

Självvärdering av civilingenjörsutbildningen i datateknik vid KTH

Denna självvärdering gjordes hösten 2012 inom högskoleverkets utvärdering av Sveriges civilingenjörsutbildningar. Efter inledningen går de sex utvärderade examensmålen igenom.

Författare är Örjan Ekeberg, Stefan Nilsson, Olle Bälter, Viggo Kann, Kerstin Frenckner.

Inledning

Generella mål och måluppfyllelse

Civilingenjörsprogrammet i datateknik på KTH har som övergripande syfte och mål att utbilda civilingenjörer i datateknik som kan arbeta med bedömning, utveckling och införande av ny teknik inom det informationstekniska området. Programmet har ett starkt fokus på datalogi/datavetenskap.

Ett direkt mått på uppfyllelsen av detta generella mål är studenternas möjligheter att få arbete inom området. KTH genomför, med hjälp av SCB, regelbundet en karriäruppföljning som bland annat försöker mäta hur väl utbildningen lyckas i detta avseende. I karriäruppföljningen från våren 2011, som gavs till de datateknik-alumner som tagit ut examen 2008 och 2009, var svarsfrekvensen 61 %. Av dessa har 84 % en anställning (varav 90% är tillsvidareanställda), 6 % bedriver forskarstudier, 5 % är egna företagare och 3 % är arbetslösa; 14 % arbetar utanför Sverige, 43 % styr andra i arbetet som projektledare eller handledare, 8 % har en chefsposition och 21 % har startat ett eget företag. Hela 80 % fick det arbete som de tänkte sig när de tog examen.

Här är svaren på de två mest relevanta frågorna för bedömning av måluppfyllelsen:

"Hur stor eller liten relevans har din KTH-utbildning relaterat till det dagliga arbete du utför?" På denna fråga svarade 41 % "mycket stor", 41 % "ganska stor", 12 % "varken stor eller liten", 5% "ganska liten" och 1 % "mycket liten".

"När din KTH-utbildning upp till kompetenskraven i ditt nuvarande arbete?" Här svarade 66 % "ja", 32 % "ja, delvis" och ingen "nej".

Svarsutfallet på båda frågorna ligger klart över genomsnittet för KTH som helhet. Vi anser därför att de generella målen är väl uppfyllda.

Civilingenjörsprogrammens uppbyggnad på KTH

KTHs utbildningar är organiserade i form av program som följs av den absolut övervägande majoriteten av KTHs studenter. Fr.o.m. 2007 omfattar civilingenjörsprogrammen 300 hp. De första tre åren är på grundnivå och leder till en kandidatexamen. De två sista åren är på avancerad nivå och utgörs av något av KTHs masterprogram. Dessa kan även sökas av andra studenter med rätt behörighet vilket gör att civilingenjörsstudenterna arbetar med nya personer och får nya impulser under den senare delen av sin utbildning. För varje civilingenjörsprogram erbjuds flera masterprogram som, kombinerat med de första tre åren, leder till att kraven för civilingenjörsexamen uppfylls. Med detta upplägg får studenterna tre examina som är gångbara på både den nationella och internationella arbetsmarknaden: civilingenjör, teknologie kandidat och teknologie master.

KTH är organiserat i tio skolor. Skolan för datavetenskap och kommunikation, CSC, ansvarar för civilingenjörsprogrammet i datateknik (och medieteknik) och för flera av de masterprogram dessa studenter kan välja, t.ex. datalogi, maskininlärning och människa-datorinteraktion. Även masterprogram från andra av KTHs skolor leder till civilingenjörsexamen, t.ex. systemteknik och robotik, trådlösa system och industriell ekonomi.

KTH är ett internationellt universitet med många internationella studenter, speciellt på masterprogrammen. KTH har dessutom många såväl inkommande som utresande utbytesstudenter. Studenterna möter därför – särskilt under de två sista åren – studenter med olika kulturell bakgrund. Även lärarkåren visar ett starkt intresse för internationalisering vilket bl.a. bekräftas av att sju lärare vid skolan erhållit stipendium från STINT för att delta i deras internationella utbytesprogram "Excellence in Teaching" – fler än någon annan svensk högskoleinstitution.

KTH är ett stort universitet, vilket innebär att studenterna erbjuds ett stort utbud av kurser. KTH är starkt forskningsinriktat och studenterna undervisas som regel av lärare som även är aktiva forskare.

Högskoleverkets utmärkelse Framstående utbildningsmiljö

Att skolan för datavetenskap och kommunikation är en väl fungerande utbildningsmiljö bekräftas av att skolan 2009 som enda svenska lärosäte tilldelades Högskoleverkets utmärkelse "*Framstående utbildningsmiljö*". Beslutet baserades på bedömningen från en av Högskoleverket tillsatt internationell utvärderingspanel.

Ur Högskoleverkets rapport 2009:34R Centers of Excellence in Higher Education 2009:
Den internationella utvärderingspanelens sammanfattande slutsats:

"There is a well-developed system for continuous improvement, well-defined development plans in the medium term and a clear vision for the future. In the School, a wide strategic vision at management level acts in complement with the pragmatism of the academic staff. The application from the School of Computer Science and Communication, including site visit, has provided convincing evidence that it is a centre of quality, offering excellence in both teaching and learning."

Datateknikprogrammets uppbyggnad

Programmets tre första år är baserade på rekommendationerna i **ACM/IEEE joint curricula recommendations for computer science**

(<http://www.acm.org/education/curricula-recommendations>). De tre första åren består i huvudsak av obligatoriska kurser som ger studenterna en stark grund i datalogi och matematik och en breddning mot muntlig och skriftlig kommunikation, hållbar utveckling, etik, datorhistoria, organisationslära och annat som behövs för att bidra till en ansvarsfull utveckling av datateknikens roll i samhället. För de avslutande två åren kan datateknikstudenterna välja mellan ca 15 olika masterprogram som samtliga ger väsentlig fördjupning. Den stora majoriteten (77%) väljer masterprogrammet i datalogi. Andra masterprogram som är populära är Industriell ekonomi (10%), Människa-datorinteraktion, Maskininlärning och Matematik (vardera 3%).

För att ge en förståelse för hur programmet byggts upp för att uppfylla målen följer här en lista över obligatoriska kurser under de tre första åren (för de som påbörjade studierna 2012)

Årskurs 1

DD1339 Introduktion till datalogi, 19 hp
DH1620 Människa-datorinteraktion, inledande kurs, 6 hp
SF1659 Matematik, baskurs, 4,5 hp
SF1625 Envariabelanalys, 7,5 hp
SF1604 Linjär algebra, 7,5 hp
DH1600 Kommunikation i ingenjörsvetenskap, 7,5 hp
AG1804 Hållbar utveckling för datateknik, 6 hp
DD1390 Programsammanhållande kurs i datateknik, 2 hp

Årskurs 2

DD1361 Programmeringsparadigm, 7,5 hp
DD1368 Databasteknik för D, 6 hp
DD1392 Mjukvarukonstruktion, 9 hp
DD1350 Logik för dataloger, 6 hp
DN1241 Numeriska metoder, grundkurs III, 7,5 hp
SF1901 Sannolikhetsteori och statistik, 6 hp
IS1500 Datorteknik och komponenter, 9 hp
ME1010 Organisation och kunskapsintensivt arbete, 6 hp

DD1390 Programsammanhållande kurs i datateknik, 3 hp

Årskurs 3

DD1352 Algoritmer, datastrukturer och komplexitet, 9 hp

DD2395 Datasäkerhet, 6 hp

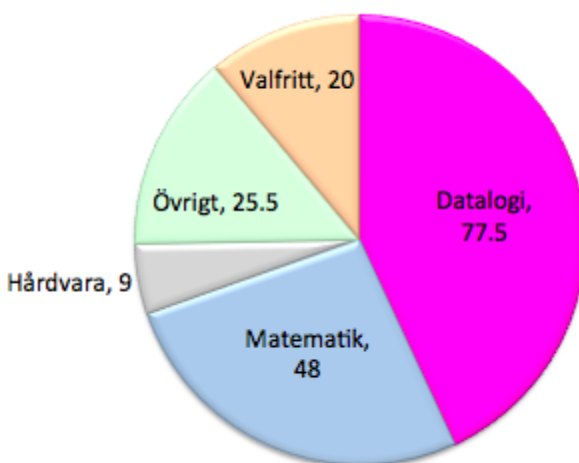
SF1630 Diskret matematik, 9 hp

DD1390 Programsammanhållande kurs i datateknik, 1 hp

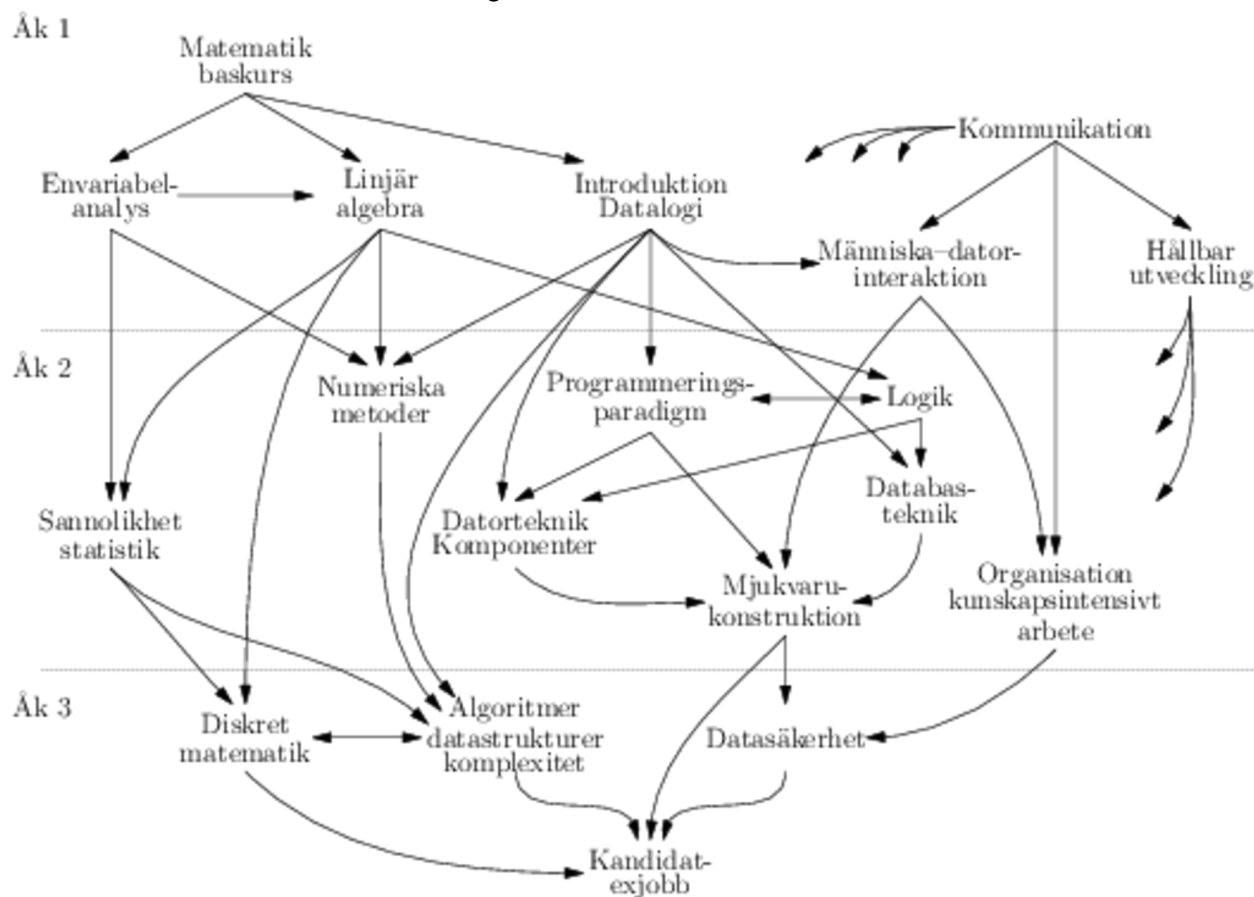
DD143X Examensarbete inom datalogi, grundnivå, 15 hp (kexjobbet)

