



## Utbildningsplan

Fakulteten för teknik

Teknisk matematik, civilingenjör, 300 högskolepoäng

Engineering Mathematics, Master of Science in Engineering, 300 credits

### Nivå

Grundnivå och avancerad nivå

### Fastställande av utbildningsplan

Fastställd av fakultetsstyrelsen inom Fakulteten för teknik 2020-12-11

Utbildningsplanen gäller från och med höstterminen 2021

### Förkunskaper

Grundläggande behörighet samt Fysik 2, Kemi 1, Matematik 4 eller Fysik B, Kemi A, Matematik E (Områdesbehörighet 9/A9).

### Programbeskrivning

Civilingenjörsprogrammet i teknisk matematik syftar till att möta samhällets behov av civilingenjörer med spetskunskaper i matematik, modellering, problemlösning och programmering. Ingenjörsmatematik ger studenterna kraftfulla verktyg att besvara frågeställningar inom ekonomi, teknik och naturvetenskap samt bidra till lösningen av en lång rad samhällsutmaningar kopplade till klimat, energi, miljö, infrastruktur, demografi och hälsa.

Civilingenjörsprogrammet i teknisk matematik är en bred teknisk utbildning med fokus på matematik och problemlösning som metod för teknikutveckling. Under programmets senare del ges stora valmöjligheter till profilering inom områden som dataanalys och maskininlärning, finansiell och stokastisk modellering, vetenskaplig beräkning och simulering. Dessutom finns möjlighet till breddning eller fördjupning inom ytterligare områden med relevans för teknikområdet. Civilingenjören i teknisk matematik förväntas bidra till utvecklingsarbete och forskning inom många olika tillämpningsområden i såväl näringslivssektorn som i offentlig sektor.

### Mål

#### Centrala examensmål enligt Högskoleförordningen:

För civilingenjörsexamen skall studenten visa sådan kunskap och förmåga som krävs för att självständigt arbeta som civilingenjör.

#### *Kunskap och förståelse*

För civilingenjörsexamen i teknisk matematik skall studenten kunna:

- Visa kunskap om det valda teknikområdets (teknisk matematik) vetenskapliga

grund och beprövade erfarenhet samt insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete, och

- visa såväl brett kunnande inom det valda teknikområdet (teknisk matematik), inbegripet kunskaper i matematik och naturvetenskap, som väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av området.

### *Färdighet och förmåga*

För civilingenjörsexamen i teknisk matematik skall studenten kunna:

- visa förmåga att med helhetssyn kritiskt, självständigt och kreativt identifiera, formulera och hantera komplexa frågeställningar,
- visa förmåga att skapa, analysera och kritiskt utvärdera olika tekniska lösningar,
- visa förmåga att planera och med adekvata metoder genomföra kvalificerade uppgifter inom givna ramar samt att utvärdera detta arbete,
- visa förmåga att delta i forsknings- och utvecklingsarbete och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen,
- visa förmåga att kritiskt och systematiskt integrera kunskap och att analysera, bedöma och hantera komplexa företeelser, frågeställningar och situationer även med begränsad information samt visa förmåga att modellera, simulera, förutsäga och utvärdera skeenden även med begränsad information,
- visa förmåga att utveckla och utforma produkter, processer och system med hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling,
- visa förmåga till lagarbete och samverkan i grupper med olika sammansättning, samt
- visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt i dialog med olika grupper klart redogöra för och diskutera sina slutsatser och den kunskap och de argument som ligger till grund för dessa.

### *Värderingsförmåga och förhållningsätt*

För civilingenjörsexamen i teknisk matematik skall studenten kunna:

- Visa förmåga att göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter samt visa medvetenhet om etiska aspekter på forsknings- och utvecklingsarbete,
- visa insikt i vetenskapens och teknikens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter, samt
- visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att ta ansvar för att förtlöpande utveckla sin kunskap och kompetens.

## **Innehåll och struktur**

### *Programöversikt*

Utbildningen omfattar fem år och 300 högskolepoäng (hp). De tre första årskurserna är på grundnivå och de avslutande två åren omfattar även studier på avancerad nivå. Utbildningen innehåller ett självständigt arbete omfattande 30 hp i slutet av årskurs 5.

