

UTREDNING –

GRUNDLÄGGANDE DATORTEKNISKA KURSER VID D&IT

*Per Larsson-Edefors
Arne Linde
Lars Mattson
Jonas Vasell
Roger Johansson*

17 Januari 2011.

SAMMANFATTNING

Vi föreslår och rekommenderar i denna rapport ett antal förändringar av den grundläggande utbildningen inom digital- och datorteknik.

1. Ett grundläggande utbildningspaket omfattande två kurser bör införas som är gemensamt för alla D-, E-, IT-, och Z-utbildningar, som inte bara ska ge en grund för några specialiseringsinriktningar utan också ska ge en allmänt tillämpbar ingenjörskompetens.
2. Relationen till och samverkan med utbildningen inom programmeringsteknik bör utvecklas så att denna både är relevant för de behov som krävs för datortekniska tillämpningar utöver ren programmering, och så att den även i högre utsträckning kan bygga på en djupare förståelse för datorns funktion och beteende. Nödvändig utbildning inom grundläggande programmeringsteknik (som t.ex. klassisk imperativ procedurell programmering i C) kan dock inte tillåtas att ta utrymme från den grundläggande utbildningen i digital- och datorteknik.

Utbildningen i digitalteknik behöver och ska inte bara motiveras utifrån konstruktion av datorkomponenter, utan behöver också förankras i praktiska tillämpningar där digitala komponenter utnyttjas i samverkan med datorkomponenter för att t.ex. realisera omvärldsgränssnitt för datorsystem.

INNEHÅLL

1	Introduktion och bakgrund.....	4
1.1	Arbetsgrupp	4
1.2	Historik	4
2	Den aktuella situationen.....	6
2.1	Omvärlden.....	6
2.2	Dagens studieplaner.....	6
2.3	Litteratur	6
3	Förslag till förändringar	8
3.1	Teman för förnyelse	8
3.1.1	Datorn som komponent.....	8
3.1.2	Bred praktisk introduktion.....	8
3.1.3	Mer datorteknik än programmeringsteknik	8
3.2	Strukturering av ämnesområdet	9
3.2.1	Grundläggande digitala koncept.....	9
3.2.2	Grundläggande digitala kretsar	10
3.2.3	Datorns funktion.....	10
3.2.4	Datorns organisation	10
3.2.5	Datorn i praktiken.....	10
3.2.6	Datorn som komponent.....	10
3.2.7	Lågnivåprogrammering.....	10
3.2.8	Assemblerprogrammering	10
3.2.9	C-programmering för inbyggda datorsystem	11
3.2.10	Konstruktion av digitala system	11
3.3	Reviderade kursers placering i befintliga studieplaner	11
4	Slutsatser och rekommendationer	13

1 INTRODUKTION OCH BAKGRUND

Institutionen D&IT har från utbildningsområde EDIT fått i uppgift att göra en översyn av grundkurserna inom Digital- och datorteknik samt Maskinorienterad programmering. Uppdraget är att, i samråd med berörda programledare och övriga intressenter, se över grundkurserna inom Digital- och datorteknik samt Maskinorienterad programmering enligt de riktlinjer som ges i projektuppdraget från utbildningsområdet (se bilaga 1).

1.1 ARBETSGRUPP

Arbetsgruppen består av Roger Johansson, Per Larsson-Edefors, Arne Linde, Lars Mattson (MECEL AB) och Jonas Vasell, där den senare har rollen som sammankallande.

1.2 HISTORIK

Den nuvarande kursen "Digital och datorteknik" har en lång historia med rötter i 1980-talet, vid denna tid gavs kursen för F,M och Kf. På E respektive D-linjerna gavs ämnena större utrymme och utgjordes då av kurser "Digitalteknik", "Datorteknik del A" samt "Datorteknik del B".

Dagens kurser, stammar direkt från den kurs som infördes på D-linjen i samband med "D++"-projektet 1994-1996[1]. Vid denna tid omfattade kursen totalt 9 p, uppdelade i tre delkurser. Under åren 1995-2001 gavs kursen i två snarlika instanser för D- respektive Z- linjen.

I samband med omläggningar av studieplaner 2001, syftande till enhetligare storlek (2 kurser per läsperiod) förändrades också 9-poängsblocket om tre kurser till att omfatta totalt 10 poäng uppdelade på två delkurser. År 2005 gjordes ytterligare förändringar som innebar uppdelningen i de kurser vi i dag känner som "Digital och datorteknik", samt "Maskinorienterad programmering".