Därutöver läser studenterna valfria kurser om 20 hp.

Följande diagram, som visar den ämnesmässiga fördelningen av de tre första årens kurser, ger en god bild av fokus för grundnivån i programmet. Människa-datorinteraktion har här räknats som datalogi.



Hur kurserna hänger samman framgår av nedanstående graf lånad från instruktionerna till ett reflektionsseminarium i DD1390 Programsammanhållande kurs i datateknik.



De flesta studenterna väljer därefter att följa masterprogrammet i datalogi under de avslutande två åren.

Obligatoriska kurser inom masterprogrammet i datalogi

DD2380 Artificiell intelligens, 6 hp

IK2218 Internets protokoll och principer, 6 hp

DD2440 Avancerade algoritmer, 6 hp

ID2200 Operativsystem, 6 hp

DA2210 Vetenskapsteori och vetenskaplig metodik för dataloger, 6 hp

Utöver de obligatoriska kurserna får studenterna en fördjupning genom att välja ett spår och läsa 30 hp kurser inom spåret. Studenterna har 30 hp helt valfria kurser där de kan välja mellan att fördjupa sig ytterligare eller att bredda sig. Studierna avslutas med ett stort självständigt arbete där studenterna ytterligare fördjupar sig, DD221X Examensarbete inom datalogi, avancerad nivå, 30 hp.

Eftersom valfriheten under de två avslutande åren är så stor har vi valt att i denna rapport i huvudsak ge exempel från de obligatoriska kurserna under de första åren, som alla studenter säkert har läst. Detta ska inte tolkas som att år 4 och 5 inte bidrar till uppfyllandet av examinationsmålen; inom alla spår genom utbildningen höjs succesivt kravnivån.

Pedagogisk modell

För att studenterna säkert ska uppnå programmålen baseras programmet på CDIO-modellen (<http://www.cdio.org>), en pedagogisk modell som tar sin utgångspunkt i ingenjörens arbetssätt. Såväl programuppbyggnaden som kursernas utformning baseras på John Biggs tankar om målsamverkan (constructive alignment, http://www.johnbiggs.com.au/constructive_alignment.html). För att säkerställa studenternas förmåga att kunna skapa ("skapa" är den högsta kunskapsnivån i Biggs SOLO-taxonomi som indikerar nivån av förståelse) tekniska lösningar på problem är programmet baserat på en tydlig progression av successivt mer avancerade uppgifter som löses individuellt eller i grupp. Ett viktigt element i den pedagogiska modellen är att stimulera studenternas egna aktiva lärande och färdighetsträning genom regelbundet återkommande projekt. Härigenom synliggörs också progressionen för studenterna.

En väsentlig komponent i stödjandet av den pedagogiska modellen är [DD1390 Programsammanhållande kurs i datateknik](#). Kursen sträcker sig över hela årskurs 1-3. Den består till största delen av obligatoriska reflektionsseminarer, med förberedande texter, individuella obligatoriska skriftliga reflektioner och läsning och diskussion av varandras texter i mindre och årskursöverskridande grupper. Arbetssättet med individuella reflektioner kombinerat med gruppdiskussioner genomsyrar hela kursen. Varje grupp har en mentor som är lärare på en av skolans kurser för datateknikprogrammet. Det dryga dussinet mentorer samlas regelbundet för diskussioner om studenternas framsteg, kursens utveckling, etc. En komponent i kursen är att implementera, den på KTH obligatoriska, akademiska introduktionen (<http://www.ece.kth.se/avdteach/2.30188/akademisk-introduktion-och-mentorskap/akademisk-introduktion-med-mentorskap-1.71084>). Detta görs genom reflektionsseminarer om studiemotivation och studieteknik och om kursmål, programmål, betygskriterier och examination.

Ett viktigt syfte med den pedagogiska grunden för programmet är att sporra studenterna att ta egna initiativ och eget ansvar för sin utbildning.

Kvalitetsarbete

Programmet ses över regelbundet av programledningen (där studentrepresentant ingår). Till årskull 2012 infördes kursen [AG1814 Hållbar utveckling för datateknik](#), en översyn av matematikkurserna gjordes och ett avsnitt om parallellprogrammering infördes i kursen [DD1339 Introduktion till datalogi](#).

Som ett led i utvecklingen av programmen genomför KTH återkommande utvärderingar av utbildningsprogrammen, s.k. Education Assessment Exercise, EAE, med hjälp av externa internationellt sammansatta expertpaneler. En sådan utvärdering genomfördes år 2011 och resulterade i en rapport som bl.a. behandlar hur väl kvalitetsarbetet fungerar för programmet. För varje kurs genomförs en **kursanalys** inkluderande en studentenkät samt förslag till förändringar inför nästa kursomgång. Lärare på närliggande kurser samlas för en diskussion kring kursanalyserna. Nya grepp och idéer sprids härigenom till andra lärare. På första föreläsningen går läraren igenom och kommenterar förra årets kursanalys. Att detta fungerar väl bekräftas i EAE-panelens rapport: *“The panel considered the regular practice of course evaluations and discussing courses with their peers in small groups a good practice.”* För lärarna ordnas regelbundna **lärarträffar**. Vissa är diskussioner kring ett visst tema. Andra är diskussioner kring en viss årskurs eller kring programmet som helhet. Detta betonas även i EAE-rapporten: *“The school organizes regular pedagogical seminar for teachers, which supports reflection of current education and discussion on new approaches.”*

Vi har ett **nära samarbete med datasektionen** (datatekniks del av studentkåren, www.datasektionen.se/studier), som har representanter i de flesta arbetsgrupper och ledningsgrupper på skolan som berör utbildning. På datasektionen finns en programansvarig student, en studienämndsordförande, kursansvariga studenter för åtminstone de obligatoriska kurserna, en ansvarig för studiemiljöfrågor samt ansvariga för mottagningen av de nyantagna. Ett av reflektionsseminarierna i [DD1390 Programsammanhållande kurs i datateknik](#) handlar just om studentinflytande. EAE-panelen bekräftar vår bild att studentinflytandet bidrar till utbildningens kvalitet: *“We observed that there seems to be good collaboration between staff members and students. In particular, the students seemed happy with the general attitude of staff members. “They are eager to listen to us, what we say”, we were told.”*

Värdefull information för det kontinuerliga kvalitetsarbetet återfinns i de regelbundna nybörjar-, mellanårs- och alumnenkäter (<http://intra.kth.se/kth-informerar/utbildning/enkater>) som utförs på KTH centralt och återkoppling via KTH's alumninätverk (<http://www.kth.se/alumni>). CSC-skolan genomför dessutom en egen kompletterande examensenkät med frågor som mer specifikt rör programmet. Den fylls i av nära 100% av de studenter som tar ut examen från programmet. Inom skolan och i samarbete med skolan för teknikvetenskaplig kommunikation och lärande på KTH är ett ganska stort antal lärare och doktorander engagerade i didaktisk forskning. Även detta uppmärksammas i EAE-rapporten: *“taking a research perspective of developing education can support better teaching and learning and provide evidence of the achieved improvements.”*

Hur vi säkerställer måluppfyllelse

Av datateknikprogrammets 300 hp examineras drygt 100 hp med klassiska salstentamina. Resten examineras med labbar, inlämningsuppgifter, projekt etc., vilket är ett medvetet val för att säkerställa att målen uppfylls. För att bli godkänd på en tentamen räcker det normalt att klara en fastställd del (t.ex. hälften) av uppgifterna. För att bli godkänd på en laboration, inlämningsuppgift eller projekt ska uppgiften vara fullständigt löst. Med dessa examinationsformer kan man alltså bättre säkerställa att studenterna verkligen kan det som efterfrågas i examinationen. Examinationsuppgifterna designas så att de går i linje med vad studenterna ska kunna göra som ett resultat av kursen och blir därmed en garanti för att studenterna uppnått kursmålen.

I ovan nämnda rapport från Högskoleverket (2009:34R) drar panelen följande slutsats om måluppfyllelse:

"The fact that all courses have measurable goals shows a clear commitment to ensuring that learning objectives and outcomes are kept in mind constantly. Teachers are trained in how to define learning outcomes. At the beginning of each course, students are informed about goals and examination methods, and about improvements made on the basis of the analysis of previous evaluations."

För att ta reda på om även studenterna anser att lärandemålen och examinationen överensstämmer inom datateknikprogrammets kurser i allmänhet genomförde vi i april 2011 en enkät. Enkäten genomfördes inom den Programsammanhållande kursen i datateknik (obligatorisk, därför 100% svarsfrekvens) där följande fråga besvarades:

Tänk på kurserna som du hittills har klarat på D-programmet. Tycker du att överensstämmelsen mellan examinationen och lärandemålen i dessa kurser varit god?
63% svarade Ja, i de flesta kurser, 14% Ja, i omkring hälften av kurserna, 3% Nej, dålig i de flesta kurser och 20% Vet inte.

