

Utbildningar i beräkningsteknik och datalogi

Från kandidat-
och masterprogram
till fristående kurser

Läsåret 2011/2012



Innehåll

Välkommen till Nada! 1	Masterprogrammet i datalogi 10
Andra utbildningar vid Stockholms universitet där Nada medverkar 1	Förkunskapskrav 10
Matematiken och dess tillämpningar 1	Urval 10
Matematik – kanske den mest tillämpbara av alla vetenskaper 2	Viktigt om undervisningen 10
Beräkningsteknik – program för att simulera blixtnedslag och föroreningar 3	Obligatoriska kurser 10
Datalogi – hur man får datorn att lösa problem 4	Inriktningar 11
Matematisk statistik – levande partiklar och tärningskastande gudar 5	Datasäkerhet 11
Examen 6	Datorseende och robotik 12
Kandidatprogrammet i datalogi – datavetenskap för naturvetare 6	Människa-datorinteraktion 13
Förkunskapskrav 6	Programsystemteknik 13
Urval 6	Teoretisk datalogi 14
Viktigt om undervisningen 7	Datalogi, självständigt arbete 15
Årskurs 1 7	Valfria kurser i datalogi 15
Årskurs 2 8	Kandidatstudier i beräkningsteknik 16
Årskurs 3 9	Masterprogram i beräkningsteknik 16
	Fristående kurser 16
	Distanskurser i datalogi via Internet 17
	Exempel på fristående kurser i beräkningsteknik 17
	Arbete efter examen 19
	Datalogen Anna 19
	Beräkningsteknikern Ralph 20
	Nadakronologi 21
	Vill Du veta mera? Baksidan

Nada, institutionen för numerisk analys och datalogi

Postadress:

Nada
KTH
100 44 STOCKHOLM

Besöksadress:

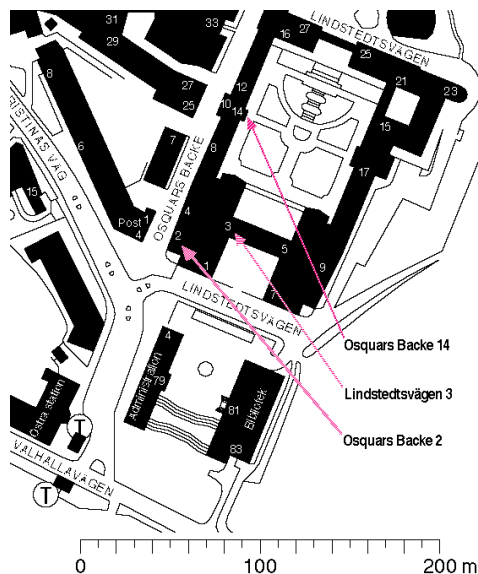
Lindstedtsvägen 3 (hiss finns från Osquars Backe 2)

Telefax: 08-790 09 30

www.csc.kth.se

För information om institutionens utbildningsuppdrag vid Stockholms universitet:

www.nada.kth.se/student-info/svl-su/



© Nada, mars 2011

Redaktör Caroline Nordquist

Välkommen till Nada!

Institutionen för numerisk analys och datalogi, Nada, i Stockholm ger utbildning både inom naturvetenskap på Stockholms universitet och teknik på KTH. Vid KTH ingår vi i Skolan för datavetenskap och kommunikation, CSC.

I denna broschyr beskrivs våra utbildningar vid Stockholms universitet läsåret 2011/2012. Utbildningarna vid Nada vilar på en matematisk grund, och har således en annan inriktning än de samhällsvetenskapliga utbildningarna i data- och systemvetenskap vid Stockholms universitet. Våra program skiljer sig också åt från utbildningar till högskoleingenjör och civilingenjör, i och med att kurser i teknik är utelämnade.

Kandidatprogrammet i datalogi – datavetenskap för naturvetare har Matematik D och Fysik A som särskild behörighet och en kandidatexamen i datalogi ger behörighet till vårt masterprogram i datalogi.

Du som väljer att studera fristående kurser kan läsa datalogi från dag ett vid Stockholms universitet, parallellt med studier i matematik.

Kurser på grundnivå i datalogi och matematik ger behörighet till ämnet beräkningsteknik.

Läs mer om allt detta och mycket annat, som t.ex. intervjuer med studenter som tagit examen i våra ämnen, på de följande sidorna. Till sist, oavsett vilken utbildning du väljer: lycka till med dina studier!

Andra utbildningar vid Stockholms universitet där Nada medverkar

Datalogi och beräkningsteknik ingår även i:

- Kandidatprogrammet i matematik
- Kandidatprogrammet i biomatematik och beräkningsbiologi
- Kandidatprogrammet i astronomi (endast beräkningsteknik)
- Kandidatprogrammet i biofysik (endast beräkningsteknik)
- Kandidatprogrammet i fysik (endast beräkningsteknik)
- Kandidatprogrammet i meteorologi (endast beräkningsteknik)
- Sjukhusfysikerprogrammet (endast beräkningsteknik)
- Kandidatprogrammet i lingvistik, inriktningen mot datorlingvistik (endast datalogi)

- Språkkonsultprogrammet (endast datalogi)
- Masterprogrammet i beräkningsfysik
- Masterprogrammet i fysik (endast datalogi)
- Masterprogrammet i teoretisk fysik (endast datalogi)
- Masterprogrammet i bioinformatik (kurser i datalogi är valbara)

För mer information om utbildningar vid naturvetenskapliga fakulteten, Stockholms universitet, se t.ex. broschyren »Naturvetare 2011» (för kandidatprogram) från www.science.su.se eller sökfunktionen för Stockholms universitets utbildningar på <http://sisu.it.su.se/search>

Matematiken och dess tillämpningar

Matematiken har alltid varit nära sammanbunden med sina tillämpningsområden. De senaste århundradena har den tillämpade matematiken utvecklats kraftigt. Speciellt sedan datorernas genombrott på 1950-talet har betydligt mer komplicerade problem än tidigare kunnat lösas.

De områden som idag kan räknas till de matematiska/datalogiska vetenskaperna är:

matematik, beräkningsteknik, datalogi och matematisk statistik.

Kombinerade på ett lämpligt sätt utgör metoderna inom dessa ämnesområden ett mycket slagkraftigt instrument för att angripa problem inom många områden i samhället.

Matematik – kanske den mest tillämpbara av alla vetenskaper

Matematiken är tillsammans med astronomin en av de äldsta vetenskaperna. Spår av matematisk verksamhet finns i snart sagt alla kulturer.

Själva ordet kommer av grekiska ordet *mathema* med betydelsen kunskap eller vetenskap.

Att matematiken är en uråldrig vetenskap betyder inte att den inte utvecklas. Tvärtom är matematiken livaktigare än någonsin och stadd i en mycket snabb utveckling; nya metoder och teorier utvecklas och gamla problem blir lösta.

Något abstrakt kan man säga att matematiken är vetenskapen där man drar slutsatser av på förhand givna förutsättningar, vilka inom vissa ramar kan väljas mycket fritt.

Matematiken kan strängt taget inte säga något om verkligheten, men trots detta är den kanske den mest tillämpbara av alla vetenskaper. Den kan användas för att beskriva planeternas banor kring solen, temperaturförhållandena i en sockerkaka i ugnen, befolkningstillväxten i världen och förhållandena i materiens innersta.

Exempel på delområden inom matematiken är algebra, geometri och analys.



Algebran har sitt ursprung bl.a. i ekvationslösning. Lösningen av andragradsekvationen är känd sedan antiken. Under 1500-talet fann italienska matematiker formler för lösningen av tredje- och fjärdegradsekvationen. Frågan om det finns liknande formler för lösningen av ekvationer av högre grad ledde till en av de första algebraiska teorierna, utvecklad av norrmannen Abel och fransmannen Galois i början av 1800-talet. Andra frågor som lösts med liknande metoder är de klassiska problemen om vinkelns tredelning och vinkelns kvadratur: *Kan man med passare och linjal dela en given vinkel i tre lika delar?* och *Kan man med passare och linjal konstruera en kvadrat som har samma area som en given cirkel?*



Geometrin behandlar egenskaper hos planet och rummet med generaliseringar till högre dimensioner.

Analysen har sitt ursprung dels i frågor om beskrivning av rörelse och hastigheter, dels i problem om area och volym av böjda ytor och kroppar.

Beräkningar av vissa areor och volymer gjordes redan under antiken av Arkimedes, men analysen som vi känner den idag utvecklades först under 1600-talet av Newton och Leibniz. Den blev snabbt ett ytterligare kraftfullt hjälpmedel för att beskriva den fysikaliska verkligheten. Newton själv använde sin teori för att lösa de då aktuella problemen med gravitationen och planetbanorna.



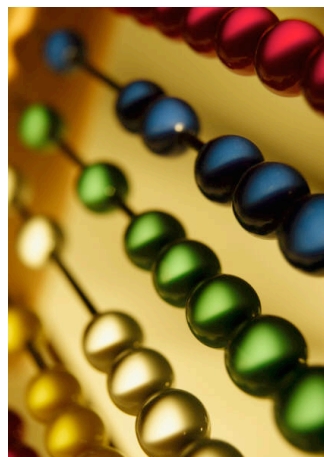
För att visa vad en matematiker kan syssla med ska vi beskriva ett av de mest berömda problemen i matematiken, nämligen Fermats stora sats, som var olöst i över 300 år.

Pierre de Fermat var jurist i Toulouse på 1600-talet och hade matematiken som hobby (han var således amatör, men många nutida professionella matematiker skulle säkert önska att de hade en liten gnutta av Fermats talang!).

Efter hans död upptäcktes det att han i marginalen på en bok hade skrivit följande: Att dela en kub i två kuber, eller mer allmänt en n -te potens i två n -te potenser är omöjligt, och jag har funnit ett underbart bevis för detta, men marginalen är för smal för att rymma det. På modernt språk: om n är ett heltal och ≥ 3 , så finns inga heltal x, y, z , alla $\neq 0$, sådana att $x^n + y^n = z^n$.