Fr.o.m. 2001 har kursen i "Digital och datorteknik" getts (inom obligatoriet) för linjerna E,D,Z,I,IT. På E och I-linjerna är kursen inte längre obligatorisk. Kursen i "Maskinorienterad programmering" ges sedan 2005 som obligatorisk kurs inom D-, Z- respektive IT- linjerna. Sammanfattningsvis ges alltså båda kurserna i dag (2011) inom obligatoriet för D,Z och IT-linjerna. Ytterligare två kurser, med samma namn, ges dessutom för de treåriga högskoleingenjörslinjerna DAI, EI och MEI.

På de tre civilingenjörslinjerna ges kursen i "Digital och datorteknik" tidigt (LP2/åk1 för D,Z och LP1/åk1 för IT) och inga speciella eftergymnasiala förkunskapskrav ställs därför. Kursen i "Maskinorienterad programmering" ges för D- och Z- linjerna omedelbart efter "Digital och datorteknik" (LP3/åk1) medan, på IT-linjen kursen i stället ges drygt ett år (LP2/åk2) efter "Digital och datorteknik". På högskoleingenjörsprogrammen DAI och EI ges båda kurserna i åk1, medan MEI läser "Digital och datorteknik" i åk1 och "Maskinorienterad programmering" i åk2.

De olika instanserna av kursen "Digital och datorteknik" som ges för civilingenjörsprogrammen, har de sista tre åren konformerats och är i dag så lika att man delar examinationstillfällen (samma tentamen). På motsvarande sätt är kurserna på högskoleingenjörsprogrammen gemensamma för dessa tre linjer. På IT-linjen ges som sagt kursen i "Maskinorienterad programmering" i åk2 och detta innebär att man här har betydande förkunskaper (programmeringsteknik) som inte delas på D och Z-linjerna. På grund av att IT-linjens förkunskaper inför "Maskinorienterad programmering" skiljer sig just denna instans något från D- och Z- linjen.

I båda kurserna ingår omfattande laborativa moment i undervisningen. Laborationsutrustningen som används i "Digital och datorteknik" utvecklades på dåvarande inst. för datorteknik framför allt under åren 1992-1998. Till den fysiska laborationsutrustningen har också simulatorer utvecklats samt omfattande egenproducerade

läromedel där dessa simulatorer beskrivs. Dagens laborationsutrustning för kursen i "Digital och datorteknik" har alltså i princip varit i bruk sedan 1995.

Laborationsutrustningen för kurserna i "Maskinorienterad programmering" började användas 2005 och är speciellt utvecklad för undervisningsändamål. Utrustningen är uppbyggd kring en modern microcontroller (Freescale HCS12) som dessutom är mycket vanlig i industriella tillämpningar inte minst i fordonselektronik. Även för denna utrustning finns simulatorer och programutvecklingsverktyg speciellt utvecklat för undervisningssyften. Här finns också omfattande institutionsproducerat läromedel som bland annat behandlar laborationsutrustningen.

2 DEN AKTUELLA SITUATIONEN

2.1 OMVÄRLDEN

Arbetsgruppen har studerat motsvarande kurspaket från de tekniska högskolorna i Lund (LTH), Linköping (LiTH) och Luleå (LuTH), se Bilaga 2. Även studieplaner från KTH i Stockholm har granskats, där har det dock varit mera oklart om kurspaketen kan betraktas som likvärdiga. Vi har slutligen haft tillfälle att studera upplägget hos University of Texas at Austin (USA).

