

Program och kurser i datalogi och beräkningsteknik

Läsåret 2018/2019

Matematiska institutionen • www.math.su.se
tidigare Inst. för numerisk analys och datalogi
www.nada.kth.se/student-info/svl-su



Stockholms
universitet

Innehåll

Välkommen! 1

Andra utbildningar vid Stockholms universitet med inslag av datalogi och/ eller beräkningsteknik 1

Matematiken och dess tillämpningar 1

Matematik – kanske den mest tillämpbara av alla vetenskaper 2

Datalogi – hur man får datorn att lösa problem 3

Matematisk statistik – levande partiklar och tärningskastande gudar 4

Beräkningsteknik – program för att simulera blixtnedslag och föroreningar 5

Examen 6

Kandidatprogrammet i datalogi – datavetenskap för naturvetare 6

Förkunskapskrav och urval 6

Viktigt om undervisningen 7

Årskurs 1 7

Årskurs 2 8

Årskurs 3 10

Studier på masternivå 11

Fristående kurser 11

Fristående kurser i datalogi 11

Fristående kurser i beräkningsteknik 12

Arbete efter examen 13

Datalogen Anna 14

Vad ska jag välja? 15

Vill Du veta mera? 16

Matematiska institutionen

Postadress:

Matematiska institutionen
Stockholms universitet
106 91 STOCKHOLM

Besöksadress:

Kräftriket, hus 6 (hiss finns från entrén 6B)

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

MI, april 2018

Redaktör Caroline Nordquist



Välkommen!

Den 1 januari 2018 blev institutionen för numerisk analys och datalogi, Nada, en del av Matematiska institutionen vid Stockholms universitet.

I denna broschyr beskrivs våra utbildningar i datalogi och beräkningsteknik läsåret 2018/2019. Utbildningarna vilar på en matematisk grund, och har således en annan inriktning än de samhällsvetenskapliga utbildningarna i data- och systemvetenskap vid Stockholms universitet. Vårt 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 4 och Fysik 1a (alternativt Matematik D och Fysik A) som särskild behörighet.

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 på de följande sidorna, som t.ex. vad studenter som tagit examen i datalogi tycker om sin utbildning. Till sist, oavsett vilken utbildning du väljer: lycka till med dina studier!

Andra utbildningar vid Stockholms universitet med inslag av datalogi och/eller beräkningsteknik

Vi undervisar även på:

- Kandidatprogrammet i matematik
- Kandidatprogrammet i matematik och ekonomi
- Kandidatprogrammet i logik, filosofi och matematik
- Kandidatprogrammet i astronomi
- Kandidatprogrammet i fysik
- Kandidatprogrammet i meteorologi
- Sjukhusfysikerprogrammet
- Ämneslärarprogrammet i matematik, naturvetenskapliga ämnen och teknik med inriktning mot gymnasieskolan

- Kandidatprogrammet i lingvistik
- Masterprogrammet i beräkningsfysik
- Masterprogrammet i fysik
- Masterprogrammet i teoretisk fysik

För mer information om utbildningar vid naturvetenskapliga fakulteten, Stockholms universitet, se t.ex. broschyren »Gör dig attraktiv på arbetsmarknaden!» (för kandidatprogram) från www.science.su.se eller sökfunktionen för Stockholms universitets utbildningar på www.su.se/utbildningskatalog/info/

”

Gilla matte!

Utbildningarna i datalogi och beräkningsteknik vilar på en matematisk grund.

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, datalogi, matematisk statistik och beräkningsteknik.

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.



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, sannolikhetssteori, logik, algebra och beräkningsteknik. Även andra vetenskaper som lingvistik och psykologi är nyttiga för en datalog.



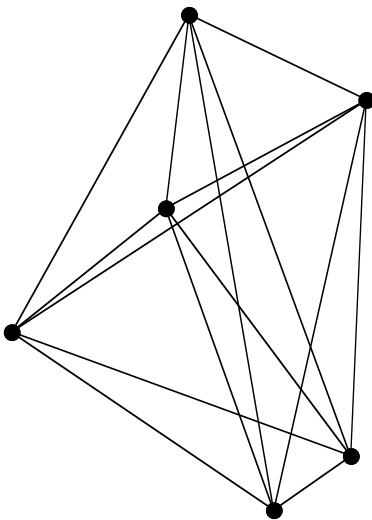
Ett konkret datalogiskt problem är följande:

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.