Generationer av matematiker har beklagat att Fermats marginal inte var bredare, för hans bevis (om han hade något) har aldrig återfunnits.

Inte förrän i våra dagar lyckades någon bevisa satsen. Matematikern som gjorde det heter Andrew Wiles och hans bevis, som är mycket komplicerat, är utan tvekan en sensation.



Beräkningsteknik – program för att simulera blixtnedslag och föroreningar

När vanliga metoder för att lösa exempelvis integraler och ekvationer inte förslår kan man använda numeriska metoder. Det är dessa som studeras i ämnet beräkningsteknik, där man konstruerar och implementerar numeriska metoder och program för stora beräkningar, t.ex. lösning av differentialekvationer från olika tillämpningsområden. Sådana problem kräver stora datorresurser och man måste ta hänsyn till

- den matematiska modellen för de processer som skall efterliknas,
- hur datorprogrammen kan verifieras, vidareutvecklas och underhållas,
- hur resultaten skall åskådliggöras,
- anpassningen till moderna parallella datorarkitekturer, så att stora problem kan lösas effektivt.



I såväl grundforskning som tillämpad forskning och industriell utveckling används datorsimulering i allt större utsträckning och för allt flera tillämpningar. Man talar om datorsimulering som den tredje vetenskapliga paradigmen vid sidan om teori och experiment. I en inte avlägsen framtid kommer man att kunna göra beräkningar på hela komplexa system som t.ex. föroreningsspridning i ett stort vattendrag och åskådliggöra effekter av olika föreslagna åtgärder eller utsläpp.

I arbetet med datorsimulering får man användning för både matematisk analys och diskret matematik. De tillämpningar som beskrivs ovan modellerar fysikaliska förlopp, med starka inslag av kontinuums-mekanik. Framöver ser vi att även andra vetenskapsgrenar och industribranscher kommer att använda stora beräkningar i större utsträckning än nu: kemi, ekonomi, biologi, planering. Kunskap i något sådant ämne är av flera skäl värdefull för beräkningsteknikern. Den gör det roligare att arbeta, den underlättar samarbete med tillämpningsspecialister, och den ger uppslag till hur modeller skall fungera och programmeras.

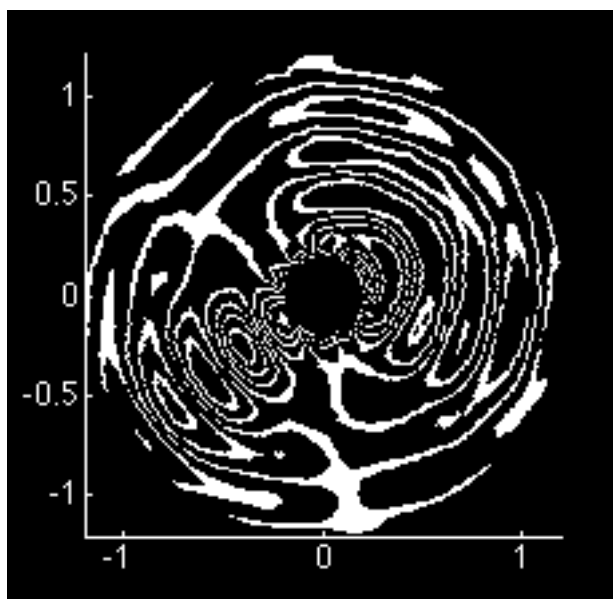


»The Lord said:

$$\nabla \times \mathbf{H} = \epsilon \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}; \nabla \times \mathbf{E} = -\mu \mu_0 \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$$

And there was Light.»..., och alla andra elektromagnetiska fält, beskrivs av dessa ekvationer som först uppställdes av James Clerk Maxwell 1867, långt innan elektromagnetiska vågor kunde påvisas experimentellt. Nu använder man numerisk lösning av ekvationerna vid konstruktion av antenner för att beräkna fältens utbredning, brytning och reflektion.

Man vill också beräkna effekterna av blixtnedslag, som skapar starka inducerade strömmar som kan skada elektrisk utrustning.



En beräknad våg som reflekterats i en metallcylinder.

Datalogi – hur man får datorn att lösa problem

Datalogi är vetenskapen om och konsten att skriva effektiva, korrekta och användarvänliga program för datorer, vilket innebär att man sysslar med alla typer av datorrelaterade problem. För att bli en bra datalog och kunna lösa många av de intressantaste datalogiska problemen är det viktigt att man har kunskap inom matematiska områden som kombinatorik, komplexitetsteori, sannolikhetsteori, logik, algebra och beräkningsteknik. Även andra vetenskaper som lingvistik och psykologi är nyttiga för en datalog.



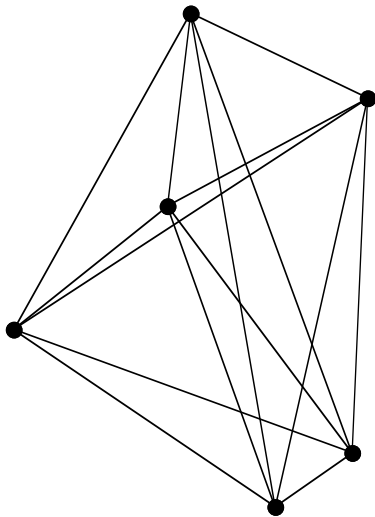
Ett konkret datalogiskt problem är följande:

Ett antal ärenden ska uträttas på stan, med besök i ett antal butiker. Man måste utnyttja de allmänna kommunikationerna för transport mellan butikerna. En tidtabell över samtliga buss- och tunnelbanelinjer finns tillgänglig.

Uppgift: Hitta den optimala (snabbaste) besöksordningen.

Vi tar ett exempel med fem butiker.

Utgående från en viss startpunkt har vi i figuren nedan $5 * 4 * 3 * 2 * 1 = 120$ olika alternativa vägar för att utföra ärendena.



Med ytterligare ett ärende ökas antalet möjliga vägar till $6 * 120 = 720$. Med dubbelt så många ärenden finns 3 628 800 alternativa vägar.

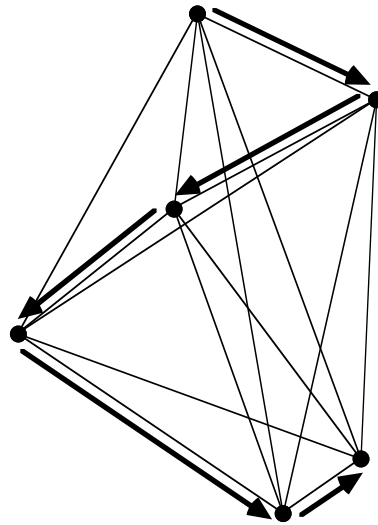
Om det tar 1 sekund för datorn att beräkna bästa resväg i fallet med fem butiker, så tar det 8 timmar och 24 minuter att hitta snabbaste resväg i fallet med 10 butiker. Om vi ska utföra 25 ärenden tar det 4 098 810 365 754 214 år att beräkna bästa

vägen! Då kan vi lika gärna besöka butikerna i en slumpvis ordning.



“Rimligt optimal” är en bättre föresats. Då väljer vi istället endast *bästa väg till nästa butik*. Vägen från butik i till butik j ska inte vara längre än vägen blir via butik k : $d_{ij} \leq d_{ik} + d_{kj}$

Den väg man väljer i varje läge ska vara kortast av de vägar som leder till en butik som ännu ej besökts. Dessutom förutsätts att $d_{ij} = d_{ji}$ och att $d_{ii} = 0$.



I fallet med fem butiker, utgående från en viss startpunkt, finns det då $5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 15$ möjliga vägar, och det tar 0,125 sekunder för datorn att räkna ut den kortaste av dessa. Ska vi besöka 10 butiker finns det 55 vägar och bästa väg beräknas på 0,46 sekunder. Med denna metod kan vi även överlåta åt datorn att beräkna bästa väg av de 325 möjliga till 25 butiker, resultatet får vi på 2,7 sekunder!



För att kunna lösa problemet ovan har vi utfört följande delmoment:

- analys (vad innebar problemet?)
- specifikation (krav på in- och utdata)
- datastruktur och algoritmdesign (matematisk struktur + beräkningsmetod)
- implementation (förverkligande av systemet)
- test (kontroll av resultatet)

Matematisk statistik – levande partiklar och tärningskastande gudar

På 1820-talet observerade botanisten Robert Brown att pollenkorn och andra små partiklar i vatten rör sig på ett oregelbundet sätt. Det första försöket till förklaring var att partiklarna var levande, men Brown visade även att mineralfragment rörde sig på samma sätt. Andra som studerade fenomenet fann att rörelsen aldrig upphörde samt att partikeln, trots att den rörde sig, *inte hade någon hastighet*.

År 1905 kom Albert Einstein, på rent teoretiska grunder och okunnig om Browns observationer, fram till att mikroskopiska partiklar i en lösning borde röra sig, beroende på att de hela tiden bombarderades av massor av molekyler.



Einstein formulerade en matematisk modell för partikelrörelsen, som vi idag skulle kalla en sannolikhetsmodell fastän Einstein själv yttrade att »Gud kastar inte tärning». Einsteins modell ger att sannolikheterna för partikelns tänkbara lägen (i till exempel x-led) vid en fix tidpunkt kan beskrivas av en så kallad normalfördelning, den klockformade kurva som ofta dyker upp i sannolikhets teorin (se figuren nedan).



På 1920- och 1930-talen visade några matematiker, med Norbert Wiener i spetsen, att om en partikel rör sig enligt Einsteins modell så följer partikelns läge som funktion av tiden en kurva som visserligen är kontinuerlig men som saknar derivata, dvs. hastighet!

Den matematiska modellen för den browniska rörelsen kallas idag Wienerprocessen. Modeller av denna typ används idag för att beskriva många olika slumpmässiga fenomen, såsom fluktuationer på aktiemarknaden och brus hos elektriska signaler.



Detta är ett exempel på det växelspel mellan empiriska observationer och matematiska modeller som kännetecknar den matematiska statistiken, vilken behandlar matematisk analys av situationer där slumpen är inblandad.