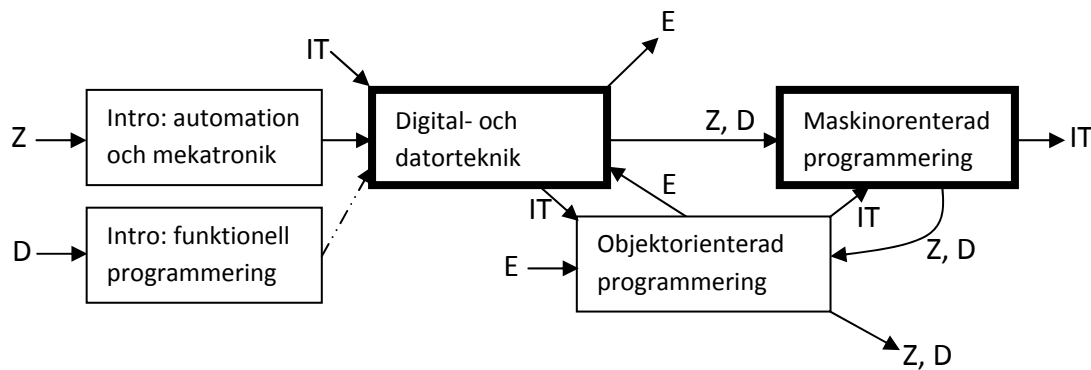
Man kan konstatera är att LTH och LiTH har en gedigen och traditionell uppläggning av området med handfasta laborationer på maskinvara och komponenter. På LuTH lär man ut VHDL tidigt och använder sig i huvudsak av simulatorer för laborationerna. Alla lärosäten förutom KTH hade en omfattning av obligatoriska kurser inom området som är större än Chalmers.

Beträffande kursers upplägg (innehåll och undervisningsformer) kan man vidare konstatera att Chalmers, Lund, Linköping och Luleå har en liknande uppdelning mellan laborationer och övriga undervisningsformer. Laborationerna ges en framträdande roll. Innehållsmässigt är det klart att kurserna på Chalmers närmast står att likna med upplägget vid University of Texas.

En detaljerad redovisning av dessa lärosätens kurser inom ämnesområdet, med referenser, finns i bilaga 2.

2.2 DAGENS STUDIEPLANER

Ämnesområdets kursers placering i dagens studieplaner visar att förkunskaper kan vara mycket varierande mellan studenter från de olika utbildningsprogrammen. Följande figur avser illustrera hur det finns åtminstone tre vägar genom kurspaketet.



IT, DAI, EI och MEI läser "Digital och datorteknik" tidigt, följt av en kurs i objektorienterad programmering och därefter "Maskinorienterad programmering".

E (allmän inriktning) läser objektorienterad programmering följt av "Digital och datorteknik".

D och Z läser kurser (funktionell programmering respektive introduktion till automation) som kan sägas ha relevans för (dock ej förkunskapsgrundande) "Digital och datorteknik". Därefter följer "Maskinorienterad programmering" och slutligen en kurs i objektorienterad programmering.

2.3 LITTERATUR

Följande litteratur används inom kurserna i dag:

- Grundläggande digital- och datorteknik. Johnson, Larsson, Arebrink. Kompendium Inst DoIT 2008.
- Arbetsbok för Digiflex. Arebrink, Johansson, Snedsböl 2008. ISBN 91-89280-23-7
- Arbetsbok för MC12. Johansson, Snedsböl. GMV 2008. ISBN 91-89280-22-9.

Dessutom används institutionsproducerat material i form av "stenciler" omfattande övningsmaterial/laborationsmaterial i form av exempelsamlingar, instruktionslistor och "lathundar" att användas vid tentamen. Praktiskt taget all litteratur är på svenska. Institutionsproducerat material distribueras till eleverna såväl elektroniskt som i tryckt form.

Som ersättning för dagens litteratur har följande böcker studerats och diskuterats under möten:

- Computer organisation and architecture, designing for performance. Stallings. Pearson 2006. ISBN 0-13-185644-8.
- Structured computer organisation. Tanenbaum. Pearson 2006. ISBN 0-13-148521-0.
- Introduction to computing systems. Patt, Patel. McGrawHill 2005. ISBN 007-124501-4.
- Essentials of computer architecture. Comer. Pearson 2005. ISBN 0-13-149179-2.
- Computer systems design and architecture. Heuring, Jordan. Pearson 2004. ISBN 0-13-191156-2.
- Datorsystem Program- och maskinvara. Mats Brorsson. Studentlitteratur 1999. ISBN 978-91-44-01137-0.
- Computer organisation & design the hardware/software interface. Pattersson, Hennessy. Morgan-Kaufmann publishers 1994. ISBN 1-55860-281-X.
- Computer architecture a quantitative approach. Pattersson, Hennessy. Morgan-Kaufmann publishers 1990. ISBN 1-55860-069-8.

3 FÖRSLAG TILL FÖRÄNDRINGAR

3.1 TEMAN FÖR FÖRNYELSE

Detta arbete har medfört att några "teman för förnyelse" utkristalliserats, det vill säga allmänna inriktningar och principer som arbetsgruppen tyckt vara viktiga. Dessa teman har varit en väsentlig grund för de slutsatser och rekommendationer som vi kommit fram till. Vi redogör för i närmast följande avsnitt.