Eftersom såväl lärarna som Högskoleverkets internationella expertpanel och studenterna anser att resultaten av kurserna (dvs examinationen) stämmer överens med kursernas lärandemål i hög grad konstaterar vi att lärandemålen i kurserna fungerar bra som beskrivning av verkligt resultat. Vi har därför i stor utsträckning använt kursmål för att styrka läranderesultat i denna självvärdering.

Mål 1 i självvärderingen 2012

För civilingenjörsexamen skall studenten visa kunskap om det valda teknikområdets **vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet** samt insikt i **aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete**.

Vår tolkning av målet

Datatekniken vilar på en *vetenskaplig grund* där den teoretiska datalogin utgör ryggraden, men dessutom krävs god insikt i de vetenskapliga metoder som används inom datateknikens tillämpningsområden. Teoretisk datalogi bygger på ett matematiskt angreppssätt där algoritmer och datastrukturer analyseras och korrekthet förs i bevis. Det är väsentligt att studenterna förstår värdet av denna typ av formell analys och att de själva kan använda metoderna där det är relevant.

Inom datateknikens tillämpningsområden används normalt helt andra typer av vetenskaplig metodik. För datorsystem som interagerar med människor, till exempel, måste hypoteser och testmetoder vara anpassade för detta. Även för autonoma system, som ofta ska fungera i mer eller mindre oförutsägbara situationer, krävs lämpliga vetenskapliga angreppssätt för att mäta kvalitet och bedöma funktionaliteten. Det är därför väsentligt att studenterna har en generell förståelse för vetenskapliga resonemang och metoder, och att de får möjlighet att använda metoder som är relevanta för de tillämpningar de väljer som fördjupning.

Inom datatekniken har det utvecklats en stor pool av *beprövad erfarenhet* både vad gäller själva programmeringshantverket men också hur samarbetsformer, systematisk testning, dokumentation, o.s.v. bäst hanteras. Systematiskt förmedlande av datateknikområdets beprövade erfarenhet genomsyrar utbildningen och att studenterna visar goda kunskaper säkerställs framförallt genom examinationen av laborativa moment.

Insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete innebär att studenten är väl förtrogen med att kunna läsa forskningsartiklar, känna till industrins och forskningsfrontens utmaningar och tillämpa dessa kunskaper i projektarbete och uppsatsskrivande.

Studenterna ska genom utbildningen och dess examination visa kunskap inom:

- grunderna för den teoretiska datalogins vetenskapliga metodik,
- grunderna för den vetenskapliga metodik som används inom datateknikens tillämpningsområden,
- ämnesmässig kompetens inom området baserad på internationellt vedertagna rekommendationer för ämnesområdet,
- beprövad erfarenhet inom området baserad på både vetenskaplig/akademisk erfarenhet och erfarenhet från tillämpning av det teknikvetenskapliga området i samhälle/näringsliv,
- något område inom vald specialisering tätt kopplat till forskningsfronten.

Redovisning och analys av studenternas måluppfyllelse

Datateknikområdets vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet

För att säkerställa att studenterna får heltäckande kunskaper inom datateknikområdets vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet bygger datateknikprogrammet vid KTH till stor del på de internationella rekommendationerna ACM Computing Curricula Recommendations (<http://www.acm.org/education/curricula-recommendations>), som i senaste version är från 2008, och den tar också intryck från och jämförs med andra liknande program i Sverige. Hur väl programmet följer rekommendationerna och hur det skiljer sig från övriga program har nyligen analyseras i ett examensarbete utfört av en datateknikteknolog [Jon Karlfeldt, Den svenska dataingenjören – en jämförande studie av 10 svenska civilingenjörsprogram inom det datavetenskapliga området, TRITA-CSC-E 2012:015, KTH]. Progressionen mot att studenterna blir väl förtrogna med datateknikområdets vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet säkertställs primärt genom kurserna: Introduktion till datalogi, Programmeringsparadigm, Databasteknik, Mjukvarukonstruktion, Algoritmer, datastrukturer och komplexitet samt kursen i Datasäkerhet. Detta kompletteras på den avancerade nivån med en kurs i vetenskapsteori samt ett stort antal datatekniska breddnings- och fördjupningskurser.

Kursen [DD1339 Introduktion till datalogi](#) är en större kurs (19 hp) som redan under första läsåret ger studenterna en solid grund i programmering och datalogins teoretiska grunder. Studenterna använder här huvudsakligen programspråket Java för att lära sig traditionell imperativ programmering ordentligt. Datastrukturer som listor, träd, grafer, hashtabeller, o.dyl. behandlas i detalj, samtidigt som metoder för dataabstraktion, inklusive objekthierarkier och andra abstrakta datatyper, introduceras. Studenterna programmerar och analyserar olika typer av klassiska algoritmer som sökning, sortering, graf- och trädtraversering samt olika former av grafoptimering. Kursen har nyligen utökats med en del där olika typer av parallella algoritmer behandlas. I samband med detta introduceras programspråket Go. Kursen innehåller även en introduktion till maskinnära programmering. Att studenterna lärt sig kursmomenten säkerställs genom individuella inlämningsuppgifter som varje vecka examineras med successivt ökande krav på väl genomförda lösningar.

Förutom de programmeringstekniska, algoritmiska och datastrukturmässiga grunderna utgör DD1339 en väsentlig träning i god programmeringsmetodik. Metoder för testning (bl.a. unit testing) och bevis av algoritmers korrekthet tränas, liksom analys av komplexitet och effektivitet. Studenterna lär sig använda integrerade utvecklingsmiljöer (Blue-J och Eclipse) och programmering i grupp där olika personer löser olika deluppgifter. Metodik för systematisk dokumentation av programvara ingår.

Andra läsåret läser studenterna [DD1361 Programmeringsparadigm](#) där de lär sig använda andra typer av programmering än den traditionellt imperativa. Logikprogrammering tränas genom användning av Prolog. Studenterna lär sig funktionell programmering med hjälp av

programspråket Haskell och lär sig begrepp som högre ordningens funktioner, evalueringsmodeller och rekursiva datatyper. Syntax behandlas och omfattar reguljära uttryck, automater, kontextfria grammatiker och syntaxanalys. Programspråket C introduceras med fokus på det som skiljer sig från Java som minneshantering och I/O. Felsökningsverktyg som t.ex Valgrind introduceras. Laborationer som examination av alla kursmoment säkerställer att studenterna lärt sig alla delar av kursen.

Kursen [DD1368 Databasteknik](#) ger studenterna grundläggande kunskaper i traditionell såväl som modern databasteknik. Studenterna lär sig relationsdatabasmodellen i detalj inklusive SQL, liksom matematiken bakom frågespråk. Informationsstrukturering (Entity-Relationship), modeller för datarepresentation samt funktionella beroendens inverkan på god databasdesign ingår också. Laborationer görs både i experimentella och kommersiella databassystem. Kursen examineras med laborationer och en skriftlig tentamen, som kompletteras med muntlig för betyg A eller B.

Kursen [DD1365 Mjukvarukonstruktion](#) bygger upp studenternas kunskaper och färdigheter att arbeta i storskaliga IT-projekt. Efter avslutad kurs har studenterna visat att de kan tillämpa lämpliga metoder för design och implementation av moderna programvarusystem, inklusive hanteringen av olika typer av dokumentation. Här måste studenterna alltså visa att de kan arbeta i enlighet med datateknikområdets beprövade erfarenhet. I kursmålen ingår även att *göra sökningar i relevant forskningslitteratur, fackpress och summera dessa i en rapport, d.v.s. tillämpa ett vetenskapligt arbetssätt.*

Tredje läsåret fördjupas kunskaperna i algoritmer och datastrukturer genom kursen [DD1352 Algoritmer, datastrukturer och komplexitet](#). Exempel på metoder som behandlas är avancerade datastrukturer för textsökning, som trie-träd och Bloom-filter, dynamisk programmering, och lösningsmetoder för olika grafproblem. Teoretiska begrepp som turingmaskinen behandlas. Komplexitetsklasser, inklusive NP-fullständiga problem och bevisbart svåra problem studeras. Approximativa lösningsmetoder för svåra problem behandlas. Efter denna kurs är studenterna väl rustade för att fördjupa sig inom teoretisk datalogi bland de valfria kurserna på avancerad nivå.

Tredje året läser studenterna även kursen [DD2395 Datasäkerhet](#) som garanterar att studenterna får kunskaper om risker men även beprövade metoder att hantera säkerheten inom olika typer av datorsystem.

I alla masterprogram ingår en kurs i vetenskapsteori och vetenskaplig metod. I masterprogrammet i datalogi ingår kursen [DA2210 Vetenskapsteori och vetenskaplig metod för dataloger](#). Kursen ger en bred introduktion till vetenskapsteori, speciellt med inriktning mot matematik, naturvetenskap och datalogi. En översyn av vetenskapens etiska problem och forskarens roll görs och fallstudier av etiska problem analyseras.

Studenterna gör ett mindre [examensarbete på grundnivå](#) och ett större på [avancerad nivå](#). Kraven på vetenskaplighet, självständighet, användning av beprövad metod, metodredovisning

samt dokumentation är högre för examensarbetet på avancerad nivå. examensarbetet i datalogi på avancerad nivå, DD221X, uttrycks detta bl.a. genom följande mål: *Studenten ska visa förmåga att • planera och med vetenskapliga och ingenjörsmässiga metoder genomföra kvalificerade uppgifter inom givna ramar, • självständigt identifiera behov av ytterligare kunskap och relevanta informationskällor, utföra informationssökningar, värdera informationens relevans samt använda sig av korrekt referenshantering.*

Aktuellt forsknings och utvecklingsarbete

Under år 1-3 av programmet exponeras studenterna för aktuellt forskningsarbete i synnerhet i kurserna [DD2395 Datasäkerhet](#) och [DD1352 Algoritmer, datastrukturer och komplexitet](#), som båda leds av aktiva forskare. Båda kurserna innehåller flera exempel på forskningsarbeten och forskningsresultat som har anknytning till kursinnehållet. I DD1352 genomförs sedan 2011 datadidaktisk aktionsforskning, varför studenterna på kursen utsätts för och får direkt inblick i pågående forskningsprojekt. I kursen [DH1620 Människa-datorinteraktion, inledande kurs](#) får studenterna en översiktsskild av beteendevetenskapliga forskningsmetoder och teorier samt hur de relaterar till användning och design av interaktiva datorsystem.

