft 2026-01-19 och gäller från och med vårterminen 2026.

Inriktningar

Kod	Svensk benämning	Engelsk benämning	Hp
BEMA	Beräkningsmatematik	Scientific Computing	120 hp
BEFY	Fysik	Physics	120 hp
BEGE	Geovetenskap	Geoscience	120 hp
BELI	Livsvetenskaper	Life Sciences	120 hp

Programbeskrivning

Programmet för naturvetenskaplig masterexamen i huvudområdet beräkningsvetenskap omfattar studier om 120 högskolepoäng som leder till en naturvetenskaplig masterexamen i huvudområdet beräkningsvetenskap.

Utbildningen vilar på en vetenskaplig grund och har ett nära samband med forskningen på den naturvetenskapliga fakulteten vid Lunds universitet. Verksamheten vid fakulteten värnar om vetenskapens trovärdighet och forskningssed och är avpassad så att en hög kvalitet nås i utbildningen. Vidare främjar verksamheten en hållbar utveckling, jämställdhet mellan kvinnor och män samt förståelse för andra

länder och internationella förhållanden. Dessa aspekter är integrerade i utbildningens examensmål.

Utbildning på avancerad nivå i huvudområdet beräkningsvetenskap bygger väsentligen på de kunskaper som studenterna fått inom utbildning på grundnivå.

Utbildning på avancerad nivå inom huvudområdet beräkningsvetenskap innebär en fördjupning av kunskaper, färdigheter och förmågor i förhållande till utbildning på grundnivå och ska, utöver vad som gäller för denna

- ytterligare utveckla studenternas förmåga att självständigt integrera och använda kunskaper,
- utveckla studenternas förmåga att hantera komplexa företeelser, frågeställningar och situationer, och
- utveckla studenternas förutsättningar för yrkesverksamhet som ställer stora krav på självständighet eller för forsknings- och utvecklingsarbete.

Inom utbildningen tillämpas ett lärandeperspektiv, där studenterna tar en aktiv roll i lärandeprocessen samt medvetet och kontinuerligt reflekterar över sitt lärande och sin utveckling mot examensmålen.

I bilagan Måluppfyllelse för naturvetenskaplig masterexamen, huvudområde beräkningsvetenskap vid den naturvetenskapliga fakulteten beskrivs huvudområdets vetenskapliga grund och samband med forskningen.

Mål

Kunskap och förståelse

För masterexamen skall studenten

- visa kunskap och förståelse inom huvudområdet för utbildningen, inbegripet såväl brett kunnande inom området som väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av området samt fördjupad insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete, och
- visa fördjupad metodkunskap inom huvudområdet för utbildningen.

Färdighet och förmåga

För masterexamen skall studenten

- visa förmåga att kritiskt och systematiskt integrera kunskap och att analysera, bedöma och hantera komplexa företeelser, frågeställningar och situationer även med begränsad information,
- visa förmåga att kritiskt, självständigt och kreativt identifiera och formulera frågeställningar, att planera och med adekvata metoder genomföra 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 redogöra för och diskutera sina slutsatser och den kunskap och de argument som ligger till grund för dessa i dialog med olika grupper, och
- visa sådan färdighet som fordras för att delta i forsknings- och utvecklingsarbete eller för att självständigt arbeta i annan kvalificerad verksamhet.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

För masterexamen skall studenten

- visa förmåga att inom huvudområdet för utbildningen göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter samt visa medvetenhet om etiska aspekter på forsknings- och utvecklingsarbete,
- 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.

Självständigt arbete (examensarbete)

För masterexamen ska studenten inom ramen för kursfordringarna ha fullgjort ett självständigt arbete (examensarbete) om minst 30 högskolepoäng inom huvudområdet för utbildningen. Det självständiga arbetet får omfatta mindre än 30 högskolepoäng, dock minst 15 högskolepoäng, om studenten redan har fullgjort ett självständigt arbete på avancerad nivå om minst 15 högskolepoäng inom huvudområdet för utbildningen eller motsvarande från utländsk utbildning.

Kursuppgifter

Programmet omfattar 2 år (120 högskolepoäng) för masterexamen. I bilagan Måluppfyllelse för naturvetenskaplig masterexamen, huvudområde beräkningsvetenskap vid den naturvetenskapliga fakulteten beskrivs de ingående kurserna.

Masterexamen uppnås efter att studenten fullgjort kursfordringarna. Därtill ställs krav på avlagd kandidatexamen om minst 180 högskolepoäng eller motsvarande utländsk examen. För att tillägna sig de väsentligt fördjupade kunskaper och förståelse, färdigheter och förmågor samt värderingsförmåga och förhållningssätt som behövs för att uppnå målen för en naturvetenskaplig masterexamen, huvudområde beräkningsvetenskap, krävs nya kunskaper som bygger på den underliggande kandidatexamen.

Se bilaga Måluppfyllelse för naturvetenskaplig masterexamen huvudområde beräkningsvetenskap 120 hp.