Årskurs 1-3 består av 157,5 hp obligatoriska kurser och 22,5 hp valbara kurser. Av de obligatoriska kurserna är 85 hp matematik, 30 hp datateknik, 15 hp fysik, 12,5 hp elektroteknik (signalbehandling och reglerteknik), 5 hp hållbar utveckling, 5 hp industriell ekonomi, samt 5hp vetenskapliga metoder. Dessa är schemalagda på ett sådant sätt att två eller tre kurser läses samtidigt och examineras i samma period.

För årskurs 4 och 5 väljer studenterna ett av profilmrådena *Beräkning och simulering*, *Dataanalys och maskininlärning*, eller *Finansiell och stokastisk modellering*. Profilerna består av obligatoriska och valbara kurser så att studenterna kan kombinera kurser från olika profilmråden men också läsa valbara kurser inom andra områden. Bland de obligatoriska kurserna i profilerna ingår ett gemensamt block av obligatoriska kurser för de olika profilerna om 50 hp kurser i matematik, inklusive ett teknikutvecklingsprojekt och ett självständigt arbete.

Flera kurser under årskurs 1-3 kan komma att ges på engelska. Merparten av kurserna under årskurs 4 och 5 ges på engelska.

### *Kurser i programmet*

Den exakta placeringen av kurser i årskurs och läsperiod kan variera något från år till år. Kurserna i programmet kan också i samförstånd med programansvarig bytas ut mot motsvarande kurser relevanta för programmets inriktning. Vid utbyte av kurs kontrollerar programansvarig att programmets mål fortfarande uppfylls. Förkunskapskraven för kurser samt de lokala reglerna för examen vid Linnéuniversitetet måste alltid uppfyllas.

\* markerar att huvudområdet för aktuell kurs är matematik.

## **Årskurs 1**

- ***Linjär algebra***, 7,5 hp (G1N)\*. Inledande kurs i linjär algebra som behandlar vektorer i planet och rummet, lösning av linjära ekvationssystem och egenvärdesproblem. Kursen behandlar även problemlösning och visualisering med matematisk programvara inom tillämpningsområden som ekonomi, tekniska system, anpassning av data och datorgrafik.
- ***Inledande programmering***, 7,5 hp (G1N). Inledande kurs i programmering och datastrukturer i programmeringsspråket Python.
- ***Diskret matematik och kommunikation***, 7,5 hp (G1N)\*. Inledande kurs som behandlar diskret matematik och diskreta modeller inom grafteori, kombinatorik och sannolikhetslära. I kursen introduceras och tränas studenterna även i teknisk kommunikation och skrivande i LaTeX, samt Polyas fyra steg i problemlösning för att analysera, strukturera och lösa problem.
- ***Introducerande projekt***, 7,5 hp (G1F). Kursen introducerar hur man arbetar i projekt och yrkesrollen civilingenjör.
- ***Envariabelanalys***, 10 hp (G1F)\*. Inledande kurs i analys som behandlar gränsvärde och kontinuitet, derivator, integraler, serier samt matematisk modellering med differentialekvationer.
- ***Databaser och datamodellering***, 5 hp (G1F). Kurs som behandlar hur data modelleras och lagras i, och hämtas ur databaser. Inom ramen för kursen får studenterna bland annat lära sig att använda frågespråket SQL, hur program i Python kan kopplas mot databaser, samt juridiska och etiska aspekter på hantering av data i företag och andra organisationer.
- ***Tillämpad sannolikhetslära och statistik***, 7,5 hp (G1F)\*. Inledande kurs i sannolikhetslära och statistik som behandlar sannolikhetslära, dataanalys och hur slutsatser kan dras från observerad data. Träning i att analysera, strukturera och lösa problem inom teknikområdet med metoder och modeller från sannolikhetslära och statistik utgör ett centralt inslag. Kursen innehåller även moment om beräkning och visualisering med hjälp av matematisk programvara. Kursen är förberedande för vidare studier i statistisk analys, simulering och maskininlärning.
- ***Mekanik***, 7,5 hp (G1F). Inledande kurs i fysik som behandlar mekanik i form av statik, dynamik och styrning av mekaniska system. Kursen är förberedande för vidare studier inom dynamiska system, reglerteknik och modellering av fysikaliska system.