Under årskurs 4-5 ökar studenternas exponering för aktuell forskning genom att de följer ett valt masterprogram och sedan ett spår inom detta. Spåren innebär att studenten går djupare inom något delområde. Alla spår har en naturlig koppling till aktiva forskargrupper vid KTH och studenterna knyts därigenom naturligt till aktuella forskningsfrågor och projekt. Kurserna undervisas av forskande professorer och lektorer som assisteras av forskare och doktorander som alla ställer succesivt högre krav att studenterna visar god insikt i aktuellt forskningsarbete. I många fall är forskningen nära knuten till företag eller samhällsinstitutioner och därmed kopplad till aktuellt utvecklingsarbete.

Högskoleverkets utvärdering (2009:34R) bekräftar, vad gäller undervisningens koppling till aktuell forskning, att: *"A sizable amount of the teaching is project-based. Students can be involved in research, including at Master's level. Research-led approaches are introduced in advanced courses. Furthermore, there is close cooperation with industry."*

Värdering av studenternas måluppfyllelse

Vår värdering är att de studenter som examineras från programmet genom progressionen genom de obligatoriska kurserna följt av spårspecialiseringen på avancerad nivå har goda kunskaper inom den vetenskapliga grunden inom teoretisk datalogi men även goda kunskaper om de vetenskapliga metoder som är relevanta inom datateknikens tillämpningsområden. Vi bedömer att alla examinerade studenter har mycket goda kunskaper om datateknikområdets beprövade arbetsmetoder.

Den starka kopplingen till både aktuell forskning och deltagande i avancerade utvecklingsprojekt, främst inom ramen för spåren inom mastersprogrammen, gör att vi bedömer att alla studenter vid examen har en god insikt i aktuellt forskning- och utvecklingsarbete.

Mål 2 i självvärderingen 2012

För civilingenjörsexamen skall studenten visa såväl **brett kunnande** inom det valda teknikområdet, inbegripet kunskaper i **matematik** och **naturvetenskap**, som **väsentligt fördjupade** kunskaper inom vissa delar av området.

Vår tolkning av målet

Grunden för våra civilingenjörers kompetens är gedigna kunskaper inom datateknikområdet med både bredd och djup. Vår tolkning är att alla studenter vid examen ska ha byggt upp breda kunskaper inom datateknikområdet och därigenom ha en beredskap att arbeta och vidareutveckla sig inom flera av utbildningens områden. Matematik och matematisk metodik utgör en väsentlig del i de erforderliga kunskaperna, liksom naturvetenskap i bred mening där modeller för sambanden mellan orsak och verkan utgör en hörnsten.

Dessutom krävs att studenterna fördjupar sig inom något delområde där de når ett väsentligt djup i sina kunskaper och färdigheter.

Redovisning och analys av studenternas måluppfyllelse

Brett kunnande inom datateknikområdet

Bredden inom datateknikområdet garanteras genom de obligatoriska kurserna. Programmet omfattar över 70 hp obligatoriska datalogikurser i årskurs 1–3. Dessa kompletteras av 48 hp matematik, samt breddande kurser om 40 hp i form av kommunikation, människa-datorinteraktion, hållbar utveckling, datorteknik och komponenter, organisation och kunskapsintensivt arbete samt den programsammanhållande kursen. Därutöver finns utrymme för 20 hp valfria kurser där studenterna kan välja mellan att bredda sig eller fördjupa sig.

Matematikkurserna är anpassade till datalogins behov: introduktionskurs, djup algebrakurs, logikkurs, stor kurs i diskret matematik, statistikurs, kurs i beräkningsteknik samt en kurs i klassisk analys. Studenter som behöver kunskap om t.ex. transformer eller signalbehandling får det genom valfria kurser. Matematik kommer också in i andra kurser t.ex. i form av induktionsbevis, matematiska resonemang och modellering i den inledande datalogikursen eller logik i kurserna programmeringsparadigm samt datorteknik och komponenter.

Studenterna får en för datatekniken extra relevant naturvetenskaplig förankring genom kursen [IS1500 Datorteknik och komponenter](#). Dessutom genomsyras programmet av en teknisk-naturvetenskaplig grundsyn förmedlat genom att majoriteten av lärarna själva har denna bakgrund.

Väsentligt fördjupade kunskaper inom delar av datateknikområdet

Fördjupning får studenterna genom att följa ett av flera relevanta masterprogram under år 4 och

5. Inom masterprogrammet väljer studenten ett spår, som ger ytterligare specialisering.

En stor majoritet av studenterna väljer att följa [masterprogrammet i datalogi](#) där de fördjupar sig inom något av spåren:

- Autonoma system
- Datasäkerhet
- IT-Management
- Programsystemteknik
- Språkteknologi
- Teoretisk datalogi
- Beräkningsbiologi
- Datorsystemteknik
- Ljud och musik

Inom varje spår finns en pool av relevanta kurser på avancerad nivå. Studenterna läser minst 30 hp kurser ur spårets pool vilket garanterar att de når en väsentlig fördjupning inom sitt valda delområde. En student som väljer spåret datasäkerhet, till exempel, läser kurser som Kryptografins grunder, Programvarutillförlitlighet, Programvarusäkerhet, Nätverkssäkerhet, m.fl. En student som väljer spåret språkteknologi fördjupar sig istället genom kurser som Automater och språk, Språkteknologi, Sökmotorer och informationssökningssystem, o.s.v.

Alla som tar examen från programmet uppmanas att fylla i en examensenkät i samband med examensanmälan och de allra flesta gör det (96% svarsfrekvens förra året). Svaren från dem som hittills tagit examen 2012 bekräftar att studenterna är mycket nöjda vad gäller såväl bredd som djup och utbud av specialiseringar:

- *Tycker du att programmet har gett dig tillräcklig bredd inom datateknik?*
86% I hög grad, 14% I viss grad, 0% Inte alls, 0% Vet inte.
- *Är du nöjd med utbudet av masterprogram/inriktningar och valfria kurser i programmet?*
86% I hög grad, 9% I viss grad, 0% Inte alls, 5% Vet inte.
- *Är du nöjd med djupet inom masterprogrammet/inriktningen?*
81% I hög grad, 14% I viss grad, 0% Inte alls, 5% Vet inte.

Värdering av studenternas måluppfyllelse

Programmet är utformat enligt internationellt vedertagna rekommendationer för program- och kursinnehåll och innehåller fördjupningar i form av masterprogram som är tydligt kopplade till aktuell forskning. Programmet har en tydlig progression i konsekvent genomförda projektarbeten genom hela programmet baserade på och examinerade i enlighet med CDIO-principerna. Vår värdering är att de studenter som examineras från programmet visar mycket god måluppfyllelse både vad gäller bredd och fördjupning.

Mål 3 i självvärderingen 2012

För civilingenjörsexamen skall studenten visa förmåga att med helhetssyn kritiskt, självständigt och kreativt **identifiera, formulera och hantera komplexa frågeställningar** samt att **delta i forsknings- och utvecklingsarbete** och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen.

Vår tolkning av målet

Vår tolkning av målet är att studenten ska visa både individuell färdighet i att hantera komplexa frågeställningar men också en färdighet i att tillsammans med andra "delta i forsknings- och utvecklingsarbete" då sådant speciellt inom datateknikområdet normalt drivs i projektform.

Målet vidareutvecklas i programmålen för utbildningen:

- *ha förutsättningar och förmåga att delta i och utveckla den praxis som tillämpas i industri, förvaltning och akademisk forskning.*
- *ha förmåga att självständigt definiera och lösa datatekniska konstruktionsproblem.*
- *ha förutsättningar för framgångsrikt arbete i internationella och mångdisciplinära projektgrupper som innehåller tekniker och icke-tekniker.*

Redovisning och analys av studenternas måluppfyllelse

Förmåga att självständigt identifiera, formulera och hantera komplexa frågeställningar

Att lära sig identifiera, formulera och hantera komplexa frågeställningar är centralt för utbildningen och sådana moment examineras i nära nog samtliga kurser på programmet. Problemlösning och analytisk förmåga övas flitigt i de inledande matematik- och datalogikkurserna. Problemen är initialt oftast små och väldefinierade men det finns en tydlig progression. Redan i slutet av första årets datalogikurs ställs förhållandevis stora krav på självständighet med individuella veckouppgifter där studenten både formulerar och implementerar små programsystem med professionella krav på programkvalitet i form av dokumentation, abstraktion och testkod samt, i förekommande fall, även analys av korrekthet och prestanda.

Individuell självständighet i kreativ problemlösning (expertsituationen) visas förutom i exjobben bland annat i två s.k. mästarprov i [DD1352 Algoritmer, datastrukturer och komplexitet](#) i årskurs 3.

Den teoretiska grunden för bedömning av problems komplexitet ges inom samma kurs.

Kursmålen betonar den självständiga förmågan att hantera komplexa datalogiska frågeställningar:

Efter kursen ska studenten kunna

- *utveckla och implementera algoritmer med datastrukturer och analysera dem med avseende på korrekthet och effektivitet,*
- *jämföra problem med hänsyn till komplexitet med hjälp av reduktioner,*
- *förklara hur man kan hantera problem med hög komplexitet*

... för att självständigt kunna konstruera datorprogram som effektivt utnyttjar tid och minne

En form av komplexa frågeställningar som ofta dyker upp inom datatekniken handlar om att identifiera och hantera motstridiga krav. I kursen [DD2395 Datasäkerhet](#) konfronteras studenterna med sådana frågor, t.ex. kompromisserna mellan snabbhet och säkerhet.

I de obligatoriska kurserna i masterprogrammet i datalogi lär sig studenterna metoder att hantera andra typer av komplexa frågeställningar, t.ex. [DD2380 Artificiell intelligens](#) med lärandemål som:

- *analysera och lösa problem med olika former av sökning, inklusive framtagandet av heuristiker för att öka effektiviteten för lösningen*
- *formulera och lösa problem med osäker information med hjälp av Bayesianska metoder*
- *genomföra en kvalificerad uppgift med begränsade resurser i form av tid och beräkningskraft*

Studenterna gör en projektuppgift om 3 hp i grupper om fyra där de ska implementera en artificiell agent för spelet Sokoban. För högre betyg ska agenten klara okända spelbräden.