Examen

Examensbenämningar

Naturvetenskaplig masterexamen

Huvudområde: Beräkningsvetenskap

Huvudområde: Beräkningsvetenskap med fördjupning i beräkningsmatematik

Huvudområde: Beräkningsvetenskap med fördjupning i fysik

Huvudområde: Beräkningsvetenskap med fördjupning i geovetenskap

Huvudområde: Beräkningsvetenskap med fördjupning i livsvetenskaper

Degree of Master of Science (120 credits)

Major: Computational Science

Major: Computational Science with specialization in Geoscience

Major: Computational Science with specialization in Life Sciences

Major: Computational Science with specialization in Physics

Major: Computational Science with specialization in Scientific Computing

Förkunskapskrav och urvalsmetod

Beräkningsmatematik

Förkunskapskrav

Kandidatexamen i fysik om minst 180 hp.

Engelska 6 / Engelska B.

alternativt

Naturvetenskaplig eller teknisk kandidatexamen om minst 180 hp. Examen ska innehålla

- 30 hp matematik, varav 6 hp programmering och 7,5 hp statistik
- Ytterligare 60 hp matematik och/eller fysik.
- Examen ska innehålla minst 15 hp i ett naturvetenskapligt ämne (inte matematik) eller i datalogi.

Engelska 6 / Engelska B.

Urvalsmetod

Baseras på betyg på akademiska kurser inom naturvetenskapliga, tekniska och matematiska huvudområden, samt en motivering för ansökan som klargör sökandens mål med utbildningen (från den sökandes "Summary sheet").

Fysik

Förkunskapskrav

Kandidatexamen i fysik om minst 180 hp.

Engelska 6 / Engelska B.

alternativt

Naturvetenskaplig eller teknisk kandidatexamen om minst 180 hp. Examen ska innehålla

- 30 hp matematik, varav 6 hp programmering och 7,5 hp statistik
- Ytterligare 90 hp matematik och/eller fysik.

Engelska 6 / Engelska B

Urvalsmetod

Baseras på betyg på akademiska kurser inom naturvetenskapliga, tekniska och matematiska huvudområden, samt en motivering för ansökan som klargör sökandens mål med utbildningen (från den sökandes "Summary sheet").

Geovetenskap

Förkunskapskrav

Kandidatexamen i fysik om minst 180 hp. Examen ska innehålla 15 hp i ett geovetenskapligt ämne.

Engelska 6 / Engelska B.

alternativt

Naturvetenskaplig eller teknisk kandidatexamen om minst 180 hp. Examen ska innehålla

- 30 hp matematik, varav 6 hp programmering och 7,5 hp statistik
- Ytterligare 60 hp matematik och/eller fysik.
- Examen ska innehålla 15 hp i ett geovetenskapligt ämne.

Engelska 6 / Engelska B.

Urvalsmetod

Baseras på betyg på akademiska kurser inom naturvetenskapliga, tekniska och matematiska huvudområden, samt en motivering för ansökan som klargör sökandens mål med utbildningen (från den sökandes "Summary sheet").

Livsvetenskaper

Förkunskapskrav

Kandidatexamen i fysik om minst 180 hp.

Engelska 6 / Engelska B.

alternativt

Naturvetenskaplig eller teknisk kandidatexamen om minst 180 hp. Examen ska innehålla:

- 30 hp matematik, varav 6 hp programmering och 7,5 hp statistik
- Ytterligare 60 hp matematik och/eller fysik
- 15 hp naturvetenskap annan än matematik

Engelska 6 / Engelska B

Urvalsmetod

Baseras på betyg på akademiska kurser inom naturvetenskapliga, tekniska och matematiska huvudområden, samt en motivering för ansökan som klargör sökandens mål med utbildningen (från den sökandes "Summary sheet").

Övrigt

Vissa av de valbara kurserna inom programmet kan ha högre förkunskapskrav i matematik eller i andra naturvetenskapliga ämnen.

Regler för betyg och examination anges i kursplaner som fastställs av fakultetsstyrelsen.

Matematikcentrum

Måluppfyllelse för naturvetenskaplig masterexamen, huvudområde Beräkningsvetenskap

En generell examen ska uppfylla de nationella examensmålen och ha en successiv, poängangiven fördjupning inom huvudområdet, inklusive ett examensarbete. Här redogörs för hur en naturvetenskaplig masterexamen inom huvudområdet beräkningsvetenskap uppfyller de nationella examensmålen.

Beslutsuppgifter

Beslut: Fakultetsstyrelsen 2023-05-25. Reviderad av utbildningsnämnden 2025-05-28

Innehåll

Måluppfyllelse för naturvetenskaplig masterexamen huvudområde

Beräkningsvetenskap	1
<i>Basuppgifter</i>	<i>2</i>
Program	2
Examensbenämning	2
Förkunskapskrav	2
Urvalsmetod.....	3
Utbildningens plats i utbildningssystemet.....	4
<i>Huvudområdets vetenskapliga grund, utbildningens innehåll och forskningsanknytning</i>	<i>4</i>
<i>Perspektiv i utbildningen.....</i>	<i>7</i>
Hållbar utveckling	7
Lika villkor	7
Internationalisering	7
<i>Förberedelse för arbetslivet</i>	<i>8</i>
<i>Kvalitetsutveckling.....</i>	<i>8</i>
<i>Översiktlig beskrivning av utbildningens uppbyggnad och progression</i>	<i>9</i>

<i>Kursfordringar för examen</i>	11
Fördjupning beräkningsmatematik.....	11
Fördjupning fysik	12
Fördjupning Geovetenskap	12

Basuppgifter

Program

Programmet för naturvetenskaplig masterexamen i huvudområdet beräkningsvetenskap omfattar studier om 120 högskolepoäng som leder till en naturvetenskaplig masterexamen i huvudområdet beräkningsvetenskap.