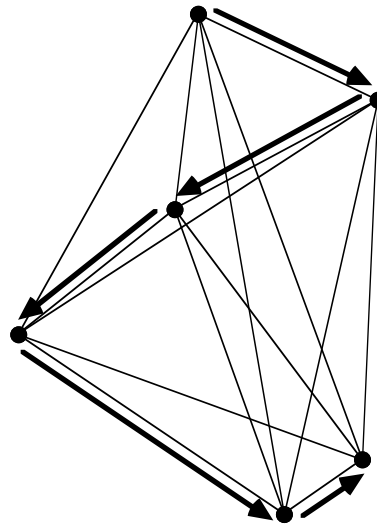
Om det tar 1 sekund för datorn att beräkna bästa resväg i fallet med fem butiker, så tar det 8 timmar och 24 minuter att hitta snabbaste resväg i fallet med 10 butiker. Om vi ska utföra 25 ärenden tar det 4 098 810 365 754 214 år att beräkna bästa

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)

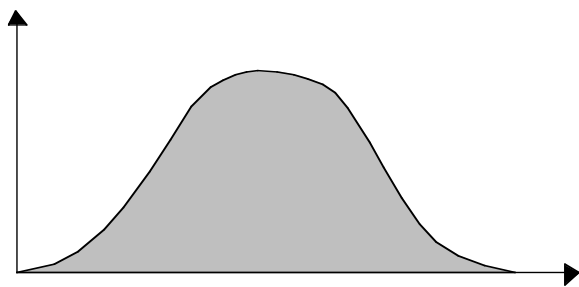
Matematisk statistik – levande partiklar och tärningskastande gudar

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.

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.

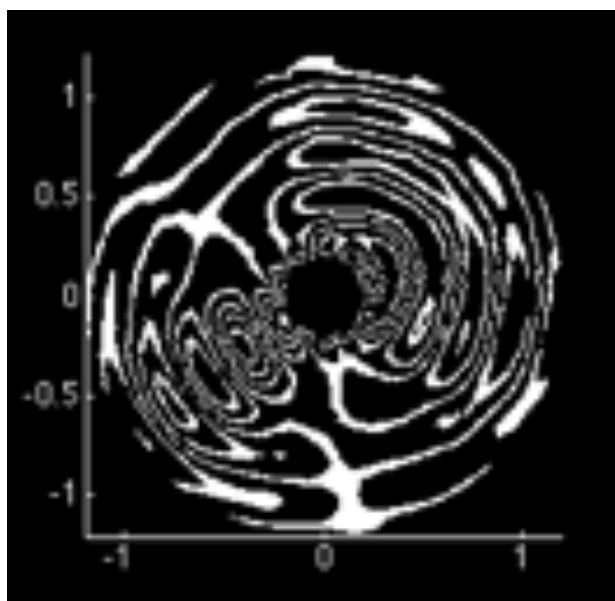


»The Lord said:

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

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.

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 själv-

ständigt 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) vanligen om 30 högskolepoäng. En masterexamen innehåller huvudsakligen kurser på avancerad nivå.



Filosofie kandidatexamen i datalogi 2021!

Om du börjar studera hösten 2018.

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, som har sökt i tid (dvs. senast den 15 april).

Programmet är besläktat med årskurs 1–3 på den tidigare matematisk-datalogiska linjens datalogi-inriktning (1993–2006). Denna hade i sin tur mycket gemensamt med föregångarna matematisk-naturvetenskapliga linjens inriktning mot datavetenskap (1989–1992) respektive matematikerlinjens datalogi-inriktning (1977–1988). Det finns således en lång utbildningstradition vid Stockholms universitet inom detta område, och många studenter har utexaminerats genom åren.

Fördelar med programstudier är t.ex. att

- Du har platsgaranti på alla obligatoriska kurser.
- Schemat är vanligen kollisionsfritt mellan de olika obligatoriska kurserna, även då det 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 mer inom ditt huvudområde.