I ämnet ingår *sannolikhets teorin* där man lär sig metoder för att räkna med sannolikheter – alltifrån vinstchanser i Yatzy till sannolikheten att en serie kablar med optiska fibrer efter skarvning kommer att kunna sköta sin uppgift i ett digitalt nätverk.



Sannolikhets teorin ligger även till grund för *statistisk dataanalys* (eller, med ett finare ord, *inferens teori*).

Här ges matematiska metoder för att dra slutsatser från små eller stora mängder data (mätvärden) som på något sätt påverkats av slumpen. Hur analyserar man resultat av en opinionsundersökning som bygger på ett slumpmässigt urval av Sveriges befolkning? Hur beräknar man hur risken för lungcancer påverkas av cigarettkonsumtion?

Ett viktigt specialområde inom den matematiska statistiken är *försäkrings matematiken*. Här används sannolikhets teori till att räkna ut risker för stora förluster, bestämma försäkringspremier m.m.

Ett annat viktigt område som sysselsätter många matematiska statistiker är *biostatistik*, som bl.a. handlar om tillämpningar inom medicinsk forskning och utveckling av nya läkemedel.

På senare tid har *finans matematik* blivit ett populärt område. Bland annat bygger den moderna teorin för prissättning av optioner på avancerade sannolikhets teoretiska resultat.

Examen

Studier av tillräcklig omfattning och med rätt sammansättning resulterar i en *Kandidatexamen* (Bachelor of Science) om 180 högskolepoäng (3 år), och i en *Masterexamen* (Master of Science, Two Years) om 120 högskolepoäng efter ytterligare 2 års studier.

För att få en kandidatexamen måste man ha minst 90 högskolepoäng i avslutade kurser inom ett och samma huvudområde, med successiv fördjupning, inklusive ett självständigt arbete (examensarbete) om 15 högskolepoäng.

För en masterexamen måste man ha minst 60 högskolepoäng i avslutade kurser med fördjupning inom ett och samma huvudområde, inklusive ett självständigt arbete (examensarbete) om 30 högskolepoäng (eller två examensarbeten à 15 högskolepoäng). En masterexamen innehåller huvudsakligen kurser på avancerad nivå.

De huvudområden som tas upp här är beräkningsteknik och datalogi.

Kandidatprogrammet i datalogi – datavetenskap för naturvetare

Kandidatprogrammet i datalogi – datavetenskap för naturvetare (180 högskolepoäng) vid Stockholms universitet startade år 2007 (med modifiering av programnamnet 2010), och hittills har vi kunnat ta emot samtliga behöriga sökanden. Programmet är besläktat med årskurs 1–3 på den tidigare matematisk-datalogiska linjens datalogiinriktning (1993–2006). Denna hade i sin tur mycket gemensamt med föregångarna matematisk-naturvetenskapliga linjens inriktning mot datavetenskap (1989–1992) respektive matematikerlinjens datalogiinriktning (1977–1988). Det finns således en lång utbildningstradition vid Stockholms universitet inom detta område, och många studenter har utexaminerats under årens lopp.

Fördelar med programstudier är t.ex. att

- Du har platsgaranti på alla obligatoriska kurser.

- Schemat är garanterat kollisionsfritt mellan de olika obligatoriska kurserna, även då de ges av olika institutioner.
- Du får bredd i din utbildning genom de olika områden som ingår. Du har även möjlighet till ytterligare breddning om du läser kurser inom något helt nytt område under programmets valfria del. Alternativt kan du fördjupa dig ytterligare inom ditt huvudområde.

De institutioner som har ansvar för programmet obligatoriska kurser är:

- Numerisk analys och datalogi (Nada) för områdena datalogi (DA) och beräkningsteknik (BE),
- Matematiska institutionen, med avdelningen för matematik (MM) respektive avdelningen för matematisk statistik (MT) för dessa båda områden.

Förkunskapskrav

Förutom grundläggande behörighet krävs kunskaper i matematik och fysik motsvarande kurserna Matematik A, B, C och D (eller KomVux etapp 4) samt Fysik A (eller KomVux etapp 3). Betygskrav: lägst betyget Godkänd i samtliga dessa kurser.

Dessa gymnasiekunskaper förutsätts vara väl repeterade vid studiestarten. Några förkunskaper om eller vana vid datorer krävs däremot inte.

Urval

Om urval behöver tillämpas vid antagning till programmet används betyg för 67 % av

platserna och högskoleprov för 33 % av platserna.

Viktigt om undervisningen

Studier på kandidatprogrammet i datalogi är en heltidssyssla, dvs. (minst) 40 timmar per vecka går åt till deltagande i undervisning och självstudier.

Undervisningen är förlagd till dagtid, fördelad på 4–5 dagar per vecka, i snitt 4 timmar

per dag, och sker i form av föreläsningar och klassvis i grupper om ca 30 studerande. På tillämpade kurser ingår laborativa moment som utförs i smågrupper. Engelskspråkig kurslitteratur förekommer redan första terminen, men bereder normalt inga svårigheter.

Årskurs 1

Datalogi I, 15 hp (DA)

Kursen är en introduktion till de verktyg som är nödvändiga för fortsatta studier i ämnet och behandlar:

Introduktion till datalogi. Terminal- och persondatoranvändning. Texteditering. Introduktion av datalogiska koncept: rekursion, svansrekursion, iteration, listhantering m.m. Programmeringsmetodik i moderna algoritmiska programspråk. Typbegreppet. Syntax och semantik. Typsystem och typekvivalens. Bindningsmekanismer, sidoeffekter och omgivningar. Data- och programabstraktion. Abstrakta datatyper och inkapsling. Modularisering. Översikt över programspråk, deras principer och användningsområden. Något om särskilda algoritmer såsom sökning, sortering, filhantering m.m.

Planerad kursledare 11/12: Adjunkt Serafim Dahl

Matematik I, 15 (av 30) hp (MM)

Kursen består av fyra delkurser, varav två ingår i årskurs 1:

- Algebra, 12 hp:

Polynomdivision, faktorsatsen, faktoriseringar, olikheter, absolutbelopp, geometrisk summa, potensfunktioner. Något om mängder. Komplexa tal. Binomialsatsen. Induktionsbevis. Linjära ekvationssystem, matriser, determinanter, vektorer i 2 och 3 dimensioner, linjärt oberoende, skalärprodukt, vektorprodukt, räta linjer och plan, linjära avbildningar.

- Datorlaborationer, 3 hp:

Användning av matematiska program i problemlösningar.

Datalogi II, 15 hp (DA)

Kursen består av två delkurser:

- Objektorienterad programmering, 7,5 hp: Objektorienterade begrepp och designprinciper. Metoder och tekniker som används inom objektorienterad programmering. Algoritmer för sökning, sortering och lagring.

Planerad kursledare 11/12: Gästlärare Alexander Baltatzis

- Datorgrafik och användargränssnitt, 7,5 hp: Grundläggande datorgrafik med fundamentala begrepp och praktiskt arbete med en modellerare och ett grafiskt programbibliotek. I kursen ingår också en översikt av interaktion.
- Planerad kursledare 11/12: Planering ej avslutad.*

Linjär algebra II, 7,5 hp (MM)

Linjära rum, linjärt oberoende, bas, dimension, koordinater i olika baser. Skalärprodukt, Cauchy-Schwarz olikhet, ortogonala baser. Matriser, rad- och kolonnrum, matrisrang, inverterbarhet, ortogonala matriser, determinanter. Linjära avbildningar, matrisframställning i olika baser, nollrum, värderum, egenvektorer, diagonalisering. Kvadratiska former med tillämpningar på kurvor och ytor av andra graden.

Algebra och kombinatorik, 7,5 hp (MM)

Rekursion och induktion, mängdlära (funktioner och relationer), kombinatorik (kombinationer och permutationer), delbarhet och faktorisering av heltal, modulär aritmetik, gruppteori, polynom, något om ringar och kroppar.

Period 1	Period 2	Period 3	Period 4
Datalogi I, 15 hp		Datalogi II, 15 hp	
Algebra, 12 hp + Datorlaborationer, 3 hp		Linjär algebra II, 7,5 hp	Algebra och kombinatorik, 7,5 hp

Höstterminen åk 1 läsåret 11/12.

Vårterminen åk 1 läsåret 11/12.

Årskurs 2

Skrivteknik och typografi med datorstöd, 3 hp (DA)

Textplanering och -bearbetning. Fackspråk, språknormer. Muntlig framställning; planering och genomförande. Rapportskrivning. Typografins grundläggande terminologi och tumregler. Tumregler för illustrationer.
Planerade kursledare 11/12: Adjunkt Caroline Nordquist och adjunkt Richard Nordberg

Mjukvarukonstruktion med projektarbete, 12 hp (DA)

Vattenfallsmodellen för livscykeln vid mjukvaruutveckling. Dokumentation av livscykeln enligt industristandard. Kvalitetssäkringsaspekter såsom formella metoder. I större grupp utföra praktisk konstruktion av mjukvara. Projektadministration.
Planerad kursledare 11/12: Professor Karl Meinke

Databasteknik, 7,5 hp (DA)

Modellering och informationsstrukturering enligt »Entity-Relationship»-modellen. Normalisering. Relationsalgebra, tupelkalkyl, domänkalkyl. Frågespråk, särskilt SQL. Lagrings- och åtkomstmetoder.
Planerad kursledare 11/12: Lektor Hedvig Kjellström

Logik, 7,5 hp (MM)

Boolesk algebra, satslogik och predikatlogik. Som verktyg införs induktivt definierade mängder, formella språk, substitution, semantik (tolkningar, värderingar) och formella system (naturlig deduktion). Systemens sund-

het och fullständighet med avseende på semantiken bevisas och tillämpas i lösningen av olika problem.

Kombinatorik II, 7,5 hp (MM)

Permutationer. Algoritmer och deras effektivitet. Allmän grafteori. Träd och sökalgoritmer. Färgning av grafer. Riktade grafer. Rekursiva metoder, genererande funktioner. Partitioner.