Tekniska komplexa frågeställningar lever sällan eller aldrig i ett vakuum. Till helhetssynen bidrar kursen [ME1010 Organisation och kunskapsintensivt arbete](#) där frågor om ledning och organisation behandlas. Kursen bygger på ett konkret uppdrag från en kunskapsintensiv verksamhet som behandlas vid seminarier och grupparbete och resulterar i förslag på olika typer av lösningsalternativ. I kursen [DH1620 Människa-datorinteraktion](#) lär sig studenterna att ta hänsyn till mänskliga förutsättningar och konsekvenser av att använda interaktiva datorsystem. Kurserna [DA2210 Vetenskapsteori och vetenskaplig metodik](#) för dataloger samt [DD2395 Datasäkerhet](#) tar upp andra centrala och ofta kritiska perspektiv och problemställningar.

I det avslutande examensarbetet behandlar studenten självständigt ett verkligt problem vanligen hämtat från industri/tjänstesektor och redovisar arbetet i en individuell rapport. För examensarbetet i datalogi, DD221X, reflekteras examensmålet bl.a. i följande kursmål:
Studenten ska visa förmåga • att med helhetssyn kritiskt, självständigt och kreativt identifiera, formulera och hantera komplexa frågeställningar, • att välja, anpassa och kombinera olika metoder, samt kunna motivera och reflektera kring dessa val.

Deltagande i forsknings- och utvecklingsarbete

Programmet innehåller ett antal större projekt av forsknings- eller utvecklingskaraktär med uttalat kreativa inslag. Första årets [DD1339 Introduktion till datalogi](#) avslutas med ett projekt där studenterna både definierar, formulerar och implementerar ett mindre programsystem. Utbildningen avslutas med ett examensarbete med betydligt större krav på självständighet och förmåga att inte bara formulera problem utan även att lägga upp strategier och metoder för hur man ska analysera och bedöma en ofta komplex frågeställning. Kandidatexjobbet ([DD143X](#)) och kursen [DD1365 Mjukvarukonstruktion](#) utgör viktiga steg på vägen. Kandidatexjobbet är ett större självständigt arbete och i DD1365 samarbetar studenterna i större grupp, drygt 10 personer, och arbetar med ett projekt i dialog med en extern uppdragsgivare.

Studenterna erbjuds dessutom möjligheten att utföra ett individuellt forsknings- eller utvecklingsarbete inom ett forskningsgrupp på skolan eller i industrin och gör då detta inom ramen för en Avancerad individuell kurs i datalogi på mellan 6 och 15 hp ([DD2463-DD2465](#)). Kursen har det övergripande målet:

Studenten ska efter genomförd avancerad individuell kurs i datalogi kunna lösa en konstruktions- eller utredningsuppgift i datalogi med begränsad handledning, och rapportera resultatet av denna.

Läsåret 2011/2012 valde 30 studenter att genomföra en sådan uppgift.

När det gäller att förmågan att delta i forsknings- och utvecklingsarbete så utgör de större projekten en hörnsten, och då speciellt de som sker inom ramen för programmens två examensarbeten, det mindre [på grundnivå](#) och det större på [avancerad nivå](#). Kraven på såväl vetenskaplighet, självständighet, metodredovisning, användning av beprövad metod och dokumentation är högre för examensarbetet på avancerad nivå. För examensarbetet på avancerad nivå läggs stort fokus vid att studenten inledningsvis själv kritiskt, självständigt och kreativt identifierar och formulerar frågeställningen för arbetet i form av en skriftlig specifikation. Studenten presenterar specifikationen samt en plan för att angripa problemet för handledare, examinator och övriga studenter i handledargruppen. Frågeställningen granskas och modifieras sedan kontinuerligt under de schemalagda grupphandledningstillfällena, där studenterna även ger återkoppling på varandras frågeställningar och metodval.

Uppgifterna är normalt verkliga problem hämtade från ett företag/organisation; typiskt ett problem som studenten kan möta i sitt första jobb – ett typiskt utvecklingsarbete. Väljer studenten istället ett problem från en forskargrupp – inom CSC-skolan eller från en annan forskargrupp – så deltar studenten istället i ett forskningsarbete. För den vanligaste exjobbskursen DD221X gäller bl.a. följande mål: *Studenten ska visa förmåga att delta i forsknings- eller utvecklingsarbete och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen,*

Att studenterna uppnår förmågan att delta i forsknings- och utvecklingsarbete bekräftas av utvärderingspanelens slutsatser i Högskoleverkets utvärdering (2009:34R). Vad gäller undervisningens koppling till aktuell forskning och utveckling konstateras att: *"A sizable amount of the teaching is project-based. Students can be involved in research, including at Master's level. Research-led approaches are introduced in advanced courses. Furthermore, there is close cooperation with industry."*

Värdering av studenternas måluppfyllelse

Vår värdering är att de studenter som examineras från programmet når god måluppfyllelse genom kurser nära förankrade i forskning, genom en successiv träning i att självständigt använda systematiska angreppssätt på problem av allt högre komplexitet i de projektarbeten som ingår i programmet och genom successivt mer öppna problemställningar för projektarbeten.

Mål 4 i självvärderingen 2012

För civilingenjörsexamen skall studenten visa förmåga att **utveckla och utforma produkter, processer och system** med hänsyn till **människors förutsättningar och behov** och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt **hållbar utveckling**.

Vår tolkning av målet

Förmågan att utveckla och utforma produkter, processer och system inom IT-området är central för datateknikprogrammet och ett närmast självklart mål som genomsyrar utbildningen. Detta mål lyfter fram behovet av att civilingenjörer i datateknik måste ha förmågan att ta hänsyn till mänskliga, ekonomiska, sociala och ekologiska aspekter.

Inom datatekniken är hänsyn till människors begränsningar och behov ett krav som framförallt måste beaktas vid utformningen av datorsystem som interagerar med människor, vilket blir allt vanligare. I förlängningen får detta även sociala konsekvenser och inbegriper datorsystemens sårbarhet.

Ekonomisk och ekologisk hållbarhet handlar om att hushålla med resurser av olika slag inklusive mänskliga resurser och naturresurser. Inom informationstekniken inbegriper det bland annat effektiva algoritmer, användbarhet, effektiv projektledning men även datateknikens möjligheter att minska resande och resursslöseri. Till ekonomisk hållbarhet räknar vi även utveckling av hållbar programvara och hållbara system, det som på engelska kallas software maintainability.

Målet vidareutvecklas i utbildningens program mål:

- *visa kunskap i human- och naturvetenskaper, särskilt sådan kunskap som har konsekvenser för datoriserade systems utformning.*
- *självständigt analysera och ta ställning till ekonomiska, samhälleliga, miljömässiga och etiska konsekvenser av datatekniska tillämpningar, och utforma system med hänsyn härtill.*

Redovisning och analys av studenternas måluppfyllelse

Förmåga att utveckla och utforma produkter

Utveckling av programvara, ofta som en del av större produkter eller system, är centralt i stora delar av utbildningen. Redan i den stora kursen Introduktion till datalogi ingår ett avslutande programutvecklingsprojekt. Därefter följer obligatoriska kurser som Människa-datorinteraktion, Programmeringsparadigm, Databasteknik, Algoritmer, datastrukturer och komplexitet, Datasäkerhet, Mjukvarukonstruktion och kandidatexjobbet som alla bygger upp förmågan att utveckla och utforma programvara och systemlösningar.

Att kursen [DD1365 Mjukvarukonstruktion](#) lägger stor vikt vid studenternas förmåga att utveckla

och utforma programvara och programvarusystem framgår av dess lärandemål: *Efter kursen ska studenten kunna*

- *redogöra för olika utvecklingsmetoder för programvara,*
 - *tillämpa lämpliga metoder för design och implementation av moderna programvarusystem,*
 - *producera de dokument som är nödvändiga vid konstruktion av stora programvarusystem,*
 - *arbeta i stora programutvecklingsgrupper där individerna har olika roller,*
- för att*
- *vara förberedd för att delta i storskaliga IT-projekt.*

Teorierna från kursen praktiseras sedan i ett stort projekt i grupper om drygt 10 studenter.

Efter de tre första åren har alla studenter goda kunskaper och färdigheter i utveckling av programvara, algoritmer och processer. Inom masterprogrammet i datalogi finns ett spår mot programsystemteknik med kurser som Programsystemkonstruktion i C++, Programsystemkonstruktion i .NET Frameworks, Programsystemkonstruktion med agila metoder, Internetprogrammering, Problemlösning och programmering under press med flera. Dessa kurser är populära valfria kurser även för studenter som väljer andra spår.

Hänsyn till människors förutsättningar och hållbar utveckling

[AG1814 Hållbar utveckling för datateknik](#), är en obligatorisk kurs i utbildningen med fokus på främst *social och miljömässig hållbarhet*. I kursen diskuteras begrepp, politiska mål, kopplingar mellan ekologiska sociala och tekniska system, människans inverkan på klimat och ekosystem, samt datateknikens relevans för hållbar utveckling med fokus på konsekvensanalys och utformning av system. Kursen är ny på programmet från och med i år. Den är inspirerad av en liknande kurs från Datateknik på Chalmers och har utvecklats av avdelningen för miljöstrategisk analys på KTH. Efter genomgången kurs ska studenterna kunna:

- *presentera och diskutera begreppet hållbar utveckling och vad det kan innebära, främst kopplat till miljöproblem och sociala aspekter*
- *presentera politiska mål för hållbar utveckling som samhället ställer upp*
- *redogöra för kopplingar mellan ekologiska-sociala-och tekniska system, hur de påverkar varandra och vad det finns för begränsningar*
- *redogöra översiktligt för människans inverkan på klimat och ekosystem*
- *förklara och diskutera datateknikens relevans för hållbar utveckling*
- *på en övergripande nivå analysera konsekvenser för hållbar utveckling av datatekniska tillämpningar och föreslå utformning av system med hänsyn till det*

Social hållbarhet är också ett centralt moment på den obligatoriska kursen [DH1620 Människa-datorinteraktion](#), en kurs som behandlar mänskliga förutsättningar och konsekvenser av att använda informationstekniken.

Förutom i kursen [AG1814 Hållbar utveckling](#), behandlas *hållbar utveckling ur ett ekonomiskt, socialt och ekologiskt perspektiv* inom [DD1390 Programsammanhållande kurs](#), [DH1620 Människa-datorinteraktion](#), och i projekt på kurserna [DH1600 Kommunikation...](#), [ME1010](#)

[Organisation och kunskapsintensivt arbete](#) samt [DD1365 Mjukvarukonstruktion](#). De studenter som på avancerad nivå väljer att specialisera sig mot området industriell ekonomi har ofta fokus på ekonomiska aspekter.

