



Program: Civilingenjör i Datateknik, 300 hp

Programansvarig: Vladimir.Tarasov@ju.se

Civilingenjörsutbildningen i datateknik syftar till att ge studenterna breda teoretiska kunskaper och praktiska färdigheter med att konstruera och utvärdera datatekniska produkter och tjänster med spetskompetens inom intelligenta och lärande system.

De tre första åren lägger grunden i ingenjörskunskapen. Utbildningen inleds första året med grundläggande kurser i matematisk analys, diskret matematik, programmering, algoritmer och datastrukturer. Andra året bygger vidare med kurser i program- och mjukvaruutveckling, databasteknik, datakommunikation, teknisk fysik, matematisk statistik samt elektronik och digitalteknik. Tredje året fortsätter med kurser i mikrodatorteknik, reglerteknik, datorarkitekturer för högpresterande, skalbara och feltoleranta system, webb- och mobilutveckling, samt numeriska beräkningsmetoder och optimering. Tredje året avslutas med en näringslivsförlagd kurs (praktik).

De sista två åren är en fördjupning i intelligenta och lärande system och samläses, på engelska, med internationella studenter. Fjärde året inleds med en kurs i artificiell intelligens (AI) samt en kurs i ledning och styrning av IT-projekt, vilka efterföljs av kurser inom AI-området, som maskininlärning, kunskapsrepresentation, data science, etik inom AI, intelligent optimering och problemlösning och djupinlärning samt forskningsmetoder för intelligenta system vilket förbereder för examensarbete under sista terminen. Det femte året läses spetskurser inom AI, som förstärkningsinlärning, utveckling av avancerade AI system samt kurser i spetsforskning inom AI teknik och etik i artificiell intelligens. Femte året avslutas med ett examensarbete.

Under utbildningen tränas studenterna i att kombinera kreativitet och systematik med ett lösningsorienterat förhållningssätt där stor vikt läggs vid självreflektion och förmågan att dokumentera och kommunicera ett arbete i både tal och skrift.

Studenterna utför sin praktik (näringsförlagda kurs) under sin sjätte termin i slutet på årskurs tre. Innan praktikens start har de läst följande kurser:

Diskret matematik

- Mängdlära med tillämpningar
- Funktions- och relationsbegreppen
- Satslogik, predikatlogik, logisk slutledning
- Grundläggande heltalsmatematik
- Modulär aritmetik och kryptografi
- Tal i olika talbaser
- Kombinatorisk med tillämpningar
- Induktion och rekursion
- Grundläggande grafteori

- Generaliserande
- Introduktion till numerisk ekvationslösning
- Primitiva funktioner och integraler
- Integrationsmetoder (partiell, variabelsubstitution)
- Generaliserande integraler
- Taylors formel, serieutvecklingar
- Ordinära differentialekvationer
- 1: a ordningens linjära och separabla samt 2: a ordningens linjära med konstanta koefficienter

Funktionell programmering

- Grundläggande syntax i språket Haskell
- Värderna, typer och funktioner
- Mönstermatchning och rekursion
- Sammansatta datatyper (listor, tupler)
- Typklasser och moduler
- Användardefinierade typer
- Högre ordningens funktioner
- Rekursiva datatyper
- Input-output och lat evaluering
- Verifiering med hjälp av testning och bevis

Linjär algebra

- Linjära ekvationssystem, gausseminering
- Minsta kvadratmetoden
- Vektoralgebra med geometriska tillämpningar
- Matriser och matrisalgebra
- Nollrum, värderum, dimensionssatsen
- Linjära avbildningar
- Determinanter med tillämpningar
- Baser och basbyten
- Egenvärden och egenvektorer, diagonalisering
- Isometriska avbildningar
- Spektralsatsen och kvadratiske former
- Programvara för vektor- och matrisberäkningar

Envariabelanalys

- Introduktion av programspråket MATLAB
- Definition av de elementära funktionerna
- Ekvationer och olikheter
- Gränsvärdesbegreppet
- Kontinuitet
- Derivatans definition med geometrisk tolkning
- Deriveringsregler
- Tillämpningar av derivatan
- Optimeringsproblem
- Grafitning