## Årskurs 2

- **Flervariabelanalys och vektoranalys**, 7,5 hp (G1F)\*. Fortsättningskurs i analys som behandlar analys i flera variabler med tillämpningar inom mekanik, elektromagnetisk fältteori, dynamiska system, statistik och optimering.
- **Ellära och magnetism**, 7,5hp (G1F). Kurs i fysik som bland annat behandlar kretslektronik och elektromagnetiska fält. Kursen ger en fördjupning inom modellering, experiment och mätteknik för fysikalsika system. I kursen diskuteras energisystem i samhället ur ett hållbarhetsperspektiv. Kursen är förberedande för vidare studier i elektroteknik, dynamiska system, simulering och modellering med partiella differentialekvationer.
- **Linjär algebra fortsättningskurs**, 5 hp (G1F)\*. Fortsättningskurs i linjär algebra som ger en fördjupning inom skalärproduktrum, diagonalisering, kvadratiska former och numerisk linjär algebra. Kursen är förberedande för vidare studier i optimeringslära, funktionslära, maskininläring, dynamiska system och numeriska metoder.
- **Optimering och modellering**, 5 hp (G1F)\*. Kursen behandlar diskret och kontinuerlig optimering. Träning i att analysera, strukturera och lösa problem inom operationsanalys med metoder och modeller från optimeringslära utgör ett centralt inslag. Kursen är förberedande för vidare studier inom ekonomi och resurshushållning, operationsanalys och maskininläring.
- **Projekt teknisk matematik och kommunikation**, 5 hp (G1F)\*. Inom ramen för kursen genomför studenterna ett projekt inom matematisk modellering. I kursen tränas studenterna även i muntlig och skriftlig kommunikation.
- **Hållbar utveckling**, 5 hp (G1N). Kursen behandlar hållbar utveckling ur såväl ekologiska, sociala, ekonomiska, som globala och industriella perspektiv.
- **Fourierserier och komplex analys**, 5 hp (G2F)\*. Fördjupningskurs inom funktionsteori som behandlar Fourierserier, likformig konvergens, analytiska funktioner och transformeringar. Kursen är förberedande för vidare studier inom dynamiska system, signalbehandling, reglerteknik, kvantmekanik, beräkningsmetoder för PDE, strukturdynamik och stokastiska processer.
- **Signaler och system**, 5 hp (G2F). Kursen behandlar digital signalbehandling med tillämpningar. Kursen är förberedande för vidare studier inom elektroteknik, maskinteknik, stokastiska processer och simulering, beräkningsmatematik, modellering och systemutveckling.
- **Dynamiska system och modellering**, 5 hp (G2F)\*. I kursen studeras teori och metoder för lösning och analys av begynnelsevärdesproblem i form av linjära system av ordinära differentialekvationer, samt kvalitativa egenskaper för plana autonoma olinjära system. Kursen behandlar också modellering av mekaniska, elektriska, biologiska och ekonomiska system.
- **Numeriska metoder**, 5hp (G2F)\*. Kursen behandlar felanalys, kvadratur, numerisk linjär algebra och numerisk lösning av ordinära differentialekvationer.
- **Introduktion till maskininläring**, 5 hp (G1F). Grundkurs i maskininläring som behandlar artificiell intelligens och lärande system. Fokus ligger på statistisk inläring och klustring. Kursen är förberedande för vidare studier i dataanalys och maskininläring.

## Årskurs 3

- **Modellering och simulering med partiella differentialekvationer**, 7,5 hp (G2F)\*. I kursen integreras kunskaper om partiella differentialekvationer med kunskaper från tidigare kurser i programmet i syfte att studera simulering och modellering med partiella differentialekvationer. Studenterna tränas bland annat i att använda numeriska metoder som finita elementmetoden.
- **Reglerteknik**, 7,5 hp (G2F). Kurs i reglerteknik som behandlar hur system kan styras och regleras trots störningar. I kursen integreras, breddas och fördjupas, kunskaper om reglerteknik, dynamiska system, transformmetoder, signaler och system, linjär algebra och numeriska metoder. Ingenjörskunnandet förstärks

ytterligare genom moment om konstruktion av regulatorer efter givna kravspecifikationer, observerbarhet och styrbarhet. I kursen får studenterna bland annat i uppgift att formulera specifikationer, modellera, konstruera, verifiera och driftsätta ett regelsystem i en labprocess.