Examensbenämning

Lunds universitet har rätt att utfärda naturvetenskaplig masterexamen, vilket i högskoleförordningens mening utgör en generell examen.

Examensbenämning:

Naturvetenskaplig masterexamen

Huvudområde: Beräkningsvetenskap

Huvudområde: Beräkningsvetenskap med fördjupning i beräkningsmatematik

Huvudområde: Beräkningsvetenskap med fördjupning i fysik

Huvudområde: Beräkningsvetenskap med fördjupning i geovetenskap

Huvudområde: Beräkningsvetenskap med fördjupning i livsvetenskaper

Degree of Master of Science (120 credits)

Major: Computational Science

Major: Computational Science with specialization in Scientific Computing

Major: Computational Science with specialization in Physics

Major: Computational Science with specialization in Geoscience

Major: Computational Science with specialization in Life Sciences

Förkunskapskrav

Inriktning beräkningsmatematik

Kandidatexamen i fysik om minst 180 hp

eller

Naturvetenskaplig eller teknisk kandidatexamen om minst 180 hp. Examen ska innehålla 30 hp matematik, varav 6 hp programmering och 7,5 hp statistik, samt ytterligare 60 hp matematik och/eller fysik.

Examen ska innehålla minst 15 hp i ett naturvetenskapligt ämne (inte matematik) eller i datalogi.

Vidare

Engelska 6 / Engelska B.

Inriktning fysik

Kandidatexamen i fysik om minst 180 hp

eller

Naturvetenskaplig eller teknisk kandidatexamen om minst 180 hp. Examen ska innehålla 30 hp matematik, varav 6 hp programmering och 7,5 hp statistik, samt ytterligare 90 hp matematik och/eller fysik.

Vidare

Engelska 6 / Engelska B.

Inriktning geovetenskap

Kandidatexamen i fysik om minst 180 hp. Examen ska innehålla 15 hp i ett geovetenskapligt ämne.

eller

Naturvetenskaplig eller teknisk kandidatexamen om minst 180 hp. Examen ska innehålla 30 hp matematik, varav 6 hp programmering och 7,5 hp statistik, samt ytterligare 60 hp matematik och/eller fysik.

Examen ska innehålla 15 hp i ett geovetenskapligt ämne.

Vidare

Engelska 6 / Engelska B.

Inriktning livsvetenskaper

Kandidatexamen i fysik om minst 180 hp.

eller

Naturvetenskaplig eller teknisk kandidatexamen om minst 180 hp. Examen ska innehålla 30 hp matematik, varav 6 hp programmering och 7,5 hp statistik, samt ytterligare 60 hp matematik och/eller fysik.

Examen ska innehålla minst 15 hp i ett naturvetenskapligt ämne (inte matematik).

Vidare

Engelska 6 / Engelska B.

Övrigt

Vissa av de valbara kurserna inom programmet kan ha högre förkunskapskrav i matematik eller i andra naturvetenskapliga ämnen.

Urvalsmetod

Baseras på betyg på akademiska kurser inom naturvetenskapliga, tekniska och matematiska huvudområden, samt en motivering för ansökan som klargör sökandens mål med utbildningen (från den sökandes "Summary sheet").

Utbildningens plats i utbildningssystemet

Lunds universitet har rätt att utfärda kandidatexamen, magisterexamen, masterexamen och forskarexamen, vilka i högskoleförordningens mening utgör generella examina.

Den naturvetenskapliga fakulteten vid Lunds universitet har inrättat huvudområdet beräkningsvetenskap som på avancerad nivå leder till naturvetenskaplig masterexamen 120 hp.

En naturvetenskaplig masterexamen i huvudområdet beräkningsvetenskap kan, beroende på inriktning, ge tillträde till olika forskarutbildningsämnen som leder till en filosofie doktorsexamen 240 hp.

Huvudområdets vetenskapliga grund, utbildningens innehåll och forskningsanknytning

Inom ämnet beräkningsvetenskap (Computational Science) används beräkningsmatematiska metoder och modelleringstekniker för att hantera stora datamängder och för att studera förlopp och skeenden på olika temporala och spatiala skalor. Medan differentialekvationsbaserad modellering har varit dominerande inom ämnet, blir databaserad modellering allt viktigare och både numeriska metoder för differentialekvationer och statistiska tekniker är idag väsentliga inom ämnet. Beräkningsvetenskap har en nyckelroll vid studier av olika komplexa naturvetenskapliga processer – ämnet bidrar till kunskapsutvecklingen inom ett brett spektrum av områden såsom t.ex. miljö- och klimatförändringar, proteinanalys, acceleratorfysik, celldynamik, förståelse av supernovor m.m.

Masterprogrammet ger studenter med naturvetenskaplig eller teknisk kandidatexamen möjlighet att vidareutveckla sin naturvetenskapliga eller tekniska grundutbildning med studier på avancerad nivå inom det beräkningsvetenskapliga området. Studenterna erhåller en tvärvetenskaplig utbildning med fördjupade kunskaper i ämnesområdet för grundutbildningen samt i beräkningsvetenskap. Förutom teoretiska ämneskunskaper betonas praktiska verktyg av vikt för yrkesverksamma beräkningsvetare. Till exempel läggs stor vikt vid träning av programmeringsfärdigheter.