Hållbarhet ur ett algoritmiskt perspektiv behandlas i kursen [DD1352 Algoritmer, datastrukturer och komplexitet](#) där exponentiell och icke-exponentiell tillväxt studeras och jämförs. Studenterna tränar på att identifiera exponentiellt växande processer och inom kursen tillämpas detta främst på resurserna minne och tid. Kursen examinerar också hur komplexiteten hos svåra optimeringsproblem, som behöver lösas för att nå ekonomiskt hållbarhet, såsom flödesproblem, ruttplaneringsproblem, packningsproblem och resurslokaliseringsproblem, kan analyseras och hur hög komplexitet kan hanteras.

I kursen [DD2395 Datasäkerhet](#) lär sig studenterna att hantera inte bara rent tekniska aspekter på säkerhet utan även säkerhetsbrister som beror på *människors förutsättningar*, t.ex. begränsningar hos personerna som hanterar systemen. Den kursen behandlar även social engineering och processer i organisationer.

Projektdelen av kandidatexjobbet går ut på att utveckla programvara med hänsyn till en uppdragsgivares *behov*. Resultatet blir vanligen att en idé har testats eller att en nästan färdig produkt har utvecklats. Det är vanligt att studenter sommarjobbar hos uppdragsgivaren med att färdigställa den slutliga produkten.

Uppgiften för det avslutande exjobbet på avancerad nivå (vanligen [DD221X Examensarbete inom datalogi...](#)) innebär typiskt att utveckla en prototyp till en ny produkt/förbättring av produkt och att testa prototypen i något avseende. Uppgiften kommer oftast från ett företag/organisation utanför KTH och ofta utförs arbetet också där. Studenterna får alltså prova på *utveckling av en produkt i verklig miljö*.

För att kunna utveckla bra produkter med god användarnytta, liten miljöpåverkan, god potential till utbyggnad och underhåll etc. krävs att utvecklarna har en stabil teoretisk grund, kan kommunicera med uppdragsgivare och användare, är goda problemlösare och – vad gäller programvara – har god programmeringsvana. De måste dessutom kunna planera sitt arbete. Datateknikprogrammet ger allt detta genom den blandning av teori och praktik som ges i kurserna, genom kommunikationskursen och tillämpning av kunskaperna från den vid labbredovisningar, projektarbeten etc. och genom den rikliga förekomsten av labbar och projekt.

Värdering av studenternas måluppfyllelse

Vår värdering är att de studenter som examineras från programmet har god förmåga att utveckla nya produkter, tjänster, processer och system samt god kännedom om och förmåga att ta hänsyn till olika aspekter av hållbar utveckling med speciellt fokus på nya möjligheter som öppnas genom informationstekniken.

Mål 5 i självvärderingen

För civilingenjörsexamen skall studenten visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang **muntligt och skriftligt i dialog med olika grupper** klart redogöra för och **diskutera sina slutsatser** och den kunskap och de argument som ligger till grund för dessa.

Vår tolkning av målet

Vår tolkning är att målet innebär att studenten ska visa förmåga att kommunicera, argumentera och föra logiskt baserade resonemang såväl muntligt som skriftligt på ett sätt som krävs för såväl en svensk som en internationell karriär. I *dialog med olika grupper* ser vi som att man kan anpassa sitt sätt att kommunicera efter motpartens förkunskaper, förmåga och bakgrund.

Målet förstärks i utbildningens program mål:

- *ha förutsättningar för framgångsrikt arbete i internationella och mångdisciplinära projektgrupper som innehåller tekniker och icke-tekniker. Hit hör färdigheter i muntlig och skriftlig framställning samt argumentation på svenska och engelska.*
- *förmåga att förklara och genomföra matematiska resonemang*

Redovisning och analys av studenternas måluppfyllelse

Studenternas förmåga att presentera, argumentera, redogöra och diskutera, såväl muntligt som skriftligt, tränas och examineras fortlöpande under hela utbildningen – från den inledande kommunikationskursen till det avslutande examensarbetet.

Under de tre första åren tränas och examineras i huvudsak kommunikation på svenska, men engelska förekommer i flera kurser. Under de två avslutande åren sker undervisningen i huvudsak på engelska. Detta upplägg säkerställer att alla studenter har god förmåga att kommunicera såväl skriftligt som muntligt på såväl svenska som engelska.

Inslaget av internationella studenter på kurserna på avancerad nivå är stort vilket innebär att studenterna dagligen tränar kommunikation med personer med annan kulturell bakgrund. Studenterna möter också lärare från olika länder, både kursledare och assistenter. Närmare 1/3 av kursledarna på de obligatoriska kurserna har annan bakgrund än svensk. KTH är en internationell miljö.

På datateknikprogrammet finns möjlighet att välja internationell inriktning med japanska, kinesiska, tyska, franska eller spanska som språk. Ungefär 20 studenter påbörjar varje år en internationell inriktning. För dessa studenter ersätts några kurser av språkstudier. Studenterna tillbringar dessutom ett utbytesår vid ett av partneruniversitetet inom aktuellt språkområde. Dessa studenter får därigenom en speciellt god förmåga att kommunicera på ett språk utöver svenska och engelska.

Alla studenter som gör utbytesstudier får extra kommunikationsförmåga och då speciellt förmåga att kommunicera med personer med annan kulturell bakgrund.

Av datateknikprogrammets 300 hp examineras drygt 100 med klassiska salstentamina. Resten examineras med labbar, inlämningsuppgifter, projekt etc. Den stora variationen i examination innebär att studenterna måste behärska olika typer av kommunikation – muntlig/skriftlig, muntlig presentation inför stor grupp/förklara för labbassistenten etc. Studenterna måste härigenom visa sin förmåga att redogöra för och diskutera sina slutsatser och det finns en successiv progression i kraven.

Grunden för den skriftliga och muntliga förmågan läggs framför allt i kurserna [DH1600 Kommunikation i ingenjörsvetenskap](#) och [DD1390 Programsammanhållande kurs i datateknik](#). Bägge kurserna startar i den första perioden på den första terminen.

DH1600 ger en introduktion till kommunikation mellan människor som teori och praktik. Kursen syftar huvudsakligen till att ge praktisk övning i design, konstruktion och konkret utformning av tekniska och vetenskapliga gestaltungsformer samt laborativa moment i muntlig framställning. Kursen är orienterad mot den tekniska och vetenskapliga gestaltningen. I kursen möter studenterna dock humanister. I kursen examineras studenterna praktiskt genom att de skriver en sammanfattning av ett bokkapitel, ett referat av tre texter, en argumenterande text med referenser, ett kort PM med beskrivning av en tänkt rapport så att läsaren kan förstå studieupplägg, litteratur- och metodval, en preliminär rapport (för återkoppling) en komplett version av denna på runt 2000 ord för opposition och muntlig presentation samt en slutversion.

[DD1390 Programsammanhållande kurs i datateknik](#) är en kurs som sträcker sig över hela årskurs 1-3 i datateknikprogrammet. Kursen består till största delen av reflektionsseminarer, med förberedande texter, och läsning och diskussion av varandras texter. Aktivt deltagande krävs, vilket innebär att varje student måste delta i diskussionen vid varje seminarium. Mentorerna följer sina studentgrupper om ca 14 studenter under lång tid och har möjlighet att se studenternas progression i såväl deras reflektionsförmåga som deras muntliga och skriftliga kommunikationsförmåga. Mentorerna träffas kontinuerligt för att stämma av vad som hänt under senaste seminariet, och ger varandra tips och återkoppling. Alla studenter gör även individuellt en självanalys av sin progression, där de ser tillbaka hur de skrev och resonerade i början av kursen och hur de utvecklats. De kontinuerliga inlämningarna har höjda krav år för år: mer avancerade frågeställningar, krav på djupare reflektioner som knyter an till vunna kunskaper, förmågor och erfarenheter under studierna. De blandade studentgrupperna, med studenter från samtliga årskurser i varje seminariegrupp, tvingar studenterna att föra dialog med grupper med olika erfarenhetsbakgrund.

I årskurs 2 av DD1390 genomförs ett projektarbete i datorhistoria och datorn i samhällsutvecklingen. I fyrapersonsgrupper görs en datorhistorisk studie som examineras genom såväl muntlig som skriftlig presentation.

Studenternas bild av sin egen kommunikationsförmåga mot slutet av årskurs 1, 2 och 3

kartlades i en enkätfråga i april 2012 (obligatorisk enkät med 100% svarsfrekvens):

Till hur stor del bedömer du att du uppfyller följande D-mål? *Studenten ska ha förutsättningar för framgångsrikt arbete i internationella och mångdisciplinära projektgrupper som innehåller tekniker och icke-tekniker. Hit hör färdigheter i muntlig och skriftlig framställning samt argumentation på svenska och engelska.*

1. Helt och hållet. 15 % (13 % åk 1, 16 % åk 2, 16 % åk 3)
2. Till stor del. 56 % (47 % åk 1, 62 % åk 2, 61 % åk 3)
3. Till liten del. 21 % (27 % åk 1, 18 % åk 2, 15 % åk 3)
4. Inte alls. 1 % (1 % åk 1, 1 % åk 2, 2 % åk 3)
5. Vet inte. 7 % (12 % åk 1, 3 % åk 2, 6 % åk 3)

Detta visar att datateknikstudenterna uppfattar progressionen i detta mål och att tre fjärdedelar i slutet av årskurs 3 anser att de uppfyller det helt och hållet eller till stor del.

I de grundläggande matematikkurserna tränar studenterna att redogöra för matematiska resonemang, såväl skriftligt som muntligt vid seminarier. På tentamensskrivningarna ställs följande krav: "För full poäng på en uppgift krävs att lösningen är väl presenterad och lätt att följa. Det innebär speciellt att införda beteckningar ska definieras, att den logiska strukturen tydligt beskrivs i ord eller symboler och att resonemangen är väl motiverade och tydligt förklarade. Lösningar som allvarligt brister i dessa avseenden bedöms med högst två poäng" (av fyra möjliga poäng).