Matematik I, 15 (av 30) hp (MM)

Kursen består av fyra delkurser, varav två ingår i årskurs 2:

- Analys, 12 hp: Geometri (kongruens, likformighet), trigonometri, trigonometriska funktioner. Exponential- och logaritmfunktioner, inversa funktioner, arcusfunktioner. Gränsvärde, kontinuitet, derivata, deriveringsregler, derivering av elementära funktioner, största och minsta värde, kurvritning, asymptoter, olikheter, integraler, samband mellan primitiva funktioner och integraler, variabelsubstitution, partiell integration, integraler av vissa klasser av funktioner, tillämpningar av integraler, differentialekvationer, Taylors formel, analys i flera variabler: gränsvärden, partiella derivator, nivåkurvor, tangentplan, felanalys, största och minsta värde över kompakta områden, dubbelintegraler.
- Seminariekurs, 3 hp: Övning för muntlig och skriftlig presentation.

Valfri(a) kurs(er) minst 7,5 hp

En eller flera valfria kurser om totalt 7,5 hp.

Period 1	Period 2	Period 3	Period 4
Valfri kurs, 7,5 hp	Mjukvarukonstruktion med projektarbete, 12 hp		
Skrivteknik och typografi med datorstöd, 3 hp		Databasteknik, 7,5 hp	
Logik, 7,5 hp	Kombinatorik, 7,5 hp	Analys, 12 hp + Seminariekurs, 3 hp	

Höstterminen åk 2 läsåret 11/12.

Vårterminen åk 2 läsåret 11/12.

Årskurs 3

Numeriska metoder, 7,5 hp (BE)

Grundläggande idéer inom numeriska metoder. Linjära och icke linjära ekvationer och ekvationsystem. Överbestämda linjära och icke linjära ekvationsystem. Linjär och icke linjär modell-anpassning. Interpolation. Integralskattning. Feltermkorrigering (Richardson-extrapolation). Störningsräkning och kondition. Ordinära differentialekvationer. Begynnelse- och randvärdesproblem. Orientering om partiella differentialekvationer.

Planerad kursledare 11/12: Lektor Mattias Sandberg

Sannolighetsteori I, 7,5 hp (MT)

Utfallsrum och händelse. Sannolikhetsaxiomen. Betingad sannolikhetsaxiomen. Oberoende. Stokastiska variabler i en och flera dimensioner och deras fördelningar. Funktioner av stokastiska variabler. Väntevärde och varians. Stora talens lag. Centrala gränsvärdesatsen.

Matematisk analys III, 7,5 hp (MM)

Analys i en variabel: Teori för gränsvärden, kontinuitet, derivata, integral och Taylors formel.

Analys i flera variabler: Gränsvärden kontinuitet, differentierbarhet, kedjeregeln, gradient och riktningderivata. Högre derivator, Taylors formel, optimeringsproblem, lokala extrempunkter. Dubbelintegraler, variabelbyte.

Algoritmer och komplexitet 7,5 hp (DA)

Konstruktionsprinciper för algoritmer: Dekomposition, giriga algoritmer, dynamisk programmering. Algoritmanalys. Probabilistiska algoritmer. Approximation. Tillämpningar med algoritmer för problem på mängder, grafer, aritmetik och geometri. Implementation av algoritmer. Datastrukturer: Repetition av hash-tabeller och heapar; balanserade träd, skipp-listor, bloomfilter. Implementation av datastrukturer. Beräkningsbarhet och komplexitet: Reduktionsbegreppet, komplexitetsklasserna P (polynomisk tid), NP (ickedeterministisk polynomisk tid) och NC (effektivt parallelliserbara problem). NP-fullständiga problem, oavgörbara problem.

Planerad kursledare 11/12: Lektor Johan Karlander

Datalogi, självständigt arbete, 15 hp (DA)

Kursens innehåll bestäms av handledaren i samråd med den studerande, och kan bestå av en uppgift tillhandahållen av institutionen eller av en extern intressent. Arbetets uppläggning ska beskrivas i en noggrann skriftlig specifikation och tidsplan, som ska godkännas av handledare, examinator samt, i förekommande fall, extern intressent. En seminariereserie om vetenskapliga perspektiv, liksom seminarier vid institutionen om forskning och presentation, samt en metodkurs ingår också. Det självständiga arbetet görs individuellt.

Valfri(a) kurs(er) 15 hp

Valfria kurser om totalt 15 hp.

Period 1	Period 2	Period 3	Period 4
Sannolikhetsteori I, 7,5 hp	Numeriska metoder, 7,5 hp	Algoritmer och komplexitet, 7,5 hp	
		Valfri(a) kurs(er), 7,5 hp	
Matematisk analys III, 7,5 hp	Valfri(a) kurs(er), 7,5 hp	Självständigt arbete, 15 hp	

Höstterminen åk 3 läsåret 11/12.

Vårterminen åk 3 läsåret 11/12.

Masterprogrammet i datalogi

Masterprogrammet i datalogi om 120 högskolepoäng startade vid Stockholms universitet höstterminen 2007.

Under första året läser samtliga studenter fyra obligatoriska kurser samt väljer (minst) en av fem olika inriktningskurser.

Det andra året gör studenterna ett självständigt arbete inom den valda inriktningen.

Det finns även möjlighet till att under totalt en termin läsa valfria kurser.

De institutioner som har ansvar för programmets obligatoriska kurser är:

- Numerisk analys och datalogi (Nada) för området datalogi (DA),
- Matematiska institutionen, avdelningen för matematik (MM), för detta område.

Förkunskapskrav

Särskild behörighet till programmet är kunskaper motsvarande kandidatexamen i datalogi, där minst 90 högskolepoäng inom huvudområdet datalogi ingår.

Urval

Om urval behöver tillämpas vid antagning till programmet används högskolepoäng (upp till 270 hp).

Viktigt om undervisningen

Studier på masterprogrammet i datalogi är en heltidssyssla, dvs. (minst) 40 timmar per vecka går åt till deltagande i undervisning och självstudier.

Undervisningen är förlagd till dagtid, fördelad på 4–5 dagar per vecka, i snitt 4 timmar

per dag, och sker i form av föreläsningar och klassvis i grupper om ca 30 studerande. På tillämpade kurser ingår laborativa moment som utförs i smågrupper eller som projekt. Engelskspråkig kurslitteratur är vanligt förekommande, och delar av undervisningen kan komma att ges på engelska.

Obligatoriska kurser

Människa-datorinteraktion I, 7,5 hp (DA)

Teoretisk och praktisk genomgång av mänskliga kognitiva förutsättningar och konsekvenser av att använda interaktiva datorsystem, samt hur användbarhetsdesign kan stödja användaren att utföra sina upp-

gifter smidigt. Kursen ger en översiktssbild av beteendevetenskapliga teorier samt hur de relaterar till design och användning av interaktiva datorsystem. Fokus kommer dock att vara olika former av etablerad praktik inom människa-datorinteraktion.
Planerad kursledare 11/12: Lektor Cristian Bogdan

Programmeringsparadigm, 7,5 hp (DA)

Grundläggande programspråkskunskap samt de viktigaste programmeringsparadigmen genom en systematisk genomgång. Programspråkskunskap innebär:

- Programmeringsparadigm och programspråkshistorik.
- Språkdefinition: syntax, semantik.
- Principer vid språkdesign: generalitet, ortogonalitet, enhetlighet.
- Språköversättning: interpretering, kompilering, länkning.
- Programmeringsprinciper: modularisering, programmeringsstil.
- Programmeringsbegrepp.

Delen om programmeringsparadigm tar upp:

- Funktionell programmering (används t.ex. i Haskell).
- Logikprogrammering (används t.ex. i Prolog).
- Imperativ programmering (används t.ex. i C).
- Objektorienterad programmering (används t.ex. i Java).
- Internetprogrammering: webben som exempel på klient-serverprogrammering, skillnader mellan CGI, RMI, appletprogram och servletprogram.

Planerad kursledare 11/12: Lektor Lars Arvestad

Inriktningar

De fem inriktningskurserna på masterprogrammet består var och en av 4–5 delkurser. Vissa delkurser ingår i mer än en inriktningskurs. Vissa delkurser ges inte varje läsår.

Datasäkerhet, 30 hp (DA)

Kursen behandlar teknisk datasäkerhet. Kunskaperna är användbara vid arbete med utveckling, utvärdering och införande av datatekniska system med krav på säkerhet mot obehörig åtkomst, modifiering och störning.

Följande delkurser ingår:

- **Internets protokoll och principer, 6 hp**
Översikt av TCP/IP och OSI-modellen, lokala och globala nätverk, routningsprotokoll, transportprotokoll (TCP/UDP), jämförelse

Datorarkitektur och maskinnära programmering, 7,5 hp (DA)

Kursen behandlar

- Olika former av data och hur dessa representeras i datorn: tal, text samt datorprogram.
- Maskinkod och assemblerprogrammering.
- Hur datorer är uppbyggda.
- Olika typer av datorer, CISC och RISC.
- Pipelining, exekvering i omkastad ordning och därmed förknippade problem.
- Minnehierarkin från register till hårddisk.
- C-programmering i allmänhet men särskilt optimering på ord och bit-nivån.
- Användning av dissassembler, debugger etc.

Planerad kursledare 11/12: Docent Stefan Nilsson

Algebra III, 7,5 hp (MM)

Gruppteori: delgrupper, sidoklasser, Lagranges sats, homomorfismer, normala delgrupper och kvotgrupper, permutationsgrupper, enkla grupper. Ringar och kroppar: matrisingar, kvaternioner, ideal och homomorfismer, fraktionskroppar, polynomringar, principalidealringar och euklidiska ringar. Kroppar och vektorrum: vektorrum av ändlig dimension, algebraiska kroppsutvidgningar, ändliga kroppar.

mellan switchade och routade nät, DNS, IPv6, kryptering, nätövervakning.

Planerad kursledare 11/12: Lektor Olof Hagsand

- **Avancerade algoritmer, 6 hp**

Beskrivning och analys av ett antal algoritmer för diskreta beräkningsproblem såsom: Primalitet hos heltal. Faktorisering av heltal. Snabb multiplikation av stora heltal. Flöden i nätverk. Matchning i grafer. Sökning och sortering i olika beräkningsmodeller. Handelsresandens problem. Hitta par av närbelägna punkter i planet.