- **Stokastiska processer och simulering**, 7,5hp (G2F)\*. Föreläsning i sannolikhetslära och statistik som behandlar stokastiska processer och tillämpningar inom operationsanalys som tillförlitlighet, köteori, produktionsflöden, lagerhållning och tidsserier.
- **Valbar kurs, 7,5 hp: Hållfasthetslära (kursen är obligatorisk för vidare studier i maskinteknik på masternivå)**, 7,5 hp (G1F), *Termodynamik och statistisk fysik*, 7,5 hp (G1F), *Portföljvalsteori*, 7,5 hp (G1F).
- **Industriell ekonomi**, 5 hp (G1N). Huvudsyftet med kursen är att ge en översyn av hur företag fungerar och styrs. Kursen behandlar moment som kostnads- och intäktsbegrepp, produkt- och investeringskalkylering, budgetering, bokföring, redovisning, rapportering och räkenskapsanalys.
- **Vetenskapliga metoder**, 5 hp (G2F). Inledande kurs i vetenskapliga metoder som behandlar vetenskapsteori och dess historia, samt olika vetenskapliga metoder. Studenterna får även använda och utveckla färdigheter och förmåga vad gäller informationsökning, källkritik, vetenskapligt skrivande och referenshantering. Kursen syftar till att förbereda studenterna för arbete inom forskning och utveckling samt påvisa samspelet mellan vetenskaplig metodik och ingenjörskonst, samt hur en civilingenjör behöver färdigheter i båda rollerna.
- **Objektorienterad programmering**, 5 hp (G1F). Föreläsning i programmering som behandlar objektorienterad modellering i UML och implementation i Java.
- **Valbar kurs: Examensarbete på kandidatnivå**, 15 hp (G2E)\*. *Praktik inom teknisk matematik*, 15hp (G2F)\*.

## Årskurs 4 och 5

Inför årskurs 4 väljer studenterna ett av följande tre profilmråden:

- Beräkning och simulering,
- Dataanalys och maskininläring, eller
- Finansiell och stokastisk modellering.

De tre profilmrådena innehåller fyra gemensamma kurser som är obligatoriska för samtliga profiler. Dessa kurser är *Forskning och utveckling för teknisk matematik*, *Monte-Carlo-metoder*, *Projekt i teknisk matematik* och avslutningsvis *Examensarbete teknisk matematik*. Genom dessa kurser får studenterna möjlighet att ytterligare utveckla sin förmåga att självständigt integrera och använda kunskaper, hantera komplexa företeelser, frågeställningar och situationer, utveckla sina förutsättningar för yrkesverksamhet som ställer stora krav på självständighet eller för forsknings- och utvecklingsarbete.

### Profil Beräkning och simulering

Efter genomförda studier på programmets tre första år med kurser inom elektroteknik, fysik, programmering, matematisk analys, numeriska metoder, dynamiska system, modellering och simulering med partiella differentialekvationer har studenterna en gedigen grund inom analys, modellering och simulering med differentialekvationer. Inom profilmrådet Beräkning och simulering fördjupas studenternas kompetens inom analys av, och modellering och simulering med, partiella differentialekvationer. Utöver de gemensamma fyra obligatoriska kurserna tillkommer ytterligare två obligatoriska kurser i form av *Analys av partiella differentialekvationer* och *Modern beräkningsvetenskap*.

### Profil Dataanalys och maskininläring

Efter genomförda studier på programmets tre första år med kurser inom diskret matematik, optimering, matematisk statistik, programmering, maskininläring och reglerteknik har studenterna en gedigen grund inom dataanalys, maskininläring och operationsanalys. Inom profilen Dataanalys och maskininläring fördjupas studenternas kompetens inom dessa områden. Utöver de fyra gemensamma obligatoriska kurserna tillkommer ytterligare fyra obligatoriska kurser i form av *Statistisk dataanalys*, *Djup maskininläring*, *Förstärkningsinläring*, samt *Förstärkningsinläring forstsättningskurs*.

### **Profil Finansiell stokastisk modellering**

Efter genomförda studier på programmets tre första år med kurser inom matematisk statistik, programmering, maskininläring och differentialekvationer har studenterna en gedigen grund inom statistisk modellering och modellering med differentialekvationer. Inom profilområdet Finansiell stokastisk modellering fördjupas studenternas kompetens inom stokastisk modellering med tillämpningar inom finansiell ekonomi. Utöver de gemensamma fyra obligatoriska kurserna tillkommer ytterligare fyra obligatoriska kurser i form av *Statistisk dataanalys*, *Sannolikhetsteorins matematiska grunder*, *Stokastisk analys*, samt *Finansiell modellering med stokastiska processer*.