Programmeringsteknik (i C)

- Variabler, operatorer och datatyper
- Villkorssatser, iterationer (loopar) och rekursion
- Vektorer (arrayer), poster (structs) och länkade listor
- Egendefinierade typer (typedef)

- Stegvis nerbrytning av ett program i funktioner
- Call-by-value och call-by-reference
- Modularisering av funktionalitet
- Separation av gränssnitt och implementering
- I/O och filhantering
- Stränghantering
- Sökning och sortering
- Pekaroperationer och perkararitmetik
- Dynamisk minnehantering
- Felsökning och avlusning av program
- Koddokumentation
- Kedjeregeln, nabraoperatorm, rotation och divergens
- Derivator av högre ordning
- Laplace ekvation, vågekvationen, variabelbyten
- Taylorpolynom av ordning 2
- Analys av stationära punkter
- Identifiering av lokala extrema
- Optimering på kompakta områden
- Optimering under bivillkor
- Beräkning av dubbel- och trippelintegraler
- Grundbegrepp i vektoranalysen, kurv- och ytintegraler
- Konservativa fält och potentialer
- Greens sats, Gauss divergenssats, Stokes sats

Datastrukturer (i C)

- Vektorer, matriser, strängar och structar
- Funktionspekare och unioner
- Abstrakta datatyper (ADT:er)
- Komplexitetsanalys av operationer på datastrukturer
- Stack, kö, prioritetkö och länkad lista
- Lista, hög (heap) och träd (särskilt trädsök)
- Grafer och grafalgoritmer

Flervariabelanalys

- Kurvor och ytor på implicit- och parameterform
- Polära, cylindriska och sfäriska koordinater
- Funktioner av flera variabler (grafer, nivåkurvor, ytor)
- Gränsvärden och kontinuitet, partiella derivator
- Gradient, differentierbarhet, riktningsderivata
- Linearisering

Algoritmer

- *Komplexitetsteori*
- Komplexitetsanalys och rekurrensrelationer
- Komplexitetsklasser P/NP och lower bounds
- *Algoritmtyper*
- Brute force och divide-and-conquer
- Problemtransformering och time/space trade-offs
- Dynamisk programmering och giriga algoritmer
- Iterative improvement och backtracking
- Branch-and-bound och approximativa algoritmer
- *Tillämpade algoritmer*
- Sökning och sortering
- Kombinatorik och strängmatchning
- Numeriska problem och optimering
- Grafer och träd

Databasteknik

- *Databasteori*
- Grundläggande terminologi
- Datamodeller inklusive relationsmodellen
- *Structured Query Language (SQL)*
- DDL och DML
- TCL och DCL
- SQL/PSM
- *Databasdesign*
- Konceptuell, logisk och fysisk
- Modellering och normalisering
- *Databasadministration*
- Denormalisering och indexering
- Transaktioner, samtidighet och säkerhet
- Juridik och etik
- *Icke-traditionella databassystem*
- NoSQL och NewSQL
- Polyglot persistence

Objektorienterad programutveckling

- Objekt, klasser, arv, inkapsling, polymorfism
- Modellering med UML
- Objektorienterad analys och design
- Objektorienterad programmering
- Designprinciper (GRASP och SOLID)
- Designmönster (Gang of Four)

Dataskommunikation

- Olika lagermodeller, TCP/IP och OSI-modellen
- Nätverkskomponenter för LAN och WAN
- IPv4- och IPv6-adressering i nätverk
- Binära och hexadecimala talsystem
- Socketprogrammering

- IP-beräkningar med olika metoder (t.ex. VLSM)
- Planering och driftsättning av nätverk
- Vanligt förekommande nätverkstjänster och protokoll
- Grundläggande säkerhet inom nätverk