Programmet har fyra inriktningar där utbildningens tvärvetenskapliga karaktär uttrycks bl.a. genom att specificerade kurser ges gemensamt för inriktningarna. Vidare finns tvärvetenskapliga moment där studenternas olika ämnesbakgrunder och inriktningar utnyttjas. Till exempel har studenter från olika inriktningar möjlighet att arbeta tillsammans i projekt och i examensarbeten.

Målet med inriktningen i geovetenskap är att förse studenterna med kunskaper och färdigheter att, på ett för samhället relevant och effektivt sätt, kunna bidra till matematiska analyser och simuleringar relaterade till klimat och miljö.

Målgruppen är studenter med bakgrund i matematik/fysik och programmering samt med ett intresse för geovetenskap. Kurserna består av en blandning av geovetenskap, matematik, programmering och beräkningsgeovetenskap.

Beräkningsfysik är en gren inom beräkningsvetenskapen där analytiska, numeriska och statistiska metoder används för att analysera och dra slutsatser från fysikaliska modeller och stora datamängder från fysikaliska experiment.

Målgruppen är studenter med bakgrund inom matematik eller fysik.

Inriktningen innehåller en blandning av kurser i fysik, matematik och beräkningsvetenskap. Syftet är att ge studenterna breda kunskaper i numeriska metoder för differentialekvationer, databaserad modellering, och Monte Carlo-simuleringar, samt insikter om hur de numeriska beräkningsmetoderna kan användas för att studera fysikaliska fenomen genom modellering.

Beräkningsmatematik är det vetenskapliga område som studerar och utvecklar beräkningsmetoder för användning inom beräkningsvetenskap. Inriktningen vänder sig till studenter med bakgrund i matematik/fysik, med ett intresse inom matematik, men också för andra naturvetenskapliga ämnen. Den kombinerar numeriska metoder för differentialekvationer med matematisk statistik och naturvetenskap, för att förse studenterna med kunskaper och färdigheter för att kunna använda och bygga både differentialekvations och databaserade modeller.

Livsvetenskaper är ett brett samlingsnamn på de ämnen som handlar om levande organismer. Beräkningsvetenskapliga aspekter av livsvetenskap omfattar bland annat utveckling och lösningar av dynamiska modeller för olika processer i celler och organ, samt maskininlärning med medicinska och biologiska mätdata. Inriktningen riktar sig till studenter från en naturvetenskaplig bakgrund med en bas i matematik, programmering och fysik och ett intresse för metoder eller tillämpningar av relevans för medicin och/eller biologi. Kurserna inom inriktningen består av en blandning av biologi, biofysik, matematik och beräkningsvetenskap.

Utbildningen består av både obligatoriska och valbara kurser. Två kurser är obligatoriska inom alla inriktningar:

- **Modellering i beräkningsvetenskap (BERN01)** ger studenten färdigheter i flera aspekter av modellering av olika system. Kursen omfattar tre moment:
 - i) differentialekvationsbaserad modellering av dynamiska system, (ii) Monte-Carlo metoder för stokastiska system och (iii) maskininlärning baserad på stora datamängder. Tillämpningarna hämtas från flera olika naturvetenskapliga områden, såsom kemi, fysik, mikrobiologi och

klimatmodellering. På detta sätt behandlas flera kvantitativa metoder som i stort inkluderar olika former av numerisk analys, programmering och statistik.

- **Numeriska metoder för differentialekvationer (NUMN32)** behandlar den numeriska lösningen av ordinära och partiella differentialekvationer. Kursen öppnar för ett flertal avancerade kurser inom numerisk analys.

Programmet avslutas med ett examensarbete (30 hp) som genomförs i en forskargrupp på någon av de naturvetenskapliga institutionerna, vid en

myndighet eller på ett företag. Beräkningstunga metoder utgör en viktig del av utbildningen. Det finns tillgång till datorkluster (LUNARC) för att utföra sådana beräkningar.

Förutom utbildningens omfattande ämnesinnehåll tillämpas ett systematiskt angreppssätt för att studenterna ska tillägna sig generiska kunskaper och färdigheter av vikt för beräkningstunga yrken. Detta gäller t.ex. informationssökning, datahantering, vetenskapligt skrivande och presentationsteknik. Studenterna erhåller därför omfattande träning i att söka och värdera kunskap på vetenskaplig nivå, att hantera och analysera data i olika form, samt att kommunicera såväl med allmänheten som med ämneskunniga. Fortlöpande kontakter och utvecklingsarbete med experter inom fakulteten säkerställer att även dessa aspekter av utbildningen vilar på vetenskaplig grund.

Under utbildningen genomförs examinationer bland annat i form av skriftliga tentamina, skriftliga laborations- och/eller projektrapporter samt muntliga presentationer. Detaljer om examinationsformer och betygskriterier framgår av respektive kursplan.

Vid flertalet av fakultetens institutioner utgör beräkningsvetenskapliga teorier och metoder betydelsefulla komponenter i forskningsverksamheten. Framträdande forsknings- och forskarutbildningsmiljöer med kopplingar till beräkningsvetenskap är t.ex. de strategiska forskningsområdena BECC (Biodiversitet och ekosystemtjänster i ett föränderligt klimat) och MERGE (Modellering av jordens klimatsystem med fokus på vegetation och terrestra ekosystem), forskarskolorna ClimBEco och COMPUTE samt ett antal framstående forskargrupper inom olika fält.