### **Valbara kurser**

Genom valbara kurser under de två avslutande åren av utbildningen kan studenterna fördjupa eller bredda sin profilering. De valbara kurserna väljs i samråd med programansvarig så att kravet om minst 90 hp på avancerad nivå, varav minst 60 hp (inkl 30 hp examensarbete) i ämnen centrala för teknikområdet teknisk matematik, säkerställs. Lista med rekommenderade valbara kurser med speciell relevans för teknikområdet teknisk matematik tas fram av programansvarig i samråd med programansvariga för masterprogram inom LNU. Programansvarig ansvarar för att dessa listor är aktuella och finns tillgängliga för studenterna.

Nedan följer exempel på hur profilkurser kan kombineras med för teknikområdet relevanta valbara kurser inom datavetenskap, maskinteknik och matematik från befintliga masterprogram vid fakulteten för teknik.

# markerar att aktuell kurs är obligatorisk inom samtliga profilområden.

### **Årskurs 4 (Profil beräkning och simulering, med exempel på valbara kurser inom maskinteknik)**

- ***Analys av partiella differentialekvationer***, 7,5 hp (A1N)\*. Fördjupningskurs i analys av partiella differentialekvationer.
- ***Experimentell mekanik (kan bytas ut mot valbar kurs)***, 7,5 hp (A1N)\*. Kursen behandlar grundläggande komponentern inom experimentell vibrationsanalys. Sensorer, mätteknik, datainsamling och tillämpad signalbehandling för mätning och analys av mekaniska svängningar samt experimentell modalanalys av strukturer och maskiner behandlas ingående.
- ***Modern beräkningsvetenskap***, 7,5 hp (A1N)\*. Fördjupningskurs i beräkningsteknik som behandlar moderna metoder för modellering och simulering av partiella differentialekvationer med tillämpningar inom ingenjörsvetenskap.
- ***Strukturdynamik (kan bytas ut mot valbar kurs)***, 7,5 p (A1N). I kursen studeras strukturers dynamiska beteende inkluderande prestanda, komfort, livslängd och vibrationer. Kursen är förberedande för vidare studier i strukturdynamik.
- ***Monte Carlo-metoder #***, 5p (A1N)\*. Fördjupningskurs i matematisk statistik och simuleringsteknik med tillämpningar inom fysik, vetenskaplig beräkning, stokastik, maskininläring samt operationsanalys och simulering av produktionssystem.

Kursen behandlar bland annat slumpvalsgenerering, statistisk analys av simulerade data, bootstrapping och statistiska valideringstekniker.

- **Förstärkningsinläring (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 5 hp (A1N)\*. Fördjupningskurs i operationsanalys, maskininläring och optimal styrteori i diskret tid som behandlar Markovbeslutsprocesser, dynamisk optimering och förstärkningsinläring. Kursen är förberedande för vidare studier och projektarbeten inom inläring, beslutsprocesser och optimal styrning av tidsdiskreta system.
- **Finita element för maskinteknik (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 5 hp (A1N). Kursen behandlar användning av olinjära och tidsberoende materialmodeller i mekaniska analyser, transienta termomekaniska analyser, kopplade termomekaniska problem, och FSI-problem (kopplade fluidsolidanalyser).
- **Materialmekanik (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5hp (A1N). Kursen behandlar grundläggande begrepp inom materialmekanik. Här ingår en genomgång av de vanligaste deformationsmekanismerna i metaller, keramer, polymerer, kompositer, elastiska och ickeelastiska materialbeteenden, effektiva egenskaper hos heterogena material och kompositer, brottmekanik, och utmattning. Beräkningar med FEM utgör ett centralt inslag i kursen.
- **Dynamiska system förstärkningskurs (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5 hp (A1N)\*. Fortsättningskurs i icke-linjära dynamiska system som bland annat behandlar Poincarésnitt, diskreta dynamiska system och introduktion till kaotiska system.