Planerad kursledare 11/12: Docent Stefan Nilsson

- **Datasäkerhet, 6 hp**

Säkerhetsmedveten programmering och säkerhetshål. Introduktion till kryptografi. Säkerhetsmekanismer i konventionella operativsystem. Säkerhetsmodeller. Översikt av nätverks-säkerhet. Virus, maskar och trojaner. Administrativa, juridiska och etiska aspekter.

Planerad kursledare 11/12: Lektor Sonja Buchegger

- **Kryptografins grunder, 6 hp**

Klassiska kryptosystem. Vad innebär säker kryptering? Bakgrund inom informationsteori, entropi. Symmetriska krypteringsalgoritmer som t.ex. Advanced Encryption Standard (AES). Öppna nyckelsystem för kryptering och digitala signaturer t.ex. RSA-, ElGamal- och Schnorr-signaturer. Kryptografiskt säkra hashfunktioner i teori och praktik (SHA). Egenskaper för och exempel på pseudoslumptalsgeneratorer. Anknäytningar till komplexitetsteori.

Planerad kursledare 11/12: Bitr. lektor Douglas Wikström

Datorseende och robotik, 30 hp (DA)

Kursen syftar till att ge en bred bas för ett systemorienterat angreppssätt samt mer specialiserade kunskaper inom ett eller flera av områdena datorseende, robotik, artificiell intelligens och neuroinformatik. Dessa används idag för att utveckla olika typer av autonoma och intelligenta system. Ett autonomt system är ett avancerad tekniskt system som helt eller delvis självständigt (autonomt) kan lösa vissa uppgifter. För att utveckla sådana system krävs det ett systemorienterat angreppssätt och kunskap från flera discipliner såsom datorperception, robotik, maskininläring, informationsbehandling och neurovetenskap. Exempel på tillämpningar inkluderar utveckling av fjärstyrda system inom medicin och rymdtillämpningar, utveckling av robotteknik för tillverkningsindustri och den förväntade nya marknaden av hushålls- och övervakningsrobotar.

Följande delkurser ingår:

- **Artificiell intelligens, 6 hp**

Följande områden behandlas: sökalgoritmer, heuristik och spel för problemlösning, kunskapsrepresentation (logik), representation för och resonerande kring osäker kunskap (Bayesianska nätverk), besluts- och nyttoteori och maskininläring. Exempel på användandet av dessa metoder inom områden som t.ex. datorseende och robotik.

Planerad kursledare 11/12: Bitr. lektor Patric Jensfelt

- **Datorfotografi, 6 hp**

Översikt över aktuella problem och metoder inom datorgeometri såsom bildbaserad visualisering och automatisk igenkänning. Grundläggande algebra och geometri för avbildande system. Geometriska grunder för texturavbildningar. Matematisk och geometrisk behandling av system av multipla kameror. Kalibrering av och 3D-rekonstruktion från multipla kameror. Metoder för analys av

- **Nätverkssäkerhet, 6 hp**

Kursen behandlar teknisk nätverkssäkerhet. Olika aspekter som tas upp är autenticeringsproblem, e-postsäkerhet, IP-säkerhet, Webb-säkerhet, brandväggar, olika typer av attacker, hur man skyddar routrar och infrastrukturer. Kunskaperna är användbara vid utveckling och utvärdering av ett nätverks säkerhet mot obehörig åtkomst och störning.

Planerad kursledare 11/12: Lektor Johan Karlander

geometrisk form. Tekniker för automatisk extraktion av geometrisk information ur bilddata. Robust statistik och matchningsproblem. Metoder för bildbaserad rendering.

Planerad kursledare 11/12: Professor Stefan Carlsson

- **Bildbehandling och datorseende, 6 hp**

Översikt om mål och metoder för bildanalys och datorseende. Orientering om biologiskt seende och visuell perception. Grundläggande bildanalys: signalteoretiska metoder, filtrering, bildförbättring, bildrekonstruktion, segmentering, klassificering, representation. Grundläggande datorseende: multiskalrepresentation, detektion av kanter och andra särdrag. Egenskaper hos perspektivavbildningen. Belysningsmodeller. Textur. Stereo. Rörelse. Objektigenkänning.

Planerad kursledare 11/12: Professor Danica Kragic

- **Artificiella neuronät och andra lärande system, 6 hp**

Taxonomi och grundläggande begrepp för lärande system. Översikt över lärande och självorganiserande algoritmer. Något om biologiska nervsystem och informationsbearbetning. De vanligaste ANN-arkitekturerna och inlärningsalgoritmerna för övervakad och oövervakad inläring. Förstärkningsinläring (»reinforcement learning»). Principer för representation i neuronät. Maskinvaruarkitekturer för neurala beräkningar (neurochips och neurodatorer). ANN i robotik samt andra tekniska tillämpningar av lärande system inom områden som mönsterigenkänning, kombinatorisk optimering och diagnos. En orientering om genetiska algoritmer.

Planerad kursledare 11/12: Docent Erik Fransén

- **Bildbaserad igenkänning och klassificering, 6 hp**

Representation och särdragsextraktion i digitala bilder. Principer för igenkänning och klassificering, bayesianska beslut. Diskriminantfunk-

tioner, neurala nätverk, support vector machines. Inläring, optimering av klassificerare. Orientering om igenkänning i biologiskt seende.

Människa-datorinteraktion, 30 hp (DA)

De flesta människor i den industrialiserade världen använder dagligen datorer på arbetet, i skolan, inbäddade i hushållsapparater, på banken etc. I allmänhet är användarna mer intresserade av att utföra sin arbetsuppgift än av att lära sig ett komplicerat handhavande eller i grunden förstå hur datorn fungerar. Detta ställer höga krav på användargränssnitten – olika krav för olika typer av tillämpningar och användare. För att skapa bra användargränssnitt krävs att personer med kunskap från flera discipliner samverkar. Inom människa-datorinteraktionsområdet möts dataloger, psykologer, lingvister, designer, sociologer och socialantropologer. Kursen ger fördjupade kunskaper i teori och metoder för att utforma och konstruera avancerade interaktiva programsystem där mänskliga behov och kapaciteter tillvaratas.

Följande delkurser ingår:

- **Avancerad grafik och interaktion, 9 hp**

ANIMERING: Olika metoder för att beskriva animering, objektorientering och begränsningar (constraints) för animering, verktyg för att bygga animering. Successiva övergångar mellan bilder (morphing).

RENDERING: Texturavbildning, olika metoder och principer för att skapa fotorealistiska bilder, såsom strålföljning, strålningsmetoden (radiosity), fotonavbildning och fraktala metoder.

3D-INTERAKTION, VIRTUELL VERKLIGHET (VR) OCH VISUALISERING: Olika modeller för 3D-interaktion, utrustning för 3D och VR, möjligheter och begränsningar med VR, metoder och verktyg. Visualisering.

MULTIMODALA GRÄNSSNITT: Flera samtidiga moder vid interaktion, ljudgränssnitt, haptik.

Programsystemteknik, 30 hp (DA)

Kursen behandlar fördjupning i metoder för konstruktion av stora och komplexa data-tekniska system, speciellt databasmetodik och objektorienterad och funktionell konstruktion och programmering. Kunskaperna är användbara vid konstruktion av komplexa datatekniska system.

Följande delkurser ingår:

Exempel på igenkänning: handskrift, ansikten, objekt.

Planerad kursledare 11/12: Bitr. lektor Josephine Sullivan

PERCEPTION: det mänskliga synsystemet, färg, perceptionsanpassad grafik.

Planerad kursledare 11/12: Planering ej avslutad.

- **Kooperativ IT-design, 9 hp**

Översikt över olika discipliners sätt att arbeta med kooperativ design. Praktiska exempel på användarcentrerade projekt. Genomgång av ett antal metoder för kooperativ design och praktiska metodövningar. Genomförande av ett tvärvetenskapligt utvecklingsprojekt med användarmedverkan i alla stadier av projektet, från ett generellt beskrivet tema till ett specifikt och färdigt resultat.

Planerad kursledare 11/12: Planering ej avslutad.

- **Utvärderingsmetoder inom människa-datorinteraktion, 6 hp**

Teoretiskt ramverk för utvärdering av användbarhet med genomgång av olika kategorier eller typer av utvärderingsmetoder som finns.

Genomgång av anpassade tillvägagångssätt, baserade på typ av användarkategori och användningssituation. Generaliserbarhet och begränsningar hos utvärderingsmetoder diskuteras. Laborationer med olika utvärderingsmetoder applicerade på varierande artefakter, målgrupper och situationer genomförs både i laboratoriemiljö och ute på fältet.

Laborationer följer utvärderingsprocessen baserat på planering, genomförande, analys och dokumentation av en utvärdering.

Planerad kursledare 11/12: Bitr. lektor Eva-Lotta Sallnäs

- **Avancerad individuell uppgift i människa-datorinteraktion, 6 hp**

En individuellt utformad uppgift, och examination, för studenter med ett specialintresse inom människa-datorinteraktion.

Planerad kursledare 11/12: Docent Ann Lantz

- **Problemlösning och programmering under press, 9 hp**

Algoritmer: beräkningsgeometri, grafalgoritmer, talteoretiska algoritmer, strängmatchning. Algoritmanalys och algoritmkonstruktion: dynamisk programmering, amorterad analys, rimlighetsbedömningar.

Programmeringsfärdigheter, framför allt i C och Java.
Lagarbete, strategier, taktik och förberedelser.
Planerad kursledare 11/12: Docent Mikael Goldman

- **Moderna databassystem och databastillämpningar, 7,5 hp**

Snabb repetition av grunderna för relationsdatabaser. Något om typteori och typs-system. Något om funktionella och logiska databasmodeller. Objekt-databassystem, objektrelations-system, webbaserade databasdrivna applikationsprogram. Kringtekniker för realiserande av databasdrivna tillämpningsprogram. Något om hantering av multimediedata och indexerings-tekniker för multimediedata. Något om distribuerade databassystem. »Framtida tekniker» (lite om forskning och nya tekniker).