Utmärkande för utbildningen är en stark forskningsanknytning. Samtliga lärare är aktiva och internationellt välrenommerade forskare med breda vetenskapliga nätverk. Fakulteten har med sin samlade forskningsverksamhet utmärkta förutsättningar att tillhandahålla sammanflätad beräkningsvetenskaplig grundutbildning som kontinuerligt uppdateras med den aktuella forskningsfronten. Studenternas förmåga att följa och förstå kunskapsutvecklingen inom området tränas genom läsning och referat av aktuella forskningsrapporter, vilket även utvecklar förmågan till kritisk granskning. Vetenskapligt förhållningssätt och god forskningssed tränas speciellt i samband med projektarbeten, som inkluderar analys och utvärdering av resultat samt produktion av egna vetenskapliga texter och rapporter. Denna träning avslutas med masterexamensarbetet, då studenten självständigt, men under handledning av en forskare, genomför ett vetenskapligt forskningsprojekt.

På motsvarande sätt som forskningsanknytningen främjar utbildningen, bidrar utbildningsanknytningen konstruktivt till forskningen. Studenters examensarbeten, med sin starka koppling till forskningen, bidrar på ett självklart sätt till kunskapsbildning och metodutveckling inom huvudområdets olika inriktningar. Eftersom den som undervisar samtidigt fördjupar sin egen förståelse kommer lärares lärande och utveckling, och därmed deras forskning,

att gynnas av kopplingen till undervisning. Integreringen av perspektiv som hållbar utveckling, lika villkor, etik och internationalisering i utbildningen bidrar till ökad medvetenheten om dessa aspekter även inom forskningen.

Perspektiv i utbildningen

Förutom ämnesmässiga kunskaper och generella färdigheter och förmågor är målet att studenterna under utbildningen även tillägnar sig ämnesintegrerade perspektiv på hållbar utveckling, lika villkor och internationalisering.

Naturvetenskapliga fakulteten har därför satt upp följande målsättningar:

Hållbar utveckling

I samband med planering av kursers innehåll, utformning och genomförande tas hänsyn till att ämnesrelevanta aspekter på hållbarhet ska inkluderas och behandlas i utbildningen. Under utbildningen utvecklas studenternas kunskap och förståelse för hur ämneskunskap kan användas i arbetet med att främja en hållbar utveckling. Tillämpliga aspekter på hållbar utveckling inkluderas i det avslutande examensarbetet.

Lika villkor

Vid naturvetenskapliga fakulteten innebär lika villkor jämlikhet, jämställdhet, mångfald, likabehandling och tillgänglighet. Inom utbildningen förmedlas en medveten hållning till lika villkor. Studentens förmåga att identifiera och kritiskt analysera frågor som gäller lika villkor inom ämnesområdet fördjupas under utbildningen. Principen för lika villkor beaktas i samband med planeringen av undervisningens innehåll, organisation och genomförande samt utformningen av studiemiljön. Vid planeringen av lärarlag, handledare och externa föreläsare och studentgruppers sammansättning tas hänsyn till aspekter rörande lika villkor. Praktiska övningsmoment, laborationer och fältverksamhet utformas så att alla studenter bereds möjlighet att på lika villkor delta i undervisningen.

Internationalisering

Utbildningsmiljön och utbildningen har en tydlig internationell prägel. Utbildningens ämnesinnehåll har global relevans, kurslitteraturen är på engelska och undervisningsspråket är engelska. Runt undervisningen och utbildningen finns en omfattande internationell verksamhet. Lärare och handledare har internationell erfarenhet och verkar i internationella sammanhang via samarbeten, vistelser, besök och utbyten. Lärarna kan därför förmedla kunskap om utbildningsämnet ur ett internationellt perspektiv. Internationalisering av utbildningen understöds av att en stor del av institutionens studentpopulation är internationell. Internationalisering på hemmaplan ska öppna för möten som ger internationell förståelse och interkulturell kompetens, vilket stärker studenternas förmåga att verka i internationella sammanhang.

Utlandsstudier ska bidra ytterligare till internationalisering av utbildningen och utbildningens utformning ger studenterna möjlighet att via utbytesavtal studera utomlands. Det finns även möjlighet att genomföra examensarbetet utomlands.

Förberedelse för arbetslivet

Masterprogrammet i beräkningsvetenskap förbereder studenterna för ett framtida yrkesliv genom att tillhandahålla kunskaper, färdigheter, förmågor och perspektiv anpassade för forsknings- och utvecklingsarbete och annan kvalificerad verksamhet på en arbetsmarknad där beräkningsintensiva frågeställningar intar en central plats. Utbildningen ger behörighet till forskarutbildning.

Utveckling av utbildningens användbarhet sker med hjälp av arbetsmarknads- och alumni undersökningar, arbetslivskontakter och i samverkan med arbetsmarknadsrådet, som är naturvetenskapliga fakultetens organ för kunskapsutbyte gällande arbetsmarknadsfrågor.

Vid fakulteten arrangeras regelbundna seminarier och föredrag med inbjudna alumner och andra yrkesverksamma experter med målsättningen att förbereda studenterna för arbetslivet.