#### Årskurs 5 (Profil beräkning och simulering, med exempel på valbara kurser inom maskinteknik)

- **Projekt teknisk matematik # 7,5 hp (A1N)\***. Inom ramen för kursen planerar, genomför och redovisar deltagarna ett teknikutvecklingsprojekt inom matematisk modellering. Projektet genomförs i grupp.
- **Forskning och utveckling för teknisk matematik #, 7,5 hp (A1N)\***. I kursen ingår moment om forskningsmetodik och publicering för matematiska vetenskaper, samt planering av forskningsprojekt inom teknisk matematik.
- **Avancerad strukturdynamik (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5hp (A1N). Kursen behandlar validering av strukturdynamiska beräkningsmodeller genom korrelering med mätdata från vibrationsprov. Metoder för att kartlägga orsaker till avvikelser mellan resultat från modell respektive test och kalibrering av beräkningsmodeller behandlas också i kursen.
- **Djup maskininläring (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5 hp (A1N). Fördjupningskurs i maskininläring som behandlar så kallad djup maskininläring och artificiella neurala nätverk.
- **Examensarbete teknisk matematik #, 30 hp (A1XX)\***. I kursen får studenterna i uppgift att inom givna tidsramar planera, genomföra, utvärdera och redovisa ett självständigt arbete med hög relevans för forskning och/eller utveckling inom företag eller andra organisationer.

#### Årskurs 4 (Profil dataanalys och maskininläring, med exempel på valbara kurser inom stokastik)

- **Statistisk dataanalys, 7,5 hp (A1N)\***. Fördjupningskurs i matematisk statistik och dataanalys som behandlar metoder inom data science som till exempel analys av flerdimensionell data.
- **Parallell och distribuerad databehandling (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5 hp (A1N). Fördjupningskurs i dataintensiva system som behandlar hur parallella och distribuerade datorsystem och acceleratorer kan användas för att lösa problem som behandlar stora datamängder. Vanliga arkitekturer och metoder för att dela upp problem behandlas och särskild fokus läggs på grafikprocessorer och lösningar till problem inom linjär algebra.

- **Djup maskininläring**, 7,5 hp (A1N). Fördjupningskurs i maskininläring som behandlar så kallad djup maskininläring och artificiella neurala nätverk.
- **Sannolikhetsteoris matematiska grunder (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5 hp (A1N)\*. I kursen studeras centrala resultat och metoder inom mått- och integrationsteori, sannolikhetsteori och stokastisk konvergens. Kursen är förberedande för vidare studier i stokastisk analys.
- **Monte Carlo-metoder #**, 5p (A1N)\*. Fördjupningskurs i matematisk statistik och simuleringsteknik med tillämpningar inom fysik, vetenskaplig beräkning, stokastik, maskininläring samt operationsanalys och simulering av produktionssystem. Kursen behandlar bland annat slumpmässiga generering, statistisk analys av simulerade data, bootstrapping och statistiska valideringstekniker.
- **Förstärkningsinläring**, 5 hp (A1N)\*. Fördjupningskurs i operationsanalys, maskininläring och optimal styrteori i diskret tid som behandlar Markovbeslutsprocesser, dynamisk optimering och förstärkningsinläring. Kursen är förberedande för vidare studier och projektarbeten inom inläring, beslutsprocesser och optimal styrning av tidsdiskreta system.
- **Stokastisk analys (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 5 hp (A1F)\*. Kursen ger en introduktion till Brownsk rörelse och analys och modellering med stokastiska differentialekvationer. Finanstillämpningar utgör ett centralt inlägg, särskilt prissättning av optioner.
- **Förstärkningsinläring fortsättningskurs**, 7,5 hp (A1F)\*. Fördjupningskurs i maskininläring och optimal styrteori som behandlar förstärkt inläring, speciellt approximation med till exempel neurala nätverk. Kursen är förberedande för vidare projektarbeten inom maskininläring, beslutsprocesser och optimal styrning av tidsdiskreta system.
- **Tidsserieanalys (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5 hp (A1N)\*. Fördjupningskurs i matematisk statistik som behandlar tidsserier och tillämpningar inom till exempel prognostisering för verksamhetsstyrning, ekonomiska system, energisystem eller andra tekniska eller naturvetenskapliga system.

#### Årskurs 5 (Profil dataanalys och maskininläring, med exempel på valbara kurser inom stokastik)

- **Projekt teknisk matematik #**, 7,5 hp (A1N)\*. Inom ramen för kursen planerar, genomför och redovisar deltagarna ett teknikutvecklingsprojekt inom matematisk modellering. Projektet genomförs i grupp.
- **Forskning och utveckling för teknisk matematik #**, 7,5 hp (A1N)\*. I kursen ingår moment om forskningsmetodik och publicering för matematiska vetenskaper, samt planering av forskningsprojekt inom teknisk matematik.
- **Modern beräkningsvetenskap (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5 hp (A1N)\*. Fördjupningskurs i beräkningsteknik som behandlar moderna metoder för modellering och simulering av partiella differentialekvationer med tillämpningar inom ingenjörsvetenskap.
- **Risikanalys (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5 hp (A1F)\*. I kursen behandlas teori och metoder för investerings- och riskhanteringsbeslut, investeringsteori, vinst och förlustfunktioner.
- **Examensarbete teknisk matematik #**, 30 hp (A1XX)\*. I kursen får studenterna i uppgift att inom givna tidsramar planera, genomföra, utvärdera och redovisa ett självständigt arbete med hög relevans för forskning och/eller utveckling inom företag eller andra organisationer.