Planerad kursledare 11/12: Adjunkt Serafim Dahl

- **Avancerade objektorienterade system, 7,5 hp**

A review of object-oriented themes, terminology, the computational model. OO language features exemplified in commercial and experimental languages such as Java, Self, Ruby, AspectJ etc. Operational semantics of

sequential class-based OO languages. Hoare's logic and JML approach to OO static analysis and verification. Abadi/Cardelli object calculus to model object-based languages and types. Static type checking methods for object-based languages. Live sequence charts for OO use-case requirements capture and validation. Students can choose a practical mini-project related to any one of the above themes.

Ges ej 11/12

- **Programsemantik och programanalys, 6 hp**

Operational Semantics and Language Implementation: natural semantics, structural operational semantics, abstract machines, correctness of language implementation. Denotational Semantics and Program Analysis: denotational semantics, fixed-point theory, program analysis and transformation. Axiomatic Semantics and Program Verification: axiomatic semantics, program specification and verification, weakest pre-conditions, verification condition generation.

Ges ej 11/12

Teoretisk datalogi, 30 hp (DA)

Kursen består av fem moment och syftar till att ge en fördjupning inom matematiska och logiska metoder för analys av datatekniska system med avseende på korrekthet, säkerhet och prestanda. I kursen ingår också analys och användning av kryptografiska primitiver och protokoll samt klasser av svårlösta beräkningsproblem. Kunskaperna är användbara vid utveckling och utvärdering av datatekniska system med höga krav på korrekthet, säkerhet och prestanda.

Följande delkurser ingår:

- **Avancerade algoritmer, 6 hp**

Beskrivning och analys av ett antal algoritmer för diskreta beräkningsproblem såsom: Primalitet hos heltal. Faktorisering av heltal. Snabb multiplikation av stora heltal. Flöden i nätverk. Matchning i grafer. Sökning och sortering i olika beräkningsmodeller. Handelsresandens problem. Hitta par av närbelägna punkter i planet.

Planerad kursledare 11/12: Docent Stefan Nilsson

- **Kryptografins grunder, 6 hp**

Klassiska kryptosystem. Vad innebär säker kryptering? Bakgrund inom informationsteori, entropi. Symmetriska krypteringsalgoritmer som t.ex. Advanced Encryption Standard (AES). Öppna nyckelsystem för kryptering och digitala signaturer t.ex. RSA-, ElGamal- och Schnorr-

signaturer. Kryptografiskt säkra hashfunktioner i teori och praktik (SHA). Egenskaper för och exempel på pseudoslumtalsgeneratorer. Anknäytningar till komplexitetsteori.

Planerad kursledare 11/12: Bitr. lektor Douglas Wikström

- **Komplexitetsteori, 6 hp**

Det grundläggande målet inom komplexitetsteori är att klassificera problem med avseende på hur mycket resurser som krävs för att lösa dem. Komplexitetsklasser är klasser av problem som i något avseende kräver »lika» mycket resurser för att lösa. De mest grundläggande resurserna som studeras är beräkningstid och minnesutrymme. Ett fullständigt problem för en komplexitetsklass är ett problem som kan ses som det svåraste inom klassen.

Följande områden behandlas: Komplexitetsklasserna L, NL, P, NP, PSPACE, etc. Reduktion och fullständighet. Cooks sats. Approximerbarhet. Probabilistiska algoritmer. Interaktiva bevis (IP).

Planerad kursledare 11/12: Professor Johan Hästad

Dessutom väljer man momentet Automater och språk *eller* Programsemantik och programanalys *samt*

momentet Seminarier i teoretisk datalogi *eller* Algoritmisk bioinformatik:

- **Automater och språk, 6 hp**

Finite Automata and Regular Languages: determinisation, regular expressions, state minimization, proving non-regularity with the pumping lemma, Myhill-Nerode relations.

Pushdown Automata and Context-Free Languages: context-free grammars and languages, normal forms, parsing, proving non-context-freeness with the pumping lemma, pushdown automata.

Turing Machines and Effective Computability: Turing machines, recursive sets, universal Turing machines, decidable and undecidable problems, reduction, other models of computability.

Planerad kursledare 11/12: Docent Dilian Gurov

- **Programsemantik och programanalys, 6 hp**

Operational Semantics and Language Implementation: natural semantics, structural operational semantics, abstract machines, correctness of language

implementation. Denotational Semantics and Program Analysis: denotational semantics, fixed-point theory, program analysis and transformation. Axiomatic Semantics and Program Verification: axiomatic semantics, program specification and verification, weakest pre-conditions, verification condition generation.

Ges ej 11/12

- **Seminarier i teoretisk datalogi, 6 hp**

Kursens innehåll varierar från år till år. Exempel på ämnen är: approximationsalgoritmer, databrytning, kryptografi, parallella beräkningar, probabilistiska algoritmer.

Ges ej 11/12

- **Algoritmisk bioinformatik, 6 hp**

Algoritmer för problem som alignment, fylogeni, sortering genom vändning, en introduktion till dolda Markovkedjor.

Planerad kursledare 11/12: Professor Jens Lagergren

Datalogi, självständigt arbete, 30 hp (DA)

Samtliga inriktningar avslutas med ett självständigt arbete (examensarbete) som ska behandla ett datalogiskt intressant problem. För att uppgiften ska godkännas som självständigt arbete måste det finnas intressanta frågeställningar från ämnesområdet att utreda. Tyngdpunkten i arbetet ska ligga på utredning och analys. Eventuellt programmeringsarbete är normalt underordnat och syftar till att verifiera uppställda metoder och teorier. Examens-

arbeten resulterar ofta i en prototyp men mycket sällan i en färdig produkt.

I arbetet ingår att göra en noggrann skriftlig specifikation och tidsplan och att söka och läsa in litteratur som är direkt relevant för arbetet. Deltagande i vissa seminarier ingår också. Arbetet redovisas skriftligt i en rapport och presenteras muntligt. Det självständiga arbetet görs individuellt.

Valfria kurser i datalogi

Följande valfria kurser i datalogi ges också vid Nada. De ingår inte i någon av de ovan uppräknade inriktningarna. De allra flesta ligger på avancerad nivå.

Avancerat individuellt moment i datalogi, 6 hp

Datorspelsdesign, 6 hp

Informationssökning, 9 hp

Internetprogrammering, 6 hp

IP-routning på Internet och andra sammansatta nät, 7,5 hp

Kompilatorkonstruktion, 9 hp

Maskininlärning, 6 hp

Parallella och distribuerade beräkningar, 6 hp

Programsystemkonstruktion med C++, 6 hp
(OBS! Kurs på grundnivå)

Programsystemkonstruktion med .NET Framework, 7,5 hp

Programvarusäkerhet, 7,5 hp

Programvarutillförlitlighet, 7,5 hp

Routning på Internet och andra paketväxlande nät, 9 hp

Språkteknologi, 6 hp

Statistiska metoder i datalogin, 6 hp

Större avancerat individuellt moment i datalogi, 9 hp

Utveckling av webbtillämpningar med

Enterprise Java, 6 hp

Visualisering, 6 hp

Kandidatstudier i beräkningsteknik

Det finns inte något speciellt kandidatprogram i huvudområdet beräkningsteknik, men fristående kursstudier av tillräckligt djup och omfattning leder till en kandidatexamen.

Följande fristående kurser ingår:

- Matematik I, 30 hp (se sid 7 och 8)
- Linjär algebra II, 7,5 hp (se sid 7)
- Matematisk analys 3, 7,5 hp (se sid 9)
- Matematisk analys 4, 7,5 hp
- Datalogi I, 15 hp (se sid 7)
- Datalogi II, 15 hp (se sid 7)
- Skrivteknik och typografi med datorstöd, 3 hp (se sid 8)
- Programsystemkonstruktion med C++, 6 hp
- Numeriska metoder, 7,5 hp (se sid 9)
- Tillämpade numeriska metoder, 9 hp (se sid 17)
- Introduktion till högprestandaberäkningar, 7,5 hp (se sid 17)
- Beräkningsteknik, självständigt arbete, 15 hp

Dessutom (minst) 22,5 hp av dessa kurser:

- Parallella datorberäkningar för storskaliga problem, 7,5 hp (som är förkunskapskrav till *Introduktion till högprestandaberäkningar*) (se sid 17)
 - Matematiska modeller, analys och simulering I, 7,5 hp (se sid 18)
 - Numerisk behandling av differentialekvationer, 7,5 hp (se sid 18)
 - Beräkningsmetoder för stokastiska differentialekvationer, 7,5 hp (se sid 18)
 - Finita elementmetoden, 6 hp (se sid 18)
 - Avancerade numeriska metoder, 7,5 hp (se sid 18)
 - Elektromagnetiska beräkningar, 7,5 hp (ges ej 11/12) (se sid 18)
 - Visualisering, 7,5 hp
 - Elektromagnetism, 12 hp (ges av Fysikum)
 - Linjär analys, 7,5 hp (ges av matematiska institutionen)
- Slutligen 15 hp helt fritt val av kurser.

Masterprogram i beräkningsteknik

Studenter som vill gå vidare till masternivån efter en kandidatexamen i beräkningsteknik kan med fördel välja något av programmen:

- Scientific Computing, 120 högskolepoäng, som administreras av KTH inom Nada/CSC. Programmet ges på engelska. Mer information finns t.ex. på www.kth.se/en/studies/programmes/master/programmes/m/2.1729?l=en_UK

- Beräkningsfysik (Computational Physics), 120 högskolepoäng, som ges av Fysikum, Stockholms universitet. Programmet ges på engelska. Mer information finns på www.physto.se/student/utbildningsprogram/masterprogram/berakningsfysik/

Fristående kurser

Fristående kurser är den andra studieform som finns vid Stockholms universitet. Samtliga programkurser och valfria kurser i datalogi ges även som fristående kurser. Dessutom finns kurser som endast ges som fristående kurser. Kurser i beräkningsteknik ges enbart som fristående kurser.