[DH1620 Människa-datorinteraktion, inledande kurs](#) behandlar översiktligt mänskliga förutsättningar och konsekvenser av att använda informationsteknik som redskap för att lösa uppgifter. Relevant för mål 5 är ett antal olika metoder som ett stöd för att förstå vilken användare eller vilka användargrupper som ska använda tekniken och i vilket sammanhang detta görs. Kursen betonar vikten av att beakta användarens behov, motivation och användningssituation för att kunna skapa användbara lösningar. Detta uppnås genom ett projektarbete samt en hemtentamen som rättas av två kamrater (rättningen kontrolleras sedan av lärare). I projektarbetet ingår sex seminarier då en av läraren utvald student muntligt redovisar gruppens framsteg och då studenterna får råd och vägledning. Denna examinationsform säkerställer att varje student visar sin förmåga att redogöra för och diskutera sina slutsatser. I projektarbetet ingår också tre skriftliga rapporter och en intervju med tilltänkta användare – alltså dialog med olika grupper. Projektet avslutas med en muntlig presentation med fokus på studenternas inläring och erfarenheter. Varje projekt kritiserar av en oppositionsgrupp. I kursen möter studenterna personer med en bakgrund inom beteendevetenskap.

[ME1010 Organisation och kunskapsintensivt arbete](#) har som övergripande mål är att studenten ska förstå och tillägna sig perspektiv på kunskapsintensivt arbete samt förberedas inför framtida befattningar inom kunskapsintensiva branscher. I kursen ingår att intervjua en chef eller medarbetare på ett företag där man kan tänka sig att arbeta. Denna intervju ska dels analyseras utifrån kurslitteraturen och dels ska alla grupper förbereda en presentation av sina resultat. Vissa grupper lottas sedan för presentation så att urvalet speglar det stora konsultföretaget, startupföretaget samt någon annan typ av företag. Dessutom ingår som examinationsmoment

en kommunikationsövning kallat hierarkispelet där kommunikationsprocesser i en hierarkiskt uppbyggd organisation simuleras. I kursen möter studenterna personer med en bakgrund inom företagsorganisation och ekonomi.

[DD1365 Mjukvarukonstruktion](#) har [DH1600 Kommunikation...](#) som förkunskapskrav. I kursmålen ingår bland annat att a) kunna göra en bakgrunds- och genomförbarhetsstudie innan ett utvecklingsprojekt startar, b) skriva projektplaner enligt specifika utvecklingsmodeller, samla in användarkrav och analysera dessa formellt (t ex med UML) och dokumentera dessa, c) kritiskt granska och jämföra alternativa mjukvaruarkitekturer, samt skriva testrapporter, presentera projekt muntligt, göra sökningar i relevant forskningslitteratur, fackpress och summera dessa i en rapport. Det projekt som görs i grupper om drygt 10 studenter i anslutning till mjukvarukonstruktionskursen har en uppdragsgivare som normalt inte är tekniker. Härigenom krävs att studenterna har förmåga att föra en dialog även med icke-tekniker, inte minst för att förstå problemet och uppdragsgivarens önskemål. Enligt kursanalysen för senaste genomförda kursomgång (<http://www.nada.kth.se/~karlm/mvk/mvk11kursanalys.html>) anser majoriteten av studenterna själva att de uppnått målen (90% anser att de nått mål a, 83% mål b och 60% mål c). Den viktigaste kunskapskällan för deras måluppfyllelse var enligt studenternas egen bedömning projektarbetet som hjälpte 90% att uppnå kursmålen.

Det självständiga arbetet [DD143X Examensarbete inom datalogi](#) ges på vårterminen i åk 3 och har DD1365 som förkunskapskrav. Det finns en stark koppling mellan kurserna. Den teoretiska planeringen av ett projekt genomförs i DD1365 varefter det praktiska projektarbetet genomförs i DD143X och avslutas med en individuell eller parskrivna uppsats. Vi har valt att lägga upp arbetet på detta sätt då projektarbete i grupp är så oerhört viktigt för dataingenjörer.

[DA2210 Vetenskapsteori och vetenskaplig metodik för dataloger](#) läses första terminen på masterprogrammet i datalogi (motsvarande fjärde årskursen på Datateknikprogrammet). I kursmålen ingår bland annat att kunna beskriva de viktigaste momenten i vetenskapens historia, förklara innebörden av tankarna hos flera viktiga vetenskapsfilosofer, t.ex Popper och Kuhn, redogöra för de principer som används i enklare matematiska bevis samt läsa en vetenskaplig artikel i datalogi eller naturvetenskap och kunna redogöra för de principer som används i den.

Examensarbeten på både grund- och avancerad nivå examineras genom skriftlig rapport, redovisning i seminarium och muntlig opposition på annan students exjobb. Vid oppositionen visar studenten sin förmåga att som opponent sätta sig in i och kritiskt granska en annan individs arbete och att som respondent argumentera och bemöta kritik.

Alla examensarbeten på avancerad nivå genomförs individuellt. Därigenom säkerställer vi att varje student skriver en komplett rapport och gör en muntlig presentation (som betygssätts). De flesta rapporterna skrivs på engelska. Den vanligast förekommande exjobbskursen på avancerad nivå är [DD221X Examensarbete inom datalogi...](#) För kursen gäller bl.a. följande mål: *Studenten ska visa förmåga att muntligt och skriftligt klart redogöra för och diskutera sina slutsatser och den kunskap och de argument som ligger till grund för dessa.* De exjobben genomförs med grupphandledning där studenterna vid flera tillfällen gör peer review av övriga

grupppmedlemmars arbete allt eftersom det framskrider. Därigenom tränas studenterna inte bara i att ge konstruktiv kritik utan också i att utnyttja andras konstruktiva kritik. Vid den obligatoriska och betygssatta oppositionen visar studenten sin förmåga att såväl skriftligt som muntligt konstruktivt ifrågasätta argument och slutsatser i en exjobbsrapport författad av en annan student.

Värdering av studenternas måluppfyllelse

Alla studenter har vid examen god förmåga att muntligt redogöra för och diskutera sina argument och slutsatser. Denna förmåga har under utbildningens gång examinerats med succesivt ökande kravnivå, inte minst genom muntlig examination av projekt och laborationsuppgifter. Obligatoriska skriftliga examinationsinslag säkerställer på motsvarande sätt att alla studenter har en god förmåga att uttrycka sig övertygande och klart i skrift.

Under utbildningen har studenterna tränat och visat sin förmåga att samarbeta med personer och grupper med annan kulturell och etnisk bakgrund, från andra teknikområden och med icke-tekniker, ofta med en annan professionell bakgrund. Studenternas muntliga såväl som skriftliga förmåga i nationella och internationella sammanhang säkerställs genom examinationsmoment på både svenska och engelska.

Vår värdering är att de studenter som examineras från programmet har god måluppfyllelse inbegripet god förmåga att verka som ingenjör i en internationell miljö.

Mål 6 i självvärderingen

För civilingenjörsexamen skall studenten visa **insikt i teknikens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar** för hur den används, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter.

Vår tolkning av målet

Traditionellt har värderingsförmåga och förhållningssätt varit en underförstådd bieffekt av utbildningen och kurserna. Sedan 2007 har flera kursmoment och hela kurser införts i datateknikprogrammet som speciellt lyfter fram detta. Vikten av och lärandet av värderingsförmåga och förhållningssätt har härigenom blivit mycket tydligare för både studenter och lärare. I programmålen står bland annat:

Utbildningen har målet att civilingenjören i datateknik ska

- *självständigt analysera och ta ställning till ekonomiska, samhälleliga, miljömässiga och etiska konsekvenser av datatekniska tillämpningar, och utforma system med hänsyn härtill.*
- *genom egenutveckling behålla sin professionella förmåga under en yrkeskarriär.*
- *följa diskussionen om tekniken i samhället och själv bidra till denna.*

Första och tredje av dessa programmål är två olika aspekter av teknikens möjligheter och roll i samhället som programledningen ansett särskilt viktiga. Det andra målet sammanfaller med ett av de värderingsmål som inte utvärderas denna gång, och övningen av det bidrar till det utvärderade målet, vilket framgår av analysen nedan.

Redovisning och analys av studenternas måluppfyllelse

Insikt i teknikens möjligheter och begränsningar

Studenterna i datateknik får en mycket god insikt i datateknikens möjligheter genom den breda datavetenskapliga grunden, inkluderande teoretisk datalogi, programmeringsparadigm och människa-datorinteraktion, och alla kurser som visar på olika tillämpningsområden, såsom databasteknik, hållbar utveckling, datasäkerhet, artificiell intelligens, internetteknik och mängder av spårkurser och valfria kurser. Vissa kurser går särskilt in på datateknikens begränsningar, särskilt den obligatoriska kursen [DD1352 Algoritmer, datastrukturer och komplexitet](#), med kursmål såsom:

Efter kursen ska studenten kunna

- *jämföra problem med hänsyn till komplexitet med hjälp av reduktioner,*
- *förklara hur man kan hantera problem med hög komplexitet*

... för att

- *självständigt kunna konstruera datorprogram som effektivt utnyttjar tid och minne*
- *i yrkeslivet kunna identifiera och angripa problem som är orealistiskt resurskrävande eller inte alls går att lösa med dator.*

I kursen behandlas NP-svåra och oavgörbara problem och studenterna övar på att visa att problem är svåra och att finna metoder att ändå hantera dessa problem.

Flera spårkurser ger explicit insikt i både möjligheter och begränsningar inom kursernas tillämpningsområde, till exempel [DD2418 Språkteknologi](#) som bland annat har kursmålet:

- *analysera och förklara vilka språkteknologiska problem som går att lösa med tillfredsställande resultat samt vilka som ligger bortom forskningshorisonten*

Insikt i teknikens roll i samhället och människors ansvar för hur den används

Teknikens roll i samhället och människors ansvar för hur den används är ett mycket brett område som tas upp i många kurser på datateknikprogrammet. Vi ger här några utvalda exempel.

År 2007 infördes ett obligatoriskt etikmoment i årskurs 1. Det fokuserar på dataetik och avslutas med följande uppgift:

Välj ett av nedanstående ämnen och skriv en 2-3 sidor lång essä där du använder begrepp från kurslitteraturen. Försök ta hänsyn till både användarperspektivet och utvecklarperspektivet i din essä. Lämna in essän i samband med gruppövningen där de tre ämnena kommer att diskuteras.

1. *Fildelning*

Argumentera för en normativ ståndpunkt om fildelning.

2. *Kan man äga mjukvara?*

Argumentera för en normativ ståndpunkt om intellektuellt ägande av mjukvara. Bör man kunna ta patent på algoritmer? På programvara?