Teknisk fysik

- Statik: kraft, kraftmoment och jämvikt
- Dynamik: hastighet, acceleration och partiklars rörelse
- Newtons lagar, kraft och rörelsemängd
- Begreppens arbete, energi och effekt
- Linjära svängningar
- *Grundbegrepp i ellära:*
- Laddning, spänning, potential och ström
- Elektriska och magnetiska fält
- Resistans, kapacitans och induktans
- Kirchhoffs lagar, Ohms lag, resistansreduktioner
- Tvåpoler
- Induktionslagen, växelströmlära och visardiagram
- Komplexa metoden
- Trefassystem

Matematisk statistik

- Grundläggande sannolikhetslära
- Stokastiska variabler
- Diskreta och kontinuerliga fördelningar
- Normalfördelningen
- Centrala gränsvärdesatsen med tillämpningar
- Beskrivande statistik
- Punkt- och intervallskattningar

- Hypotesprövning
- Enkel linjär regression
- Korrelation

Mjukvaruutveckling

- Mjukvaruutvecklingsmetoder
- Metoder och tekniker för kontinuerlig mjukvaruleverans
- Testning och versionshantering
- Distributionskedjor för mjukvaruutveckling

Digitalteknik

- Digital algebra
- Grundläggande digitala grindar och vippor
- *Digitala/analoga fenomen, t.ex.:*
- Metastabilitet
- Setup/hold time
- Fan-out
- Introduktion av konstruktionsmetoder med VHDL
- Digitala byggblock (ALU, register, avkodare, mm.)
- Orientering kring digitala kretsar (CPLD, FPGA, mm.)

Elektronik

- Halvledarteknik
- Komponentlära, sensorer, datablad
- Operationsförstärkare (introduktion till återkoppling)
- Strömförsörjning och avkoppling (decoupling)
- Orientering kring tillverkning av elektronik
- Testutrustning (oscilloskop, multimetrar, mm.)

Mikrodatorteknik

- Mikrodatorer (inklusive enchipsdatorer)
- Olika processorfamiljers uppbyggnad
- Hårdvarunära programmering i Assembler och C
- Gränssnitt mot omvärlden (periferienheter och bussar)
- Utvecklingsverktyg, debuggning och metoder
- Kodanalys, säkerhet, certifiering av kod, standarder

Webbutveckling

- JavaScript (ECMAScript)
- TypeScript
- HTML, CSS och Document Object Model
- http och RESTful API-design
- HTML5-funktioner och Progressive Web Applications
- WebAssembly
- Web Content Accessibility Guidelines
- Prestandamätningar
- Informationssäkerhet på webben

Beräkningsmetoder och optimering

- Datoraritmetik och felanalys
- Numeriska lösningsmetoder av ekvationssystem
- Interpolation och funktionsanpassning
- Numeriska metoder för integralberäkning
- *Optimeringslärans grunder*
- Konvexa och icke-konvexa problem
- Begränsade och obegränsade problem

- Matematisk formulering av optimeringsproblem
- Linjär optimering, simplexmetoden
- Dualitet och känslighetsanalys i simplexmetoden
- Heltalsprogrammering, branch-and-bound-tekniker
- Några vanliga datorverktyg för optimering

Datorarkitekturer för högpresterande system

- Systemuppbyggnad av datorsystem och arkitekturer
- Olika processorarkitekturer, minnestekniker, mm.
- Hårdvaruparallella datorarkitekturer
- Flerkärnig CPU och GPU
- Olika typer av bussar och protokoll, t.ex:
- PCI/PCIe, USB och HDMI
- Parallellprogrammering, t.ex. i CUDA
- Operativsystemets roll

Reglerteknik och transformteori

- Laplace transform
- Z-transformer
- Fourieranalys
- Taylorutveckling
- Delar i ett reglersystem
- Blockschemata och dess hantering
- Linjära och olinjära processer
- Överföringsfunktioner
- Tillståndsmodeller
- Egenskaper hos reglersystem
- Design och användning av regulatorer
- Datorbaserade reglersystem

Skalbara och feltoleranta system

- Parallellprogrammering
- Trådar och processer
- Locking, mutexar, semaforer, mm.
- Distribuerade systemarkitekturer
- Designmönster för cloud computing
- Integrationstestning
- Lasttestning och kostnadsberäkning för molntjänster
- Container orchestration