3.1.1 DATORN SOM KOMPONENT

I dagens kurser inom området så läggs huvudsakligt fokus när det gäller datortekniken dels på datorns inre uppbyggnad som digitalt system, och dels på datorn som en fristående exekveringsmaskin för tillämpningar som bygger på datorn som ett fristående system. Detta utelämnar dock att stort och viktigt tillämpningsområde för datorteknik där datorn mer ses som en integrerad komponent i ett annat system (ofta kallas detta för inbyggda system). Detta är förmodligen det allra vanligaste tekniska tillämpningsområde som kräver en datorteknisk förståelse för många ingenjörer.

Ett sätt att förändra fokus är att i högre utsträckning ta datorns grundläggande funktion, organisation, och egenskaper som komponent som utgångspunkt. Digitaltekniken, som är ett väsentligt kompetensområde inom datorteknik, behöver inte nödvändigtvis förklaras och motiveras enbart med utgångspunkt i processorns realisering, utan kan även introduceras genom realisering av de komponenter som krävs för att processorn på olika sätt ska kunna interagera med sin omgivning. På samma sätt bör programmeringen av datorn på låg nivå inte ses enbart ur ett programmeringstekniskt perspektiv, utan den bör i högre utsträckning dels relatera till datorns uppbyggnad, och dels visa på maskinnära tekniker som krävs för att datorn ska kunna interagera med sin omgivning.

3.1.2 BRED PRAKTISK INTRODUKTION

De kurser som ska ingå i det introducerande kurspaketet inom digital- och datorteknik som föreslås här ska kunna delas av flera olika utbildningsprogram. Detta innebär att kurserna ska vara användbara för såväl de studenter som kommer att gå vidare med fördjupning inom samma ämnesområde (t.ex. digitalteknik, datorteknik, datorsystemteknik, eller mastersprogram som Konstruktion av inbyggda elektroniksystem), som för de studenter för vilka tillämpningar av datorn står mer i fokus (t.ex. programmeringsteknik, automationsteknik). För ytterligare andra kommer ämnesområdet inte alls att utgöra en särskild grund för vidare utbildning, men ska istället utgöra ett viktigt praktiskt verktyg i den moderna ingenjörens verktygslåda.

Detta bör omsättas i följande tre principer för nya grundkurser inom ämnet:

- Praktiskt användbar bredd. Hellre än fördjupning utöver vad som krävs för fortsatta studier inom området, ska kurserna se till att ge grundläggande insikter i flera olika aspekter av datorteknik.
- Kurserna ska kunna stå för sig själva. Med detta avses främst att kurserna ska ha ett innehåll som är meningsfullt och användbart oavsett om man går vidare med fördjupning inom ämnesområdet eller relaterade tillämpningsområden. I möjligaste mån, men med vissa undantag, ska kurserna inte kräva förkunskaper från andra delar av ingenjörsutbildningen.
- Kurserna ska sträva mot en grundläggande ingenjörskompetens inom området.

3.1.3 MER DATORTEKNIK ÄN PROGRAMMERINGSTEKNIK

I existerande kurser får särskilt kursen i maskinorienterad programmering ta en roll av utbildning i programmeringsteknik i grundläggande imperativ programmering och programspråket C, eftersom denna kompetens inte ges på annat håll i utbildningsprogrammen. Dessa kunskaper är i praktiken viktiga verktyg för

många ingenjörer som arbetar med olika typer av praktisk tillämpning av grundläggande datorteknik, oavsett om det gäller hårdvarunära inbyggda system eller systemprogrammering på låg nivå.