#### Årskurs 4 (Profil finansiell och stokastisk modellering, med exempel på valbara kurser inom maskininläring)

- **Statistisk dataanalys**, 7,5 hp (A1N)\*. Fördjupningskurs i matematisk statistik och dataanalys som behandlar metoder inom data science som till exempel analys av flerdimensionell data.
- **Forskning och utveckling för teknisk matematik #**, 7,5 hp (A1N)\*. I kursen



- ingår moment om forskningsmetodik och publicering för matematiska vetenskaper, samt planering av forskningsprojekt inom teknisk matematik.
- **Inledande finansmatematik (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5 hp (G2F)\*. Kursen omfattar bland annat inledande ränteteori, portföljvalshantering, optionsprissättning huvudsakligen under binomialmodellen och något under Black-Scholes modell.
  - **Sannolikhetsteorins matematiska grunder**, 7,5 hp (A1N)\*. I kursen studeras centrala resultat och metoder inom mått- och integrationsteori, sannolikhetsteori och stokastisk konvergens. Kursen är förberedande för vidare studier i stokastisk analys.
  - **Monte Carlo-metoder #**, 5p (A1N)\*. Fördjupningskurs i matematisk statistik och simuleringsteknik med tillämpningar inom fysik, vetenskaplig beräkning, stokastik, maskininläring samt operationsanalys och simulering av produktionssystem. Kursen behandlar bland annat slumpalsgenerering, statistisk analys av simulerade data, bootstrapping och statistiska valideringstekniker.
  - **Stokastisk analys, 5 hp (A1F)\***. Kursen ger en introduktion till Brownsk rörelse och analys och modellering med stokastiska differentialekvationer. Finanstillämpningar utgör ett centralt inslag, särskilt prissättning av optioner.
  - **Förstärkningsinläring (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 5 hp (A1N)\*. Fördjupningskurs i operationsanalys, maskininläring och optimal styrteori i diskret tid som behandlar Markovbeslutsprocesser, dynamisk optimering och förstärkt inläring. Kursen är förberedande för vidare studier och projektarbeten inom inläring, beslutsprocesser och optimal styrning av tidsdiskreta system.
  - **Tidsserieanalys (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5 hp (A1N)\*. Fördjupningskurs i matematisk statistik som behandlar tidsserier och tillämpningar inom till exempel prognostisering för verksamhetsstyrning, ekonomiska system, energisystem eller andra tekniska eller naturvetenskapliga system.
  - **Förstärkningsinläring fortsättningskurs (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5 hp (A1F)\*. Fördjupningskurs i maskininläring och optimal styrteori som behandlar förstärkt inläring, speciellt approximation med till exempel neurala nätverk. Kursen är förberedande för vidare projektarbeten inom maskininläring, beslutsprocesser och optimal styrning av tidsdiskreta system.

#### Årskurs 5 (Profilmråde finansiell och stokastisk modellering, med exempel på valbara kurser inom maskininläring)

- **Projekt teknisk matematik #**, 7,5 hp (A1N)\*. Inom ramen för kursen planerar, genomför och redovisar deltagarna ett teknikutvecklingsprojekt inom matematisk modellering. Projektet genomförs i grupp.
- **Finansiell modellering med stokastiska processer**, 7,5 hp (A1N)\*. Kursen behandlar modellering och prissättning av optioner med Levy- och hopp-processer.
- **Riskanlys (kan bytas ut mot valbar kurs)**, 7,5 hp (A1F)\*. I kursen behandlas teori och metoder för investerings- och riskhanteringsbeslut, investeringsteori, vinst och förlustfunktioner.
- **Djup maskininläring**, 7,5 hp (A1N). Fördjupningskurs i maskininläring som behandlar så kallad djup maskininläring och artificiella neurala nätverk.
- **Examensarbete teknisk matematik #**, 30 hp (A1XX)\*. I kursen får studenterna i uppgift att inom givna tidsramar planera, genomföra, utvärdera och redovisa ett självständigt arbete med hög relevans för forskning och/eller utveckling inom företag eller andra organisationer.