I programmet ingår obligatoriska kurser i:

- Datalogi (DA)
- Matematik (MM)
- Matematisk statistik (MT) fr.o.m. åk 2 läsåret 2019/2020
- Beräkningsteknik (BE)

Förkunskapskrav och urval

Förutom grundläggande behörighet krävs kunskaper i matematik och fysik motsvarande kurserna Matematik 1c, 2c, 3c och 4 (eller de äldre kurserna Matematik A, B, C och D eller KomVux etapp 4) samt Fysik 1a (eller den äldre kursen Fysik A eller KomVux etapp 3). Betygskrav: lägst betyget E (eller det äldre betyget Godkänd) i samtliga dessa kurser.

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

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 programmet 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. År 1 sker all undervisning i Kräftriket. Från och med år 2 samläses datalogikurserna med motsvarande kurser på KTH.



Foto: Jack Mikrut

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 18/19: Adjunkt Vahid Mosavat

Matematik I, 30 hp (MM)

• Algebra, 12 hp:

Polynomdivision, faktorsatsen, faktoriseringar, olikheter, absolutbelopp, aritmetisk och geometrisk summa, partialbråksuppdelning, komplexa tal, elementär kombinatorik, primtalsfaktorisering, binomialsatsen, induktionsbevis, analytisk geometri, något om logik och mängder. Linjära ekvationssystem, matriser, determinanter, vektorer i 2 och 3 dimensioner, linjärt oberoende, skalärprodukt, vektorprodukt, räta linjer och plan, linjära avbildningar.

• Analys, 12 hp:

Funktioner, potens-, exponential- och logaritm-funktioner, geometri (kongruens, likformighet), trigonometri, trigonometriska funktioner, inversa funktioner, arcusfunktioner, gränsvärde, kontinuitet, derivata, deriveringsregler, derivering av elementära funktioner, största och minsta värde, kurvritning, asymptoter, olikheter, inte-

graler, samband mellan primitiva funktioner och integraler, variabelsubstitution, partiell integration, integraler av vissa klasser av funktioner, tillämpningar av integraler, differentialekvationer, Taylors formel. Inledning till analys i flera variabler: Partiella derivator, största och minsta värde över kompakta områden, dubbelintegraler.

- Problemlösningsseminarium i algebra, 1,5 hp respektive
- Problemlösningsseminarium i analys, 1,5 hp: Övning för muntlig och skriftlig presentation.
- Datorlaborationer, i algebra 1,5 hp respektive
- Datorlaborationer, i analys 1,5 hp:

Användning av matematiska program i problemlösningar.

Matematik II – Linjär algebra, 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.

Datalogi för matematiker, 7,5 hp (DA)

På kursen lär du dig att arbeta på kommandoraden och bland annat använda versionshanteringssystem och enhetstester; analysera och jämföra algoritmer med avseende på tids- och minneskomplexitet; använda och implementera grundläggande sorteringsalgoritmer, djupet-först- och bredden-först-sökning, stackar, köer, hashtabeller och liknande datastrukturer; skriva enkla rutiner med processer och trådar.

Planerad kursledare 18/19: Lektor Lars Arvestad

Period 1 (AB höst)

Period 2 (CD höst)

Period 3 (AB vår)

Period 4 (CD vår)

Datalogi I, 15 hp	Matematik II – Linjär algebra, 7,5 hp	Datalogi för matematiker, 7,5 hp
Matematik I – Algebra; inkl. Problemlösningsseminarium och Datorlaborationer, 15 hp	Matematik I – Analys; inkl. Problemlösningsseminarium och Datorlaborationer, 15 hp	

Höstterminen åk 1 läsåret 18/19.

Vårterminen åk 1 läsåret 18/19

Årskurs 2

Kommunikation för dataloger, 7,5 hp (DA)

Bibliotekskunskap, sökning i databaser och referenssystem. Kontinuerlig övning i design, konstruktion och konkret utformning av vetenskapliga gestaltungsformer. Typografins grundläggande terminologi och tumregler, inklusive tumregler för illustrationer.