Fördelar med att läsa fristående kurser är t.ex. att

- Du binder dig endast för t.ex. 7,5, 15 eller 30 högskolepoäng (hp) i taget. Detta är en fördel om du vill »prova på» ett ämne, om du vill uppdatera dina kunskaper med några hp i ett speciellt ämne som du kanske

är yrkesverksam inom, eller om du redan har vissa kunskaper i ett ämne och behöver »paper» på ditt kunnande.

- Om du har ett bestämt slutmål så kan du läsa enbart de ämnen och kurser som leder fram till just detta, till skillnad från programstudier där vissa »breddande» kurser ofta ingår obligatoriskt (men du måste förstås uppfylla förkunskapskraven för varje kurs).
- Du kan bestämma din egen ämneskombination (fast du måste förstås uppfylla förkunskapskraven för varje kurs).

- Du kan börja studera en höst- eller vårtermin (programmen i datalogi startar endast varje ht).
- Du kan studera på hel- eller deltid.
- Vissa kurser ges på kvällstid.

Uppgifter om utbudet av fristående kurser och deras innehåll finns via sökfunktionen för Stockholms universitets utbildningar på <http://sisu.it.su.se/search>. Det går också bra att kontakta studievägledaren för mer information om kurser i beräkningsteknik och datalogi.

Distanskurser i datalogi via Internet

Nada erbjuder två s.k. webbkurser i datalogi, avsedda att överbrygga den stora spridning i kunskap om datoranvändning som finns bland (blivande) studenter på utbildningar som innehåller programmering. Utrustningskrav för att kunna genomföra dem är dator med webbläsare och Internetaccess.

Introduktion till programmering och datalogiskt tänkande, 3 hp

Kursen, som är helt webbaserad, är en introduktion till de verktyg som är nödvändiga för fortsatta studier i ämnet och behandlar:

- Datorhandhavande; genom en systematisk genomgång av begreppen fil, katalog, genväg (länk) samt hantering av filer och kataloger.
- Programmering; begreppen variabel, datatyp, styrstruktur, funktion och lista.

Förkunskapskrav: Matematik C.

Läsåret 11/12 genomförs totalt sex omgångar av kursen.

Programmeringsteknik, 6 hp

Kursen är en introduktion till grundläggande datalogiska begrepp och behandlar: Programmering i ett modernt programspråk. Datastrukturer. Användning av enkla grafikrutiner. Problemlösning genom uppdelning i delproblem. Programstrukturering.

Den är i huvudsak webbaserad och avslutas med en platsförlagd muntlig redovisning. *Förkunskapskrav:* Matematik D (alternativt Förberedande kurs i matematik, vid matematiska institutionen, Stockholms universitet). Läsåret 11/12 genomförs totalt fyra omgångar av kursen.

Exempel på fristående kurser i beräkningsteknik

Engelska är undervisningsspråk på dessa kurser i beräkningsteknik.

Tillämpade numeriska metoder, 9 hp (BE)

Repetition och fördjupning av grundkursen. Numerisk linjär och icke-linjär algebra. Direkta och iterativa metoder för linjära ekvationssystem. Icke-symmetriska, symmetriska, definita och indefinita problem. Faktoriseringar, glesa matriser, egensystem, Schurs sats, klassiska iterativa metoder, konjugerade riktningmetoder. Linjär och icke-linjär modellanpassning, singulära värden, projektioner. Gauss-Newton, minimering med bivillkor. Begynnelse-, rand-, och egenvärdesproblem för ordinära differentialekvationer, styva problem, differential-algebraiska system. Stabilitet, lokalt och globalt fel, variationsekvationen, logaritmiska normer, steglängdsreglering. Numerisk lösning av begynnelsevärdesproblem för partiella differentialekvationer. Method of lines. Finita differenser, finita

element, finita volymer. Stabilitet, Fourieranalys, matrisanalys. Rättställdhet, randvillkor, konservativ form.

Planerad kursledare 11/12: Lektor Lennart Edsberg

Introduktion till högprestanda-beräkningar, 7,5 hp (BE)

Datorarkitektur, strukturerad programmering för tekniskt-vetenskapliga beräkningar, parallella algoritmer, message passing, visualisering, stora datamängder. Introduktion till programspråk lämpade för vektor- och paralleldatorarkitekturer samt datorövningar på superdatorer vid Nada och Paralleldatorcentrum.

Planerad kursledare 11/12: Docent Michael Hanke

Parallella datorberäkningar för storskaliga problem, 7,5 hp (BE)

Kursen behandlar följande teman: Linjär algebra, jämvikts- och minimeringsproblem. Tillämpning på fackverk och elektriska nät.

Dualitet och variationskalkyl, essentiella och naturliga randvillkor. System av ordinära differentialekvationer, linjära och ickelinjära. Fasplan, stabilitet, bifurkationer. Numeriska metoder för lösning av ickelinjära system och differentialekvationer. Tillämpningar på mekaniska och ekologiska system.

Planerad kursledare 11/12: Docent Michael Hanke

Matematiska modeller, analys och simulering I, 7,5 hp (BE)

Kursen behandlar följande teman: Linjär algebra, jämvikts- och minimeringsproblem. Tillämpning på fackverk och elektriska nät. Dualitet och variationskalkyl, essentiella och naturliga randvillkor. System av ordinära differentialekvationer, linjära och ickelinjära. Fasplan, stabilitet, bifurkationer. Numeriska metoder för lösning av ickelinjära system och differentialekvationer. Tillämpningar på mekaniska och ekologiska system.

Planerad kursledare 11/12: Docent Anna-Karin Toornberg

Numerisk behandling av differentialekvationer, 7,5 hp (BE)

Numerisk behandling av begynnelsevärdesproblem, randvärdesproblem och egenvärdesproblem för ordinära och partiella differentialekvationer. Tonvikten på de olika momenten kan variera år från år. Relevant linjär algebra, rättställdhet, konvergens, stabilitet, feluppskattningar, finita differenser, finita element, finita volymer, method of lines, moderna iterativa metoder, problem med stötar. Datorlaborationer samt tillämpningsanknutna projektuppgifter.

Planerad kursledare 11/12: Professor Jesper Ooppelstrup

Beräkningsmetoder för stokastiska differentialekvationer, 7,5 hp (BE)

Kursen behandlar följande teman:

Stokastiska differentialekvationer och deras numeriska lösning med tillämpningar i finansiell matematik, turbulent diffusion, reglerteknik och Monte Carlo-metoder. Grundläggande frågor diskuteras för att lösa stokastiska differentialekvationer, t.ex. om man vill bestämma priset på en option är det då mer effektivt att lösa den deterministiska

Black and Scholes partiella differentialekvation eller att använda en stokastiskt baserad Monte Carlo-metod.

Grundläggande teori för stokastiska differentialekvationer inklusive svag och stark approximation, effektiva numeriska metoder och feluppskattningar, relationen mellan stokastiska differentialekvationer och partiella differentialekvationer, stokastiska partiella differentialekvationer, variansreduktion.

Planerad kursledare 11/12: Professor Anders Szepessy

Finita elementmetoden, 7,5 hp (BE)

FEM-formulering för linjära och ickelinjära partiella differentialekvationer. Elementtyper och deras implementation. Nätgenerering. Adaption. Feluppskattningar. Effektiva lösningsmetoder (t.ex. med multigrid-metoden).

Tillämpningar till stationära och transienta diffusionsprocesser, elasticitet, konvektion-diffusion, Navier-Stokes ekvation, kvantmekanik m.m.

Planerad kursledare 11/12: Doktorand Murtazo Nazarov

Avancerade numeriska metoder, 7,5 hp (BE)

Kursen fokuserar på snabba numeriska algoritmer för storskaliga problem och tar upp: Multipolmetoder. Iterationsmetoder av Krylovtyp för asymmetriska och ickelinjära problem. Avancerade teman inom multigrid-metoder.

Planerad kursledare 11/12: Lektor Mattias Sandberg

Elektromagnetiska beräkningar, 7,5 hp (BE)

Kursen behandlar: Numeriska metoder för elektromagnetiska fältproblem, med tonvikt på vågutbredning. Maxwells ekvationer. Tidsdomänmetoder: finita differenser och finita element. Frekvensdomänmetoder: momentmetoden och finita element. Översikt av högfrequensmetodik: geometrisk och fysikalisk optik.

Ges ej 11/12

Arbete efter examen

Examensarbetet (det självständiga arbetet) är ofta även det första steget ut på arbetsmarknaden. De senaste åren har också en majoritet av studenterna i datalogi och beräkningsteknik inom 4-årig utbildning valt att göra sitt examensarbete på ett företag. Titlarna på de examensarbetsrapporter som producerats vid Nada finns tillgängliga från www.nada.kth.se/student-info/sv1-su/exjobb/rapportlistor.html Från och med år 2003 finns varje rapport vanligen även på pdf-format.

Efter sin examen får studenterna arbete inom vitt skilda områden. Var de hamnar kartläggs med jämna intervall gemensamt av alla institutioner inom den naturvetenskapliga fakulteten vid Stockholms universitet.

Datalogen Anna

Anna Westlund började sina studier som humanist, och läste engelska vid Göteborgs universitet. Efter att ha flyttat till Stockholm och läst fristående kurser i matematik och datalogi vid Stockholms universitet, tog hon en magisterexamen i datalogi (4 år). Biämnena var matematik och engelska. »Min engelska var självklart inte nödvändig för en examen i datalogi, men jag är glad att jag har den kunskapen med mig», säger Anna.

Examensarbetet utförde hon på dåvarande Föreningssparbanken IT (numera Swedbank). Arbetet innebar att ta fram ett förslag på hur banken skulle kunna mäta användarnas tillgänglighet till applikationerna i Serverhotellet, där bankens alla servrar är samlade. »Mitt examensarbete innebar olika typer av undersökningar och många intervjuer. På detta sätt lärde jag mig mycket om hur Föreningssparbanken IT var uppbyggd, med alla olika enheter och avdelningar. Det finns många olika plattformar, liksom olika arbetsuppgifter. Jag lärde också känna många på arbetsplatsen tack vare alla intervjuer. På så vis skapade jag ett kontaktnät som jag har haft mycket stor glädje av sedan jag blev fast anställd, vilket skedde direkt efter att mitt examensarbete var avslutat», berättar Anna.