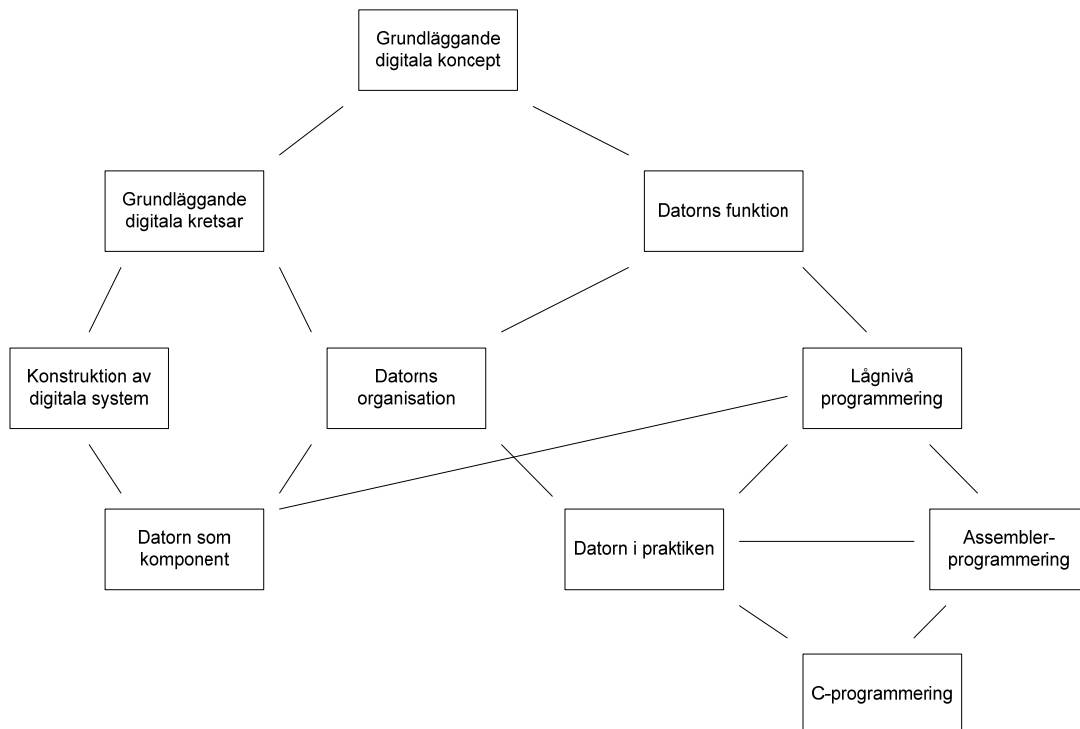
Kunskapsstoffet som förmedlas i existerande kurser är alltså i högsta grad relevant, men det innebär också tyvärr att allför lite utrymme ges åt möjligheter att anknyta denna programmering till digital- och datorteknik. Det finns också en risk att kursen med sin placering inom det digital- och datortekniska kursutbudet kan tappa i förankring till övrig utbildning inom programmeringsteknik.

Det är därför i hög grad önskvärt att åtminstone introducerande delar av den programmeringsteknik som idag ingår i kursen Maskinorienterad programmering kan ges inom ramen för andra kurser som ingår i utbudet inom programmeringsteknik, och att denna introduktion har en sådan placering i utbildningsprogrammen att den kan användas som förkunskapskrav för åtminstone den andra av de två kurser inom digital- och datorteknik som föreslås här. Det ger då ett välbehövligt utrymme för att i högre grad fördjupa dels förståelsen för hur programmering i högnivåspråk som C anknyter till datorns grundläggande funktion, och dels kunskaperna i programmering av interaktion med omvärlden.

3.2 STRUKTURERING AV ÄMNESOMRÅDET

I detta avsnitt åskådliggörs hela ämnesområdet nedbrutet i delområden. Vi vill dock lämna öppet för en slutlig fördelning mellan de ingående kurserna i samband med den faktiska kursutvecklingen eftersom en lämplig fördelning är svår att göra utan en mer detaljerade planering av respektive delområde.

Delområdena med inbördes relationer illustreras i figuren nedan. En ungefärlig progression i tiden är underförstådd uppifrån och ned.



3.2.1 GRUNDLÄGGANDE DIGITALA KONCEPT

Ska ge en grund för att förstå och representera digitala system generellt, utan att behöva gå in på digitala kretsars realisering.

- Grundläggande grindar och boolesk algebra
- Kodning med binära tal, av tal, tecken, instruktioner, adresser m.m.
- Digitala system på registernivå (RTL-representation)

3.2.2 GRUNDLÄGGANDE DIGITALA KRETSAR

Fokus här är att introducera hur digitala kretsar och system kan realiseras.

- Realisering av digitala system; från switch-nivå och upp till olika typer av digitala system.
- Introduktion till modellering av digitala system.
- Tidsegenskaper; synkronisering, fördröjningar

3.2.3 DATORNS FUNKTION

Detta delområde är avsett att introducera hur datorn fungerar på en grundläggande principiell nivå utan att gå in på hur datorns komponenter byggs upp som digitala kretsar.