Planerad kursledare 18/19: Adjunkt Linda Söderlindh

Databasteknik, 6 hp (DA)

Definition av relationsmodellen. Informationsstrukturering enligt »Entity-Relationship»-modellen. Funktionella beroenden och deras betydelse för god databasdesign. Normalisering. Frågespråk och bakomliggande matematik. Transaktionshantering. Översikt över olika modeller för datarepresentation. Laborationer

utförda på experimentella och kommersiella system.

Planerad kursledare 18/19: Forskare Florian Pokorny

Matematik II – Linjär algebra, 7,5 hp (MM), åk 2 H18

Se ovan.

Sannolikhetsteori I, 7,5 hp (MT), åk 2 H19

Kursen syftar till att göra den studerande bekant med några av de vanligaste matematiska begrepp, modeller och analysverktyg som används för att matematiskt beskriva vardagliga uttryck som "slump", "osäkerhet", "spridning", "vanlighet" m.m.

Matematik II – 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, grupp teori, polynom, något om ringar och kroppar.

Programmeringsparadigm, 7,5 hp (DA)

- Funktionell programmering: funktionsbegreppet, högre ordningens funktioner, currying, evalueringsstrategier, strömmar, mönsterpassning, överladdning, polymorfi, interpretering, typer och klasser.
- Logikprogrammering: unifiering, backtracking, negering, snitt och låddiagram.
- Formella språk och syntaxanalys: automater, reguljära uttryck, grammatiker, lexikal analys, rekursiv medåkning, språkklasser.
- Internetprogrammering.
- Språköversättning: interpretering, kompilering och länkning.

Planerad kursledare 18/19: Lektor Per Austrin

Mjukvarukonstruktion med projektarbete, 9 hp (DA)

Systematiska principer för konstruktion och robust programvara, livscykelmodeller, dokumentationsstandarden PSS-05, projektorganisa-

tion och projektplanering, projektrisker samt kravinsamling och kravanalys för programvara. Framtagande av projektplaneringsdokument (PPD) och användardokument (URD), Planering, kravinsamling och kravanalys för, samt genomförande och dokumentation av, ett stort programutvecklingsprojekt i samarbete med ett företag eller forskare.

Några föreläsningar ges redan under december.

Planerad kursledare 18/19: Professor Karl Meinke

Matematik II – Analys, del A, 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.

Matematik III – 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 sundhet och fullständighet med avseende på semantiken bevisas och tillämpas i lösningen av olika problem.

<i>Period 1 (AB höst)</i>		<i>Period 2 (CD höst)</i>		<i>Period 3 (AB vår)</i>		<i>Period 4 (CD vår)</i>	
Kommunikation för dataloger, 7,5 hp				Programmeringsparadigm, 7,5 hp			
Databasteknik, 6 hp				Mjukvarukonstruktion med projektarbete, 9 hp			
Matematik II – Linjär algebra, 7,5 hp		Matematik II – Algebra och kombinatorik, 7,5 hp		Matematik II – Analys, del A, 7,5 hp		Matematik III – Logik, 7,5 hp	
<i>Höstterminen åk 2 läsåret 18/19.</i>				<i>Vårterminen åk 2 läsåret 18/19.</i>			

Årskurs 2 läsåret 19/20, för dem som påbörjar programmet höstterminen 2018

<i>Period 1 (AB höst)</i>		<i>Period 2 (CD höst)</i>		<i>Period 3 (AB vår)</i>		<i>Period 4 (CD vår)</i>	
Kommunikation för dataloger, 7,5 hp				Programmeringsparadigm, 7,5 hp			
Databasteknik, 6 hp				Mjukvarukonstruktion med projektarbete, 9 hp			
Sannolikhetsteori I, 7,5 hp		Matematik II – Algebra och kombinatorik, 7,5 hp		Matematik II – Analys, del A, 7,5 hp		Matematik III – Logik, 7,5 hp	
<i>Höstterminen åk 2 läsåret 19/20.</i>				<i>Vårterminen åk 2 läsåret 19/20.</i>			

Årskurs 3

Matematik III – Kombinatorik, 7,5 hp (MM)

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

Numeriska metoder, 7,5 hp (BE)

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

1,5 hp av kursen ges redan under senare delen av hösten.