3. *Personlig integritet*

Behövs det nya regler och ny lagstiftning för att skydda den personliga integriteten i användningen av datateknologi? Eller har skyddet redan gått för långt? Redovisa och argumentera för en ståndpunkt.

På de obligatoriska reflektionsseminarierna på [DD1390 Programsammanhållande kurs i datateknik](#) behandlas värderingar och förhållningssätt regelbundet under tre års tid. Även etikmomentet har inlemmats i kursen, och ett moment i *Datorhistoria och datorn i samhällsutvecklingen* har införts. Ur kursmålen:

Efter kursen ska studenten kunna

- *analysera och ta ställning till samhälleliga och etiska konsekvenser av datatekniska tillämpningar,*
- *kritiskt granska och reflektera över såväl utbildningens upplägg och genomförande som den egna studieinsatsen,*
- *följa den röda tråden i utbildningsprogrammet och se progressionen i både ämneskunskaper och generiska kompetenser, i relation till utbildningens mål och den framtida yrkesrollen,*
- *identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och fortlöpande utveckla sin kompetens*

Det första citerade kursmålet bidrar direkt till det utvärderade målet, medan de tre andra

kursmålen bidrar indirekt: dels är utbildningens upplägg och mål samt den framtida yrkesrollen kopplade till teknikens möjligheter, begränsningar och roll i samhället, och dels kommer studenterna, i och med att de tränas i reflektion och ett reflekterande förhållningssätt under varje period i tre år, att ha lättare att tillämpa detta i alla sammanhang. Ett reflektionsseminarium har temat *Hur ser jag min framtida roll som D-civilingenjör och hur når jag dit?*

I datorhistoriamomentet, som görs i årskurs 2, genomförs ett projektarbete i fyrapersonsgrupper. Grupperna väljer källmaterial från en lista med över 40 så kallade vittnesseminarier från projektet [Från matematikmaskin till IT](#), samlade av Tekniska museet. Exempel är

Radiokommunikationsutvecklingens betydelse för mobilteleindustrin och Införandet av streckkoder i Sverige. Varje grupp enar sig sedan om en specifik frågeställning om datorn i samhällsutvecklingen som ska utredas med hjälp av vittnesseminariet och annat historiskt material. Arbetet rapporteras både skriftligt och muntligt. En stor del av rapporterna ägnas åt datateknikens roll i samhället och dess samhällsrelaterade konsekvenser ur olika aspekter. Alla reflektionsdokument och datorhistoriarapporter arkiveras, så att måluppfyllelsen kan granskas i detalj. Här följer ett utdrag från en rapport från våren 2012 med titeln *Tidiga söksystem*, som visar hur teknologerna i kursen analyserar och tar ställning till datateknik i samhällsutvecklingen: *De tekniska svårigheterna med att få in sökfrågan i systemet har genom åren helt försvunnit i och med ökad förståelse för design och de grafiska gränssnitt detta har fört med sig. Avancerade söktekniker kan fortfarande vara användbara, men har ändå hamnat i skymundan i och med dagens internetbaserade söktjänster som ofta hittar relevant material bara utifrån lösryckta sökord. Man kan säga att de personer som under 60- och 70-talet stod mellan användaren och informationen har kommit att ersättas av teknik. Hindren mellan sökaren och det som söks har dessutom förminskats, inte minst i samband med terminalernas uppkomst där enskilda användare enkelt kom åt det centrala systemet. Detta kombinerat med ökad lagringskapacitet och processorkraft har möjliggjort fulltextsökning och överlag förenklat sökprocessen.*

Inom ramen för kursen läser samtliga studenter någon gång under sina första tre år en modul om prokrastinering (att mot bättre vetande skjuta upp saker) och teknikstress, med fokus på datateknikens roll i detta. Datateknikens centrala roll i samhället belyses i ett teknikkritiskt perspektiv tydligt genom detta, vilket är viktigt då civilingenjörsstudenter ofta kommer till utbildningarna med en tämligen okritisk inställning till teknik och en mycket stor tilltro till teknikens odelade positiva effekter. Genom momentet, som är uppbyggt kring läsning av litteratur inom området, skriftlig självreflektion kring sin egen situation diskussion i seminarieform, belyses hur mycket tid som i samhället ägnas åt bland annat medieanvändning och den stress som kan uppstå genom detta (beroendesymptom på att kolla e-post, facebook mm). Vidare tas ekonomiska aspekter och arbetsmiljöaspekter av detta upp, såsom det produktivitsbortfall som uppstår genom att mycket tid ägnas åt att hitta ursäkter för sig själv för att börja med det man borde göra och den stress som uppstår genom detta. I modulen ingår också olika metoder för att använda teknik för att undvika prokrastinering och teknikstress, samt viss inslag av designaspekter för hur teknik kan utformas för komma till rätta med problemen.

Kursen [DD1339 Introduktion till datalogi](#) som går över hela första läsåret ger en god insikt i den

professionella datateknikernas roll i arbetslivet. Ett av kursmålen lyder:

Efter fullgjord kurs ska kursdeltagare kunna

- *delta i professionell programmeringsverksamhet och känna till programmerarens olika roller och uppgifter*

Teknikens, speciellt datateknikens, roll i samhället och människors ansvar för hur den används tas upp ur fem olika perspektiv i kurserna Hållbar utveckling (hållbarhetsperspektivet), Människa-datorinteraktion (såväl arbetsmiljöaspekter som ekonomiska och organisatoriska aspekter), Organisation och kunskapsintensivt arbete (organisationsperspektivet inom kunskapsintensiva verksamheter), Datasäkerhet (datasäkerhets- och integritetsperspektivet), Vetenskapsteori och vetenskaplig metodik (vetenskapliga och etiska perspektivet). Här följer kursmål från de uppräknade kurserna som visar på dessa insikter.

[AG1814 Hållbar utveckling för datateknik](#)

Kursens mål är att du efter att ha genomgått kursen ska kunna:

- *presentera och diskutera begreppet hållbar utveckling och vad det kan innebära, främst kopplat till miljöproblem och sociala aspekter*
- *presentera politiska mål för hållbar utveckling som samhället ställer upp*
- *redogöra för kopplingar mellan ekologiska-sociala-och tekniska system, hur de påverkar varandra och vad det finns för begränsningar*
- *redogöra översiktligt för människans inverkan på klimat och ekosystem*
- *förklara och diskutera datateknikens relevans för hållbar utveckling*
- *på en övergripande nivå analysera konsekvenser för hållbar utveckling av datatekniska tillämpningar och föreslå utformning av system med hänsyn till det*

[DH1620 Människa-datorinteraktion, inledande kurs](#)

Genom att gå kursen Människa-datorinteraktion, inledande kurs, förväntas du kunna:

- *relatera teorier och metoder inom människa-datorinteraktion till ekonomiska faktorer*
- *relatera teorier och metoder inom människa-datorinteraktion till organisatoriska faktorer*

[ME1010 Organisation och kunskapsintensivt arbete](#)

Efter fullgjord kurs ska teknologen kunna följande:

- *Beskriva hur man i kunskapsintensiva verksamheter kan/bör ta hänsyn till hållbar utveckling.*
- *Sätta sig in i och kunna beskriva ett specifikt problem/utvecklingsuppgift inom en kunskapsintensiv verksamhet.*
- *Kunna analysera ett specifikt problem/utvecklingsuppgift utifrån ett ägare-, användare-, lednings- och medarbetarperspektiv.*

[DD2395 Datasäkerhet](#)

Efter kursen ska studenten kunna

- *känna igen hot mot konfidentialitet, integritet, och tillgänglighet i system,*
- *välja motåtgärder mot identifierade hot och argumentera för deras tillämplighet,*
- *jämföra motåtgärder och utvärdera deras bieffekter*

[DA2210 Vetenskapsteori och vetenskaplig metodik för dataloger](#)

Efter avslutad kurs skall studenten kunna

- *förklara skillnaden mellan vetenskap och pseudovetenskap*
- *identifiera etiska problem i olika vetenskapliga situationer och kunna resonera kring dem*

Vidare ges studenterna konkreta exempel på teknikens roll i samhället inom programutvecklingsprojekt och exjobb med uppdragsgivare från industrin, myndigheter eller andra organisationer. I målen för den vanligaste exjobbskursen på avancerad nivå, DD221X ingår: *Studenten ska visa förmåga att bedöma eget och andras arbeten med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhällseliga och etiska aspekter.*

Det finns stort utrymme för valfrihet inom datateknikprogrammet och många valfria kurser fördjupar studenternas insikter ytterligare. Exempel på sådana kurser är

[AE1706 Den globale ingenjören - att arbeta internationellt](#)

[AK2003 Teknik och etik](#)

[AK1202 History of Science and Technology](#)

En kurs som väljs av ungefär hälften av D-teknologerna är DA2190 Allmän bildning. Kursen är såvitt vi vet unik genom att den ger studenterna en kulturell snabbildning i syfte att kunna kommunicera i icke tekniska sammanhang, som på debattsidor i tidningar och i kulturtidskrifter. Lärandemålen säger bland annat:

Efter kursen ska studenten kunna

- *använda inslag från allmän bildning i skrift och tal*

för att

- *kunna delta i samtal och debatt med andra än tekniker*

Både individ, näringsliv och samhälle har snabbt kommit att bli beroende av IT samtidigt som det finns viktiga frågeställningar som berör sårbarhet relaterad till datasäkerhet. En tydlig begränsning i tekniken är att den kan sluta att fungera beroende på olyckshändelse, naturkatastrof, brottslig verksamhet e.d. I kursen [DD2395 Datasäkerhet](#) lär sig studenterna att resonera om och reflektera över sådana aspekter.

Värdering av studenternas måluppfyllelse

Vår värdering är att de studenter som examineras från programmet når god måluppfyllelse vad gäller värderingsförmåga och förhållningssätt primärt genom att följa den programsammanhållande kursen vars 12 examinerade och progressivt mer utmanande reflektionsuppgifter ger träning i och uppmuntran till att även i andra kurser och sammanhang reflektera över utbildningen, civilingenjörnsrollen, datatekniken och samhället. I kursenkäten för årskurs 1-3 våren 2012 ställdes frågan: *Har du vid sidan av Prosam lärt dig mer om och reflekterat över yrkesrollen?* 77% svarade *Ja i hög grad* eller *Ja i viss grad* (100% svarsfrekvens), vilket visar att programmets mål att utbilda den medvetna och reflekterande civilingenjören som ständigt utvecklas kanske är fullt möjligt att uppnå.