Alumnundersökningar (2019 och 2020) vid naturvetenskapliga fakulteten visar att mastersstudenter generellt sett får med sig programmering i låg utsträckning från utbildningen, och dataanalys i relativt låg utsträckning. Undersökningarna visar också att alumner som är verksamma inom områden på arbetsmarknaden som domineras av it, data och teknik använder programmering i mycket stor utsträckning. Dessa områden utgör ungefär en fjärdedel av naturvetarnas arbetsmarknad enligt alumnundersökningarna. Det är framför allt studenter som har läst fysik, matematik och naturgeografi som anger att de arbetar inom dessa områden, och över 70% av dessa alumner anger att programmering är viktigt i deras jobb. De anger också att ökad träning i programmering och dataanalys är viktigt för att höja kvaliteten på utbildningen. Masteralumner som fortsätter till en forskarutbildning anger också ett ökat behov av programmering och dataanalys i utbildningen. Men undersökningarna visar också att en stor grupp naturvetare endast använder programmering eller dataanalys i begränsad omfattning i sina jobb.

Resultaten av alumnundersökningarna tyder på att det finns ett stort behov av ökade kunskaper i beräkningsvetenskap för mastersstudenter med en bakgrund i matematik, fysik och naturgeografi och för de masteralumner som fortsätter till forskarutbildning. Grupper av mastersstudenter inom biologi, kemi, geologi och miljövetenskap är idag relativt dåligt rustade för digitala metoder såsom programmering och dataanalys, och det är möjligt att de är utestängda från arbeten som kräver mer kompetens i beräkningsvetenskap.

Kvalitetsutveckling

Naturvetenskapliga fakultetens styrelse har det övergripande ansvaret för kvaliteten i utbildningen. Inom ramen för fakultetens kvalitetssäkringssystem sker ett systematiskt uppföljnings- och utvecklingsarbete inklusive en årlig

avstämning av hur utbildningen uppnår examensmålen. På institutionsnivå ansvarar grundutbildningsnämnden för genomförande och uppföljning av kvalitetsarbetet.

Studentinflytande sker via kursvärderingar och genom representation i fakultetsstyrelsen, institutionsstyrelsen, utbildningsnämnden och olika beredande organ. Lunds naturvetarkår är inbjuden att delta i fakultetens verksamhetsdialoger och kan där driva egna frågor. Studenternas synpunkter är betydelsefulla i det systematiska kvalitetsarbetet inom utbildningen.

Översiktlig beskrivning av utbildningens uppbyggnad och progression

De enskilda programinriktningarna har en struktur som ger utrymme för flexibilitet och valmöjligheter. Programmets flexibilitet ställer krav på att studenten identifierar sitt behov av ytterligare kunskap och tar ansvar för sin kunskapsutveckling. Samtliga studenter erbjuds inledande studievägledning och sedan fortlöpande för att identifiera det lämpligaste valet av kurser inför varje termin.

Studenter vars förkunskaper överstiger antagningskraven och motsvarar delar av obligatoriska och alternativ-obligatoriska kurser, kan ersätta dessa kurser med valfria kurser eller med ett examensprojekt som är större än 30 hp.

Vanligen genomför fakultetens studenter sitt examensarbete under den avslutande terminen av utbildningen. På masterprogrammet i beräkningsvetenskap finns också möjlighet att genomföra examensarbetet på halvfart under det sista studieåret parallellt med andra kurser. Examensarbetet består av en självständig uppgift med anknytning till aktuell interdisciplinär forskning i beräkningsvetenskap. Uppgiften väljs i samråd med en handledare och kan ingå i handledarens egen forskningsverksamhet. Under examensarbetet ska studenten visa förmåga att tillämpa och sammanställa kunskaper och färdigheter förvärvade inom masterprogrammet i beräkningsvetenskap. Studenten ska även visa att hen självständigt kan tillämpa vetenskaplig metodik, identifiera sitt behov av ytterligare kunskap i anslutning till uppgiften, samt söka sådan kunskap. Det ställs nu större krav på självständig planering, val av metoder och uppgiftens omfattning jämfört under tidigare delar av studentens utbildning. Under tiden som arbetet pågår har studenten möjlighet att delta i seminarieverksamhet i anslutning till ämnet.

Masterutbildningen i Beräkningsvetenskap utgörs av 30 hp beräkningsvetenskapliga kurser på avancerad nivå, valfria kurser samt 30 hp examensarbete. Undervisningen är varierad och inkluderar föreläsningar, seminarier, gruppövningar, datorövningar samt projektarbeten med muntliga och skriftliga presentationer. De obligatoriska (22,5–45 hp) och valbara kurserna (15–30 hp) skiljer sig mellan de olika spåren/fördjupningarna och skall garantera gedigna kunskaper inom respektive ämnesområde.

Kursen BERN01 Modellering i beräkningsvetenskap 7,5 hp är obligatorisk på alla programinriktningar och läses under första terminen av första året. Den ger en översyn av modelleringstekniker inom beräkningsvetenskap. Kursen samläses med studenter som går andra året av programmet tillämpad beräkningsvetenskap.