Planerad kursledare 18/19: Professor Olof Runborg

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 hashtabeller och heapar; balanserade träd, skipplistor, 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 18/19: 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 seminarierie om vetenskapliga perspektiv, liksom seminarier vid institutionen om forskning och presentation ingår också. Det självständiga arbetet utförs individuellt.

Valfria kurser 22,5 hp

Kan utgöras av andra ämnen än matematik och datalogi. Även sommarkurser och upp till 15 hp orienteringskurser kan ingå.

Period 1 (AB höst)	Period 2 (CD höst)	Period 3 (AB vår)	Period 4 (CD vår)
Valfri(a) kurs(er), 7,5 hp	Matematik III – Kombinatorik, 7,5 hp	Algoritmer och komplexitet, 7,5 hp	
		Numeriska metoder, 7,5 hp	Självständigt arbete, 15 hp
Valfri(a) kurs(er), 15 hp			

Höstterminen åk 3 läsåret 18/19.

Vårterminen åk 3 läsåret 18/19.

**”
Totalt 22,5 hp valfria kurser
under programmets tredje år.
Gärna andra ämnen än matematik och datalogi!**

Studier på masternivå

En kandidatexamen i datalogi vid Stockholms universitet ger (t.ex.) behörighet till följande masterprogram vid KTH (programmen ges på engelska):

- Computer Science / Datalogi, 120 högskolepoäng
- Machine Learning / Maskininlärning, 120 högskolepoäng

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 »papper» 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, eller distans, eller under sommaren.

Uppgifter om utbudet av fristående kurser och deras innehåll finns via sökfunktionen för Stockholms universitets utbildningar på www.su.se/utbildningskatalog/info/ Det går också bra att kontakta studievägledaren för mer information om kurser i datalogi och beräkningsteknik.

Fristående kurser i datalogi

Samtliga programkurser i datalogi, se sid 7–10, ges således även som fristående kurser. Dessutom har vi följande kurser, av vilka vissa ges för andra program:

- Maskinnära programmering och datorarkitektur 6 hp (*Obs! Kurs på grundnivå*)
- Modellering av cellbiologiska processer 7,5 hp
- Neurovetenskap 7,5 hp
- Programkonstruktion i C++ för fysiker 7,5 hp
- Programmering och datalogi för fysiker 7,5 hp
- Programmeringsteknik för matematiker 7,5 hp (*Obs! Kurs på grundnivå*)
- Programsystemkonstruktion med C++ 7,5 hp
- Tillämpad bioinformatik 7,5 hp

Vill du enbart läsa 6 eller 7,5 eller 9 hp, då som moment, anmäler du dig till någon av kurserna:

DA7054 Datalogi, avancerad nivå, 6 hp,
DA7055 Datalogi, avancerad nivå, 7,5 hp
eller DA7056 Datalogi, avancerad nivå, 9 hp.

Vill du läsa 6+6, eller 7,5+7,5 eller 9+9 hp anmäler du dig till någon av kurserna:

DA7057 Datalogi, avancerad nivå, 12 hp,
DA7058 Datalogi, avancerad nivå, 15 hp eller
DA7059 Datalogi, avancerad nivå, 18 hp.

Slutligen kan du även läsa 6+6+6+6 respektive 7,5+7,5+7,5+7,5 hp genom att anmäla dig till kursen:

DA7060 Datalogi, avancerad nivå, 24 hp eller
DA7061 Datalogi, avancerad nivå, 30 hp

De moment som finns är följande på 6 hp:

Artificiell intelligens
Automater och språk
Avancerade algoritmer
Avancerat individuellt moment i datalogi
Datasäkerhet
Datorfotografi
Datorspelsdesign
Internetprogrammering
Parallella och distribuerade beräkningar

Statistiska metoder i datalogi
Programsemantik och programanalys
På 7,5 hp finns
Artificiella neuronnät och djupa arkitekturer
Bildbehandling och datorseende
Komplexitetsteori
Kryptografins grunder
Maskininläring
Moderna databassystem och
databastillämpningar
Programvarusäkerhet
Programvarutillförlitlighet
Seminarier i teoretisk datalogi
Visualisering

Slutligen finns följande moment på 9 hp:
Avancerad grafik och interaktion
Kompilatorkonstruktion
Problemlösning och programmering under
press
Större avancerat individuellt moment i
datalogi
Sökmotorer och informationssökningssystem
Utbudet av moment varierar från läsår till
läsår. Varje moment ges vanligen max en
gång per läsår.