- von Neumann
- Programmerarens bild av datorn
- Centralenhet och maskininstruktioner
- Minne och adressrum
- I/O

3.2.4 DATORNS ORGANISATION

Avser att introducera hur en dator kan realiseras som ett digitalt system på registernivå och uppåt.

- Dataväg
- Styrenheter
- Minneshierarkier
- Omvärldsgränssnitt

3.2.5 DATORN I PRAKTIKEN

Baserat på profession kan för vissa olika typer av datorer vara viktiga arbetsredskap, för andra mer en del av någon hemelektronik, en tredje grupp, med typiska ingenjörsarbetsuppgifter, använder och eller konstruerar datorsystem. Detta delområde syftar till att anknyta det som gått igenom i övriga delområden till hur datorer fungerar och byggs upp i praktiken.

3.2.6 DATORN SOM KOMPONENT

Tanken med detta delområde är att visa på att datorn inte bara är fristående programmerbart system, utan också mycket ofta är att se som en komponent i större system, där interaktion mellan datorn och andra systemkomponenter eller omvärlden är viktig på såväl mjuk- som hårdvarunivå. Delområdet ska genom laborationsmoment också ge praktiska direkt tillämpbara ingenjörskunskaper inom hård- och mjukvara för inbyggda system, samt lägga grunden till att i senare kurser förstå operativsystemets roll i förhållande till hårdvara.

- Inbyggda system
- Microcontrollers ("en-chips datorer")
- Gränssnitt mot digitala system
- Gränssnitt mot analoga system
- Koppling mellan hård- och mjukvara; avbrott, polling, mm
- Drivrutiner
- Operativsystem

3.2.7 LÅGNIVÅPROGRAMMERING

Detta delområde har en nära anknytning till området Datorns funktion, och handlar om den allra mest grundläggande nivån av programmering, där en förståelse för olika typer av maskininstruktioner är central.

- Olika typer av instruktioner; aritmetik, styrflöde, lagring, I/O, etc.
- Sätt att koda instruktioner
- Introduktion till adresseringsmoder

3.2.8 ASSEMBLERPROGRAMMERING

Konstruktion av assemblerprogram krävs för funktionalitet som inte låter sig implementeras i något högnivåspråk (avbrottsshantering, direkt användning av processorns register etc.). Det är ofta viktigt att kunna läsa (och förstå) assemblerkod. Det är nödvändigt med viss ("tillräcklig") förmåga att reproducera

assemblerkod. Det är också väsentligt med en förståelse för när direkt implementering i assemblerprogram är att föredra framför implementering i något högnivåspråk (prestanda, tidsdeterminism etc.).

3.2.9 C-PROGRAMMERING FÖR INBYGGDA DATORSYSTEM

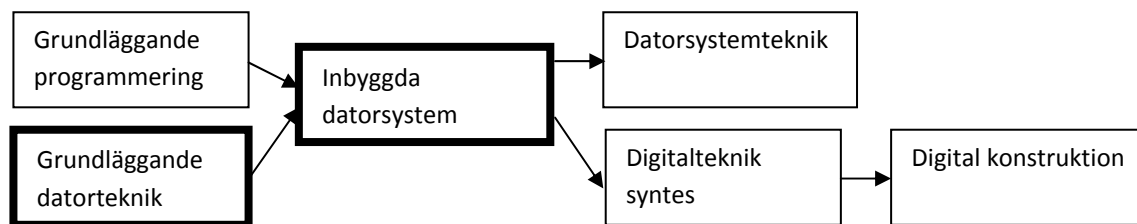
Program utvecklade i standardiserade varianter av C är mycket vanligt exempelvis i olika typer av "inbäddade system" och i systemprogrammering på lägre nivå. Kopplingen mellan C och assemblyspråket måste här speciellt framhållas. Fokus ska ligga på hur C kan användas för lågnivåoperationer och gränssnitt mot omvärlden. Som påtalats tidigare är det viktigt att ren programmeringsteknik i imperativa språk i så stor utsträckning är en förkunskap och inte får ta utrymme från ovan beskrivna fokus.

3.2.10 KONSTRUKTION AV DIGITALA SYSTEM

Detta delområde handlar om visa på hur olika grundläggande typer av digitala system kan byggas upp, att ge en introduktion till metoder som till exempel modellering i hårdvarubeskrivande språk, att ge en grundläggande förståelse för digitala komponenters egenskaper, samt att presentera olika typer av realisering av digitala system.