Idag arbetar Anna på tekniksidan av Swedbank ITs datavaruhus med att ta fram rutiner för utveckling och underhåll av de maskiner som datavaruhuset körs i. Detta innefattar olika

I den senaste uppföljningen från våren 2007, av alumner som tagit examen åren 2002–2005, hade 100 % jobb av de deltagande datalogerna och beräkningsteknikerna! Våren 2011 genomförs uppföljning av utexaminerade under åren 2006–2009.

Samtliga uppföljningar finns från www.nada.kth.se/student-info/sv1-su/eftstud/

Observera att beräkningsteknik blev ett eget ämne 1999. Det är därför först vid 2007 års uppföljning som studenter med examen i beräkningsteknik kunde följas upp som en egen grupp. Vid tidigare uppföljningar har de ingått i gruppen med examen i matematik.

Ett par av de utexaminerade studenterna säger så här om sina studier, examensarbeten och arbeten efter examen...

moment, som t.ex. hur nya användare ska skapas, hur nya projekt ska kunna börja sitt arbete i maskinen, hur man får ut mest prestanda ur systemet, automatiseringar av olika slag m.m. »Datavaruhuset var under uppbyggnad då jag anställdes vilket innebar att jag fick vara med om att bygga upp en ny plattform från grunden. Det var mycket lärorikt samtidigt som det ibland var en stor utmaning. Jag kände mig oerhört privilegierad som fick vara med och ta del av något nytt. Mitt ansvar ökade också, vilket jag upplevde som mycket positivt», säger Anna.

Med en examen i datalogi känns framtiden väldigt trygg tycker Anna och berättar att »Vi, jag och mina gamla kurskompisar, är alla mycket nöjda med vår utbildning – och de möjligheter som utbildningen har givit oss känns helt otroliga! Arbetsuppgifterna vi kan välja på är så gott som oändliga till antalet. Många tror att vi allihop blir programmerare, men så är inte fallet. Mitt eget arbete t.ex. består till stor del av databasförfrågningar och mycket samarbete med beställare och kunder.»

»Att studietiden är slut innebär inte att man slutar utvecklas, men det är viktigt att man känner att man har en bra bas att utgå ifrån – och det känner jag!», avslutar Anna.

Annas kurskamrater fick efter avlagd examen arbete på företag som t.ex. Cap Gemini, Enator och Eiknes.

Beräkningsteknikern Ralph

Ralph Winkler tog en en magisterexamen i beräkningsteknik. Ursprungligen från Sydafrika, ville Ralph få omväxling i sina studier efter att ha läst tillämpad matematik i ett år. I Sverige läste han först svenska under två terminer och började sedan på matematisk-datalogiska linjen.

Efter de två grundläggande årens studier valde Ralph inriktningen mot beräkningsteknik. »Det var det intressanta skapandet av lösningar till olika problem, att bokstavligen se simulerade lösningar växa fram på skärmen, som jag ville syssla med», säger han, och berättar vidare att: »Vi var bara två studenter som valde inriktningen mot beräkningsteknik, så på ett sätt var det litet ensamt och vi fick ta mycket eget ansvar, fast vi förstås läste alla kurser tillsammans med andra studentkategorier. Däremot var det positivt att vi blev tillfrågade om att bli övningsassistenter på grundkurser i beräkningsteknik redan under vårterminen i årskurs 3. Jag fortsatte sedan att »assa» under sammanlagt fem terminer, en väldigt bra erfarenhet.»

När det blev dags att göra examensarbete valde Ralph att göra två stycken, à 15 hp. Det första, med titeln »*Distributed Value-at-risk Calculations in ATLAS*» genomfördes hos Front Capital Systems. Det andra, »*Eigenvalue-based Algorithm for Testing Positive Realness of SISO Systems*», vid Matematiska institutionen, Stock-

holms universitet. På så sätt fick han inblick i att arbeta både inom ett kommersiellt företag och inom forskarvärlden.

Ralphs första arbete efter examen var som riskingenjör på riskanalysavdelningen hos Öhman Fondkommission. Arbetsuppgifterna gick ut på att automatisera riskkontrollsystemet, ett system som kontrollerar riskerna hos traders, mäklare och deras kunder. Därefter började han arbeta på Exportkreditnämnden som finansmatematiker/kvantanalytiker med portföljrisker. Han byggde ett analysverktyg för hanteringen av portföljrisker. Det färdiga verktyget skulle användas för att testa olika återförsäkringslösningar m.m. så att kreditrisken hos en portfölj inte blir för stor. Arbetet innefattade mycket användning av statistik, numeriska metoder och programmering i framför allt Matlab, men även i C, C++ och Visual Basic.

Avslutningsvis säger Ralph att: »Det absolut bästa med min utbildning är att jag som beräkningstekniker har ett brett arbetsfält och kan arbeta både som programmerare och inom mer matematiskt betonade jobb inom finans och statistik. Arbete med avancerad grafik, som presentation av magnetröntgenbilder, design av flygplan och analys av bilar, samt parallella beräkningar är exempel på andra möjliga arbetsområden.»

Nadakronologi

- Institutionen för Numerisk Analys (NA) bildas 1962, då den bryts ut ur Tillämpad Matematik.
- NA får 1963 Sveriges första professur i numerisk analys. Innehavare av professuren är *Germund Dahlquist* (1925–2005) som gör internationellt framstående insatser inom utveckling av teori och metodik för numerisk lösning av ordinära differentialekvationer, särskilt styva problem.
- Institutionen för informationsbehandling blir institutionens namn 1965 efter samgåendet med Administrativ Databehandling (ADB). ADB blir efter universitetsreformen 1977 en egen institution, idag heter den institutionen för data- och systemvetenskap (DSV), och återfinns organisatoriskt inom samhällsvetenskapliga fakulteten, och geografiskt i Kista.
- Nada, Numerisk analys och datalogi, blir institutionens namn år 1979.
- Nada får 1982 en professor i datalogi; *Stefan Arnborg*. Stefan forskar inom området algoritmer och komplexitet.
- Samma år införs en fyraårig utbildning med inriktning mot datalogi inom matematikerlinjen vid Stockholms universitet.
- Första datalogen med 4-årig utbildning på Matematikerlinjen i Stockholm tar examen år 1983.
- Samma år inrättas även datatekniklinjen vid KTH.
- År 1985 bildas forskargruppen IPLab (Interaktions- och presentationslaboratoriet) som forskar om människa-datorinteraktion. Idag heter avdelningen MDI. Föreståndare är *Ann Lantz*, docent i människa-datorinteraktion.
- Nada får 1986 en professur i datalogi, speciellt bildbehandling. Innehavare är *Jan-Olof Eklundh*, som efter sin pensionering år 2004 efterträds av *Stefan Carlsson*. Stefan arbetar inom avdelningen Cvap (Computer Vision and Active Perception Laboratory), som studerar hur olika typer av datorseende, t.ex. form, geometri och rörelse, kan analyseras. Föreståndare för Cvap är professor *Danica Kragic*.
- Sans, Studier av Artificiella Nervsystem, blir 1987 en egen forskargrupp under ledning av professor *Anders Lansner*, som 2002 tillträder en ny professur i datalogi med inriktning mot naturvetenskapliga tillämpningar vid Stockholms universitet. Idag en del av avdelningen Computational Biology.
- År 1991 tillträder *Björn Engquist* professuren i numerisk analys, då professor Dahlquist går i pension. Björns forskningsinriktning är partiella differentialekvationer.
- År 1992 inrättas en professur i teoretisk datalogi vid Nada. Innehavare är *Johan Håstad*, som forskar inom området komplexitetsteori och idag är föreståndare för avdelningen teoretisk datalogi.
- Den hundrade universitetsstudenten med datalogi som huvudämne tar examen 1993.
- Samma år kommer Paralleldatorcentrum, PDC, en nationell resurs för svenska universitet sedan 1990, att organisatoriskt knytas till Nada.
- Beräkningsteknik blir ett eget huvudämne vid Stockholms universitet år 1999.
- År 2000 blir Nada officiellt en gemensam institution mellan Stockholms universitet och KTH.
- Samma år knyts avdelningen för Medieteknik och grafisk produktion, vid KTH, organisatoriskt till Nada.
- Efter en omorganisation på KTH år 2005 utgör Nada och den tidigare institutionen för Tal, musik och hörsel nu Skolan för datavetenskap och kommunikation (School of Computer Science and Communication), CSC. Vid Stockholms universitet är Nada dock alltjämt en institution.

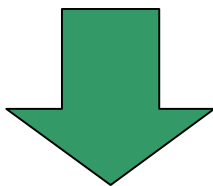


Vill du veta mera

om utbildningarna i beräkningsteknik och datalogi

?

Då ska du vända dig till någon av personerna nedan, i första hand till studievägledaren.



Caroline Nordquist

Studievägledare i beräkningsteknik
och datalogi,
huvudområdesansvarig i datalogi
på grundnivå
och för utbildning i datalogi som
leder till kandidatexamen

telefon: 08-790 91 07

telefonid: säkrast fr 14.00–16.00

besöksadress: Tekniska högskolan,
Lindstedtsvägen 3, plan 4, rum 1418

mottagningstid: må 10.00–12.00, fr 14.00–16.00

e-post: svl-su@nada.kth.se



Bengt Lindberg

Huvudområdesansvarig
i beräkningsteknik på grundnivå
och för utbildning i beräkningsteknik
som leder till kandidatexamen

telefon: 08-790 71 44

besöksadress: Tekniska högskolan,
Lindstedtsvägen 3, plan 5, rum 1527

e-post: bengtl@nada.kth.se



Olle Bälter

Prefekt, huvudområdesansvarig
i datalogi på avancerad nivå
och för utbildning i datalogi som leder
till masterexamen

telefon: 08-790 63 41

besöksadress: Tekniska högskolan,
Lindstedtsvägen 5, plan 5, rum 4541

e-post: balter@nada.kth.se