Fristående kurser i beräkningsteknik

Engelska är undervisningsspråk på kurserna
i beräkningsteknik.

Tillämpade numeriska metoder, 7,5 hp (BE)

Repetition och fördjupning av grundkursen.
Numerisk linjär och icke-linjär algebra.
Direkta och iterativa metoder för linjära
ekvationssystem. Icke-symmetriska, sym-
metriska, definita och indefinita problem.
Faktoriseringar, glesa matriser, egensystem,
Schurs sats, klassiska iterativa metoder, kon-
jugerade riktningmetoder. Linjär och icke-
linjär modellanpassning, singulära värden,
projektioner. Gauss-Newton, minimering
med bivillkor. Begynnelse-, rand-, och
egenvärdesproblem för ordinära differential-
ekvationer, styva problem, differential-
algebraiska system. Stabilitet, lokalt och
globalt fel, variationsekvationen, logaritmi-
ska normer, steglängdsreglering. Numerisk
lösning av begynnelsevärdesproblem för
partiella differentialekvationer. Method of
lines. Finita differenser, finita element, finita
volymmer. Stabilitet, Fourieranalys, matris-
analys. Rättställdhet, randvillkor, conserva-
tiv form.

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
differential-ekvationer, linjära och icke-linjära.
Fasplan, stabilitet, bifurkationer. Numeriska
metoder för lösning av icke-linjära system och
differential-ekvationer. Tillämpningar på
mekaniska och ekologiska system.

Numerisk behandling av differential-ekvationer, 7,5 hp (BE)

Numerisk behandling av begynnelsevärdes-
problem, randvärdesproblem och egen-
värdesproblem för ordinära och partiella
differential-ekvationer. Tonvikten på de olika
momenten kan variera år från år. Relevant
linjär algebra, rättställdhet, konvergens,
stabilitet, feluppskattningar, finita differen-
ser, finita element, finita volymmer, method of
lines, moderna iterativa metoder, problem
med stötar. Datorlaborationer samt
tillämpningsanknutna projektuppgifter.

Beräkningsmetoder för stokastiska differential-ekvationer, 7,5 hp (BE)

Kursen behandlar följande teman:

Stokastiska differential-ekvationer och
deras numeriska lösning med tillämpningar i
finansiell matematik, turbulent diffusion,
reglerteknik och Monte Carlo-metoder.
Grundläggande frågor diskuteras för att lösa
stokastiska differential-ekvationer, t.ex. om
man vill bestämma priset på en option är det
då mer effektivt att lösa den deterministiska
Black and Scholes partiella differential-ekva-
tion eller att använda en stokastiskt baserad
Monte Carlo-metod.

Grundläggande teori för stokastiska diffe-
rential-ekvationer inklusive svag och stark
approximation, effektiva numeriska metoder
och feluppskattningar, relationen mellan
stokastiska differential-ekvationer och parti-
ella differential-ekvationer, stokastiska parti-
ella differential-ekvationer, variansreduktion.

Finita elementmetoden, 7,5 hp (BE)

FEM-formulering för linjära och icke-linjära partiella differentialekvationer. Elementtyper och deras implementation. Nätgenerering. Adaptation. Feluppskattningar. Effektiva lösningsmetoder (t.ex. med multigrad-metoden).

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

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 icke-linjära problem. Avancerade teman inom multigrad-metoder.



Arbete efter examen

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

Efter 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.

Uppföljningen år 2011, av alumner som tagit examen åren 2006–2009 ("Efter Studierna, Naturvetare i arbetslivet V"), be-

svarades av 62 % av alla naturvetare. Av de deltagande datalogerna och beräkningsteknikerna hade över 90 % arbete – övriga personer gick en forskarutbildning.

I uppföljningen av alumner som tagit examen åren 2010–2013 ("Efter Studierna, Naturvetare i arbetslivet VI") besvarades enkäten däremot av mycket få dataloger, och bland samtliga naturvetare var svarsfrekvensen 45 %.