3.3 REVIDERADE KURSERS PLACERING I BEFINTLIGA STUDIEPLANER

För att undvika förvecklingar föreslås kurser med de nya arbetsnamnen "Grundläggande datorteknik" respektive "Inbyggda datorsystem" som ersättare för "Digital och datorteknik" respektive "Maskinorienterad programmering". Vi föreslår ett flöde genom kurserna enligt följande figur där huvudsakligen ämnesrelevanta kurser medtagits.



Speciellt ska noteras att kursen "Grundläggande datorteknik" precis som tidigare inte bör ha några specifika eftergymnasiala förkunskapskrav, medan kursen "Inbyggda system" ska förutsätta såväl "Grundläggande datorteknik" som någon grundläggande kurs i programmeringsteknik.

3.3.1.1 GRUNDLÄGGANDE DATORTEKNIK

Denna kurs avser att ge en grundläggande introduktion till datorers funktion och uppbyggnad på en digitalteknisk nivå. Den ska ge tillräcklig grund dels för de delområden som täcks in av nästa föreslagna kurs i Inbyggda datorsystem, och dels för fortsättningskurser i såväl datorsystemtekniska ämnen som programmeringsteknik. Eventuellt kan det vara lämpligt att ge denna kurs som en förberedelse även till den grundläggande programmeringskurs som föreslås som förkunskapskrav till kursen i Inbyggda datorsystem för att på så sätt förstärka kopplingen mellan datorteknik och programmeringsteknik.

Jämfört med dagens kurs Digital- och datorteknik är den främsta skillnaden en förskjutning i tyngdpunkt från ett digitaltekniskt perspektiv på datorns funktion och uppbyggnad till att i större utsträckning lägga en grund till att förstå datorn som exekveringsmaskin för program, samt att anknyta till hur de grundläggande principerna för datorn anknyter till praktisk användning och realisering av datorsystem. Datorns uppbyggnad som digitalt system ska självklart fortfarande beröras, men detta ska drivas framförallt utifrån att öka förståelsen för datorers uppbyggnad och de konsekvenser denna har på datorers grundläggande egenskaper som till exempel prestanda, snarare än att använda datorns uppbyggnad som ett avancerat exempel på konstruktion av olika typer av digitala komponenter och system.

Av de ämnesmässiga delområden som presenterats ovan är tanken att främst de följande omfattas av denna kurs:

- Grundläggande digitala koncept
- Grundläggande digitala kretsar
- Datorns funktion
- Lågnivåprogrammering
- Datorns organisation
- Datorn i praktiken

Laborationer i denna kurs genomförs med fördel med simulatorer där exekvering av lågnivåprogram kan följas steg för steg. Det har även föreslagits att som en led i introduktionen till grundläggande digitala kretsar så bör någon form av enkel laboration genomföras som lägger en grund för att förstå digitala kretsars elektriska egenskaper, fördröjningstider och liknande.

3.3.1.2 INBYGGDA DATORSYSTEM

Denna kurs som kan ses som en ersättare för dagens kurs Maskinnära programmering är tänkt att omfatta följande av ämnesområdets delområden:

- Assemblerprogrammering
- C-programmering av inbyggda datorsystem
- Datorn som komponent
- Digital konstruktion

Syftet med denna kurs är att både ge en praktisk förståelse för hur datorn kan användas i kombination med programmering som en systemkomponent som inte enbart är mjukvaruorienterad, samt att använda denna typ av tillämpning av datortekniken för att lära ut grunder i konstruktion av digitala system. Vidare ska kursen ge en möjlighet till träning i grundläggande programmeringsteknik, och visa på hur datorns egenskaper behöver samspela med programkonstruktioner för att nå krav på prestanda.

En väsentlig skillnad mot dagens kurs i Maskinnära programmering är alltså att tyngdpunkten i kursen ska förflyttas från programmeringsteknik till tillämpad datorteknik och konstruktion av digitala system. För detta krävs då att nödvändiga grunder i programmeringsteknik, som till exempel imperativ programmering, kan förmedlas i en grundkurs i programmeringsteknik som föregår denna kurs.

Laborationerna i denna kurs föreslås genomföras med hjälp av det stora urval av microcontroller-system med tillhörande utvecklingsmiljöer som finns på marknaden. Uppgifterna kan med fördel vara av projektnatur och väva samman datorteknik, programmering, och digital konstruktion.