- Inom inriktningen **Beräkningsmatematik** fördjupas kunskaper från BERN01 under första året. Stationära stokastiska processer läses under första terminen. Den ger behörighet till Monte Carlo-baserade statistiska metoder, som läses i andra terminen. Kursen ger fördjupade kunskaper inom statistisk inferens och Monte-Carlo-metoder. Under den första terminen finns också obligatoriska kursen numeriska metoder för differentialekvationer. Kunskaper inom maskininläring kan till exempel fördjupas med den valfria kursen Introduktion till artificiella neuronnätverk och deep learning under andra terminen. De valbara kurserna kan väljas från en större lista av kurser, så att det tas 15 hp inom numerisk analys, 7,5 hp inom matematisk statistik och 15 hp inom ett annat naturvetenskapligt ämne eller datalogi. Det gör så att studenterna får fördjupade kunskaper i både numerisk analys och matematisk statistik, och, tillsammans med 30 hp från ett annat naturvetenskapligt ämne eller datalogi från deras kandidatexamen, gedigna kunskaper i det.
- Inom inriktningen **Fysik** läser studenterna under första året 22,5 hp obligatoriska kurser i fysik på grundläggande nivå. Under den första terminen läses obligatoriska kursen numeriska metoder för differentialekvationer. De valbara kurserna omfattar en kurs i fysik och två inom beräkningsvetenskap, numerisk analys, eller matematisk statistik. Inriktningen har därmed 30 hp valfria kurser, som måste väljas så att studenten har läst 30 hp i fysik och 30 hp i matematiska ämnen, allt på avancerad nivå.
- Om inriktningen **Fysik** läses efter en kandidatexamen i fysik, så faller flera obligatoriska kurser i fysik bort. Det möjliggör stor valfrihet inom programmet som kan användas för att fördjupa sig mer inom fysik, numerisk analys, eller matematisk statistik. En möjlighet är att läsa stationära stokastiska processer under första terminen, som ger behörighet till Monte Carlo-baserade statistiska metoder under tredje terminen. Kursen ger fördjupade kunskaper inom statistisk inferens och Monte-Carlo-metoder. En annan möjlighet är att fördjupa sig i beräkningsbiologi och biofysik.
- Inom inriktningen **Geovetenskap** läses alla fyra obligatoriska kurser under första terminen. Förutom BERN01 ingår två kurser om numeriska metoder på avancerad nivå, tillsammans med kursen Introduktion till modellering av klimatsystem. Inriktningen har ett stort inslag av valbara kurser. Där tar studenterna 30 hp i geovetenskap och 15 hp i numerisk analys, matematisk statistik eller beräkningsvetenskap på avancerad

nivå. Studenterna har därmed minst 45 hp i geovetenskap från kandidat och masterutbildningen tillsammans och fördjupade kunskaper inom beräkningsmatematik på avancerad nivå. Därmed är de förberedda för ett interdisciplinärt examensarbete i geovetenskap med en fokus på beräkningsvetenskap.

- Inom inriktningen **Livsvetenskaper** läses obligatoriska kurser inom livsvetenskap och beräkningsvetenskaplig metodik första terminen. Beräkningsvetenskapen täcker numeriska lösningar av differentialekvationer samt en introduktion till artificiella neuronnätverk. Resten av första året läser studenten 7,5 hp teoretisk biofysik, samt många av de valbara kurserna. Andra året läses 7,5 hp systembiologi. Programmet ger utrymme för 30hp valfria kurser, som kan väljas brett inom naturvetenskap eller medicin, och anpassas efter studentens förkunskaper.

Kursfordringar för examen

Fördjupning beräkningsmatematik

Obligatoriska kurser 30 hp

BERN01	Modellering i beräkningsvetenskap, 7,5 hp
NUMN32	Numeriska metoder för differentialekvationer 7,5 hp
MASM11	Monte Carlo-baserade statistiska metoder 7,5 hp
MASC14	Stationära stokastiska processer, 7,5 hp

Valbara kurser 22,5 hp

Två av dessa kurser:

NUMN21	Avancerad kurs i numeriska algoritmer med Python/SciPy 7,5 hp
NUMN26	Simuleringsverktyg 7,5 hp
NUMN28	Numeriska simuleringar av flödesproblem 7,5 hp
NUMN33	Numeriska metoder för partiella differentialekvationer 7,5 hp
BERN04	Introduktion till artificiella neuronnätverk och djupinlärning 7,5 hp
BERN07	Osäkerhetskvantifiering och datadriven modellering 7,5 hp
BERN09	Parallellprogrammering inom beräkningsmatematik 7,5 hp

En av dessa kurser:

MASC13	Markovprocesser, 7,5 hp
MASM15	Statistisk modellering av extremvärden 7,5 hp
MASM17	Tidsserieanalys 7,5 hp
MASM25	Spatial statistik med bildanalys 7,5 hp
MASM26	Stationär och icke stationär spektralanalys 7,5 hp
MASM27	Icke-parameterisk inferens 7,5 hp
BERN02	Reproducerbar dataanalys och statistisk inlärning 7,5 hp

Valfria kurser 37,5 hp

De valfria kurserna måste innehålla 22,5 hp inom beräkningsvetenskap, matematik, numerisk analys, och matematisk statistik och 15 hp inom ett annat naturvetenskapligt ämne eller datalogi.