*Samhällsrelevans*

Utbildningen ger gedigna kunskaper i teknisk matematik, med en fördjupning antingen inom maskininlärning, simulering och modellering eller finansmatematik. Detta gör att civilingenjörer från programmet har verktyg för att kunna leda utveckling och innovation inom ett brett spektrum av branscher, både inom det privata näringslivet och i offentlig verksamhet. Exempelvis krävs ingenjörsmatematik för utvecklingen mot ett mer hållbart samhälle och nya lösningar inom digitalisering och automatisering.

Ett viktigt inslag i utbildningen är möten med representanter från arbetslivet. Gästföreläsare från näringslivet och möjligheten till självständiga arbeten tillsammans med företag eller andra organisationer bidrar till en ökad förståelse för rollen som civilingenjör. För att säkerställa att realistiska problem och frågeställningar används utformas kurser i samråd med det omgivande näringslivet.

### *Internationalisering*

Det finns under termin 7-9 möjlighet att läsa en eller två terminer vid en utländsk teknisk högskola eller universitet. Lärosäte och kurser bestäms i samråd med programansvarig. Dessa kurser kan, så länge de är av hög relevans för teknisk matematik, ersätta obligatoriska kurser under den eller de terminer som utbytesstudierna pågår.

### *Perspektiv i utbildningen*

En stor del av teknikutvecklingen sker i stora, ofta internationella team. Detta medför att begrepp som hållbar utveckling (ekonomisk, ekologisk och social), etik och mångfald måste beröras i utbildningen. Utbildningen lägger stor vikt vid dessa perspektiv, som belyses i teoretiska kurser och praktiseras i projektkurser. Exempelvis sker detta i kurserna *Introducerande projekt* (här reflekterar studenterna över ingenjörens roll), *Databaser och datamodellering* (här behandlas bland annat etiska och rättsliga aspekter av hantering av data), *Projekt matematik och teknisk kommunikation* (här behandlas bland annat skriftlig och muntlig kommunikation), *Hållbara utveckling* (ekonomisk, ekologisk och social), *Industriell ekonomi* (affärsmässiga och samhällsekonomiska aspekter), *Maskininlärning* (sociala och etiska aspekter på artificiell intelligens), *Vetenskapliga metoder* (samhälleliga och etiska aspekter på forskning och utveckling).

Programledningen väntas arbeta aktivt för att främja ökad mångfald inom teknisk utbildning. Detta gäller såväl inom undervisning, forskning, marknadsföring, som vid rekryteringa av undervisande personal.

### **Kvalitetsutveckling**

Programmet kommer att utvärderas terminsvis genom bland annat fokussamtal med studenterna, i treårscykler inom ramen för Linnébarometern, samt inom ramen för nationella samarbeten kring systematiskt kvalitetsarbete inom Treklövern eller motsvarande. Kurser utvärderas efter genomförd kurs och rapporteras till programansvarig och programråd. Fokussamtalen med studenterna utgör ett viktigt komplement till detta arbete.

Utöver utbildningsplanen finns dokument med matriser som kopplar lärandemål för enskilda kurser mot examensmålen för utbildningen. Dessa har använts för att utveckla programmet och kommer att användas löpande för att följa upp och utvärdera både kurser och programmet i sin helhet. Sammankopplingen ger en struktur för att utvärdera hur väl olika examinationsmoment på en kurs uppfyller mål på både kurs- och programnivå och kan på så sätt användas som underlag till frågor på kurs- och programutvärderingar.

### **Examen**

*Villkor för examen*

För civilingenjörsexamen i teknisk matematik ska den studerande uppfylla målen för civilingenjörsexamen i enlighet med Högskoleförordningens examensordning och ha fullgjort kurser om 300 högskolepoäng, där följande ingår:

- de obligatoriska kurserna i innehållet för civilingenjörsprogrammet för teknisk matematik eller motsvarande, samt
- minst 90 hp på avancerad nivå, varav minst 60 hp (inkl 30 hp examensarbete) i ämnen centrala för teknikområdet teknisk matematik.

De som fullföljer dessa fordringar kan erhålla följande examen:

Civilingenjörsexamen  
Teknisk matematik

Master of Science in Engineering  
Engineering Mathematics

Examensbeviset är tvåspråkigt (svenska/engelska). Tillsammans med examensbeviset följer Diploma Supplement (engelska).