3.3.1.3 LITTERATUR

En slutsats av den litteraturgenomgång vi presenterat i avsnitt 2 är att ingen bok är lämpad för direkt användning mot bakgrund av nuvarande kursplan. Ett bivillkor enligt arbetsgruppens uppdragsbeskrivning är också att engelsk litteratur ska användas varför vare sig idag använd litteratur eller "Brorsson" kan komma i fråga. Efter anpassning av kursplanebeskrivningar är därför "Introduction to computing systems" den kursbok som anses lämpligast av den genomgångna litteraturen. Det bör dock understrykas att införande av ny kursbok kräver omfattande kursutvecklingsarbete i form av nya laborationer, nytt övningsmaterial etc. Ytterligare speciellt kursmaterial kopplat till laborationsutrustning lär också vara nödvändigt.

4 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Dator- och digitalteknik utgör ett centralt kompetensområde och verktyg för många ingenjörer oavsett inriktning i övrigt, vilket tyvärr inte reflekteras i ingenjörsutbildningarna i den omfattning som motiveras av näringslivets krav. Vi har kunnat konstatera att de utbildningsinslag som finns inom området varierar betänkligt mellan olika utbildningsprogram, att den grundläggande utbildning som finns idag brister i att ge bra grund för yrkesmässig tillämpning, samt att väsentliga delar av det utrymme som ges ämnesområdet istället fokuserar på att fylla hål i den programmeringstekniska utbildningen.

Mycket av den datortekniska utvecklingen har varit inriktad på att få fram allt snabbare och effektivare datorer som verktyg för beräkningar, datahantering, och kommunikation. Alla ingenjörer förväntas idag ha åtminstone grundläggande kompetens i att utnyttja dessa kraftfulla verktyg genom programmering. Detta har dock lett till en ökande kompetensklyfta där datorteknik blivit ett allt snävare specialismråde för dem som ägnar sig åt konstruktion av datorer, och kunskapen hos programmerare om vad som påverkar datorsystems beteenden samt de möjligheter till alternativa tekniklösningar som datortekniken erbjuder har blivit eftersatt.

Kunskaper i digital- och datorteknik är alltså inte något som bara den som konstruerar datorhårdvara behöver. En förståelse för datorteknik är väsentlig även för programmerare, speciellt i prestandakritiska och resursbegränsade system, och för alla de data-, elektro-, och automationsingenjörer som behöver konstruera avancerade hårdvarukomponenter och inbyggda system där mikroprocessorer och digitala komponenter är väsentliga inslag. Detta är områden som många ingenjörer konfronteras med i sin profession, oavsett specialisering i övrigt. Utbildningen inom datorteknik och digitalteknik behöver förändras för att bättre tillgodose dessa kompetensområden.

Vi har därför i denna rapport föreslagit och rekommenderar ett antal förändringar av den grundläggande utbildningen inom digital- och datorteknik.

1. Ett grundläggande utbildningspaket omfattande två kurser bör införas som är gemensamt för alla D-, E-, IT-, och Z-utbildningar, som inte bara ska ge en grund för några specialiseringsinriktningar utan också ska ge en allmänt tillämpbar ingenjörskompetens.
2. Relationen till och samverkan med utbildningen inom programmeringsteknik bör utvecklas så att denna både är relevant för de behov som krävs för datortekniska tillämpningar utöver ren programmering, och så att den även i högre utsträckning kan bygga på en djupare förståelse för datorns funktion och beteende. Nödvändig utbildning inom grundläggande programmeringsteknik (som t.ex. klassisk imperativ procedurell programmering i C) kan dock inte tillåtas att ta utrymme från den grundläggande utbildningen i digital- och datorteknik.
3. Utbildningen i digitalteknik behöver och ska inte bara motiveras utifrån konstruktion av datorkomponenter, utan behöver också förankras i praktiska tillämpningar där digitala komponenter utnyttjas i samverkan med datorkomponenter för att t.ex. realisera omvärldsgränssnitt för datorsystem.

REFERENSER

[1] D++ projektet, förnyelse av datateknikutbildningen för jämställdhet och kvalitet, Peter Jansson, ISBN: 91-7197-603-5, 1998.

BILAGOR

BILAGA 1: "Projektuppdrag till D&IT från utbildningsområde EDIIT"

BILAGA 2: Översikt över digital och datorteknik kurser i omvärlden