Examensarbete 30 hp

BERM01 Beräkningsvetenskap - Beräkningsmatematik: Examensarbete för masterexamen, 30 hp

Fördjupning fysik

Obligatoriska kurser 37,5 hp

BERN01	Modellering i beräkningsvetenskap, 7,5 hp
FYSB22	Grundläggande kvantmekanik 7,5 hp
FYSB23	Grundläggande statistisk fysik och kvantstatistik 7,5hp
FYSB24	Atom- och molekylfysik 7,5 hp
NUMN32	Numeriska metoder för differentialekvationer 7,5 hp

Valbara kurser minst 22,5 hp

En av följande kurser:

FYSC20	Elektromagnetism 7,5 hp
FYSC22	Kärnfysik 7,5 hp
FYSC24	Partikelfysik, kosmologi och acceleratorer 7,5 hp

Minst två av följande kurser:

BERN02	Reproducerbar dataanalys och statistisk inlärning 7,5 hp
BERN04	Introduktion till artificiella neuronnätverk och djupinlärning 7,5 hp
BERN07	Osäkerhetskvantifiering och datadriven modellering 7,5 hp
BERN09	Parallellprogrammering inom beräkningsmatematik 7,5 hp
FYST85	Kvantdatorer 7,5 hp
MASM11	Monte Carlo-baserade statistiska metoder 7,5 hp
NUMN21	Avancerad kurs i numeriska algoritmer med Python/SciPy 7,5 hp
NUMN28	Numeriska simuleringar av flödesproblem 7,5 hp
NUMN33	Numeriska metoder för partiella differentialekvationer 7,5 hp

Valfria kurser 30 hp

De valfria kurserna ska väljas så att studenten sammantaget bland obligatoriska, alternativ-obligatoriska och valfria kurser läser minst 30 hp fysikkurser på avancerad nivå och 30 hp kurser på avancerad nivå i beräkningsvetenskap.

Examensarbete 30 hp

BERM03 Beräkningsvetenskap - Fysik: Examensarbete för masterexamen 30 hp

Fördjupning Geovetenskap

Obligatoriska kurser 30 hp

BERN01	Modellering i beräkningsvetenskap, 7,5 hp
BERN03	Introduktion till modellering av klimatsystem, 7,5 hp
NUMN21	Avancerad kurs i numeriska algoritmer med Python/SciPy 7,5 hp
NUMN32	Numeriska metoder för differentialekvationer 7,5 hp

Valbara kurser 45 hp, varav minst 30 hp ska vara i geovetenskap

NGEA20	Hydrologi 15 hp
NGEA21	Klimatsystemet 15 hp
NGEA04	Ekosystemanalys 15hp
NGEN01	Klimatförändringen och dess miljöeffekter 15 hp
NGEN02	Ekosystemmodellering 15 hp
NGEN17	Global Ekosystemdynamik, 15 hp
GEOB21	Livets utveckling och jordens klimat 15 hp
GEOM20	Metoder i geovetenskap 15 hp
GEOM22	Kvartärgeologi och landskapsdynamik 15 hp
GEON09	Globala miljöförändringar i ett geologiskt perspektiv 15 hp
BERN02	Reproducerbar dataanalys och statistisk inlärning, 7,5hp
BERN04	Introduktion till artificiella neuronnätverk och djup inlärning 7,5 hp
BERN07	Osäkerhetskvantifiering och datadriven modellering 7,5 hp
BERN09	Parallellprogrammering inom beräkningsmatematik 7,5 hp
MASC13	Markovprocesser, 7,5 hp
MASC14	Stationära stokastiska processer, 7,5 hp
MASM11	Monte Carlo-baserade statistiska metoder 7,5 hp
MASM17	Tidsserieanalys, 7,5 hp
MASM22	Linjär och logistisk regression 7,5 hp
MASM25	Spatial statistik med bildanalys 7,5 hp
NUMN26	Simuleringsverktyg, 7,5 hp
NUMN28	Numeriska simuleringar av flödesproblem 7,5 hp
NUMN33	Numeriska metoder för partiella differentialekvationer 7,5 hp

Valfria kurser 15 hp

De valfria kurserna ska väljas inom geovetenskap, beräkningsvetenskap, matematik,

matematisk statistik eller numerisk analys.

Examensarbete 30 hp

BERM02 Beräkningsvetenskap – Geovetenskap: Examensarbete för masterexamen 30 hp

Fördjupning Livsvetenskaper

Obligatoriska kurser 45 hp

BIOXXX	Introduktion till livsvetenskap (ny kurs, grundnivå) 7,5 hp
BERN01	Modellering i beräkningsvetenskap 7,5 hp
BERN04	Introduktion till artificiella neuronnätverk och djupinlärning 7,5 hp
BERN06	Systembiologi – modeller och beräkningar 7,5 hp
BERN08	Teoretisk biofysik 7,5 hp
NUMN32	Numeriska metoder för differentialekvationer 7,5 hp

Valbara kurser 22,5 hp

Minst tre av följande kurser:

BERN02	Reproducerbar dataanalys och statistisk inlärning 7,5 hp
BERN07	Osäkerhetskvantifiering och datadriven modellering 7,5 hp
BERN09	Parallellprogrammering inom beräkningsmatematik 7,5 hp
FYST67	Experimentell biofysik 15 hp
MASM11	Monte Carlo-baserade statistiska metoder 7,5 hp
MASM22	Linjär och logistisk regression 7,5 hp
NUMN21	Avancerad kurs i numeriska algoritmer med Python/SciPy 7,5 hp
NUMN28	Numeriska simuleringar av flödesproblem 7,5 hp
NUMN33	Numeriska metoder för partiella differentialekvationer 7,5 hp

Valfria kurser 22,5 hp

De valfria kurserna ska väljas inom naturvetenskap eller medicin.

Examensarbete 30 hp

BERM09 Beräkningsvetenskap – Livsvetenskaper: Examensarbete för masterexamen 30 hp