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

En av de utexaminerade datalogerna säger så här om sina studier, examensarbete och arbete efter examen...

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 företaget var uppbyggt, 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

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.

Vad ska jag välja?

Har du sett vår broschyr »Gör dig attraktiv på arbetsmarknaden! Naturvetenskapliga utbildningar 2018»?

Du hittar den här www.science.su.se

Genom åren har flera utexaminerade dataloger medverkat i broschyren. Så här säger några av dem när de blickar tillbaka på sitt val av utbildning.

”

Tro på dig själv och dina krafter

Elena

»Jag valde att läsa datalogi eftersom jag tycker om problemlösning och ville tillämpa mitt teoretiska tänkande och mina kunskaper i matematik inom ett mer praktiskt område. Jag valde helt rätt utbildning och ser mycket positivt på framtiden. Det är kul att ta utmaningar, lära sig något nytt varje dag och få en positiv känsla när man lyckas. Till dig som väljer utbildning skulle jag vilja ge rådet att tro på dig själv och dina krafter. Att ta den säkraste vägen är inte alltid det bästa valet, så ta utmaningar och ha kul med din utbildning.»

”

Utgå från vad som känns rätt i just din mage

Karl

»Matematik är fascinerande och kan vara en bra grund oavsett vad man senare vill inrikta sig på. Det gäller att försöka se förbi alla modetrender som finns i utbildning och utgå från vad som känns rätt i just din mage. Det roligaste skeendet i min utbildning var när jag förstod att datalogi inte är hackande utan snarare matematik. Den insikten har jag tagit med mig ... det som jag idag uppskattar mest är möjligheten att utveckla bra mjukvara i ett riktigt bra team.»

”

Om du är osäker så pröva på olika ämnen innan du bestämmer dig

Niklas

»Jag hade lätt för matematik och tyckte det vore kul att kombinera med något annat ämne. Tanken var att det skulle bli nationalekonomi, men under utbildningens gång hann jag ändra mig först till matematisk statistik och till sist datalogi. Om du är osäker på vad du vill läsa så tycker jag att det är bra att pröva på olika ämnen några terminer innan du bestämmer dig.»

”

Det är värt att kämpa på – när man väl klarat av det är känslan helt enorm

Anna

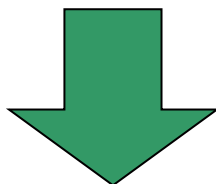
»OK, det är lika bra att säga det med en gång: det första året var tungt. Det är väldigt annorlunda att läsa matematik på universitetsnivå än på gymnasiet. Men det är värt att kämpa på. När man väl klarat av det är känslan helt enorm. Sedan börjar det roliga. Själv är jag intresserad av att utveckla nya användargränssnitt. Ett tvärvetenskapligt samarbete mellan design, lingvistik, beteendevetenskap och datakunskande, som är mycket spännande för en konstnärssjäl som jag.»

Vill du veta mera

om program och kurser i datalogi och beräkningsteknik



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



Caroline Nordquist

Studievägledare i datalogi
och beräkningsteknik

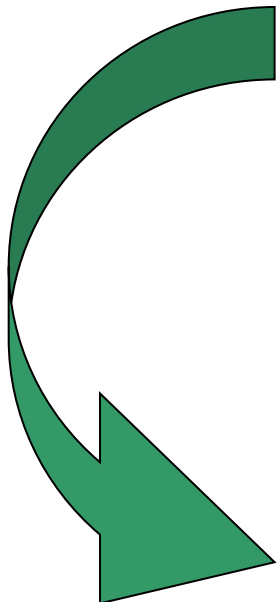
telefon: 08-16 48 63

tefontid: säkrast fr 14.00–16.00

besöksadress: Kräftriket, hus 6, rum 210

mottagningstid: må 10.00–11.00, fr 14.00–16.00

e-post: svl-datalogi@math.su.se



Lars Arvestad

Studierektor i datalogi
och beräkningsteknik

telefon: 08-16 46 29

besök: enligt överenskommelse

e-post: arve@math.su.se

**Datalogi – för att
matematiken är global
och framtiden digital**

